

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

*На правах рукописи*  
УДК 551.576

**Кузнецов Константин Анатольевич**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УЧЕТА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ**  
**ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО**  
**УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ**

25.00.30 - Метеорология, климатология, агрометеорология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Санкт-Петербург

2005



2006-4  
17952

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

*На правах рукописи*  
УДК 551.576

**Кузнецов Константин Анатольевич**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УЧЕТА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ**  
**ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО**  
**УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ**

25.00.30 - Метеорология, климатология, агрометеорология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

**Санкт-Петербург**

**2005**

2190230

Работа выполнена в Российском государственном гидрометеорологическом университете.

**Научные руководители:**

доктор технических наук,  
профессор Ефремов Рудольф Николаевич,

доктор физико-математических наук  
Солонин Александр Сергеевич.

**Официальные оппоненты:**

доктор физико-математических наук  
Биненко Виктор Иванович,

кандидат физико-математических наук,  
доцент Неелова Людмила Олеговна.

**Ведущая организация:**

Научный фонд  
«Международный центр по окружающей  
среде и дистанционному зондированию  
им. Нансена».

Защита состоится 15 декабря 2005 г. в 16 часов 30 минут на заседании диссертационного Совета Д.212.197.01 при Российском государственном гидрометеорологическом университете по адресу: 195196, Санкт-Петербург, пр. Малоохтинский, 98.

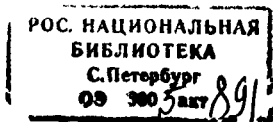
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного гидрометеорологического университета.

Автореферат разослан "14" 11 2005 г.

Ученый секретарь  
диссертационного Совета

доктор физ.-мат. наук  
проф. Кузнецов А.Д.

2



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Трудно переоценить ту роль, которую играет автомобильный транспорт в жизни современного общества. При этом количественные и качественные показатели работы автомобильного транспорта зависят как от степени технического совершенства транспортных средств, количества и состояния автомобильных дорог, так и от уровня научной организации самих автотранспортных перевозок, которым занимается транспортная логистика, переживающая в настоящее время период своего бурного развития. Можно указать на два основных фактора, обусловивших такой прогресс. Прежде всего - это развитие теоретических разработок, позволяющих моделировать различные процессы на различных этапах управления материальными потоками. Второй фактор - бурное развитие информационных систем, позволяющих координировать логистические процессы на всех этапах, и, в частности, осуществлять управление в транспортной подсистеме логистики. Информация в логистике становится производственным фактором. При этом особое место занимает метеорологическая информация, роль и значение которой в настоящее время все еще недооценивается. А ведь научный и технический прогресс не изменил роль и значение метеорологических факторов во многих сферах хозяйственной деятельности и, в том числе, при организации транспортных операций, поскольку метеорологические условия оказывают влияние на все виды работ, связанные с автомобильными перевозками и надлежащим содержанием автодорог. В связи с этим становится актуальной необходимостью детального рассмотрения основных элементов

современной логистики и определение в ней места и роли метеорологической информации.

Актуальность выбранной темы исследования определяется также и тем, что внедрение на основе логистического подхода в оперативную практику работы автотранспортных предприятий и дорожных служб объективных методов учета фактической, прогностической и климатической метеорологической информации при организации всех этапов автотранспортных перевозок в настоящее время становится одним из важнейших экономических факторов. Изучению средств и методов получения, анализа и использования метеорологической информации для обеспечения автомобильных перевозок посвящено много работ российских и зарубежных исследователей. Однако существует целый ряд все еще не до конца решенных проблем, связанных с разработкой методики включения метеорологической информации во все звенья логистической цепи, а также математических моделей, призванных обеспечить оперативную обработку и анализ информации, поступающей от различных информационно-измерительных систем. Решение этих проблем несомненно является актуальной проблемой, так как призвано повысить безопасность и надежность самых массовых перевозок – перевозок автомобильным транспортом.

**Цель работы.** Цель настоящей работы заключалась в оценке роли и места метеорологической информации в современной транспортной логистике; в рассмотрении влияния различных метеорологических факторов на условия и безопасность автомобильных перевозок; в критическом анализе современного отечественного и зарубежного опыта специализированного метеорологического обеспечения автотранс-

портных предприятий и дорожных служб, а также в рассмотрении информационных (на примере ГИС) и метеорологических информационно-измерительных систем, призванных обеспечивать дорожные службы, автотранспортные предприятия и службы массовой информации оперативной дорожной информацией. Кроме того, задачей исследования являлись: разработка алгоритмов, построение математических моделей и создание пакета прикладных программ для ПЭВМ, позволяющих:

- осуществлять оперативный анализ эволюции зон осадков различных форм;
- обрабатывать данные дистанционных измерений температуры дорожного покрытия,
- выбрать оптимальные транспортные маршруты с учетом метеорологической обстановки;
- использовать программные средства современных ГИС для решения конкретных задач информационного обеспечения дорожных и транспортных служб.

**Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие задачи:**

1. Произведен обзор литературных источников и на его основе рассмотрены основные концептуальные положения современной логистики и определены роль и место специализированной метеорологической информации при реализации различных форм логистической активности.

2. Рассмотрено влияние различных метеорологических факторов на условия и безопасность автомобильных перевозок, на основе анали-

за отечественного и зарубежного опыта сформулированы современные требования к метеорологическому обеспечению автотранспортных предприятий и дорожных служб.

3. Рассмотрены современные информационно-измерительные системы, призванные обеспечить метеорологической информацией автотранспортные предприятия и дорожные службы, исследованы методы и формы организации специализированного дорожного метеорологического обеспечения.

4. Произведен анализ ряда существующих и разработаны новые математические методы параметризации положения и формы зон осадков; разработаны алгоритмы и программы, необходимые для выполнения анализа эволюции таких зон.

5. С использованием фактических данных, полученных с помощью автоматизированного комплекса «МРЛ-5 - Метеоячейка», произведена апробация разработанных подходов к проведению анализа эволюции зон осадков различных форм.

6. Разработаны методы и алгоритмы, а на их основе – программы для ПЭВМ, позволяющие обрабатывать данные дистанционных измерений температуры дорожного покрытия.

7. Адаптированы программные средства современных ГИС (на примере ГИС «IDRISI») для решения конкретных задач информационного обеспечения дорожных и транспортных служб.

8. Разработан алгоритм и создана программа для ПЭВМ, позволяющая моделировать движение автотранспорта по различным маршрутам; на основе проведения численных экспериментов показана

важность учета метеорологических факторов при выборе оптимального транспортного маршрута следования автотранспорта.

**Научная новизна.** С позиции современной логистики разработаны научно-методические основы использования метеорологической информации в информационном обеспечении автотранспортных перевозок. Проанализировано влияние различных метеорологических явлений на безопасность дорожного движения и на деятельность дорожных служб, призванных обеспечить эту безопасность. Разработаны и доведены до готовых программных продуктов алгоритмы параметризации положения и формы зон осадков; на обширном фактическом материале осуществлена апробация различных методов цифровой обработки радиолокационной информации; даны практические рекомендации по их использованию. Исследовано влияние погрешностей в задании исходных данных на точность дистанционного измерения температуры поверхности дороги. Предложены методы обработки данных натурных дистанционных измерений профиля температуры дорожного покрытия.

**Практическая значимость и реализация результатов работы.** Исследование влияния метеорологических факторов на условия автомобильных перевозок, критический анализ имеющегося отечественного и зарубежного опыта специализированного метеорологического обеспечения и используемых для этого технических и информационных средств на сегодняшний день являются чрезвычайно важной задачей практической метеорологии. Практическая значимость полученных в ходе выполнения данной работы результатов заключается в том, что все они, прежде всего, направлены на повышение безопасности и

надёжности автотранспортных перевозок в любое время года и в любых погодных условиях за счет совершенствования схем и методов использования метеорологической информации.

Предложенная в данной диссертационной работе численная модель анализа эволюции зон осадков используется в учебном процессе РГГМУ при преподавании учебной дисциплины “Сверхкраткосрочные метеорологические прогнозы”; методика оценки влияния погрешностей в задании исходной информации на точность дистанционного измерения температуру подстилающей поверхности – при преподавании учебных дисциплин “Дистанционное зондирование атмосферы” и “Методы зондирования окружающей среды”; методика геометрической коррекции спутниковых снимков и анализа протяженности участков дорог с опасными явлениями погоды – при преподавании учебной дисциплины «Геоинформационные системы».

