

На правах рукописи

Мурзин Антон Геннадьевич

Влияние климата и его изменений на человека
в Санкт-Петербурге и Ленинградской области

Специальность: 25.00.30 – метеорология,
климатология, агрометеорология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Санкт-Петербург

2009

Работа выполнена на кафедре климатологии и мониторинга окружающей среды факультета географии и геоэкологии Санкт-Петербургского государственного университета

Научный руководитель доктор географических наук, профессор
Кобышева Нина Владимировна

Официальные оппоненты доктор географических наук
Золотокрылин Александр Николаевич
кандидат географических наук
Головина Елена Георгиевна

Ведущая организация Центр международных исследований по
проблемам окружающей среды
Российской Академии наук (ИНЭНКО
РАН)

Защита состоится «20» января 2010 года в 14 часов на заседании совета Д 327.005.01 по защите кандидатских и докторских диссертаций при государственном учреждении «Главная геофизическая обсерватория им.А.И.Воейкова» по адресу: 194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке государственного учреждения «Главная геофизическая обсерватория им.А.И.Воейкова».

Автореферат разослан «19» декабря 2009 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

По защите докторских и кандидатских диссертаций,

доктор географических наук

А. Мещер

А.В.Мещерская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Проблема влияния климата на человека относится к наиболее важным и трудноразрешимым. Этой проблемой, как со стороны климата, так и со стороны здоровья человека, ученые занимаются очень давно. Однако до сих пор до конца не ясен механизм влияния погоды на человека. Сама возможность такого влияния часто вызывает дискуссии. Биоклиматические описания различных территорий опираются на разные специализированные показатели (индексы) иногда малоинформативные и поэтому не сравнимые между собой. В результате биоклиматическая информация не участвует в решении ряда важнейших государственных задач: расселенческой, адаптационной, планирования рекреационных зон, нормирования оплаты работ на открытом воздухе и т.п., где важность ее использования трудно переоценить.

Одной из главных причин этого является отсутствие задокументированной надежной и достаточно полной информации о состоянии человека за длительный период наблюдений, т.к. физиологические анализы больных и здоровых людей не подлежат длительному хранению и не подвергаются серьезной статистической обработке. Прорыв в данной области наступит только при тесной кооперации климатологов и врачей с использованием большого количества объективных анализов состояния человека и разнообразных метеорологических и геофизических данных. Решение этой проблемы требует больших организационных усилий и частных инициатив врачей и климатологов.

В рамках одной диссертационной работы это выполнить невозможно. Однако важным шагом на пути к ее решению является разработка стандартного современного подхода к составлению биоклиматических описаний различных регионов, а в последствии - территории всей страны. Решению данной проблемы посвящена выполненная диссертационная работа.

Объект исследования: территориальная организация биоклиматического описания района.

Предмет исследования: составление образцового биоклиматического описания региона – Ленинградской области с использованием статистических характеристик релевантных биоклиматических индексов, картирования биоклиматических ресурсов с помощью ГИС-технологий и представление возможных параметров климата 21 века.

Цель работы: стандартизация биоклиматического описания района (на примере Ленинградской области) с использованием набора наиболее информативных биоклиматических показателей, и построение рельефной биоклиматической карты методом ГИС-технологии.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

1. Проанализировать известные биоклиматические показатели с целью выявления наиболее информативных и релевантных из них;
2. Базируясь на рассчитанных по суточным и срочным метеорологическим данным статистических параметрах биоклиматических индексов, исследовать закономерности биоклимата Ленинградской области;
3. Оценить возможные изменения основных биоклиматических индексов в XXI в;
4. Построить на основе ГИС-технологий рельефные карты биоклиматических индексов;
5. Разработать рекреационно-ресурсное районирование территории Ленинградской области;
6. Составить рекомендации по стандартизации биоклиматического описания отдельного района.

Научная новизна работы:

- Впервые рассчитаны биоклиматические индексы для территории Ленинградской области и Санкт-Петербурга по суточным и срочным значениям метеорологических параметров;
- Получены оценки основных биоклиматических индексов для конца XXI в. по Санкт-Петербургу;
- Впервые построена на основе использования ГИС-технологии рельефная биоклиматическая карта Ленинградской области;
- Составлено новое рекреационно-ресурсное районирование Ленинградской области
- Впервые представлены рекомендации по составлению стандартного биоклиматического описания отдельного района.

Практическая значимость диссертационной работы:

- Биоклиматическая характеристика Ленинградской области может быть использована в качестве стандарта для составления региональных биоклиматических описаний;
- Показаны возможности применения ГИС-технологии в биоклимате;
- Реализация представленных в работе рекомендаций может быть основой для решения многих практических задач.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Обоснование выбора системы индексов для описания биоклиматических условий отдельного района;

2. комплексная оценка особенностей биоклимата Ленинградской области, полученная по метеорологическим данным оптимального временного разрешения;
3. Структурирование рекреационных биоклиматических ресурсов на территории Ленинградской области;
4. Использование ГИС-технологии для построения рельефной карты биоклимата района.

