

На правах рукописи



Исаков Сергей Викторович

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И
СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ**

25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Пермь – 2015

Работа выполнена на кафедре метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета

Научный руководитель: **Шкляев Владимир Александрович**
Кандидат географических наук, доцент
кафедры метеорологии и охраны
атмосферы Пермского государственного
национального исследовательского
университета (г. Пермь)

Официальные оппоненты: **Севастьянов Владимир Вениаминович**
Доктор географических наук, профессор
кафедры метеорологии и климатологии
Национального исследовательского
Томского государственного университета
(г. Томск)

Николаев Александр Анатольевич
Кандидат географических наук, доцент
кафедры метеорологии, климатологии и
экологии атмосферы Казанского
федерального университета (г. Казань)

Ведущая организация: ФБГОУ ВПО «Национальный
исследовательский Саратовский
государственный университет имени Н.Г.
Чернышевского» (г. Саратов)

Защита диссертации состоится 20 ноября 2015 г. в 13-30 на заседании диссертационного совета Д.212.189.10 в ФБГОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, корпус 8, 2 этаж, аудитория 215.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале научной библиотеки Пермского государственного национального исследовательского университета. Электронная версия текста диссертации и автореферата доступна на сайте ПГНИУ по адресу: <http://www.psu.ru> и официальном сайте ВАК РФ.

Автореферат разослан «__» _____ 2015 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат географических наук, доцент  Балина Т.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационного исследования. В настоящее время роль городов в жизни человека неуклонно возрастает. Климат города принципиально отличается от климата сельской местности. В нем формируется отличный от сельской местности температурный и ветровой режимы. Таким образом, погодные условия под влиянием городской среды могут приобретать экстремальный характер. В городах существенно меняется: естественный тип местности, характер и свойства подстилающей поверхности, структура землепользования территорий, термическая структура и динамика приземного слоя воздуха, образуются локальные циркуляционные системы. Соответственно, данные метеостанций могут не отражать реальной картины возникающих изменений. В конечном итоге, такие изменения влияют на экологию городской окружающей среды.

Вследствие таких особенностей городской территории для рациональной организации планировочных решений города закладывается зонирование его территории. Зонирование территорий, выполняемое в ходе *микроклиматических исследований*, имеет значительное количество функциональных назначений: деление территорий для планировочно-архитектурных мероприятий, разработки улично-дорожной сети, выделение санитарно-защитных и рекреационных зон и т.п. Так, эффективная планировка территорий жилой зоны городов должна предусматривать рациональное размещение всех городских объектов. Все это способствует созданию условий для увеличения комфортности проживания. Стоит отметить, что информация о вызванных антропогенной деятельностью нарушениях земной поверхности приобретает все большую важность, особенно в условия современного изменения климата и проблемы максимального сохранения биоразнообразия в зоне влияния города, в частности в крупных городах страны. Антропогенная деятельность ведет к большей фрагментации естественных поверхностей из-за их трансформации под влиянием новых свойств и характеристик, что приводит к различным экологическим последствиям.

Для микроклиматических исследований обычная сеть метеостанций является слишком редкой. Такие исследования можно проводить только путем организации густой сети наблюдений на небольших расстояниях и на коротких промежутках времени. Поэтому такие наблюдения невозможно вести длительно в одном и том же месте. Следовательно, требуется не определить многолетний режим погоды, а выявить разность между наблюдениями исследуемой территорией и показаниями опорной постоянно действующей станции в данном районе. Для уменьшения стоимости подобных исследований целесообразно использовать как спутниковые данные, так и средства автоматической обработки информации.

В настоящее время для различных задач мониторинга и исследования экосистем применяются методы, использующие спутниковое дистанционное зондирование. Существуют работы, в которых рассмотрен круг прикладных

задач решаемых по данным дистанционного зондирования MODIS. В то же время задача комплексного исследования городов в масштабах микроклимата решается не часто и нет единого методологического подхода к проведению комплексного анализа спутниковых данных в целях изучения микроклимата урбанизированных территорий. Существует достаточное количество исследований, посвященных преимущественно изучению характера землепользования и моделированию отдельных элементов микроклимата, в то время как комплексный анализ не проводится. Микроклимат же представляет собой взаимосвязанную систему, отсутствие комплексности в исследовании которой не даст полного представления об изучаемых территориях.

Таким образом, существующие методики проведения микроклиматических исследований не являются оптимальными. Развитие технологий автоматизированной обработки позволяет повысить оперативность, экономичность и эффективность оценки состояния микроклимата. Актуальность исследования обусловлена необходимостью развития, совершенствования и объединения существующих отдельных методик проведения оценки состояния микроклимата. А также, современная система оценки должна быть основана на широком применении ГИС-технологий и спутниковых снимков высокого и сверхвысокого разрешения.

Цель исследования – совершенствование методики проведения микроклиматических исследований и проведение комплексной оценки состояния микроклимата территорий средствами ГИС-технологий с использованием наземных и спутниковых наблюдений.

Исходя из указанной цели, решались следующие **задачи**:

1. Обобщить отечественный и зарубежный опыт исследования состояния микроклимата и определить главные направления исследования городской климатологии.
2. Разработать методы комплексной оценки состояния микроклимата на базе ГИС-технологий и спутниковых снимков.
3. Провести оценку состояния микроклимата и микроклиматических особенностей на примере двух городских территорий.
4. Определить влияние антропогенной деятельности на исследуемые экосистемы.
5. Определить применимость и дать рекомендации дальнейшего использования разработанного метода комплексного анализа, использования ГИС-технологий и спутниковых снимков.

Для выполнения поставленных задач использовались такие программные комплексы, как ESRI ArcGIS, Google Earth, Google Maps, Adobe Photoshop, SAS.Planet. В качестве исходных использовались данные наблюдений авиационной метеорологической станции Пермь (далее АМСГ Пермь) и метеостанции Пермь (далее МС Пермь) (2002-2008 гг.); ежедневные синоптические бюллетени (2006-2008 гг.); данные микроклиматического обследования долины р. Данилиха; спутниковые снимки сервисов Google и USGS.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- Результаты комплексной оценки состояния микроклимата, выполненные с использованием ГИС-технологий и спутниковых снимков.
- Разработанный комплекс методик проведения микроклиматических исследований с использованием современных технологий.
- Разработанные рекомендации по использованию современных геоинформационных систем и спутниковых снимков высокого и сверхвысокого разрешения для проведения исследований микроклимата территорий.