**Обоснованность и достоверность** полученных в диссертационной работе результатов обусловлена корректным использованием современного математического аппарата и фундаментальных теоретических положений, аргументированностью исходных положений, согласованностью полученных результатов с некоторыми частными результатами других авторов.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы были доложены и обсуждены на Всесоюзной научной конференции «Методы и устройства передачи и обработки информации» в 2001 г., на третьей открытой Всероссийской конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» в 2005 г., на итоговых сессиях Ученого совета РГГМУ в 2001, 2002 и

2005 годах, на научных семинарах следующих кафедр метеорологического факультета РГГМУ: прикладной метеорологии в 2001 г. и экспериментальной физики атмосферы в 2005 г.

**Публикации результатов исследований.** По теме диссертации опубликовано 7 работ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 148 страницах машинописного текста. Состоит из введения, 4 глав, заключения и списка использованных источников. Текст иллюстрирован 38 рисунками и 12 таблицами. Список использованной литературы включает 90 наименований.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновываются актуальность, практическая значимость и научная новизна работы. Отмечается, что решаемые в диссертационной работе задачи составляют предмет ежедневной оперативной практики автотранспортных предприятий и дорожных служб. Причем эти задачи рассматриваются на основе комплексного подхода к организации всех этапов автотранспортных перевозок, что в настоящее время возможно лишь на основе логистического подхода, поскольку главной транспортной задачей логистики было и остается создание необходимых условий для рационального распределения грузов по видам транспорта, организации их перевозок и складирования, что позволило бы с минимальными издержками доставлять грузы в требуемом количестве и необходимого качества в пункт назначения строго в обусловленные сроки. Определяется роль и место метеорологической информации в решении перечисленного круга задач.

В **первой главе** приводятся основные понятия, определения и объекты логистики, анализируется информационное обеспечение логистической активности с учетом места и роли метеорологической информации, исследуются методы и формы организации автотранспортных перевозок на основе логистического подхода.

Отдельное место в первой главе отводится описанию математической модели использования информационного обеспечения для определения нормативного интервала доставки грузов автотранспортом. С учетом естественной противоречивости практически всех оптимизационных задач, когда в данном случае с одной стороны требуется

своевременное и полное удовлетворение потребностей в перевозках, а с другой – рациональное использование имеющихся возможностей, указаны и две группы методов решения данной задачи. Первая группа решений – это методы теории управления запасами и методы планирования доставки по заданному графику (эти методы уделяют основное внимание первому условию задачи). А вторая группа – это методы маршрутизации, оптимизирующие по тому или иному критерию использование подвижного состава при заданных ограничениях на объем и продолжительность перевозок. При таком подходе весьма удобно учитывать и наличие тех или иных метеорологических явлений как в местах погрузки и разгрузки, так и на пути следования автотранспорта.

В начале **второй главы** анализируется влияние метеорологических явлений на условия и безопасность автомобильных перевозок. На основе шкалы опасности основных метеорологических факторов дается количественная и качественная оценка степени такой опасности в интервале скоростей 60 – 150 км/ч. Приводятся и другие количественные характеристики, определяющие влияние метеорологических условий на безопасность движения автотранспорта. Рассмотрена организационная структура системы управления зимним содержанием дорог в качестве одного из важнейших звеньев организации автотранспортных перевозок в этот период года на подавляющей части территории России. С учетом выполненного анализа формулируются современные требования к специализированному метеорологическому обеспечению автомобильных перевозок и дорожных служб. На основе рассмотрения литературных данных выполнен критический анализ отечественного и

зарубежного (Германия, Польша, Великобритания, Финляндия, США, Швейцария) опыта осуществления специализированного метеорологического обеспечения всех участников автотранспортных перевозок.

В третьей главе, состоящей из четырех разделов, анализируются различные аспекты использования информационных (на примере геоинформационной системы «IDRISI») и информационно-измерительных систем (на примере автоматических дорожных метеорологических станций и метеорологических радиолокаторов) для обеспечения автомобильных перевозок. В первом разделе этой главы рассматриваются общие требования и структура функционирования системы специализированного метеорологического обеспечения, структура необходимой для этого метеорологической информации, формы и методы ее представления на примере автоматизированной информационно-измерительной системы «МетеоТрасса». Данная система установлена в настоящее время в Москве, Ленинградской, Московской и Калининградской областях и в Краснодарском крае. Структурная схема размещения такой системы в Ленинградской области представлена на рис. 1. Система «МетеоТрасса» принимает информацию по различным каналам связи от следующих источников: сеть автоматических дорожных метеорологических станций; сеть метеорологических радиолокаторов; прогнозы гидрометеорологических центров. Использование этой информации позволяет выполнять следующие функции: измерение и выдача метеорологической информации и данных о состоянии поверхности (в том числе о количестве химикатов на поверхности); мониторинг опасных явлений на автодорогах и предупреждение о наличии опасных метеорологических явлений на авто-

дорогах; прием и передачу данных с использованием различных видов линий связи (выделенная, коммутируемая, сотовая GSM и NMT); сбор данных в управляемом режиме; обмен данными между центральной системой и рабочими станциями; просмотр информации в удобном виде (карты, таблицы, графики), архивирование данных с возможностью их использования для различных задач. Пример представления такой информации от одной из автоматических дорожных метеорологических станций представлен на рис. 2.