Методы исследования. При выполнении работы применялись статистические и картографические методы исследования биоклимата Ленинградской области. Ввиду коррелированности метеорологических параметров, входящих в комплексные биоклиматические индексы для расчетов использовались метеорологические характеристики наиболее подробного «срочного» разрешения, которые подвергались статистическому контролю.

Для оценки точности полученных результатов рассчитывались средние статистические ошибки всех климатических характеристик, представленных в работе.

Обоснованность и достоверность полученных в работе результатов обусловлена большим объемом и подробным (срочным, суточным) разрешением исходных данных, применением современных статистических методов их обработки, включая ГИС-технологии.

Личный вклад автора:

- Рассчитаны биоклиматические индексы для территории Ленинградской области и Санкт-Петербурга по суточным и срочным значениям метеорологических параметров;
- Получены оценки основных биоклиматических индексов для конца XXI в. по Санкт-Петербургу;

- Построена на основе использования ГИС-технологии рельефная биоклиматическая карта Ленинградской области;
- Составлено новое рекреационно-ресурсное районирование Ленинградской области
- Разработаны рекомендации по составлению стандартного биоклиматического описания отдельного района.

Апробация работы.

Доклады на Всероссийских научно-практических конференциях «Зыряновские чтения» в г. Кургане в 2006-2008 гг.. Доклад на кафедре климатологии и мониторинга окружающей среды факультета географии и геоэкологии Санкт-Петербургского государственного университета. Доклад в Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова.

Публикации.

Результаты исследования отражены в 3 публикациях в научных сборниках и в «Руководстве по специализированному климатологическому обслуживанию экономики». Одна статья опубликована в рецензируемом издании.

Структура и объем работы: диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, содержащего 44 наименования. Общий объем работы составляет 191 стр., включая приложения, и содержит кроме основного текста 207 рисунков и 51 таблицу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении подчеркивается актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, показаны научная новизна и практическая ценность работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе содержится обзор различных подходов и методов оценки влияния климата на состояние человека.

Систематизированы и описаны основные биоклиматические индексы: температурно-влажностные, температурно-ветровые и температурно – ветро-влажностные. Все рассмотренные индексы являются индексами однозначного эффекта по классификации О.А.Дроздова. Это значит, что они характеризуют конкретный эффект в области влияния климата на человека.

Наряду с системой биоклиматических индексов (БКИ) описаны также методы оценки теплового баланса тела человека. Основное внимание уделено немецкой модели «Clima-Michel-Model», разработанной G.Jendritzky и принятой в ВМО.

Анализ биоклиматических условий для каждого региона основывается на определенном наборе биоклиматических индексов. Из всей совокупности индексов отобраны индексы наиболее подходящие (релевантные) для оценки климата Ленинградской области.

Отбор комплекса биоклиматических индексов выполнялся по следующей схеме:

- составляется таблица биоклиматических индексов, предложенных разными авторами начиная со второго десятилетия прошлого века (т.е. примерно за 100 лет);
- в таблице перечисляются известные из литературы свойства каждого индекса (простота и широта использования) и кроме того, указывается его применимость к описанию биоклимата выбранного района;
- рассчитываются климатические характеристики всех индексов, которые не исключались в процессе анализа таблицы «Биоклиматические индексы 1920-2008 гг.» ; по общей совокупности исключаются те из них, характеристики которых выпадают из общей картины поведения основных

индексов (например, при искаженном, негладком годовом ходе, многовершинном распределении и т.п.)

- Принимается во внимание также обеспеченность исходными материалами наблюдений.

Для характеристики биоклимата Ленинградской области (так же, как для северо-запада России в целом) в работе рассматривались следующие индексы: Арнольди, Хилл (сухое и влажное состояние), ET (Миссенард), ЭЭТ, НЭЭТ, Бодмана.

Акцент был сделан на «холодовые» индексы, которые в северных районах наиболее часто приводят к распространению инфекционных эпидемий и «холодовых» заболеваний.

Наряду с указанными «холодовыми» индексами в расчетах, выполненных в данной работе, участвовал еще один индекс активно используемый во всех странах с суровым климатом (Канада, Аляска) индекс Wind Chilly.

Несмотря на некоторое преувеличение скорости ветра этот индекс более обоснован по сравнению с предшествующими ему индексами Сайпла и Пассела, которые являлись наиболее популярными при оценке ветрового охлаждения при низкой температуре воздуха. В последние годы известные автору работы в Канаде и США по данной проблеме опираются на индекс Wind Chilly.

Из комплексов функциональных температур выбраны: последний вариант индекса ET, ЭЭТ и НЭЭТ.

ET удобен для прогнозирования реакций людей в состоянии покоя или при сидячей работе. Данный индекс нашел широкое применение при проектировании теплозащиты зданий. Индекс ET несколько завышает роль влажности при прохладной погоде и недооценивает ее влияние при теплой, а также исключает влияние ветра на теплоощущение человека при жаркой и влажной погоде.