Научная новизна результатов исследований:

- Предложен метод комплексной оценки микроклиматических особенностей урбанизированных территорий с использованием ГИС-технологий и спутниковых снимков.
- Проведена оценка микроклиматических особенностей двух метеостанций на территории города – АМСГ Пермь и МС Пермь.
- Проведена оценка возможностей использования современных геоинформационных систем и спутниковых снимков высокого и сверхвысокого разрешения для микроклиматических исследований.

Практическая значимость полученных результатов.

Разработанный метод комплексной оценки состояния микроклимата позволит проводить исследования микроклимата без затратной организации временной сети метеонаблюдений на небольших расстояниях, а так же обеспечит возможность автоматизации большинства прикладных расчетов.

Расчетные геоинформационные слои, полученные на основе цифровых моделей рельефа и спутниковых снимков, позволят оценить динамику развития города, определить узловые точки, в которых существенно изменяется естественная структура подстилающей поверхности.

Основные идеи, заложенные в разработанный метод, могут быть использованы:

- в области строительства – на этапе проектирования промышленных объектов и жилых застроек;
- в структурах Росгидромета – для совершенствования системы мониторинга качества атмосферного воздуха и оценки уровня загрязнения воздуха;
- при региональных и локальных исследованиях климата и оценки микроклиматических ресурсов;
- при проектировании генплана для зонирования и планировки территорий;
- при определении граничных условий в существующих моделях мезомасштабного прогноза погоды.

Выполненная работа нашла научно-практическую реализацию в отчете по договору №126/2009 от 16.11.2009 с управлением по экологии и природопользованию администрации города Перми.

Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены на 9 конференциях различного уровня: III, IV и VI Межрегиональные научно-практические конференции «Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края» (г. Пермь, 2010, 2011, 2013 гг.); VI, VII Всероссийские научно-практические конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Географическое изучение территориальных систем» (г. Пермь, 2012, 2013 гг.); Международная научная конференция по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды (г. Казань, 2012 г.); Вторая Всероссийская научная конференция (с международным участием) «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов» (г. Казань, 2013 г.); Всероссийская конференция «Обработка пространственных данных и дистанционный мониторинг природной среды и масштабных антропогенных процессов» (DPRS'13) (г. Барнаул, 2013 г.); IX Всеукраинская научно-практическая конференция «Молодые ученые – географической науке» (г. Киев, 2013 г.).

Результаты исследований, выполненных по теме диссертации, изложены в 14 публикациях: 4 статьи в научных журналах (2 статьи в журналах из списка ВАК), 7 статей в сборниках научных трудов, 3 публикации тезисов конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и приложения. Основной текст изложен на 152 страницах. Работа содержит 41 рисунок, 28 таблиц, список литературы из 146 наименований и приложения на 26 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** сформулирована актуальность работы, изложены цели и задачи исследования, Обозначена научная новизна, практическая значимость работы и защищаемые положения.

В **первой главе** определены понятия микро- и мезоклимата, точки зрения на разграничение их масштабов и особенности возникновения. Описаны особенности микроклимата города. Рассмотрен отечественный и зарубежный опыт изучения микроклимата, включая современное состояние вопроса. Выделены основные направления развития и результаты исследований.

Во **второй главе** рассмотрены особенности и методы проведения микроклиматических исследований.

Описаны особенности использования геоинформационных систем (далее ГИС) и спутниковых снимков при исследовании микроклимата и основные направления исследования для проведения комплексной оценки.

Представлена методика оценки рельефа – создание цифровой модели рельефа (ЦМР) и расчет производных геоинформационных слоев. Таким образом, выделены 3 главные морфометрические характеристики для оценки особенностей рельефа: высота над уровнем моря (ЦМР), уклон территории, экспозиция склонов (рис. 1).

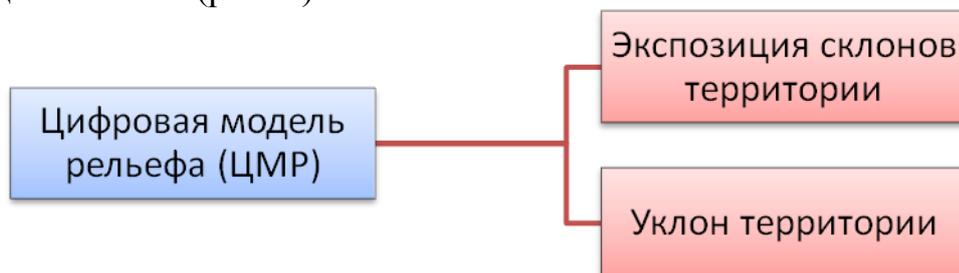


Рис. 1. Главные морфометрические характеристики для оценки особенностей рельефа

Определены задачи, решаемые при оценке особенностей подстилающей поверхности (рис. 2). На основе этого разработан алгоритм проведения исследования подстилающей поверхности. Так, ключевым параметром микроклиматической системы при оценке подстилающей поверхности является альбедо. Для изучения структуры землепользования применена классификация по морфологической структуре поверхностей.

Рассмотрен алгоритм оценки, в котором выделены этапы:

1. выделение типов поверхностей;
2. группировка поверхностей, обобщение информации по некоторому признаку (для исследования динамики по Landsat выделены три основных типа поверхностей);
3. группировка поверхностей по альбедо – все типы распределяются по градациям альбедо.

