

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)**

**Государственное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
гидрометеорологической информации -
Мировой центр данных»**

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ
ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА
ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

ОБНИНСК

2010

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН: Государственное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации - Мировой центр данных» (ГУ «ВНИИГМИ-МЦД») Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета) с привлечением специалистов Воронежского государственного архитектурно-строительного университета (ВГАСУ) и Российского государственного гидрометеорологического университета (РГГМУ)

2. РАССМОТРЕН И ОДОБРЕН: Центральной методической комиссией по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам 22 мая 2009 года

Содержание

	Стр.
Раздел 1. Область применения	4
Раздел 2. Нормативные ссылки	4
Раздел 3. Основные положения	5
Раздел 4. Методика оценки инвестиций в создание дорожных метеосистем	6
Раздел 5. Методика оценки экономического эффекта от использования специализированных прогнозов при оперативном управлении работами по зимнему содержанию дорог	11
Раздел 6. Программа расчета экономического эффекта от использования специализированных прогнозов	20
Приложение. Результаты экономической оценки инвестиций в развитие дорожных метеосистем	24

Раздел 1. Область применения

1.1. Настоящая Методика устанавливает основные принципы определения экономического эффекта от использования метеорологической информации в дорожном хозяйстве и может быть использована для решения следующих задач:

- определение потенциального экономического эффекта от использования специализированной метеорологической информации в дорожном хозяйстве;
- оценка эффективности специализированного метеорологического обеспечения дорожных организаций;
- оценка влияния метеорологических условий на эффективность функционирования дорожно-транспортного комплекса;
- оценка адаптивности различных технологических процессов содержания автомобильных дорог к погодным воздействиям;
- обоснование выбора экономически оптимальных технологических решений на основе использования гидрометеорологической информации.

1.2. Оценке экономического эффекта по настоящей Методике подлежат следующие виды деятельности предприятий в дорожном хозяйстве, в основе которых лежит использование гидрометеорологической информации:

- проектные решения – оценка инвестиций в развитие системы специализированного дорожного метеорологического обеспечения при разработке проектов содержания автомобильных дорог;
- оперативное управление зимним содержанием автомобильных дорог – выбор технологий проведения работ на основе использования специализированных прогнозов погоды и других видов гидрометеорологической информации;
- организация защитных мероприятий дорожного хозяйства от неблагоприятных метеорологических явлений.

Эффект от использования гидрометеорологической информации оценивается экономическими, социальными, экологическими, организационными, ресурсными показателями.

Раздел 2. Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы основные положения, изложенные в нормативных документах, действующих в дорожном хозяйстве:

- а) ГОСТ Р 50597-93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Изд-во стандартов, 1993;
- б) ОДМ 218.3.023-2003. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах. Росавтодор, 2003;

- в) ОДМ 218.5.001-2008. Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега. Росавтодор, 2008;
- г) ОДМ N ОС-557-р. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. Росавтодор, 2002;
- д) Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Минэкономика РФ. М.: Экономика, 2000;
- е) ВСН – 21-83. Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог. Минавтодор РСФСР. Транспорт, 1985;
- ж) Временное руководство по оценке уровня содержания автомобильных дорог. М.: Информавтодор, 1997;
- з) ВСН 3-81. Инструкция по учету потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий при проектировании автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1982;
- и) Р-03112199-0502-00. Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий. М.: Транс-консалтинг, 2001;
- к) ОДМ. Методические рекомендации по разработке проекта содержания автомобильных дорог. Росавтодор, 2003.

Раздел 3. Основные положения

3.1. Дорожное хозяйство является одной из составляющих дорожно-транспортного комплекса, который представляет собой совокупность автомобильного транспорта, автомобильных дорог и организаций, обеспечивающих их функционирование.

Эффективность функционирования дорожно-транспортного комплекса проявляется как в производственной (транспортный и внутранспортный эффекты), так и в социальной сферах. Транспортный и внутранспортный эффекты образуются в кругу отраслей экономики, предприятий и организаций, получающих выгоды и преимущества в результате использования «потенциала услуг» – дорожной сети. Таким образом, эффективность целесообразно оценивать с точки зрения социально-экономических (общественных) и коммерческих последствий.

3.2. Эффективность функционирования дорожного хозяйства зависит от действия многочисленных и разнообразных погодно-климатических факторов, воздействие которых учитывается на всех этапах жизнедеятельности дорог: при проектировании и строительстве, планировании и проведении ремонтных работ, стратегическом (планировании ресурсов) и оперативном (выбор оптимальных по погодным условиям технологий работ) управлении их содержанием, а также при осуществлении транспортных перевозок.

На этапе содержания автомобильных дорог экономическую эффективность использования метеорологической информации следует оценивать исходя из анализа системы «дорожное хозяйство – автомобильный транспорт», так

как качество содержания дорог определяют такие процессы, как управление транспортом и транспортными перевозками.

3.3. Учет многообразных погодно-климатических факторов, их интенсивности, продолжительности и вероятности появления при выборе параметров и характеристик дорог в процессе проектирования, строительства, ремонта и содержания направлен на поиск оптимальных решений, обеспечивающих:

- повышение безопасности движения;
- снижение себестоимости перевозок;
- снижение затрат на ремонт и содержание дорог и искусственных сооружений;
- повышение экологической безопасности придорожных территорий.

В составе экономического эффекта, сопутствующего социальным результатам, наиболее весомую значимость имеет сокращение потерь в различных отраслях экономики от дорожно-транспортных происшествий (ДТП), а также снижение себестоимости перевозок, как составляющей внутритранспортного эффекта.