С учетом важности использования дистанционных методов зондирования происходящих в атмосфере явлений, позволяющих в реальном масштабе времени получать информацию со значительных территорий, во втором разделе этой главы диссертационной работы исследуются возможности современных метеорологических радиолокаторов, входящих в состав автоматизированной информационно-измерительной системы «МетеоТрасса». Использование радиолокационных данных позволяет диспетчерам автопредприятий и специалистам службы содержания автомобильных дорог получать в реальном режиме времени следующую информацию: время начала и прекращения осадков на конкретных участках дороги; прогноз количества выпавших осадков для конкретных участков дороги за заданный промежуток времени; оценку количества выпавших осадков для участков дороги за отчетный период (например, за месяц). Анализируются схемы и методы получения такой метеорологической информации, ее состав и вид представления. На рис. 3 представлен пример представления данных радиолокационного обзора МРЛ на дисплее оператора, полученных с помощью АМРК «Метеоячейка».



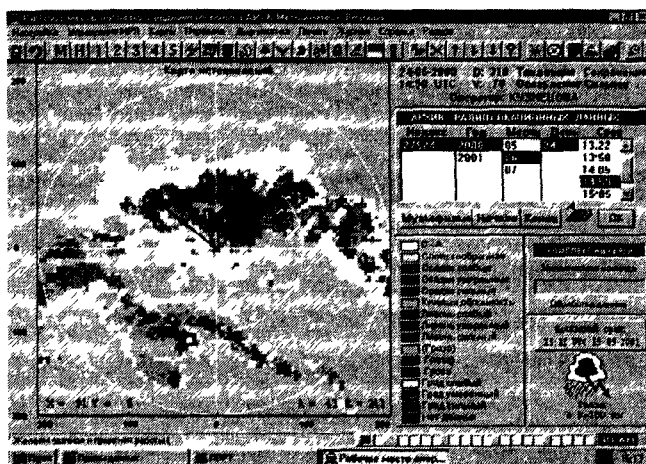


Рис. 3.

В третьем разделе исследуются возможности математической модели, предназначенной для оперативного анализа эволюции зон осадков на основе радиолокационных данных, получаемых с помощью современных метеорологических радиолокаторов (см. рис. 3). В работе исследуются три подхода к анализу эволюции зон осадков, условно названные как метод максимального совмещения площадей зон осадков, метод центра тяжести и метод центральной линии.

В методе максимального совмещения площадей зон осадков скорость и направление перемещения зон осадков определялись на основе минимизации величины коэффициента  $r(\Delta x, \Delta y, \Delta t)$  на множестве смещений  $\Delta x$  и  $\Delta y$  по осям  $X$  и  $Y$  одного изображения относительно друго-

другого. Расчет коэффициента  $r$  при максимальном сдвиге на  $\pm 5$  ячеек производился по следующей формуле

$$r(l, k, \Delta t) = \sum_{i=5}^{95} \sum_{j=5}^{95} [a_{i+l, j+k}(t_1) - a_{i, j}(t_2)]^2, \quad (1)$$

где  $a_{i, j}$  – кодированные значения интенсивности осадков в ячейке с соответствующими индексами;  $l = 1, 2, \dots, 5$ ;  $k = 1, 2, \dots, 5$ ;  $\Delta t = t_2 - t_1$ . Если смещения  $l_m$  и  $k_m$  обеспечивают минимум коэффициента  $r(l, k, \Delta t)$ , то составляющие средние скорости перемещения зон осадков по осям  $X$  и  $Y$  равны

$$v_x = 60 (k_m \cdot m) / (t_2 - t_1); \quad v_y = 60 (l_m \cdot m) / (t_2 - t_1); \quad (2)$$

где  $m$  – размер ячейки.

В том случае, когда форма зоны осадков «близка» к окружности – используется метод центра тяжести, а для асимметричных зон – метод центральной линии. Схематически представление положения и формы зоны осадков с использованием этих подходов иллюстрирует рис. 4.