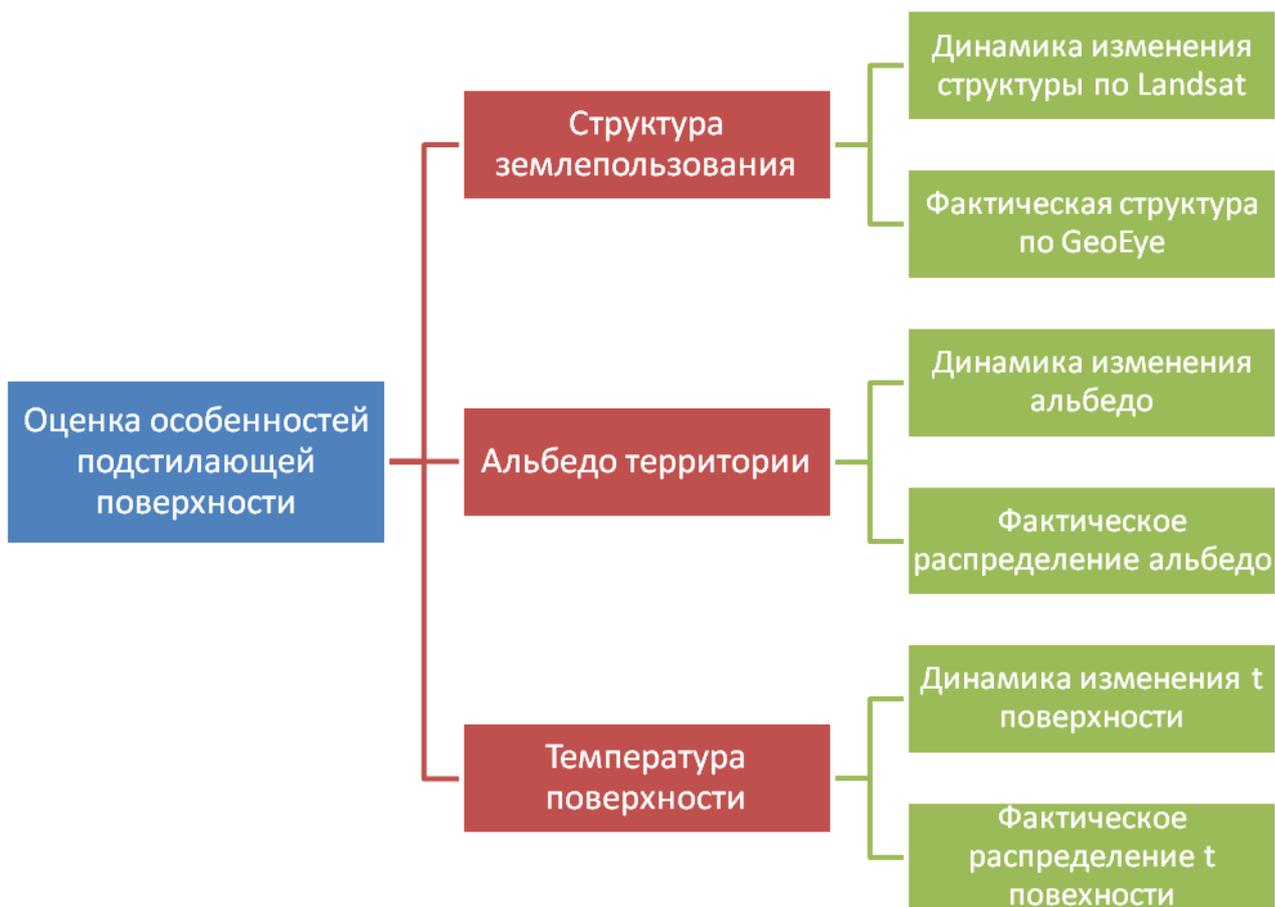


Рис. 2. Иерархическая структура оценки подстилающей поверхности

Указаны особенности отражающей способности на участках электромагнитного спектра. На основе этого выделены комбинации датчиков Landsat ТМ, при которых максимально проявляются особенности, позволяющие определять контуры необходимых объектов во времени. Максимальный приоритет при выделении контуров объектов отдается наиболее устойчивым из них на временном промежутке исследования. Обработку снимков рекомендуется проводить в обратной хронологической последовательности, т.е. начиная с наиболее современных снимков. Также описывается предложенный автором метод определения альbedo смешанных поверхностей. Рассмотрена методика определения температуры поверхностей на основе их типов и средней температуры участка исследования.

Описаны основные методы расчета параметров солнечной радиации. Автором предложен способ расчета потоков солнечной радиации с использованием растровой алгебры ГИС, продемонстрирован на примере коротковолновой радиации (рис. 3). Расчеты производились по основным граничным слоям, описаны используемые приближения.

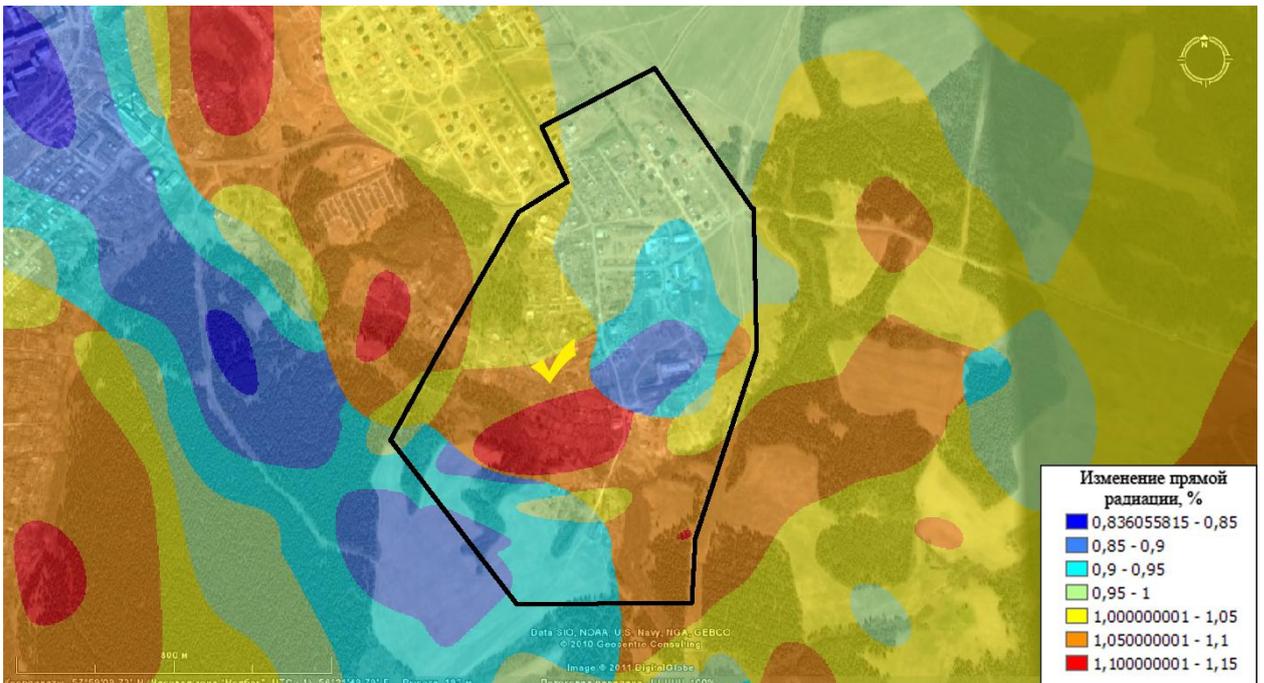


Рис. 3. Изменение прямой солнечной радиации в процентах от радиации на ровном месте (астрономический полдень, 21 июня)

Приведены основные теоретические положения, необходимые при расчете потоков коротковолновой радиации при введении поправки на облачность. Предложены схемы учета облачности и определения продолжительности солнечного сияния при отсутствии прямых измерений и с использованием оперативной спутниковой информации (рис. 4, 5).