Количество ДТП и себестоимость перевозок – наиболее емкие показатели системы «дорожное хозяйство – автомобильный транспорт». Они выражаются через скорость движения автотранспорта, которая определяется состоянием дорожного покрытия, формирующегося под воздействием погодных и дорожных факторов.

3.4. В проектных и плановых задачах, рекомендуется использовать режимно-справочную (климатологическую) информацию. Задачи оперативного управления при содержании автомобильных дорог решаются на основе специализированной прогностической и фактической метеорологической информации.

3.5. Разработанная «Методика оценки экономического эффекта от использования метеорологической информации в дорожном хозяйстве» для специалистов Росавтодора носит рекомендательный характер. Разработанная методика вводится впервые.

Методика разработана сотрудниками ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» канд. техн. наук А.А. Коршуновым и Воронежского государственного архитектурно-строительного университета (ВГАСУ) докт. техн. наук, проф. Т.В. Самодуровой, канд. техн. наук, доцентом Ю.В. Федоровой.

Расчет матриц сопряженности производится по программе, разработанной канд. геогр. наук, доцентом Российского государственного гидрометеорологического университета (РГГМУ) А.А. Фокичевой. Программы для компьютерных расчетов разработаны инженерами ВГАСУ А.А. Михайленко и А.П. Гурьевым.

Раздел 4. Методика оценки инвестиций в создание дорожных метеосистем

4.1. «Методическими рекомендациями по разработке проекта содержания автомобильных дорог» предусмотрено решение вопросов дорожного метеорологического обеспечения как составной части проекта на новое строительство или реконструкцию автомобильной дороги.

Подпрограммой «Автомобильные дороги» предусмотрено создание единой автоматизированной системы дорожного метеорологического обеспечения (СДМО) на сети автомобильных дорог для получения оперативной информации об условиях погоды и состоянии дорожного покрытия.

СДМО – информационно-технический комплекс, который обеспечивает возможности:

- получения оперативной информации и специализированных дорожных прогнозов от подразделений Росгидромета, метеолокаторов и с дорожных автоматических метеостанций (АДМС);
- обработки информации с целью получения данных о состоянии дорожного покрытия, производственно-технологических предупреждений о возможности образования на нем скользкости и рекомендаций по производству работ при зимнем содержании дорог;
- доведения необходимой информации до исполнителей работ и пользователей дорог – участников движения.

СДМО позволяет обеспечить органы управления автомобильными дорогами оперативной информацией о состоянии проезда по дорогам, выполненных работах, их эффективности, что позволяет оценивать качество содержания дорог и производить оплату выполненных работ. Сбор, обработка и хранение этой информации необходимы для долгосрочного планирования и финансирования работ с учетом дорожных и погодно-климатических особенностей различных регионов страны.

4.2. Экономический эффект, определяющий целесообразность инвестиций в развитие системы дорожного метеорологического обеспечения, достигается в результате улучшения режимов движения транспорта в сложных погодных условиях за счет снижения:

- себестоимости перевозок;
- стоимости пробега автотранспорта;
- количества дорожно-транспортных происшествий;
- времени нахождения в пути пассажиров и грузов за счет улучшения дорожных условий и повышения скорости движения;
- инвестиций в развитие автотранспорта за счет роста его производительности.

При оценке инвестиций определяются основные показатели эффективности инвестиционного проекта:

- дисконтированный срок окупаемости;
- получаемый чистый дисконтированный доход;
- индекс доходности;
- внутренняя норма доходности.

4.3. *Чистый дисконтированный доход* (ЧДД) является основным экономическим параметром инвестиционного проекта. Это сумма экономического эффекта от снижения транспортно-эксплуатационных затрат и социальных потерь, получаемых за срок службы дорожной метеосистемы, приведенных к году ее ввода в эксплуатацию:

$$\text{ЧДД} = \sum_1^T (\mathcal{E}_t - K_t) \frac{1}{(1 + E)^t},$$

где T – срок службы дорожной метеосистемы, $\mathcal{E}_t$ – экономический эффект, получаемый в результате использования информации дорожной метеосистемы; K_t – инвестиции в развитие дорожных метеосистем; E – норма дисконта.

Чистый дисконтированный доход является конкретным выражением рентабельности инвестиционного проекта: чем больше доход, тем эффективнее проект. Положительная величина чистого дисконтированного дохода подтверждает целесообразность и экономическую эффективность инвестиций в реализацию проекта.

Инвестиции в развитие метеосистем включают в себя:

единовременные капитальные затраты:

- стоимость автоматических дорожных метеостанций и их установки;
- стоимость программного обеспечения и вычислительной техники для организации автоматизированных рабочих мест в управлении и дорожных эксплуатационных организациях;
- единовременные затраты на организацию связи с АДМС (организация радиоканала передачи данных, стоимость оборудования для беспроводной работы в сети Интернет);

текущие затраты:

- оплата информации Росгидромета со специализированными прогнозами и штормовыми предупреждениями;
- оплата информации метеорологического радиолокатора;
- поддержка канала передачи данных;
- стоимость входящего трафика с учетом объема поступающей информации;
- поддержка и сопровождение программного обеспечения;
- техническое обслуживание АДМС.

Расчеты следует проводить при нормах дисконта 12, 16, 20%, период оценки (срок службы дорожных метеосистем) – 10 лет. На такой период проводится экономический анализ систем дорожного метеорологического обеспечения в международных проектах. Так как на сети дорог России используются АДМС ведущих европейских производителей, этот период оценки рекомендуется принимать и для отечественных проектов.