Поскольку тепловое ощущение нормально одетого человека и человека обнаженного в одинаковых метеоусловиях различны, были использованы две шкалы эффективных температур: основная - для человека обнаженного до пояса, принимающего воздушные ванны (ЭЭТ) и нормальная - для человека одетого (НЭЭТ).

В работе не использовались индексы теплового стресса как не слишком характерные для Ленинградской области.

Все биоклиматические характеристики представленные далее в работе, рассчитаны по срочным и суточным данным. Это отличает результаты работы от аналогичной климатической продукции, полученной другими авторами, которые пользовались большей частью средней месячными значениями. При расчете климатических характеристик индексов по средним месячным данным результаты обычно искажены, т.к. индексы включают произведения и отношения значений метеорологических параметров, составляющих каждого комплекса. Известно, что в таких случаях статистические расчеты требуют включения дополнительных показателей (средних квадратических отклонений и коэффициентов корреляции). Все результаты расчетов представлены в виде графиков.

Вторая глава посвящена результатам расчетов, графическому изображению и анализу статистических характеристик, отобранных в первой главе индексов.

Предварительно составлен физико-географический обзор территории Ленинградской области, ее краткое климатическое описание и характеристика использованного материала.

Особенности биоклимата Ленинградской области представлены в работе виде годового хода и изменения от года к году семи индексов на 20 станциях, а также статистических распределений суточных и срочных значений этих индексов по Санкт-Петербургу.

Годовой ход индексов на всех станциях и по всем индексам – плавный, за исключением годового хода ET. (рис. 1)

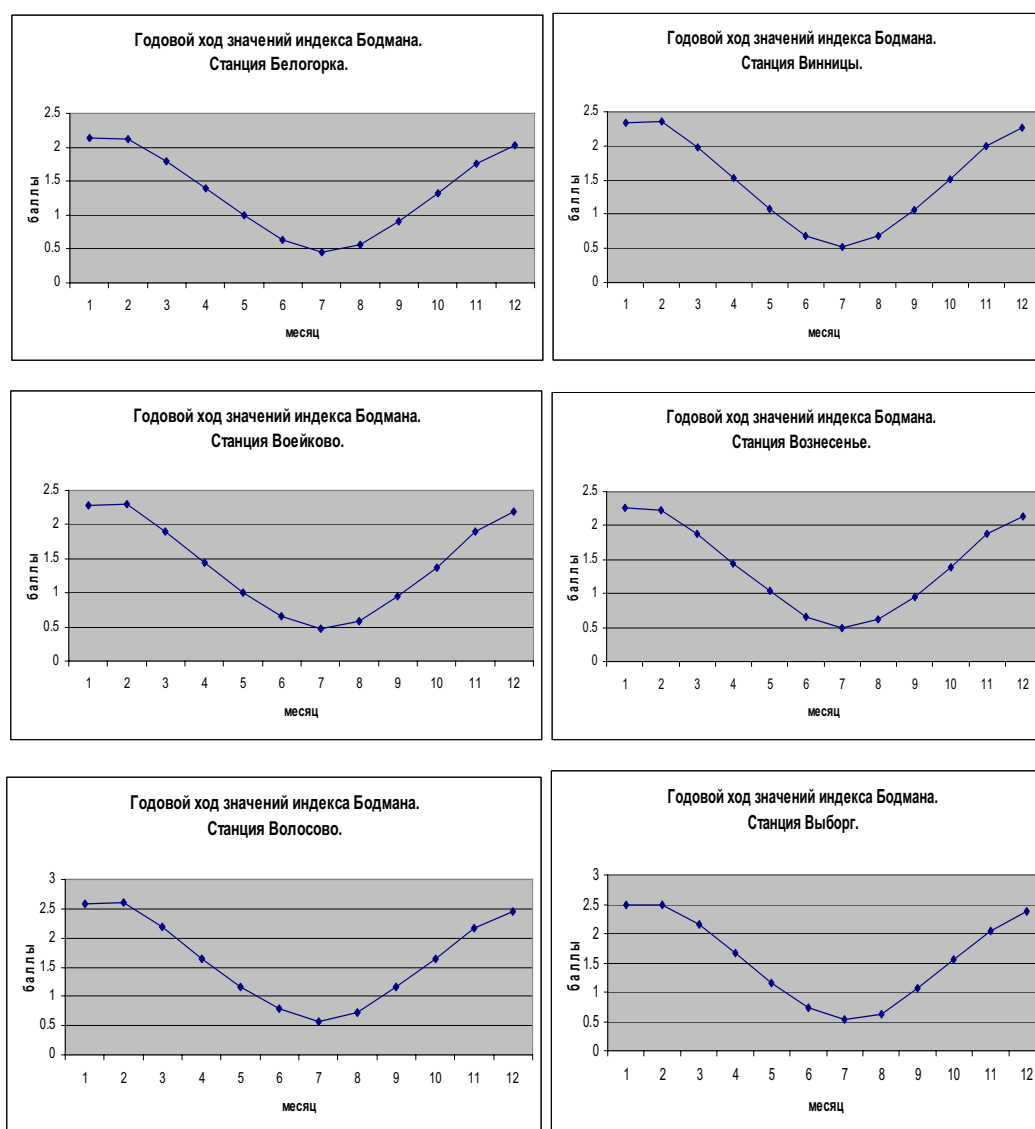


Рис. 1 Годовой ход значений индекса Бодмана по метеорологическим станциям Ленинградской области.