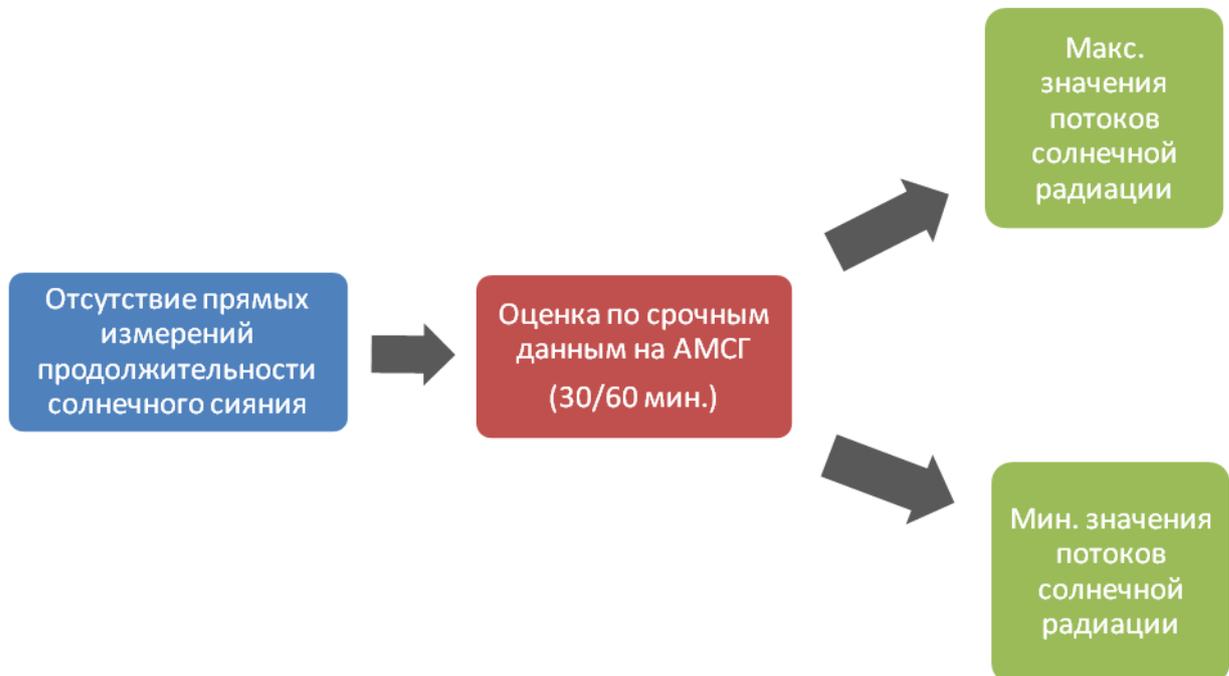


Рис. 4. Схема учета облачности при отсутствии прямых измерений

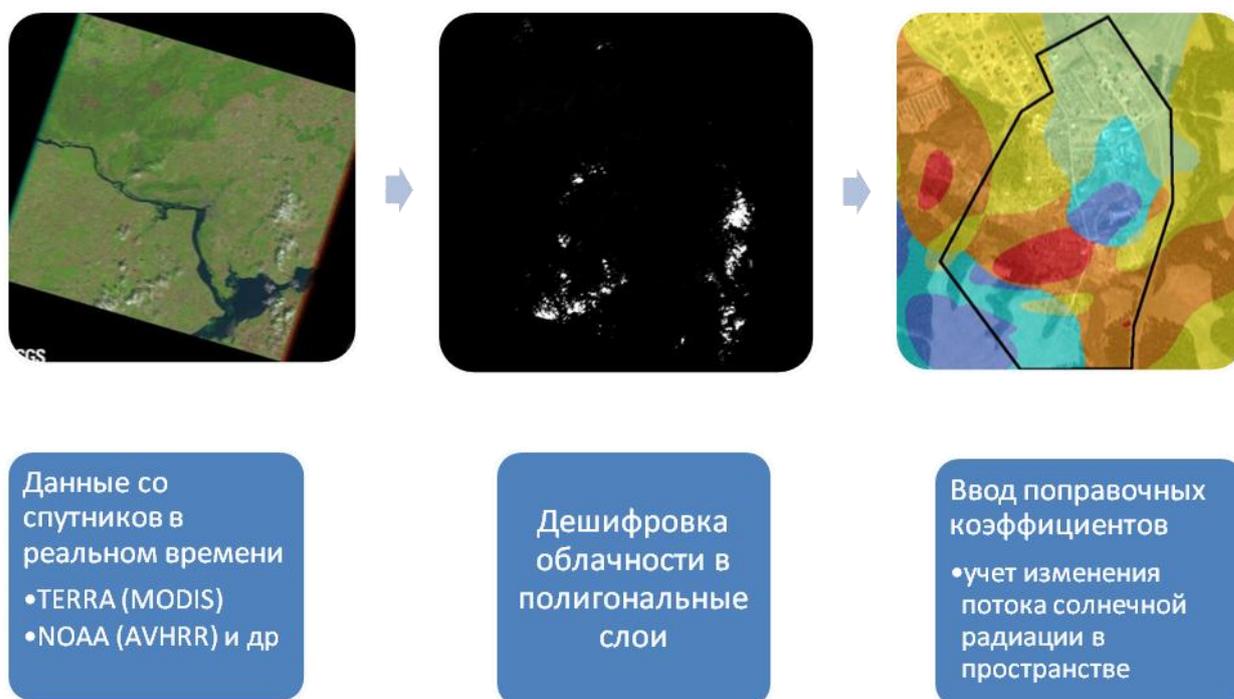


Рис. 5. Схема учета облачности с использованием оперативной спутниковой информации

Обозначены основные методы оценки ветрового режима. Предложен способ проведения параметризации ветрового потока в зависимости от характеристик ландшафта, скорости и направления ветра. Реализуется с использованием методических указаний ГГО им. А.И. Воейкова и ГИС.

Также представлены основные положения комплексной оценки состояния микроклимата.

В **третьей главе** приведена оценка особенностей рельефа и подстилающей поверхности для исследуемых территорий – аэропорта Большое Савино (далее Б. Савино) и микрорайона «Архирейка».

Оценка *особенностей рельефа* показала, что для микрорайона «Архирейка» характерна сложная орография, две формы рельефа – ложбина в центральной части и возвышенность в северной, ровная поверхность составляет менее 20% территории, преобладают склоны южной экспозицией. Для территории аэропорта Б. Савино характерны минимальные орографические особенности – равнина с минимальными уклонами местности, две трети территории имеют уклоны, не превышающие $1,5^\circ$, преобладают северные склоны за счет холмистой территории в южной части.