Индекс доходности (ИД) дисконтированных инвестиций характеризует эффективность капитальных вложений и представляет собой отношение дисконтированного экономического эффекта к инвестициям:

$$ИД = 1 + \frac{ЧДД}{K}.$$

Внутренняя норма доходности (ВНД) показывает фактический уровень доходности инвестиций. При привлечении кредиторов она определяет предельный размер нормы дохода на вкладываемый инвестором капитал. В случае, когда ВНД равна или больше требуемой инвестором нормы дохода на капитал, инвестиции в проект целесообразны. ВНД представляет такую ставку дисконта, при которой получаемый приведенный эффект равен приведенным капиталовложениям.

4.4. В качестве базового варианта рассматривается существующая система управления содержанием дорог (без системы дорожного метеорологического обеспечения), проектные условия – наличие системы дорожного метеорологического обеспечения (СДМО).

В таблице 4.1 приводится перечень основных показателей, которые учитываются при проведении расчетов. Расчеты производятся в текущих ценах. При расчетах учитывается интенсивность движения и протяженность дорог, для которой проводят обоснование инвестиций.

Расчеты производятся по методике ВСН – 21-83 «Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог», где приведены все необходимые расчетные формулы.

Для автоматизации вычислений разработана специальная программа в виде двух электронных книг MS EXCEL.

Эти расчеты выполняются в дорожных проектных организациях и требуют большого количества исходной информации, не доступной подразделениям Росгидромета. Из-за сложностей адаптации программы она не приводится в данном документе.

В Приложении приведены результаты экономической оценки инвестиций в создание дорожной метеосистемы для сети территориальных дорог Нижегородской области.

Таблица 4.1. Показатели экономической оценки инвестиций в проект
создания дорожных метеосистем

Показатели	Базовый вариант, тыс. руб.	Проектные условия, тыс. руб.
Текущие затраты (Э)		
Стоимость пробега:	X	X
– грузовых автомобилей	X	X
– легковых автомобилей	X	X
– автобусов	X	X
Стоимость времени пребывания пассажиров в пути	X	X
Ущерб от дорожно-транспортных происшествий	X	X
Дополнительная потребность в кадрах водителей	X	X
Затраты на дорожное метеорологическое обеспечение	-	X
В том числе:		
– поддержка канала передачи данных	-	X
– входящий трафик	-	X
– сопровождение и поддержка программного обеспечения	-	X
– затраты на обслуживание АДМС	-	X
– специализированные прогнозы и штормовые предупреждения	-	X
– стоимость информации метеолокаторов	-	X
Итого текущих затрат	Σ	Σ
Единовременные затраты (К)		
Инвестиции в автомобильный транспорт	X	X
Инвестиции в метеообеспечение	-	X
В том числе:		
– стоимость метеостанций	-	X
– радиоканал	-	X
– технические средства для беспроводного Интернета	-	X
– стоимость обустройства автоматизированных рабочих мест (технические средства и программное обеспечение)	-	X
Итого единовременных затрат	Σ	Σ
Результаты расчета		
Дисконтированный срок окупаемости инвестиций, лет	-	Т
Чистый дисконтированный доход		ЧДД

Раздел 5. Методика оценки экономического эффекта от использования специализированных прогнозов при оперативном управлении работами по зимнему содержанию дорог

5.1. Содержание дороги как в летний, так и в зимний периоды проводится в соответствии с действующей классификацией работ. В зимний период дороги особенно подвержены влиянию погодных условий.

Зимнее содержание дорог – комплекс мероприятий по обеспечению бесперебойного и безопасного движения на автомобильных дорогах в зимнее время. Основные виды работ в зимний период:

- защита дорог от снежных заносов;
- борьба с зимней скользкостью;
- очистка дорог от снега.

Эффективность этих работ зависит от качества специализированного метеорологического обеспечения и от способности дорожных организаций эффективно использовать эту информацию в своей производственной деятельности.

Для зимнего содержания дорог в России разработаны стандарты, которые нормируют время ликвидации последствий воздействия неблагоприятных погодных факторов на дорожное покрытие.

Соблюдение стандартов обеспечивает определенный уровень сервиса для пользователей дорог. Он характеризуется следующими параметрами:

- ширина полностью очищенной от снега поверхности дороги, м;
- максимально допустимая толщина рыхлого слоя снега на проезжей части с момента начала снегопада до момента начала снегоочистки, мм;
- толщина уплотненного слоя снега (снежного наката) на проезжей части, мм;
- толщина уплотненного слоя снега на обочинах, мм;
- сроки окончания снегоочистки и ликвидации зимней скользкости, ч.

Предельно допустимые значения этих показателей приведены во «Временном руководстве по оценке уровня содержания автомобильных дорог».

5.2. Экономический эффект от использования специализированной прогностической информации при оперативном управлении зимним содержанием дорог формируется за счет следующих показателей:

- экономии ресурсов дорожной организации при адекватном выборе технологий зимнего содержания в зависимости от прогноза погодных условий;
- сокращения времени нахождения в пути пассажиров и грузов за счет своевременной ликвидации зимней скользкости или ее предотвращения при применении профилактических мероприятий;
- повышения безопасности движения и сокращения количества дорожно-транспортных происшествий по дорожным условиям;

- улучшения экологического состояния придорожных территорий за счет уменьшения количества противогололедных солей, используемых при зимнем содержании, и уменьшения количества выбросов автотранспортом при увеличении скорости его движения на чистом дорожном покрытии.