Распределение суточных значений индексов в теплое время года близко к нормальному, за исключением ЕТ и Хилла (сухое и влажное охлаждение) (см. рис. 2). Для ЕТ и Хилла распределение имеет большую левостороннюю скошенность, однако это объясняется тем, что при штилевых условиях расчеты по их формулам дают заниженные результаты, так как сводятся к температурному коэффициенту. В холодное время года индексы имеют значительно скошенные распределения, скошенность имеет разные знаки, что объясняется существом этих индексов. Характер срочных распределений значений индексов схож с их суточным распределением.

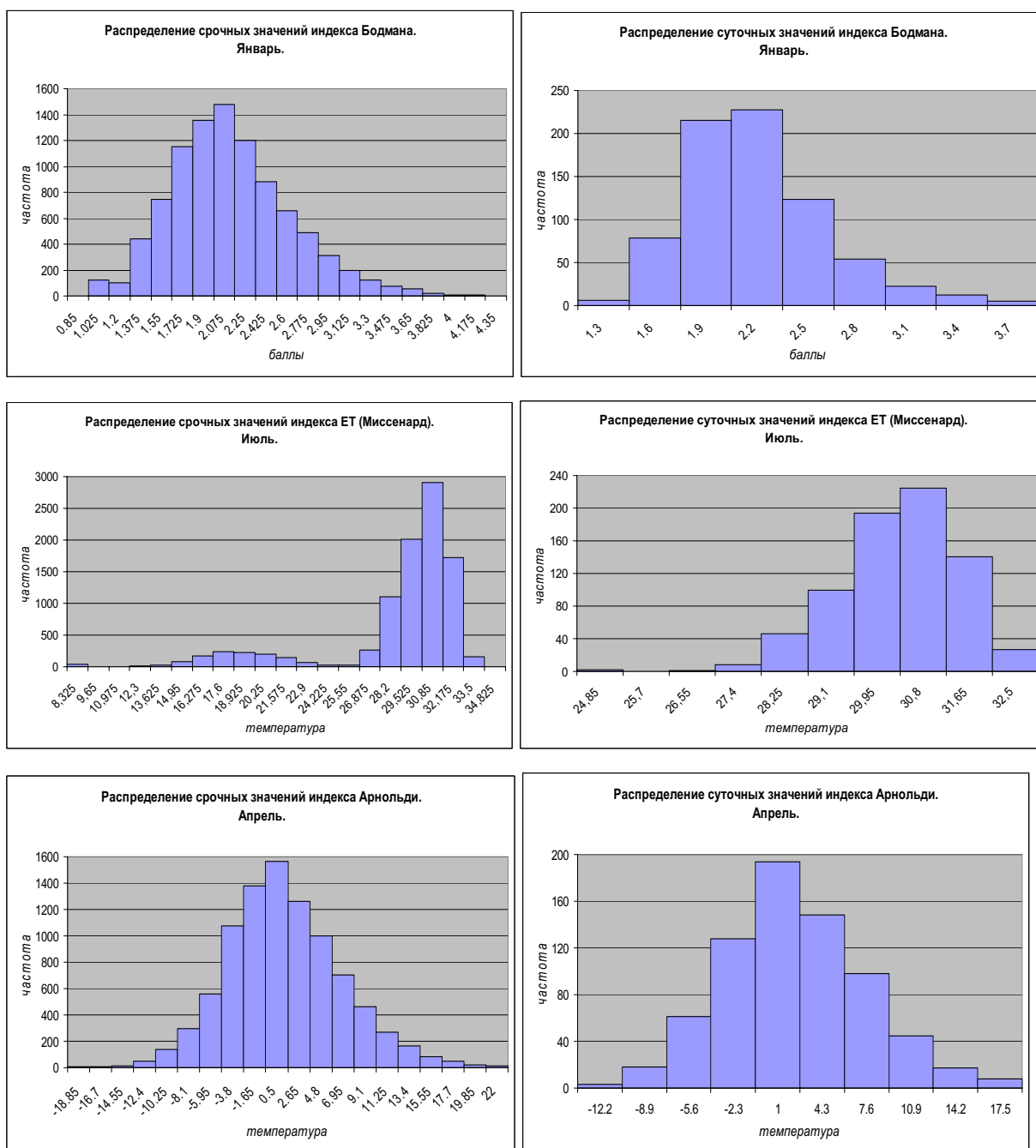


Рис. 2 Распределение суточных значений индексов ET (Миссенард), Бодмана и Арнольди.

На графиках изменчивости значений индексов хорошо видны противоположность «холодовых» индексов и функциональных температур. Максимальным значениям «холодовых» индексов соответствуют минимальные значения функциональных температур. Для всех индексов за весь период наблюдений характерны две приблизительно равные волны изменения индексов. В настоящее время наметилось некоторое уменьшение

суровости климата. Наиболее суровым за рассматриваемый период был конец 1980-х годов.

