

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**Горошковой Наталии Ивановны**

на диссертацию Тошчаковой Галины Геннадьевны

“Современное и будущее изменение климата Костромской области”,

представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология

### 1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуальность обусловлена проблемой современного изменения климата и его проявления на региональном уровне, а также связана с оценкой будущей климатической ситуации в России в целом и в отдельных ее областях. Необходимость выявления современных и будущих состояний климата записана в климатической доктрине России и в двух оценочных докладах по изменению климата России. Территория Костромской области выбрана в качестве показательного полигона для оценки изменения регионального климата и его будущего состояния.

### 2. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 86 наименований. Общий объем работы составляет 148 страниц, она хорошо иллюстрирована 53 рисунками и 40 таблицами, в которых достаточно полно представлены результаты выполненных исследований.

Во введении раскрыта актуальность и значимость темы, сформулирована цель исследования, перечислены задачи, решение которых необходимо для достижения поставленных целей, основные применяемые в работе методы и приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации дан краткий обзор причин современного и исторического изменения климата, как под влиянием основных естественных факторов, так и антропогенных. Также приведена краткая характеристика Костромской области, сведения о росте среднегодовой температуры, опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений. Отдельный раздел посвящен критическому обзору существующих методов и результатов исследований изменений климата. Следующие два раздела главы посвящены достаточно детальному описанию методов моделирования временных рядов и методам пространственного обобщения и моделирования.

Вторая глава диссертации посвящена оценке современных изменений температуры воздуха на территории Костромской области. В ней представлены исследуемые характеристики термического режима: среднемесячные, среднегодовая, наибольшая и наименьшая из среднемесячных температур воздуха, средние температуры за теплый и холодный сезоны года и параметры функции внутрigoдовых изменений. Здесь же приведена методика или алгоритм

последовательного регионального исследования и обобщения климатических изменений. Для исследования использованы данные расположенных на территории области 14 метеостанциях, включая и 4 закрытые к настоящему времени. Эта информация была тщательно проанализирована статистическими методами на однородность, были восстановлены пропуски в рядах наблюдений и ряды приведены к единому многолетнему периоду, составившему в среднем 87-88 лет. Откорректированные данные были использованы для моделирования. На территории Костромской области наблюдения наибольшей продолжительности (с 50-х годов 19 века) имеются по метеостанции Кострома. Используя столь продолжительные данные наблюдений, удалось установить, что единственный в истории ступенчатый рост температуры имел место в конце 1980 - х годов и наиболее отчетливо проявился в температуре марта и соседних месяцев. Такой же ступенчатый рост выявлен и на других метеостанциях с менее продолжительными рядами наблюдений и, в основном, в северной части области. Одним из важных результатов региональных исследований стало построение статистических пространственных моделей и установление взаимосвязей их коэффициентов. Полученные высокоэффективные региональные взаимосвязи с коэффициентами корреляции  $R > 0.9$  между пространственным градиентом температуры и ее средним региональным значением могут быть использованы при переходе от регионального прогноза температуры к температуре на отдельных станциях. Установлено, что чем теплее лето, тем более однородно поле температуры по региону и наоборот, чем теплее зима, тем больше пространственный градиент или различие температур по области. Поэтому жаркое лето и холодная зима дают примерно одинаковые температуры для всех станций территории области и больше связаны со средней региональной температурой. Также были уточнены климатические нормы и их распределения по территории Костромской области за год и отдельные месяцы.

В третьей главе аналогичное исследование и пространственно-временное моделирование выполнено для рядов осадков. Использована информация по 32 пунктам на территории области. Выполнен анализ следующих характеристик осадков: суммы за каждый месяц, за год, за теплый и холодный периоды года, а также наибольшие и наименьшие в году месячные суммы осадков. Проведенная оценка качества и однородности осадков позволила выявить неоднородность твердых осадков в период с середины до конца 1950х годов, связанную со сменой регистрирующих приборов (переход от дождемера на осадкомер системы Третьякова). Поэтому твердые осадки для моделирования использовались только за последний однородный период – с начала 1960х годов. Продолжительность рядов наблюдений за осадками была увеличена за счет процедуры восстановления более чем в 2 раза, с 34 до 78 лет. Результаты моделирования осадков показали, что практически все они стационарны, а отдельные случаи нестационарности связаны с локальными особенностями. В связи с подтвержденной стационарностью были уточнены климатические нормы осадков для метеостанций на территории области и построены пространственные распределения норм. Также были получены эффективные региональные зависимости между коэффициентами пространственных статистических моделей. Установлено, что чем больше пространственный градиент поля осадков, тем меньше их средние территориальные значения, т.е. если осадки большие по величине, то они большие



на всех станциях, а если в среднем маленькие, то по территории распределены очень неравномерно и пространственный градиент большой.