Методику оценки *особенностей подстилающей поверхности* можно представить как двухуровневую модель, включающую этапы: получение базиса расчетов (структура подстилающей поверхности); получение производных характеристик (в данном исследовании альбедо).

Оценка *особенностей подстилающей поверхности* показала, что в период с 1987 по 2013 гг., площадь антропогенного воздействия на южную

часть Мотовилихинского района увеличилась значительно (более 10%), воздействие происходит равномерными темпами. Отмечается массовое сокращение (более 10%) почвенно-растительного покрова и зеленых насаждений (рис. 6, 7). Доказано, что урбанизация, активная антропогенная деятельность и сокращение естественных территорий являются основными доминирующими факторами, влияющими на изменение структуры землепользования и величину альbedo территории. Среднее альbedo микрорайона «Архирейка» выше, чем территории аэропорта на 4%.

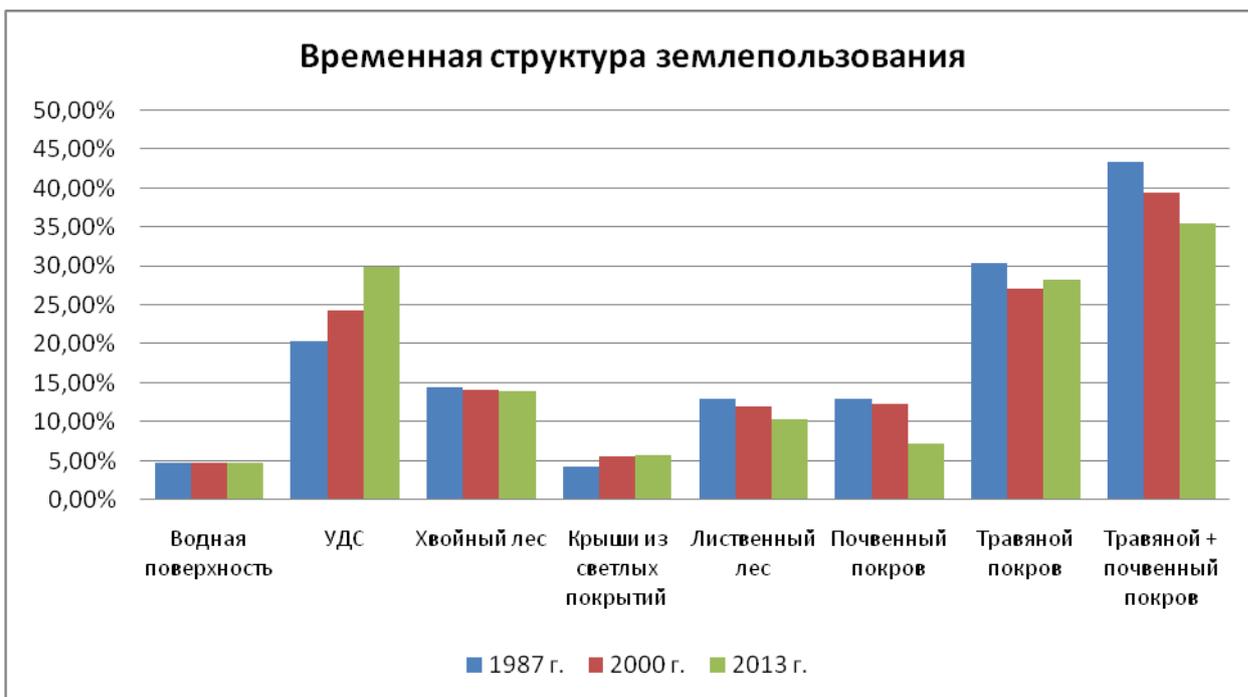


Рис. 6. Изменение структуры землепользования за период 1987-2013 гг.

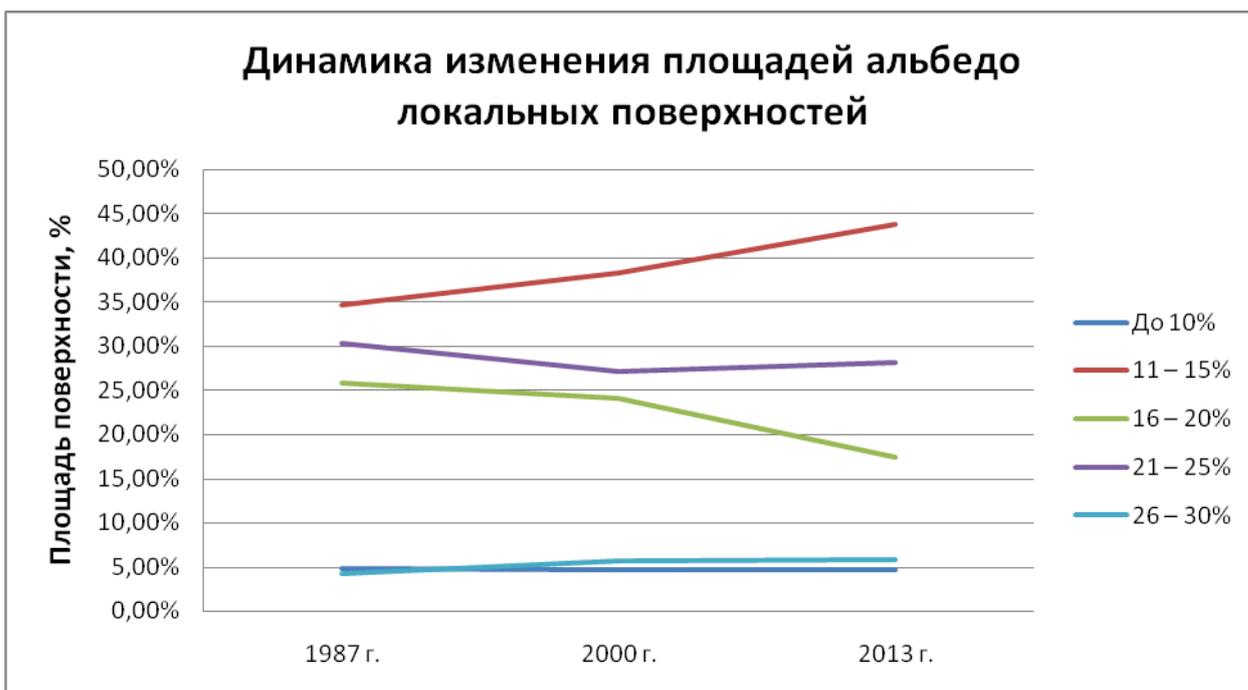


Рис. 7. Динамика изменения площадей альbedo локальных поверхностей в период 1987-2013 гг.