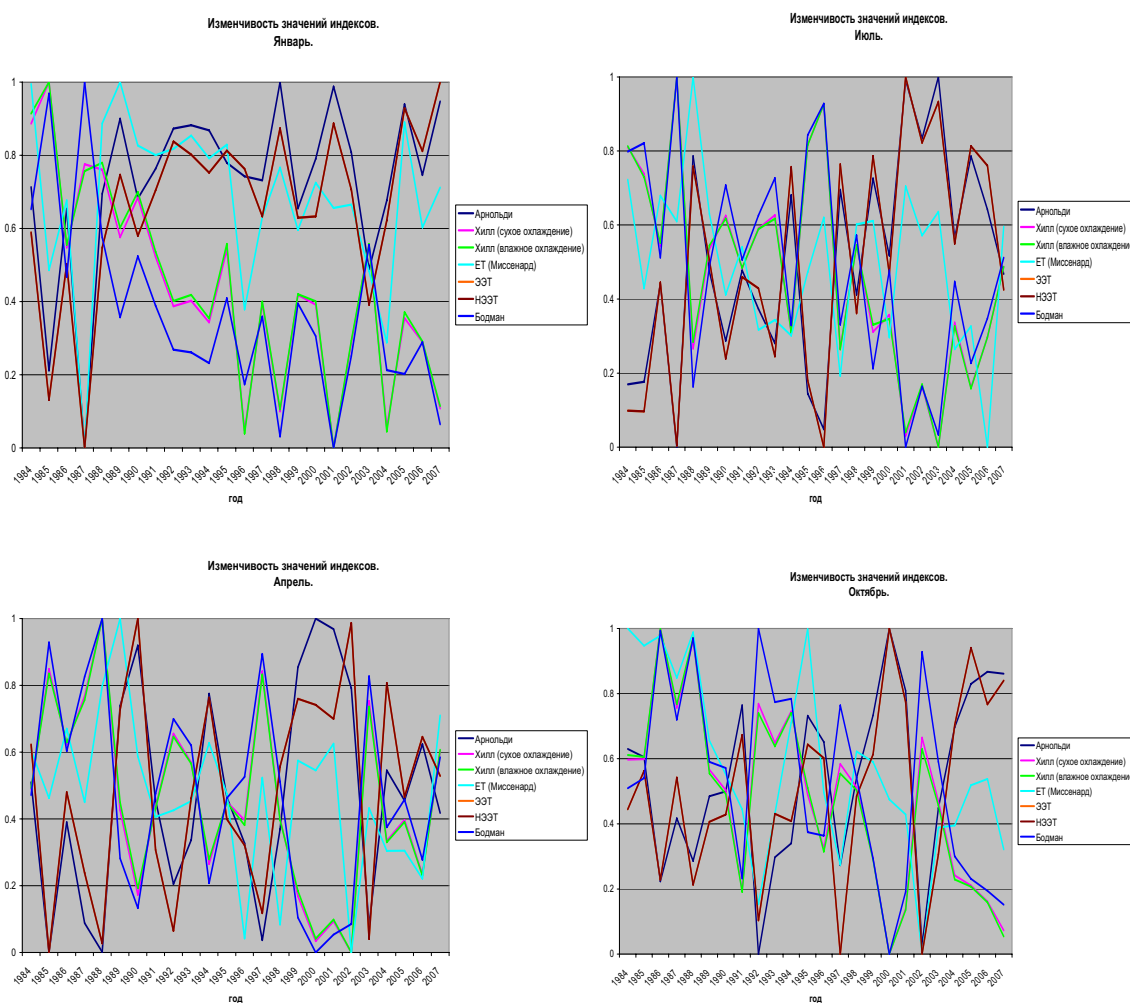


Рис. 3 Изменчивость значений индексов для центральных месяцев сезонов.

Для оценки ориентировочных биоклиматических условий в XXI веке были использованы результаты моделирования, с выходом на значения метеорологических характеристик, полученных в отделе динамической метеорологии ГГО. Эти данные, относящиеся к трем 20-летним периодам (2011-2030, 2041-2060, 2071-2090), определены по ансамблю моделей для сценария А (сильное потепление). Они положены в основу расчетов индексов Арнольди, Бодмана и Wind Chilly (Таблицы 1 и 2).

Таблица 1.

Возможные среднемесячные значения индекса Арнольди.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981-2000	-19,5	-19,7	-15,5	-8,5	1	8,3	10,5	8,7	2,7	-5,1	-11,4	-15,6
2011-2030	-18,5	-19	-15	-8,1	1,6	8,6	10,5	9,2	3,5	-4,3	-11,1	-16
2041-2060	-17,1	-16,9	-13,9	-6,8	2,8	9,1	11,6	10,1	3,7	-3,9	-10,1	-13,7
2071-2090	-15	-15,9	-13	-5,5	3,6	9,9	12,3	10,7	4,9	-3,1	-9,5	-13,8

Таблица 2.