Экономический эффект определяют как разницу затрат дорожной организации и потерь в экономике государства при использовании специализированного оперативного прогноза и при его отсутствии.

5.3. В ОДМ 218.3.023-2003. «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах» все виды снежно-ледяных отложений, образующиеся на покрытиях автомобильных дорог и снижающие коэффициент сцепления колес транспортных средств с покрытием, относят к **зимней скользкости**. Различают три вида скользкости: **рыхлый снег, уплотненный снег и стекло-видный лед**. В основу этой классификации положено четкое различие видов как по внешним признакам, так и по физическим свойствам. Эта классификация позволяет дорожникам-практикам легко определять каждый вид скользкости визуально.

Совершенствование зимнего содержания дорог идет по пути перехода от ликвидации скользкости к более современным технологиям производства работ, в основе которых лежит профилактика ее образования. При переходе на профилактику все многообразие видов зимней скользкости искусственных покрытий следует разделить на шесть групп. Эта классификация и условия образования различных видов зимней скользкости приведены в таблице 5.1.

5.4. Методика оценки экономического эффекта использования специализированных прогнозов основана на сопоставлении средних потерь при стратегии доверия прогнозу и при пренебрежении им. Потери потребителей (дорожных организаций и пользователей дорог) описываются матрицей потерь, приведенной в таблице 5.2.

В данной методике рассматривается случай, когда погодные условия приводят к двум возможным фазам – к наличию или отсутствию зимней скользкости на дорожном покрытии. В соответствии с этим дорожная организация может принять различные технологии защитных мероприятий.

Расчет ведется на один случай образования зимней скользкости любого из видов.

Таблица 5.1

Классификация различных видов зимней скользкости дорожных покрытий и условия их образования

Вид зимней скользкости	Условия образования				
	Температура воздуха, °С	Температура покрытия, °С	Осадки, их вид	Состояние покрытия	Дополнительные условия
Гололедица	ниже	ниже 0	любые, выпадающие при температуре воздуха выше -3 °С	мокрое	время последствия осадков 12 ч
Черный лед	то же	ниже 0 , ниже точки росы	нет	сухое	-
Твердый налет	выше С	ниже 0	жидкие	-	-
	от 0 до -5	ниже 0	мокрый снег	-	количество осадков q = 0 мм
Гололед	ниже 0	ниже 0	переохлажденные жидкие (дождь, морось)	-	-
Снежный накат	от 0 до - 6	-	твердые (снег, мокрый снег)	-	количество осадков не менее 0,5 мм (в пересчете на воду)
	от 2 до 0	-	то же	-	интенсивность снегопада не менее 0,6 мм/ч
	от - 6 до - 10	-	то же	-	относительная влажность воздуха не менее 90%
Рыхлый снег	от - 6 до - 10	-	то же	-	относительная влажность воздуха менее 90%
	ниже -10	-	то же	-	-

Матрица потерь при образовании зимней скользкости на дорожном покрытии

Прогнозируемые условия F	Решения, принятые дорожной организацией	
	Защитные меры приняты адекватно в соответствии с погодными условиями	Принятые защитные меры неадекватны погодным условиям
F₁ (зимняя скользкость наблюдалась)	S₁₁	S₁₂
F₂ (зимняя скользкость не наблюдалась)	S₂₁	S₂₂

S₁₁ – суммарные потери от осуществившегося опасного явления – образования на дорожном покрытии зимней скользкости любого вида.

Суммарные потери разделяются на две группы:

1) потери от ухудшения дорожных условий:

- снижение скорости движения транспортных средств ($\Pi_{ск}$);
- увеличение риска возникновения дорожно-транспортного происшествия на скользком покрытии и потери от ДТП ($\Pi_{дтп}$);
- экологический ущерб, наносимый окружающей среде за счет использования химических реагентов, перерасхода топлива, увеличения выбросов отработавших газов ($\Pi_{эк}$);

2) затраты, которые несут дорожные организации при зимнем содержании дорог, проведении работ по борьбе или профилактике образования зимней скользкости ($З_{до}$):

$$S_{11} = \Pi_{ск} + \Pi_{дтп} + \Pi_{эк} + З_{до}. \quad (5.1)$$

S₂₁ – затраты дорожной организации на защитные мероприятия.

При отсутствии зимней скользкости работы по содержанию не проводятся, следовательно, потери, указанные выше, не имеют места. Таким образом, для матрицы потерь может быть принято условие:

$$S_{21} = 0. \quad (5.2)$$

При переходе на профилактические работы затраты на их проведение при неоправдавшемся прогнозе учитываются этим элементом матрицы потерь:

$$S_{21} = З_{до,пр}.$$

S₁₂ – потери при внезапном (непредусмотренном) возникновении зимней скользкости.

При существующей организации работ по зимнему содержанию выполняется соотношение:

$$S_{12} = S_{11}. \quad (5.3)$$

Организация работ по зимнему содержанию дорог предусматривает круглосуточную работу диспетчерской службы, дежурство инженеров, мастеров и бригады водителей, готовых к работе. Работы начинаются по факту обнаружения зимней скользкости, начала снегопада или метели. Задача состоит в том,

чтобы сроки окончания работ не превышали те, которые указаны в нормативных документах.

$$S_{22} - \text{потери потребителя при отсутствии опасного явления.} \\ S_{22} = 0. \quad (5.4)$$

Расчеты для матриц потерь проводят на участок, протяженностью 1 км с учетом технической категории дороги. Пересчет матриц на конкретную дорожную организацию с учетом протяженности и категории обслуживаемой сети дорог не представляет большого труда.