Рассчитана теоретически возможная температура поверхности территорий для времени максимального прогрева. По данным расчетов аккумулирующие показатели поверхностей территории микрорайона «Архирейка» выше, чем на территории аэропорта.

Отмечено, что снимки спутников Landsat применимы при микроклиматических исследованиях: для оценки структуры землепользования, определения альbedo территории. Дана краткая оценка применимости спутниковых снимков для подобных исследований.

В четвертой главе проведена оценка радиационного режима исследуемых территорий, так же включающая в себя оценку облачного режима.

В процессе анализа доступной исходной информации предложен способ косвенного определения продолжительности солнечного сияния по данным срочных измерений с периодичностью 30 и 60 минут. Для такого способа определения наиболее применимы измерения, проводимые каждые 30 минут.

Оценка *облачного режима* показала, что повторяемость случаев с безоблачной погодой за летние месяцы по данным АМСГ Пермь находится в интервале от 11 до 15%, с максимумом в августе; повторяемость случаев с облачностью нижнего яруса более 50%; повторяемость сплошной облачности нижнего яруса не превышает 10% (рис. 8). По итогам оценки предложена структура подсистемы учета облачности в реальном времени по спутниковым космическим снимкам региональной геоинформационной системы. Определены основные принципы и рекомендации, на основе которых можно реализовать детальный учет облачности.

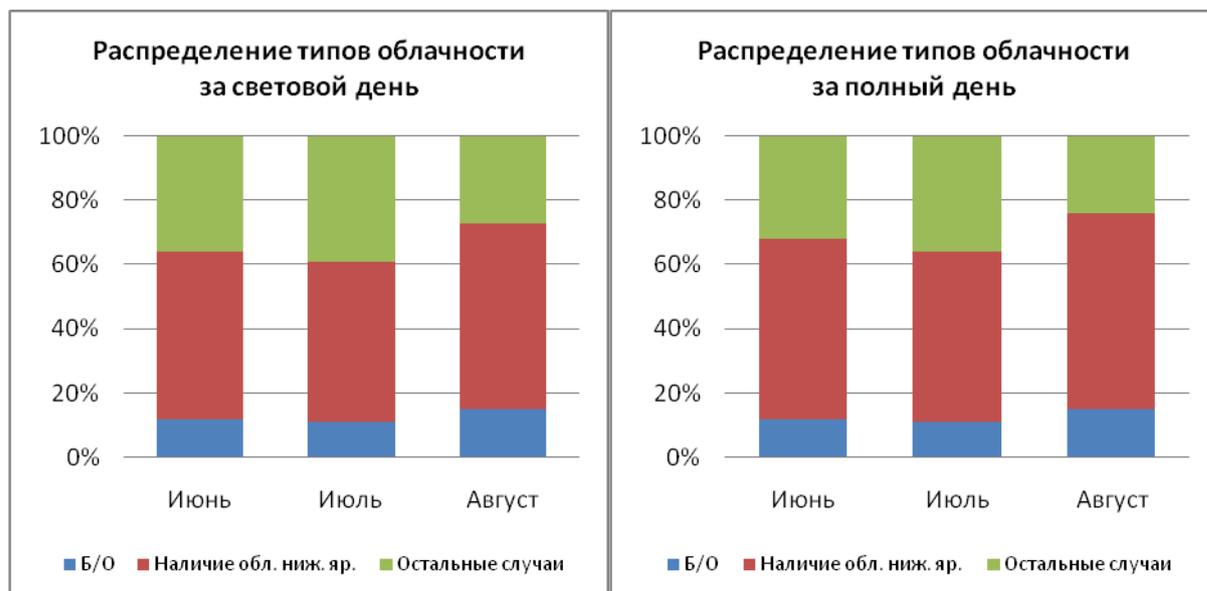


Рис. 8. Распределение типов облачности за полный (сутки) и световой дни (с 6 ч. до 23 ч.)

Процесс анализа и оценки особенностей *радиационного режима* предлагается производить в следующем порядке (рис. 9):

1. Построение слоя, содержащего абсолютные значения пространственного распределения поступления солнечной радиации к поверхности за летний период.
2. Расчет слоя относительных значений притока солнечной радиации за летний период. В данном случае для сравнения методов с использованием методики ГГО и с использованием растровой алгебры проводились оценочные работы и анализ налагаемых ограничений данными подходами.
3. Расчет максимальных значений поступления солнечной радиации в абсолютных и относительных значениях по сезонам с использованием центральных дат периодов.
4. Учет различных типов облачности и безоблачного состояния атмосферы.



Рис. 9. Структура оценки особенностей радиационного режима

Таким образом, рассматривается поэтапный процесс анализа радиационного режима, позволивший создать прикладные геоинформационные слои и получить оценочные значения поступающей солнечной радиации в кВт/м^2 как с учетом облачности, так и для безоблачной погоды на примере микрорайона «Архирейка».

В процессе выполнения оценки *радиационного режима* выполнено сравнение метода с использованием растровой алгебры ГИС и метода ГГО им. А.И. Воейкова, реализованного также в геоинформационной среде. Отмечены близкие результаты в расчетах с небольшими отличиями (рис. 10).

Получены относительные значения притока солнечной радиации в

процентах от радиации на ровном месте для оценки теплового эффекта.