Возможные среднемесячные значения индекса Бодмана.

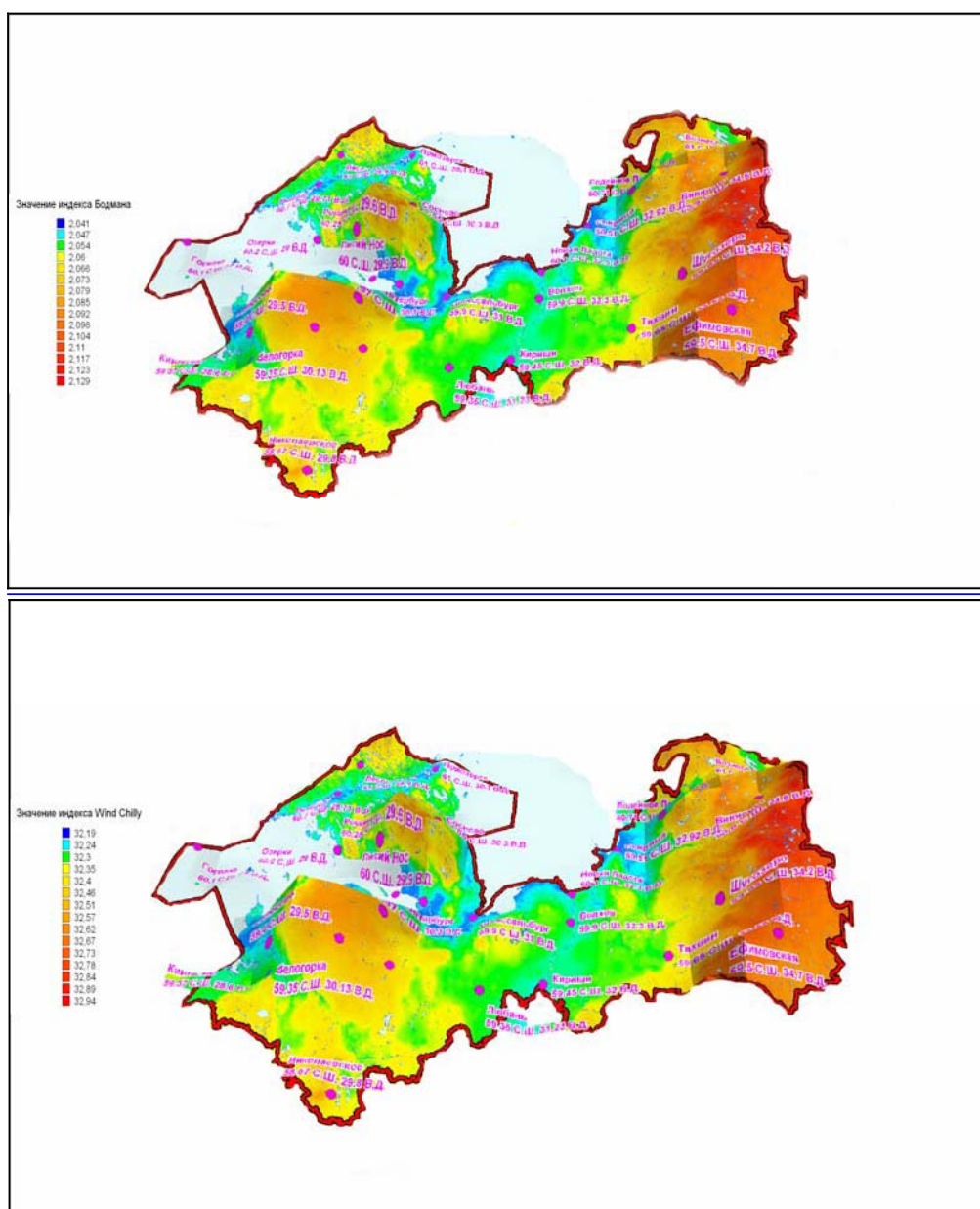
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981-2000	2,98	3,09	2,73	2,12	1,33	0,76	0,6	0,74	1,2	1,87	2,4	2,68
2011-2030	3,01	3,07	2,77	2,13	1,29	0,73	0,59	0,69	1,13	1,81	2,41	2,76
2041-2060	2,93	2,91	2,67	2,03	1,18	0,68	0,5	0,62	1,11	1,78	2,34	2,61
2071-2090	2,74	2,85	2,61	1,92	1,11	0,61	0,44	0,56	1,01	1,71	2,3	2,62

Из анализа исходных данных, полученных по указанному методу, следует, что для летнего времени средняя месячная температура воздуха может повыситься на 3-4°C, зимой на 5-6°C. При этом предполагается увеличение средней скорости ветра на величину до 1 м/с. Рассчитанные по этим данным изменения индекса Арнольди зимой составляют 4°C, летом - 2°C. Потепление приводит к увеличению индекса, однако увеличение скорости ветра этот рост снижает.