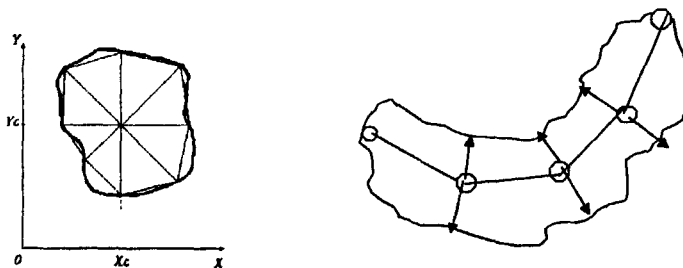


Рис. 4.

Траектория перемещения центров тяжести или "общих точек", а также изменение во времени длин радиус-векторов задается в следующем параметрическом виде:  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $r_i(t)$ , где параметром является

время  $t$ . Для каждой из этих функций при использовании полиномиальной аппроксимации строится свой полином степени  $np$ :

$$\begin{aligned} x(t) &= a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_{np} t^{np}, \\ y(t) &= b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + \dots + b_{np} t^{np}, \\ r_x(t) &= c_{0,x} + c_{1,x} t + c_{2,x} t^2 + \dots + c_{np,x} t^{np}. \end{aligned} \quad (3)$$

В этом случае составляющие скорости перемещения зоны осадков находятся путем дифференцирования первых двух уравнений (4) (при использовании метода центральной линии производится соответствующее осреднение по всем "общим точкам"):

$$\begin{aligned} V_x &= a_1 + 2a_2 t + \dots + np x t^{np-1}, \\ V_y &= b_1 + 2b_2 t + \dots + np y t^{np-1}. \end{aligned} \quad (4)$$

Апробация указанных подходов к проведению объективного анализа эволюции зон осадков производилась на основе полученных с помощью автоматизированного комплекса "МРЛ-5 - Метеоячейка" реальных данных с использованием специально созданных для этой цели программ для ПЭВМ. Анализ полученных в ходе проведения численных экспериментов результатов показал, что первый метод (метод максимального совмещения площадей) позволяет получить предварительные оценки общей тенденции эволюции, тогда как два других (конкретное использование каждого из них, как уже отмечалось, зависит от формы зоны осадков) позволяют получить детальные характеристики, описывающие изменение положения и формы зоны осадков.

В четвертой главе диссертационной работы приводятся результаты исследования ряда математических моделей, предназначенных

как для получения, так и для усвоения метеорологической информации.

В рамках исследования возможностей проведения дистанционных измерений температуры дорожного покрытия здесь рассмотрены основные теоретические положения, связанные с решением такой обратной задачи атмосферной оптики как определение температуры подстилающей поверхности на основе регистрации собственного теплового излучения от системы «подстилающая поверхность - атмосфера» в ИК диапазоне длин волн. С использованием общепринятых обозначений решение этих задач имеет следующий вид:

$$T_s = \frac{b \cdot \nu}{\ln \left[ 1 + \varepsilon_\nu \cdot P_\nu(p_s) \cdot a \cdot \frac{\nu^3}{K_\nu} \right]}, \quad (5)$$

где

$$K_\nu = J_\nu - B_\nu(T_s) \cdot (1 - P_\nu(p_s)). \quad (6)$$

Разработаны алгоритмы, необходимые для реализации дистанционного измерения температуры или состояния дорожного покрытия. Такого рода измерения имеют важное значение для дорожных служб при борьбе с гололедицей, а также для предупреждения водителей об изменении коэффициента сцепления колес с дорожным покрытием. На основе численных экспериментов с использованием различных подходов (в том числе и метода Монте-Карло в предположении, что известны статистические характеристики погрешностей) исследовано влияние погрешностей задания излучательной способности поверхности и измерения интенсивности собственного теплового излучения в длинноволновом и коротковолновом «окнах» прозрачности на точность