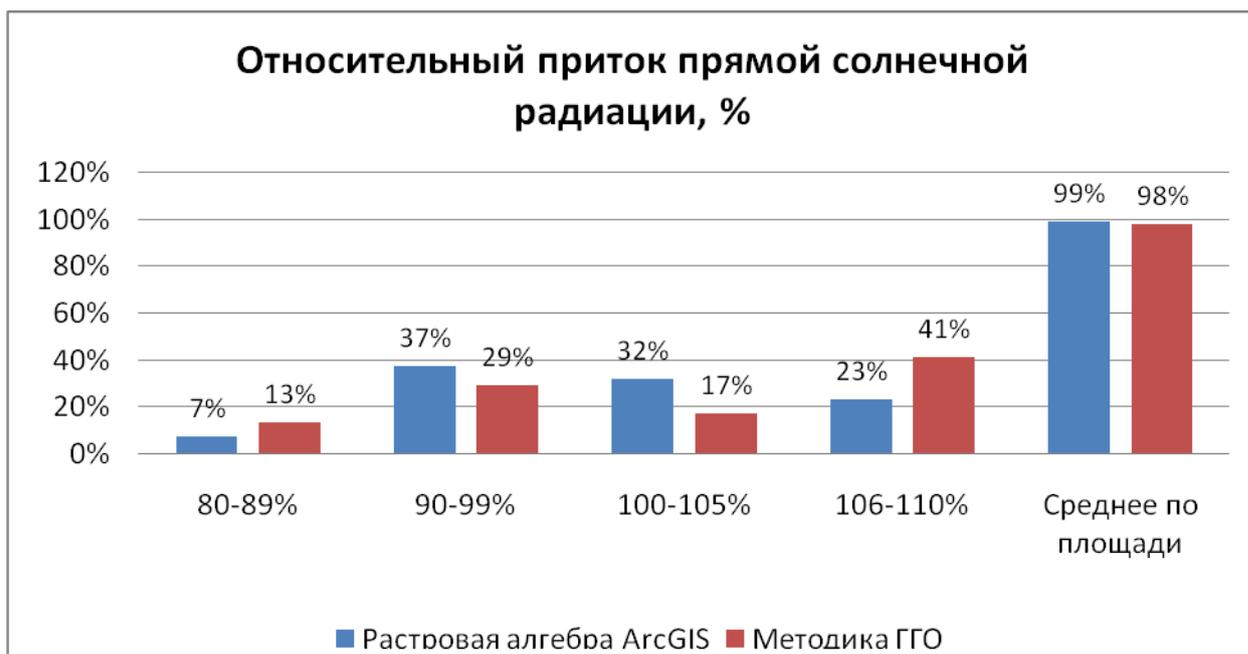


Рис. 10. Пространственная статистика относительного притока прямой солнечной радиации (процентное соотношение) для микрорайона «Архирейка»

В пятой главе приведена оценка термического и ветрового режимов исследуемых территорий, по данным метеостанций АМСГ Пермь и МС Пермь. Использование части предлагаемых методик продемонстрировано на экспериментальных данных. Экспериментальные исследования долины р. Данилиха были выполнены при непосредственном участии автора.

Оценка *термического режима* показала, что значительное влияние на термический режим оказывают изменения характера и свойств подстилающей поверхности, влияние пространственных различий поступившей прямой солнечной радиации к земной поверхности на термический режим не так значительно. Средняя температура МС Пермь в зимний период выше, чем на АМСГ Пермь, а в летний период ниже. Отмечается тренд на повышение температур как среднегодовых, так и за летний период, который связан с активной антропогенной деятельностью в последние десятилетия и с последующим изменением структуры подстилающей поверхности (рис. 11). Отмечено, что анализ термического режима с учетом синоптической ситуации при исследовании коротких рядов микроклиматических измерений без деления на периоды «день-ночь» не показателен в силу взаимной компенсации суточных экстремумов температуры.



Рис. 11. Распределение среднегодовой температуры по годам

В ходе анализа *ветрового режима* проведена оценка соответствия значений среднемесячной и среднегодовой скорости ветра с учетом корректирующего коэффициента, рассчитанного с использованием ГИС, к фактическим скоростям ветра. Вычисленная разница между фактическими и расчетными значениями скорости ветра не превышает 4%. Разница для среднемесячных значений скорости ветра достигает 12%. Отмечено, что ветры южных и восточных направлений для микрорайона «Архирейка» имеют меньшую повторяемость в отличие от той, которая могла бы наблюдаться на ровном участке местности. Среднее значение скорости ветра по данным проведенного исследования складывается за счет пиковых минимальных (летних) и максимальных (зимних) значений.

В ходе *эксперимента*, который проводился осенью 2009 г., были получены данные о скоростях и направлениях ветра по четырем профилям. На каждом профиле проводились одновременные измерения в двух точках, расположенных в замкнутых и не продуваемых ветром ложбинах. Для сравнения расчётных и фактических значений были определены коэффициенты изменчивости скорости для каждой точки, которые представляют собой отношение скорости в заданной точке к ее величине на ровной местности, за которую принимались данные АМСГ Пермь. Так, была подтверждена приемлемая точность расчетных характеристик ветрового потока. Также указана необходимость уточнения коэффициентов ослабления ветрового потока для ложбин, долин рек и оврагов, где с имеющимися эмпирическими данными можно выявить только значения скорости ветра, превышение которых не наблюдается.

В **заключении** сформулированы основные выводы, полученные в результате работы: В результате проведенных исследований были

предложены способы совершенствования микроклиматических исследований, разработан алгоритм комплексного анализа особенностей микроклимата, и была выполнена комплексная оценка микроклиматических особенностей с использованием современных ГИС-технологий и космических снимков (на примере 4-х районов г. Перми).

После проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Разработан метод комплексной оценки состояния микроклимата с использованием ГИС и спутниковых снимков по 6 основным компонентам микроклиматической системы: рельеф территории, особенности подстилающей поверхности, радиационный режим, оценка облачного режима, термический и ветровой режим территории. Предложены авторские методики: по оценке особенностей подстилающей поверхности в виде двухуровневой модели – базиса и производных, по оценке подстилающей поверхности в динамике, по определению продолжительности солнечного сияния по данным срочных измерений АМСГ, по расчету потоков солнечной радиации с использованием растровой алгебры ГИС.
2. Адаптирована для ГИС методика определения изменчивости ветрового потока, разработанная ГГО им. А.И. Воейкова, и проведена оценка соответствия значений расчетной и фактической скорости ветра. Разница между фактическими и расчетными значениями не превышала 10%. В ходе экспериментального микроклиматического исследования, проведенного с участием автора, была подтверждена указанная точность расчетных характеристик ветрового потока.
3. Установлено, что создаваемые геоинформационные слои с экспозицией склонов и уклоном, рассчитываемые по цифровой модели рельефа местности являются обязательной и достаточной информацией для выявления базовых морфометрических особенностей, влияющих на перераспределение значимых характеристик, таких как потоки солнечной радиации, термический и ветровой режим.
4. Определены процентные соотношения повторяемости сплошной облачности нижнего яруса и отсутствия облаков за летние месяцы. Случаи с облачностью нижнего яруса значительно превышает их число с безоблачной погодой. Вклад сплошной облачности нижнего яруса не превышает 10%. Получены оценочные значения поступающей солнечной радиации в кВт/м² как с учетом облачности, так и для безоблачной погоды. Также получены относительные значения притока солнечной радиации в процентах от радиации на ровном месте для оценки теплового эффекта.
5. Установлено, что значения температуры на МС Пермь в зимний период превышают значения температуры на АМСГ Пермь. Максимальная разность температур составила 1,5°. В летний период температура на АМСГ Пермь выше, чем на МС Пермь. Максимальная разность температур составила 2°. Наибольшее сходство 2-х температурных рядов наблюдается весной и осенью. Отмечается тренд на повышение