5.5. Потери от снижения скорости движения на скользком покрытии ($\Pi_{ск}$) для участка дороги длиной в 1 км рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{ск} = S t N (1/V_1 - 1/V_2), \quad (5.5)$$

где S – стоимость пробега 1 авт./ч; V_1, V_2 – скорости движения автомобилей, соответственно, на скользком (до проведения работ по борьбе с зимней скользкостью) и на сухом или мокром (состояние покрытия после проведения работ по борьбе с зимней скользкостью), км/ч; t – продолжительность нахождения покрытия дороги в условиях зимней скользкости, ч; N – интенсивность движения, авт./ч.

Скорости движения транспортного потока для различных состояний дорожного покрытия рекомендуется принимать по данным таблицы 5.3.

Таблица 5.3

Скорости движения транспортного потока различных состояний
для дорожного покрытия

Состояние покрытия	Скорость движения, км/ч		
	Среднее значение	Доверительный интервал разброса среднего значения скорости для доверительной вероятности	
		0,90	0,95
Снежный накат	41,8	30,6 ÷ 62,4	27,7 ÷ 65,4
Гололед	33,8	20,5 ÷ 47,1	18,2 ÷ 49,4
Рыхлый снег	46,5	27,3 ÷ 56,2	24,5 ÷ 59,1
Мокрое (I техническая категория)	67,8	56,6 ÷ 80,0	54,9 ÷ 80,7
Мокрое (II-III технические категории)	54,5	42,9 ÷ 66,1	41,4 ÷ 67,6
Сухое	77,7	67,4 ÷ 88,0	65,4 ÷ 90,0

При расчетах рекомендуется принимать значения скоростей движения, соответствующие нижней границе доверительного интервала. Для дорог I и II технических категорий уровень доверительной вероятности следует принимать равным 0,95, а для дорог III технической категории – 0,9.

5.6. Потери от одного дорожно-транспортного происшествия на скользком покрытии ($\Pi_{дтп}$) следует определять по формуле:

$$\Pi_{дтп} = t a_i P m N L, \quad (5.6)$$

где t – продолжительность нахождения скользкости на покрытии, ч; a_i – удельный вес ДТП, зависящий от состояния покрытия; P – средние потери от ДТП;

m – коэффициент тяжести ДТП; N – интенсивность движения, авт./ч; L – длина участка, км (в расчетах примем 1 км).

Для различных состояний покрытия принимается:

$a_{\text{гол}} = 0,7$ ДТП/1 млн авт./км – для стекловидного льда;

$a_{\text{сн, рс}} = 0,55$ ДТП/1 млн авт./км – для снежного наката и рыхлого снега;

$a_{\text{сух}} = 0,27$ ДТП/1 млн авт./км – для сухого покрытия.

Потери от ДТП для покрытия в условиях зимней скользкости составят:

$$П_{\text{дтп}} = П_{\text{дтп1}} Z, \quad (5.7)$$

где Z – ожидаемое число ДТП для различных состояний покрытия, определяемое по формуле:

$$Z = 2 \cdot 10^{-5} K_{\text{итог } i}^{0.373} N t L, \quad (5.8)$$

где $K_{\text{итог } i}$ – итоговый коэффициент аварийности при соответствующем состоянии покрытия. Расчет сезонных коэффициентов аварийности производится по методике, приведенной в нормативной литературе.

Ожидаемое количество ДТП может быть определено в зависимости от итогового коэффициента аварийности по графику, приведенному на рис. 5.1.

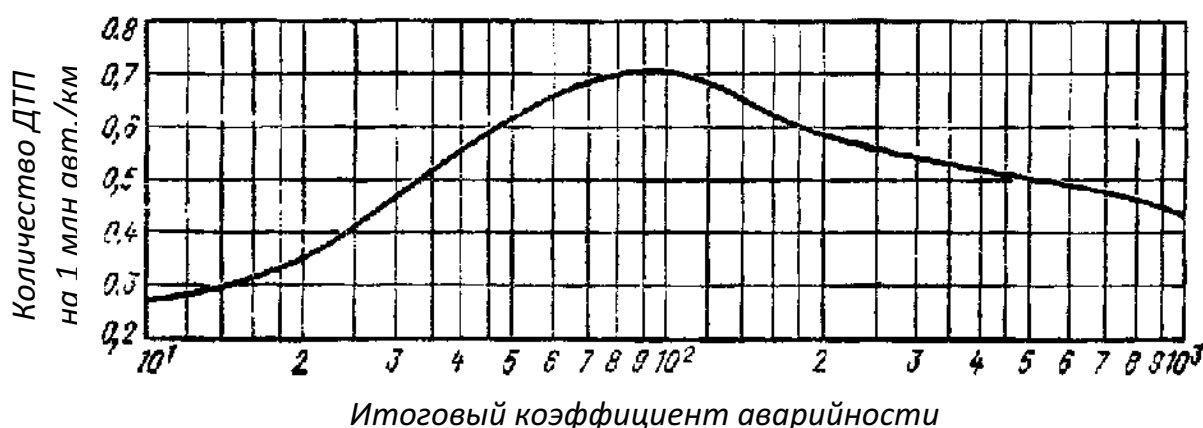


Рис. 5.1. Зависимость между значениями итогового коэффициента аварийности и относительным количеством дорожно-транспортных происшествий

5.7. Экологический ущерб, наносимый окружающей среде за счет использования химических реагентов, перерасхода топлива, увеличения выбросов отработавших газов ($П_{\text{ЭК}}$), в общем виде рассчитывается по формуле:

$$П_{\text{ЭК}} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \sigma_i f_i m_i A_x, \quad (5.9)$$

где γ_i – коэффициент, переводящий балльную оценку в стоимостную для каждого загрязняющего вещества; σ_i – коэффициент, оценивающий состав реципиентов, на которые воздействует вредное вещество; f_i – безразмерный коэффициент, оценивающий рассеивание примесей; m_i – общее количество выбросов i -го вещества, т; A_x – коэффициент относительной агрессивности загрязняющего вещества.