дистанционного измерения температуры поверхности дороги. В частности, если погрешности в задании исходных данных малы, то ошибка дистанционного измерения  $T$ , может быть оценена на основе следующего соотношения:

$$\begin{aligned} \Delta I_{\nu} = & L_{\nu} \cdot P_{\nu}(p_s) \cdot \Delta \varepsilon_{\nu} + \frac{L_{\nu}}{K_{\nu}} \cdot \varepsilon_{\nu} \cdot P_{\nu}(p_s) \cdot T_s \cdot \Delta I_{\nu} + \\ & + L_{\nu} \cdot \varepsilon_{\nu} \cdot \left[ 1 - P_{\nu}(p_s) \cdot \frac{B_{\nu}(T_s)}{K_{\nu}} \right] T_s \cdot \Delta P_{\nu}(p_s) + \\ & + \varepsilon_{\nu} \cdot P_{\nu}(p_s) \cdot [1 - P_{\nu}(p_s)] \cdot \exp\left(\frac{b \cdot \nu}{T_s}\right) \cdot B_{\nu}^2(T_s) \cdot \frac{T_s^2 \cdot |\Delta T_s|}{D_{\nu} \cdot K_{\nu}^2 \cdot T_s^2} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\text{где } D_{\nu} = \left( 1 + \varepsilon_{\nu} \cdot P_{\nu}(p_s) \cdot a \cdot \frac{\nu^3}{K_{\nu}} \right) \text{ и } L_{\nu} = \frac{a \cdot \nu^3}{K_{\nu} \cdot \bar{D}_{\nu} \cdot \ln(\bar{D}_{\nu})}. \quad (8)$$

В четвертой главе на основе использования данных реальных дистанционных измерений профиля температуры, т.е. распределения температуры дороги вдоль трассы, разработаны и исследованы на основе численных экспериментов различные алгоритмы обработки исходной информации от передвижной специализированной лаборатории, оснащенной аппаратурой для дистанционных измерений, даны соответствующие практические рекомендации. На рис. 5 приведен пример такой обработки исходных данных при осреднении по участкам трассы в 300 м, а на рис. 6 – пример использования сплайн-интерполяции для построения осредненного профиля температуры дорожного покрытия участка шоссе Санкт-Петербург – Сертолово (приводятся температуры в отклонениях от среднего).

В заключительном разделе четвертой главы приведены результаты, полученные в ходе проведения численных экспериментов с использованием разработанной и реализованной математической модели по учету влияния опасных явлений погоды на продолжительность

выполнения автомобильных перевозок. При наличии нескольких маршрутов доставки груза данная программа позволяет как рассчиты-

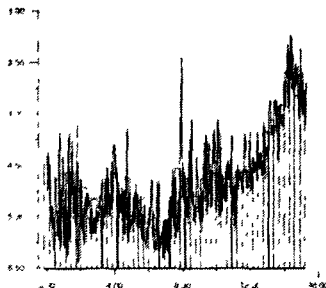


Рис.5.

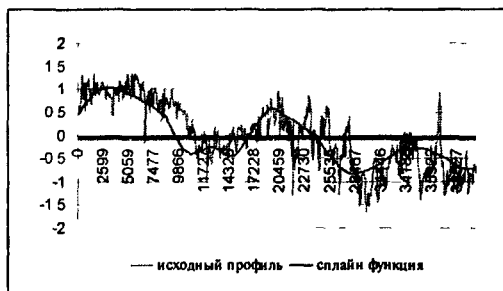


Рис. 6.

вать общее время доставки по каждому маршруту, так и визуализировать весь процесс транспортировки. При этом возможен учет наличия опасных явлений погоды на определенных участках различных трасс, а на основе сопоставления времени доставки по каждому маршруту можно определить оптимальный маршрут. Расчеты проводились на основе модельных данных о расположении областей с туманом и го-

лоледом. Рис. 7 иллюстрирует динамику движения автотранспорта с учетом типов дорог и метеорологических явлений. На этом рисунке в верхней части карты выделено положение областей с туманом, а ниже этих областей – с гололедом, причем эти области пересекаются. На рис. 7(а) приведен начальный этап движения, когда за один и тот же промежуток времени автомашины прошли разный путь с учетом только средней скорости на автодороге данного класса (здесь пока оптимальной является центральная автодорога). Рис. 7(б) иллюстрирует конечный момент, когда по одной из дорог автомобиль прибыл в конечный пункт назначения. Видно, что оптимальный маршрут заключался в выборе не центральной дороги (автостреды с максимальной средней скоростью движения), а дороги, с одной стороны не проходящей через области с туманом и гололедом, а с другой - соединяющей два пункта по кратчайшему расстоянию.