- средних температур.
6. Установлено, что значительное влияние на термический режим территории оказывают изменения характера и свойств подстилающей поверхности, в то время как влияние пространственных различий поступившей прямой солнечной радиации к земной поверхности не так значительно. Анализ термического режима с учетом синоптической ситуации при исследовании коротких рядов микроклиматических измерений без деления на периоды «день-ночь» не показателен в силу взаимной компенсации суточных экстремумов температуры.
 7. Установлено, что условия рельефа микрорайона «Архирейка» благоприятны для возникновения застоев воздуха и понижению скорости ветра. В юго-западной части территории аэропорта Б. Савино условия рельефа способствует искажению ветрового потока, вызванного обтеканием препятствий.
 8. Установлено, что главным фактором, влияющим на структуру подстилающей поверхности, является урбанизация, активная антропогенная деятельность и сокращение естественных территорий. Количественно оценены изменения в структуре землепользования, связанные с антропогенной деятельностью. Установлено, что существенное влияние на термический режим исследуемых территорий оказывает альbedo поверхности. Отмеченный тренд на повышение температур как среднегодовых, так и летних, связан с активной антропогенной деятельностью в последние десятилетия и изменением структуры подстилающей поверхности.
 9. Предложен алгоритм и даны рекомендации по проведению микроклиматического анализа территорий, обозначены дальнейшие направления развития и усовершенствования разработанной модели исследования. Даны рекомендации по использованию снимков Landsat для микроклиматических исследований. Предложена структура подсистемы учета облачности в реальном времени по спутниковым космическим снимкам региональной геоинформационной системы.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК

1. Исаков С.В., Шкляев В.А. Определение суммарного влияния антропогенноизмененных поверхностей на возникновение эффекта «городского острова тепла» с использованием геоинформационных систем // Вестник Оренбургского Государственного Университета, №1, 2014. С. 178-182.
2. Шкляев В.А. Исаков С.В. Оценка баланса коротковолновой радиации территории с применением геоинформационных систем // Вестник Удмуртского ун-та, Сер. 6. Биология, Науки о Земле, 2014. №2. С. 122-133.

Статьи в журналах и научных сборниках

3. Исаков С.В., Шкляев В.А. Применение ГИС технологий при производстве микроклиматических исследований // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч.тр. – Пермь, 2010. С. 115-120.
4. Исаков С.В., Шкляев В.А.. Применение карт дифференциального альbedo для оценки теплового эффекта «городского острова тепла» с использованием геоинформационных систем // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч. тр. – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2011. С. 59-64.
5. Исаков С.В., Шкляев В.А.. Оценка поступления солнечной радиации на естественные поверхности с применением геоинформационных систем // Географический вестник. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2012. № 1 .С. 72-80.
6. Исаков С.В. Оценка гелиоэнергетического потенциала территории на примере прямой солнечной радиации// Географическое изучение территориальных систем: сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2012. С.72-76.
7. Исаков С.В. Использование геоинформационных систем для комплексной оценки микроклиматических особенностей территории // Метеоспектр. М.:Росгидромет, 2013. С. 80-85.
8. Исаков С.В. Определение динамики изменения дифференциального альbedo территории // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч.тр. – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2013. С. 72-78.
9. Исаков С.В. Исследование повторяемости безоблачной погоды над территорией г. Перми // Географическое изучение территориальных систем: сб. материалов VII Всерос. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2013. С.92-96
10. Исаков С.В. Использование геоинформационных систем для оценки ветрового режима территории // Науки о Земле на современном этапе: материалы X междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во «Спутник +» , 2013. С. 68-77.
11. Исаков С.В. Идентификация и мониторинг изменения структуры землепользования с использованием снимков спутников Landsat // Молодые ученые – географической науке: сб. науч.тр. IX Всеукр. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых – Киев: Изд-во геогр. литературы «Обрії», 2013. С. 130-133.

12. Исаков С.В., Шкляев В.А. Оценка гелиоэнергетического потенциала территории с применением геоинформационных систем // Междунар. науч. конф. по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды – Казань: Изд-во «Отечество», 2012. С.92-93.
13. Исаков С.В. Влияние режима облачности на возможности использования гелиоэнергетических ресурсов на территории г. Перми // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: труды вторая Всерос. науч. Конф. (с междунар. участием) – Казань: Изд-во «Отечество», 2013. С.83-84.
14. Исаков С.В. Возможности применения снимков спутников Landsat для проведения микроклиматического мониторинга городских территорий // Обработка пространственных данных и дистанционный мониторинг природной среды и масштабных антропогенных процессов (DPRS'13): тезисы Всерос. конф. – Барнаул: Пять плюс, 2013. С. 26-27.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

1. МИКРОКЛИМАТ

- 1.1. Понятие микроклимата и мезоклимата
- 1.2. Микроклимат современного города и его особенности
- 1.3. Современное состояние исследований микроклимата

2. МЕТОДИКА ПРОИЗВОДСТВА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- 2.1. Особенности производства микроклиматических исследований
- 2.2. Оценка особенностей рельефа с использованием расчетных
- 2.3. Методика оценки особенностей подстилающей поверхности
- 2.4. Методика оценки радиационного режима
- 2.5. Теоретические основы оценки режима облачности
- 2.6. Методика оценки ветрового режима
- 2.7. Комплексная оценка, реализованная в геоинформационной среде

3. ОСОБЕННОСТИ РЕЛЬЕФА И ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

- 3.1. Восстановление рельефа по космическим снимкам
- 3.2. Оценка особенностей рельефа
- 3.3. Оценка особенностей подстилающей поверхности

4. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ ТЕРРИТОРИИ

- 4.1. Оценка режима облачности
- 4.2. Оценки радиационного режима

5. ЛОКАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО И ВЕТРОВОГО РЕЖИМА ТЕРРИТОРИИ

- 5.1. Характеристика термического режима метеостанций
- 5.2. Характеристика ветрового режима метеостанций

5.3. Исследование микроклимата долины реки Данилиха
ЗАКЛЮЧЕНИЕ
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК
ПРИЛОЖЕНИЕ 1
ПРИЛОЖЕНИЕ 2
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Подписано в печать _____ 2015 г. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. _____. Тираж 100 экз. Заказ № _____.
Типография Пермского государственного
национального исследовательского университета,
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15.