5.8. При расчете ущерба принимается состав движения автотранспорта, характерный для зимнего периода. Информация об интенсивности и составе движения принимается по данным дорожной организации, которая проводит учет этих показателей.

При отсутствии такой информации можно пользоваться данными таблицы 5.4.

Таблица 5.4

Данные об интенсивности движения
для дорог различных технических категорий

Техническая категория дороги	Среднегодовая интенсивность, авт./сут	Средняя за период октябрь–март интенсивность, авт./сут	Среднечасовая интенсивность, авт./ч
I	7100	5700	433
II	5000	4000	304
III	2000	1600	122

Состав движения: грузовые автомобили – 40%, легковые – 51%, автобусы – 9%.

5.9. Затраты дорожной организации на борьбу с зимней скользкостью могут быть определены специальными расчетами. В состав затрат будет входить стоимость противогололедных материалов (ПГМ) и стоимость эксплуатации машин при проведении работ. Формула для расчета затрат имеет общий вид:

$$Z_{до} = 10^{-3} q \cdot B \cdot C_{ПГМ} + S_{эм}, \quad (5.10)$$

где q – норма расхода ПГМ, г/м²; B – ширина полностью очищенной поверхности проезжей части (зависит от технической категории дороги), м; $C_{ПГМ}$ – стоимость 1 т противогололедного материала; $S_{эм}$ – стоимость эксплуатации машин при обработке 1 км дороги.

5.10. Нормы распределения ПГМ зависят от температуры воздуха. При расчетах они принимаются в соответствии с рекомендациями, приведенными в ОДМ 218.3.023-2003. «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах».

Если образование скользкости идет на фоне понижения температуры воздуха, а при организации работ выбрана норма, соответствующая текущему значению температуры воздуха, то может потребоваться дополнительная «досыпка» ПГМ. При этом увеличиваются затраты дорожной организации и время нахождения покрытия в условиях зимней скользкости. Стоимость работ при учете дополнительного использования хлоридов рассчитывается по формуле:

$$Z_{до} = 10^{-3} (q + q_{доc}) \cdot B \cdot C_{ПГМ} + S_{эм} + S_{эм,доc}, \quad (5.11)$$

где $q_{доc}$ – норма расхода ПГМ при повторной обработке покрытия, г/м²; $S_{эм,доc}$ – стоимость эксплуатации машин при повторной обработке 1 км дороги.

5.11. Все приведенные выше формулы учитывают время нахождения покрытия в неблагоприятном состоянии, которое будет сокращаться при наличии достоверных прогнозов и своевременного проведения работ.

При расчете потерь для случаев ликвидации зимней скользкости время скользкого состояния покрытия принимается равным директивному времени на уборку гололедных отложений для дорог соответствующих технических категорий.

5.12. При наличии специализированных прогнозов состояния дорожного покрытия возможен переход на профилактику образования зимней скользкости. При этом уменьшаются нормы распределения ПГМ, снижается стоимость эксплуатации машин.

Профилактические работы являются защитной мерой для предотвращения скользкости, и для этой технологии производства работ составляющие матрицы потерь будут иметь следующий смысл:

S_{11} – при наличии специализированного прогноза дорожные организации проводят работы по профилактике образования зимней скользкости, покрытие остается в мокром состоянии и потери обусловлены только риском возникновения ДТП на мокром покрытии и экологическим ущербом от использования хлористых солей;

S_{12} – дорожная организация не использует прогнозы и проводит работы по ликвидации зимней скользкости;

S_{21} – дорожная организация проводит профилактические работы, имеют место те же потери, но скользкости на покрытии не образуется, следовательно:

$$S_{21} = S_{11} . \quad (5.12)$$

5.13. При образовании на дорожном покрытии снежных отложений производится их удаление механическим путем. При различных значениях метеорологических параметров возможны либо отложения рыхлого снега, либо образование снежного наката.

Механическая очистка снега производится периодически во время выпадения осадков. Нормативное время дается на уборку снежных отложений после окончания выпадения осадков. Основная цель проведения работ состоит в следующем:

- не допустить образования на покрытии слоя снега толщиной больше максимально допустимой к моменту начала работ (для рыхлого снега);
- не допустить уплотнения снега, т.е. образования снежного наката.

Чтобы снег на дорожном покрытии не уплотнялся, в него вводят противогололедные материалы, которые обеспечивают нахождение снега в рыхлом состоянии и возможность его очистки механическим путем. Для предупреждения образования снежного наката хлориды распределяются непосредственно во время снегопада, пока свежевыпавший снег не уплотнился. Нормы распределения ПГМ для профилактики образования снежного наката принимаются в соответствии с рекомендациями, приведенными в ОДМ 218.3.023-2003. «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах».