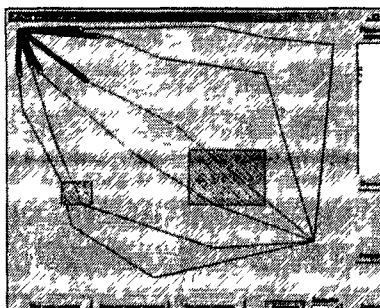


Рис. 7 (а)

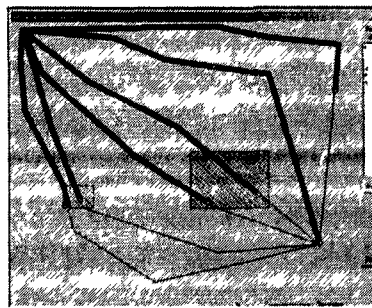


Рис. 7 (б)

В заключении обобщаются результаты выполненных научных исследований и сформулированы основные результаты диссертационной работы, которые сводятся к следующему:

1. Детально рассмотрены основные положения транспортной логистики, проанализированы формы и схемы логистической активности на транспорте, указаны роль и место метеорологической информации при информационном обеспечении логистической системы автомобильных перевозок.

2. Исследовано влияние метеорологических факторов на условия безопасного движения автомобильного транспорта.

3. В целях обеспечения нормального и безопасного функционирования автомобильных дорог и транспорта сформулированы требования к метеорологическому обеспечению автотранспортных предприятий, осуществляющих автомобильные перевозки, и автодорожных служб, ответственных за надлежащее содержание автострад.

4. На основе анализа литературных данных выполнен обзор зарубежного и отечественного опыта специализированного метеорологического обеспечения всех участников дорожного движения.

5. С учетом современных требований к метеорологической информации при информационном обеспечении логистической системы автомобильных перевозок рассмотрены специализированные информационно-измерительные системы для получения оперативной метеорологической информации.

6. Разработан и исследован метод оперативного анализа эволюции зон осадков на основе данных автоматизированного радиолокационного комплекса «МРЛ-5 - Метеоячейка».

7. Рассмотрена роль современных геоинформационных систем для информационного обеспечения автомобильных перевозок, на основе численных экспериментов с использованием ГИС «IDRISI» пока-

зана возможность решения конкретных задач информационного обеспечения.

8. Детально рассмотрены теоретические аспекты проведения дистанционных измерений температуры дорожного полотна с помощью специализированных передвижных лабораторий, проведены численные эксперименты и выполнен анализ полученных данных, определяющих влияние погрешностей в задании исходной информации на точность дистанционного измерения температуры поверхности дорожного покрытия.

9. С использованием данных реальных натуральных измерений исследована возможность построения температурного профиля автомобильной дороги.

10. Разработан алгоритм и на его основе проведены численные эксперименты по выбору оптимального маршрута перевозки с учетом метеорологических факторов.

**Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Кузнецов К.А. К вопросу о методике учета метеорологических факторов при организации автомобильных перевозок. Информационные материалы Итоговой сессии Ученого совета, СПб, РГГМУ, 2001. – с. 34-35.

2. Кузнецов К.А., Молдаванов Л.М. К вопросу об использовании инфракрасного радиометра для измерения температуры автодорожного покрытия. Информационные материалы Итоговой сессии Ученого совета, СПб, РГГМУ, 2001. – с. 32-33.

3. Кузнецов К.А., Орлова А.К., Сероухова О.С. Оперативный анализ эволюции зон осадков по данным автоматизированного комплекса "МРЛ-5 - Метеоячейка". Межвузовский сборник научных трудов «Методы и устройства передачи и обработки информации», СПб, Гидрометеониздат, 2001, - с. 53-56.

4. Кузнецов К.А., Орлова А.К., Сероухова О.С. К вопросу об использовании радиометеорологической информации для анализа характеристик эволюции зон осадков. Информационные материалы итоговой сессии Ученого Совета РГГМУ, СПб., 2002. – с. 29-30.