Индекс Бодмана связан с температурой обратным образом. При потеплении происходит уменьшение значения показателя на 0,2 балла. Таким

образом, в результате влияния ветра при росте температуры дискомфортность климата, тем не менее, уменьшается.

Третья глава посвящена построению рельефной карты трех биоклиматических индексов на основе использования ГИС-технологии и закономерностей микроклимата (рис. 4). В частности, для Ленинградской области с невысокими возвышенностями и их характерным географическим распределением, при расчете индексов на различных высотах принимался средний градиент температуры воздуха, равный 0.5°C . Скорость ветра считалась постоянной по высоте.



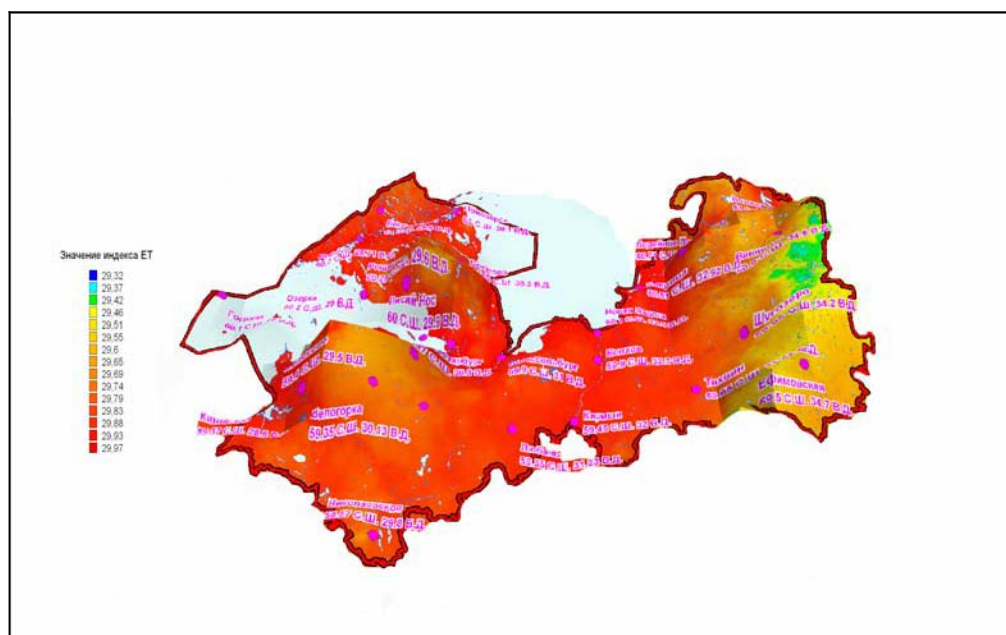


Рис. 4 Трехмерные карты значений индексов.

Рельефная биоклиматическая карта для Ленинградской области построена впервые. Ее преимущество перед обычной плоской картой состоит в том, что потребителю не надо проводить интерполяции в заданную точку. В любом пункте карты снимается свойственное именно данному месту значение индекса. Та же самая операция на плоской карте требует от пользователя знаний микроклиматической изменчивости соответствующего климатического показателя. Такими знаниями, как правило, пользователи не обладают и поэтому результаты получаются искаженными.

В четвертой главе рассмотрены рекреационно-климатические ресурсы. Ленинградская область по своему географическому положению, природно-климатическим, культурно-историческим и социально-этнографическим условиям является идеальным регионом для развития практически всех видов рекреации и туризма.

Однако развитие туризма сдерживается отсутствием необходимой рекреационной инфраструктуры. Одной из ее важнейших составляющих является климатическая компонента. В данной главе рассмотрены рекреационные и лечебно-профилактические ресурсы в туристско-

рекреационных округах Ленинградской области. Дана оценка комфортности климата для теплого и холодного периода.

На рис. 5 и рис. 6 представлены рекреационно-климатические ресурсы теплого и холодного периода.