Затраты на эксплуатацию машин при борьбе со снежными отложениями на 1 км дороги рассчитываются по двум формулам:

а) для снежного наката:

$$S_{эм.} = N_{ц} (S_{эм,ПГМ} \cdot B + S_{эм.очист.} \cdot K_{пер.}), \quad (5.13)$$

где $S_{эм,ПГМ}$ – стоимость эксплуатации машины при россыпи ПГМ на 1000 м² покрытия, В – ширина очистки, м; $K_{пер.}$ – коэффициент, учитывающий ширину проезжей части (для III категории – 1,0; для II категории – 1,07; для I категории – 2,86); $N_{ц}$ – количество циклов очистки;

б) для рыхлого снега:

$$S_{эм.} = N_{ц} \cdot S_{эм.очист.} \cdot K_{пер.} \quad (5.14)$$

5.14. Для автоматизации расчетов составлена электронная книга MS EXCEL, описание работы с которой приводится в следующем разделе.

5.15. Наряду с матрицей потерь для оценки эффективности использования метеорологической информации необходимо располагать характеристиками оправдываемости специализированных прогнозов, задаваемыми в виде матрицы совместных повторяемостей различных сочетаний прогнозируемых и осуществившихся погодных условий. Вид матрицы приведен в таблице 5.5.

Таблица 5.5

Матрица совместных повторяемостей прогностических и фактических метеоусловий

Фактические метеоусловия F	Прогнозируемые метеоусловия		Σ
	П ₁ (ождается опасное явление)	П ₂ (не ожидается опасное явление)	
F₁ (опасное явление наблюдалось)	$p_{11} = n_{11}/N$	$p_{12} = n_{12}/N$	p
F₂ (опасное явление не наблюдалось)	$p_{21} = n_{21}/N$	$p_{22} = n_{22}/N$	Q
Σ	p'	q'	1

Элементы матрицы определяют делением соответствующего числа случаев n_{ij} ($i, j = 1, 2$) на общее число испытаний N. Величина p_{12} находится делением на N числа случаев n_{12} не оправдывающегося прогноза отсутствия опасного явления, p_{21} – делением на N числа случаев n_{21} не оправдывающегося прогноза осуществления опасного явления, p_{11} – частное от деления на N числа случаев n_{11} успешных прогнозов осуществления, а p_{22} – числа случаев успешных прогнозов отсутствия опасного явления, p и q – соответственно, природные повторяемости осуществления и отсутствия опасного явления, p' и q' – повторяемости прогноза наличия и отсутствия опасного явления независимо от фактической ситуации.

Матрица совместных повторяемостей составляется для зимнего периода, в течение которого возможны опасные для дорог явления – снегопады и гололедица.

5.16. Экономический эффект ($\Delta \mathcal{E}$) от использования метеорологической информации и специализированных прогнозов при оперативном управлении работами по борьбе с зимней скользкостью обусловлен уменьшением потерь, по сравнению с базовым вариантом, при котором метеорологическая информация не используется.

При использовании метеорологических информационных ресурсов и переходе на более совершенные стратегии работ потери будут предотвращены, предотвращенный ущерб (Y_{np}) рассчитывается по формуле:

$$Y_{np} = p_{11} (S_{12} - S_{11} + S_{21}) \cdot K_{ioя}, \quad (5.15)$$

где p_{11} – вероятность успешного прогноза; S_{ij} – составляющие матриц потерь; $K_{ioя}$ – коэффициент, учитывающий заблаговременность прогноза и продолжительность опасного погодного явления (при расчетах $K_{ioя} = 1$).

В соответствии с видом матриц потерь экономический эффект может быть представлен двумя составляющими:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta \mathcal{E}_D + \Delta \mathcal{E}_П, \quad (5.16)$$

где $\Delta \mathcal{E}_D$ – эффект дорожной организации – сокращение затрат на зимнее содержание дорог; $\Delta \mathcal{E}_П$ – эффект в экономике государства и у пользователей дорог, который будет складываться за счет увеличения скорости движения и сокращения времени нахождения покрытия в условиях зимней скользкости, уменьшения количества дорожно-транспортных происшествий, а также уменьшения загрязнения придорожной полосы хлоридами и снижения уровня выбросов автотранспортом.

Раздел 6. Программа расчета экономического эффекта от использования специализированных прогнозов

6.1. С целью упрощения расчетов по оценке эффективности использования гидрометеорологической информации все расчеты автоматизированы. Для их проведения составлена электронная книга с использованием табличного процессора MS EXCEL.

Программа расчета представлена на пяти листах:

Лист 1 – Снег (расчет матрицы совместных повторяемостей для зимнего периода при прогнозе снегопадов),

Лист 2 – Гололедица (расчет матрицы совместных повторяемостей для зимнего периода при прогнозе гололедицы),

Лист 3 – Исходные данные,
 Лист 4 – Результаты расчета,
 Лист 5 – База дорог.

6.2. До выполнения расчетов данные о дорогах, для которых производится оценка эффективности, заносятся в список на листе «База дорог». Вид листа приведен на рис. 6.1.

Особенности MS EXCEL пока позволяют вводить данные не более чем по восьми дорогам.

Название	Техническая категория	Интенсивности авт/сут
Урень-Шарья-Никольск-Котлас	II	1802
Н. Новгород-Шахунья-Киров	II	3246
Обход г. Урень	III	2035
Арья-Тонкино-Шаранга-Самойлово-Щекотово-Нежнур	III	2241
5	Ia	0
6	IV	0
7	II	0
8	Ia	0

Рис. 6.1. Вид листа «База дорог»

Информация, внесенная в базу, доступна на листе «Исходные данные», вид которого приведен на рис. 6.2.