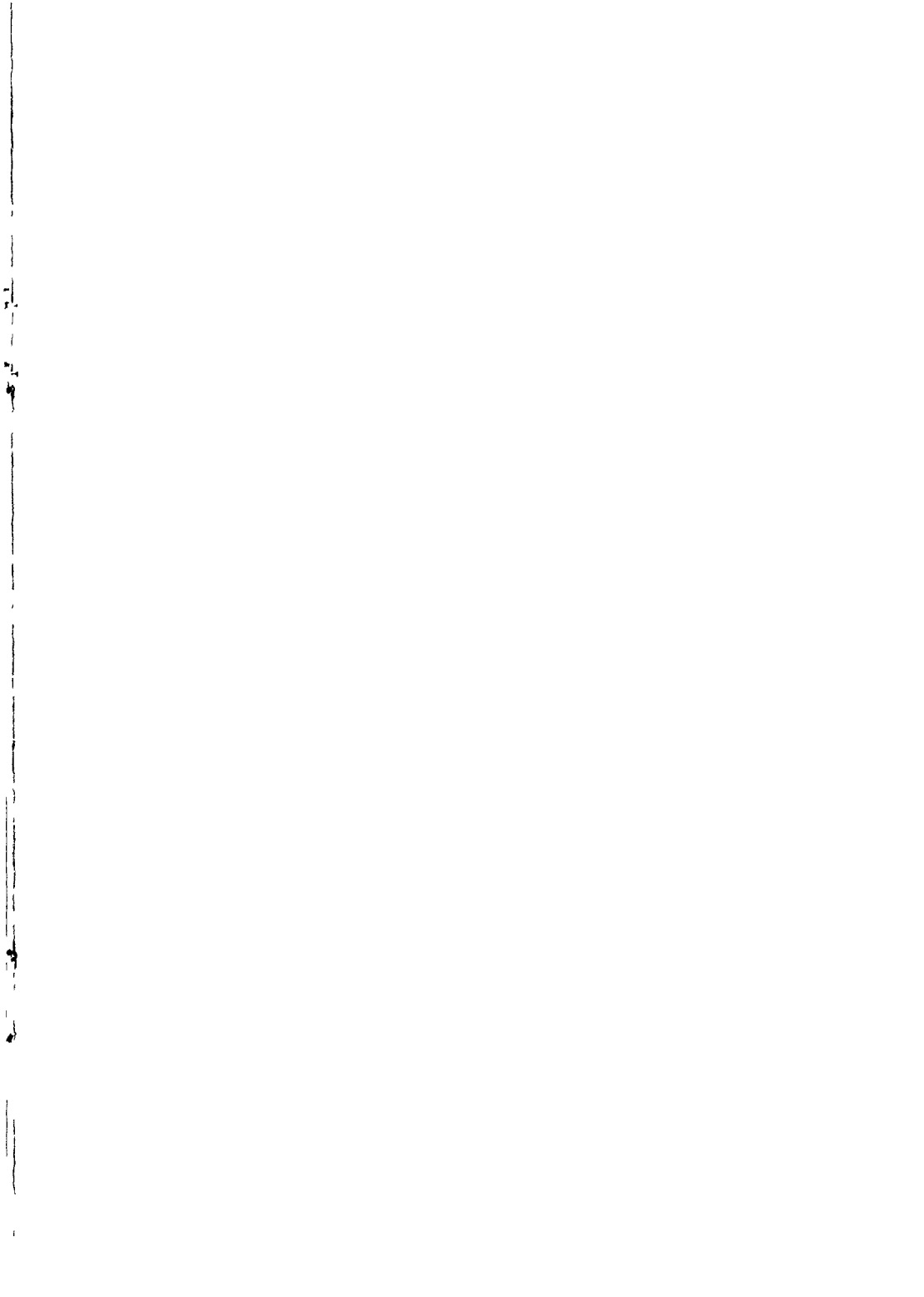
5. Кузнецов К.А., Сероухова О.С. К вопросу об оценке точности дистанционного измерения температуры дорожного покрытия. Информационные материалы итоговой сессии Ученого Совета РГГМУ, С.-Пб., 2002. – с. 30-31.

6. Кузнецов К.А., Сероухова О.С. К вопросу о решении задач транспортной логистики с использованием технологии геоинформационных систем. Информационные материалы итоговой сессии Ученого Совета РГГМУ, СПб., 2005. – с. 67 – 68.

7. Кузнецов К.А. Оценка повторяемости условий образования гололеда в Санкт-Петербурге. Материалы итоговой сессии Ученого Совета, СПб, РГГМУ, 2005. – с. 56-58.

8. Кузнецов К.А., Сероухова О.С., Симакина Т.Е. Опыт использования ГИС для обработки визуальной информации, получаемой с метеорологических ИСЗ. Информационные материалы третьей открытой всероссийской конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 2005 (в печати).





№ 2 2 2 6 2

РНБ Русский фонд

2006-4

17952

---

Подписано в печать 07.11.05. Печать офсетная. Бумага офсетная.  
Гарнитура Times. Заказ № 144. Тир. 100 экз.  
195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский, 98  
Отпечатано в ООО «Стимул».

---