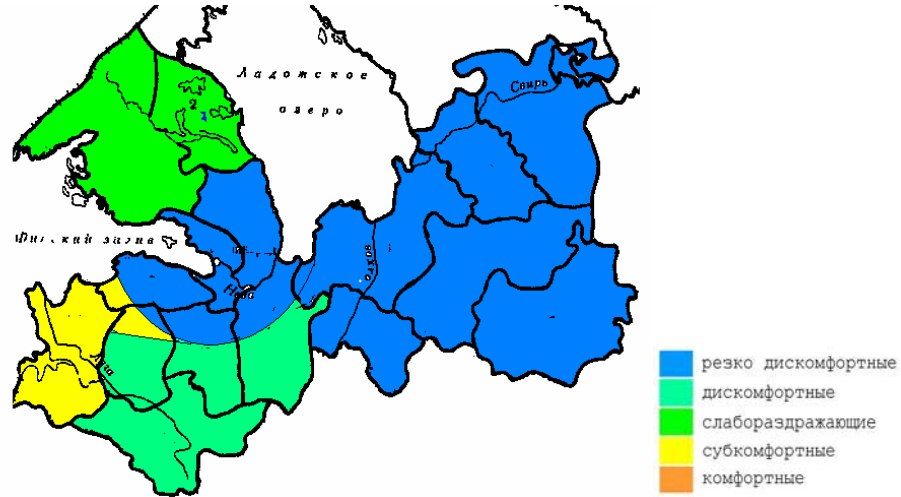


Рис. 5. Рекреационно-климатические ресурсы теплого периода

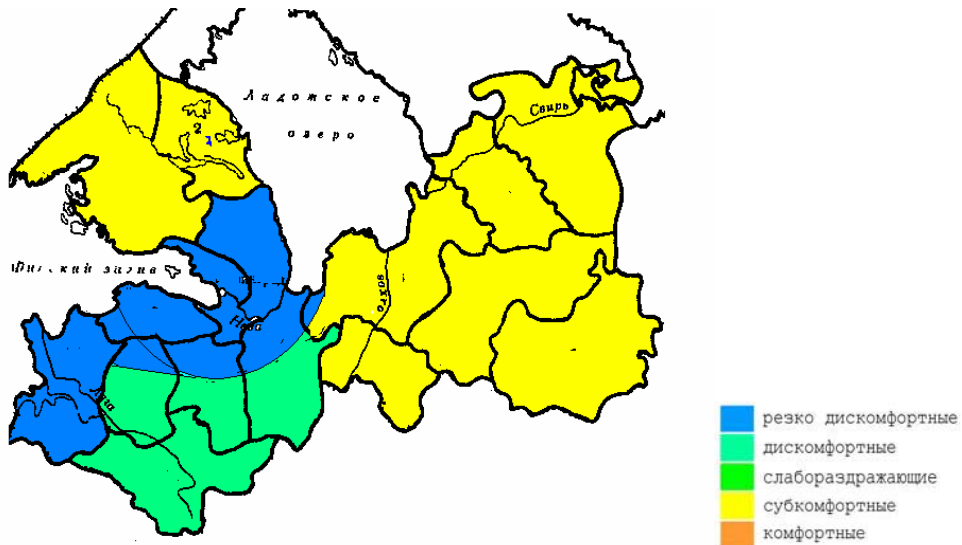


Рис. 6. Рекреационно-климатические ресурсы холодного периода

Заключение

В рамках подготовки диссертации выполнена работа по совершенствованию и развитию унифицированных форм представления региональных биоклиматических описаний в целях использования их для решения следующих прикладных задач: развития технологии адресного обслуживания рекреационных образований; совершенствования

биоклиматического районирования территории региона; принятия расселенческих решений в регионе; оценки в любом пункте на рассматриваемой территории комплексных климатических показателей состояния человека; определение последствий и рисков неблагоприятного изменения климата для здоровья человека; выделение реабилитационных периодов при различных формах заболеваний и др.

Автором разработана методология составления региональных биоклиматических описаний. Основными особенностями методологии являются:

- отбор комплекса биоклиматических индексов для адекватной характеристики конкретного региона;
- расчеты статистических характеристик индексов по рядам срочных и суточных значений составляющих биоклиматического индекса;
- анализ биоклиматических условий региона (административного района) по совокупности статистических параметров биоклиматических индексов, состоящей из годового хода каждого индекса, статистических распределений суточных значений данного индекса при расчетах изменения во времени и оценки его возможных будущих значений в середине и конце XXI века;
- применение для картированных биоклиматических индексов инновационной методики интегрирования ГИС-технологии с учетом микроклиматических закономерностей;
- оценки рекреационного потенциала биоклиматических ресурсов района и выделение на территории района областей с комфортными, субкомфортными и дискомфортными условиями.

На основе данной методологии было выполнено описание биоклимата Ленинградской области. При анализе биоклимата Ленинградской области получены следующие основные результаты:

- все биоклиматические индексы в течение года меняются плавно с экстремумами, приходящимися на январь и июль и с приблизительно равной

относительной амплитудой. Искажение годового хода свидетельствует об ошибках в расчетах индекса или его неприменимости;

- изменения годовых значений индексов в период с 1984 по 2007 г. были наибольшими во второй половине 90-х годов и в течение XXI века; при этом характер изменений разных индексов сохранялся одним и тем же;
- статистические распределения индексов в основном повторяет статистические распределения температуры воздуха: летом они практически симметричны, в холодную половину года обладают левосторонней (отрицательной) скошенностью; из общей картины выпадает распределение ET в летний период, что свидетельствует о нецелесообразности его использования в этот период.

Список статей.

1. Мурзин, А.Г. Рекреационно-климатические ресурсы Ленинградской области / М.В. Ключева, А.Г. Мурзин // Труды ГГО. 2009. Вып. 559. С. 77-90.
2. Мурзин, А.Г. Проблемы изучения влияния погодных условий на здоровье человека (на примере г. Кургана) / Л.Е. Анчугова, А.Г. Мурзин // Зыряновские чтения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «IV Зыряновские чтения». Курган, 2006. С. 196-197.
3. Мурзин, А.Г. Биоклиматология и биометеорология в XX веке // Зыряновские чтения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «VI Зыряновские чтения». Курган, 2008. С. 148-149.