В *исходные данные* вынесена информация по дорогам, которая может быть легко получена в любой дорожной организации:

- наименование дороги;
- техническая категория;
- интенсивность движения;
- принятый уровень содержания;
- протяженность дороги;
- стоимость противогололедных материалов;

Исходные данные	
Участок дороги	Н. Новгород-Шахунья-Киров
Уровень содержания	Допустимый
Протяженность участка	100
Год	2007
Стоимость 1 т ПГМ, руб	1250

Рис. 6.2. Вид листа «Исходные данные»

– год, для которого проводится расчет для выбора поправочного коэффициента к уровню цен 1991 года для строительно-монтажных работ для перехода к текущим ценам.

Все остальные расчеты проводятся с использованием приведенных выше формул и с использованием справочной и нормативной информации.

Листы расчетов содержат все расчетные формулы и скрыты от несанкционированного доступа.

6.3. Прогнозируемые и фактически наблюдаемые погодные условия вводятся на листы «Снег» и «Гололеда», вид которых приведен на рис. 6.3.

дата		прогноз	факт
месяц	число		
ОКТАБРЬ	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	5	0	0
	6	0	0
	7	0	0
	8	0	0
	9	0	0
	10	0	0
	11	0	0
	12	0	0
	13	0	0
	14	0	0
	15	0	0
	16	0	0
	17	0	0
	18	0	0
	19	0	0
	20	0	0
	21	0	0
	22	0	0
	23	0	0

► ◄ \ Снег / Гололеда / Исходные

Рис. 6.3. Вид листа ввода данных для расчета матриц совместных повторяемостей

После ввода данных на листы 1 и 2 соответствующие матрицы потерь и годовой экономической эффект рассчитываются автоматически.

Вид листов с результатами расчетов приведен на рис. 6.4 и 6.5.

Гололедица				
Матрица сопряженности альтернативных прогнозов				
	Прогноз наличия зимней скользкости	Прогноз отсутствия зимней скользкости		
Наличие зимней скользкости	0	0		
Отсутствие зимней скользкости	0	212	Годовой экономический эффект (октябрь-апрель), тыс. руб.:	0,00
Матрица потерь (тыс руб)			в том числе:	0,00
	Доверие прогнозу	Отсутствие доверия прогнозу	для дорожных организаций	0,00
Наличие зимней скользкости	121,09	977,78		
Отсутствие зимней скользкости	121,09	0,00		

Рис. 6.4. Вид листа с результатами расчета для прогноза гололедицы

Снежный накат				
Матрица сопряженности альтернативных прогнозов				
	Прогноз наличия зимней скользкости	Прогноз отсутствия зимней скользкости		
Наличие зимней скользкости	0	0		
Отсутствие зимней скользкости	0	212	Годовой экономический эффект (октябрь-апрель), тыс. руб.:	0,00
Матрица потерь (тыс руб)			в том числе:	0,00
	Доверие прогнозу	Отсутствие доверия прогнозу	для дорожных организаций	0,00
Наличие зимней скользкости	202,43	268,39		
Отсутствие зимней скользкости	202,43	0,00		

Рис. 6.5. Вид листа с результатами расчета для прогноза снегопадов

6.4. В настоящее время программа позволяет рассчитывать матрицы потерь только для отдельной дороги, выбранной из базы данных.

За продолжительность опасного явления принят директивный срок (выбирается программой автоматически с учетом категории дороги и уровня ее содержания).

Приложение

Результаты экономической оценки инвестиций в проект создания дорожной метеосистемы для сети территориальных дорог Нижегородской области

Показатели	Существующие условия, тыс. руб.	Проектные условия, тыс. руб.
Текущие затраты (Э)		
Стоимость пробега:		
– грузовых автомобилей	32153,4	28789,9
– легковых автомобилей	5458,4	4871,1
– автобусов	3570,7	3040,4
Стоимость времени пребывания пассажиров в пути	14631,0	10874,2
Ущерб от дорожно-транспортных происшествий	1878,2	903,7
Дополнительная потребность в кадрах водителей	12303,4	9316,9
Затраты на дорожное метеообеспечение (37 АДМС)	-	4813,8
В том числе:		
– поддержка канала передачи данных	-	539,1
– входящий трафик	-	13,9
– сопровождение и поддержка программного обеспечения	-	400,0
– затраты на обслуживание АДМС	-	2700,8
– специализированные прогнозы и штормовые предупреждения	-	200,0
– стоимость информации метеолокаторов	-	960,0
Итого текущих затрат	69995,1	62610,0
Единовременные затраты (К)		
Инвестиции в автомобильный транспорт	109248,7	82022,2
Инвестиции в метеообеспечение	-	45108,8
В том числе:		
– стоимость метеостанций	-	37878,8
– радиоканал	-	224,6
– технические средства для беспроводного Интернета	-	541,2
– стоимость обустройства автоматизированных рабочих мест (технические средства и программное обеспечение)	-	6464,2
Итого единовременных затрат	109248,7	127131,0
Результаты расчета		
Дисконтированный срок окупаемости инвестиций, лет		3,2
Чистый дисконтированный доход (норма дисконта – 12%)		23466,0

Подписано к печати 29.07.2010. Формат 60х84/16.
Печать офсетная. Печ. л. 1,4. Тираж 400 экз. Заказ № 19.

Отпечатано в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», г. Обнинск, ул. Королева, 6