Последняя четвертая глава состоит из двух частей. В первой части осуществлена попытка определить причины ступенчатого повышения температур воздуха в конце 1980х годов, а во второй части осуществлена оценка будущих норм температур на территории Костромской области по климатическим проекциям за три временных интервала до конца 21 века. Для оценки причин современного повышения температуры рассмотрены как факторы адвекции в виде индекса САК (Северо - Атлантического колебания), атмосферного давления на станциях, так и радиационные факторы в виде приходящей радиации на верхней границе атмосферы и данные актинометрических наблюдений на станциях области. В результате установлено, что аналогичный резкий рост в середине – конце 1980х годов наблюдается в месячных значениях индекса САК и также в весенние месяцы, а дополнительно этот период характеризуется и ростом приходящей радиации, что и сформировало общий эффект роста температуры.

Во второй части главы осуществлен выбор наиболее подходящей климатической модели путем сопоставления модельных данных и данных наблюдений на станциях за совместный период и в результате выбрана модель немецкого метеорологического института. На основе этой модели и климатических сценариев получены нормы температур за 3 ближайших климатических периода по 30 лет каждый до конца 21 века для территории Костромской области. Установлено, что по среднему сценарию RCP4.5 наибольший рост температуры на 4°C следует ожидать весной и на северо-востоке области, а наименьший – летом и всего на 1°C. Зимние температуры вначале ненамного повысятся (примерно на 1°C), затем несколько же снизятся и только в конце 21 века ожидается их повышение сразу на 1-2°C.

### 3. НОВИЗНА НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ

Новизна работы связана с получением новых климатических закономерностей на региональном уровне для территории Костромской области. Прежде всего, для климатических исследований была собрана вся имеющаяся информация по температуре воздуха и осадкам и проведен анализ ее качества, достоверности и однородности, а также осуществлено приведение рядов к единому многолетнему периоду примерно в 80 лет и восстановление пропусков в рядах наблюдений. В результате была сформирована региональная база качественных данных, которая имеет самостоятельное как научное, так и практическое значение. На основе этой базы данных был осуществлен всесторонний и детальный анализ многолетних рядов температур воздуха и осадков. Одним из важных новых выводов и научных положений является установление ступенчатого подъема температуры во второй половине 1980х годов. Этой особенности дано научное обоснование, которое связано с аналогичной установленной закономерностью в индексе Северо – Атлантического колебания и в уменьшении атмосферного давления на станциях области, а также с дополнительным влиянием роста инсоляции в этот период. Важным элементом новизны является и установление высокоэффективных региональных зависимостей между средней региональной температурой и ее пространственным градиентом. Получен важный для прогноза и региональных

обобщений вывод о том, очень высокие и низкие температуры приводят к малому пространственному градиенту и это оценено количественно в виде уравнения. Установлена неоднородность данных по твердым осадкам, связанная с разными условиями измерений, но при этом временные ряды осадков пока еще остаются практически стационарными. Это вывод является важной рекомендацией, послужившей основой для уточнения норм осадков с использованием качественной информации за многолетний период. Как для температуры, так и для осадков построены новые уточненные карты их норм для территории Костромской области. Еще одним элементом новизны является оценка будущих проекций норм температуры на основе выбранной наиболее эффективной для данного региона климатической модели. Полученные оценки будущих норм температур могут носить рекомендательный характер для административных органов и проектно-эксплуатационных организаций на территории Костромской области.

#### 4. ДОСТОВЕРНОСТЬ И ОБОСНОВАННОСТЬ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Достоверность и обоснованность положений и выводов диссертации определяется следующими главными причинами:

- высокой квалификацией соискателя, который досконально изучил на практике климатические и гидрометеорологические особенности своего региона, работая продолжительное время начальником Костромского ЦГМС, т.е. является наиболее компетентным экспертом в этой области;
- собранной информацией с проверкой ее качества и однородности, включая последние годы наблюдений, а также тщательностью и добросовестностью выполненных исследований;
- объективными статистическими методами, которые были применены как для оценки качества информации, так и для построения моделей и выполненных пространственных обобщений;
- сопоставлением полученных результатов на разных метеостанциях области и для разных климатических характеристик температурного режима и осадков;
- привлечением новых факторов для выяснения причин установленного роста температуры воздуха в конце 1980х годов;
- обоснованным выбором климатической модели для повышения достоверности климатических проекций норм температур до конца 21 века.

#### 5. НЕДОСТАТКИ РАБОТЫ, ЗАМЕЧАНИЯ

В диссертационной работе имеются некоторые недостатки:

1. В разделе 1.2.- «Критический обзор существующих методов и результатов исследований изменений климата», к сожалению никаких методов не представлено, а результаты приводятся очень поверхностно. Например, отсутствуют сведения из последнего Оценочного доклада об изменении климата России и т.д.
2. В разделе 1.3 - «Моделирование временных рядов и оценка проявления изменений климата», приведены только методы оценки эффективности



нестационарных моделей по отношению к стационарной. Также в разделе 1.4 дается описание пространственной корреляционной функции, которая в диссертации не используется.

3. К сожалению, соискателем не были рассмотрены экстремальные в году срочные температуры и суммы суточных осадков, которые очень важны для практики.

4. В четвертой главе поиск причин ступенчатого подъема температур в конце 1980х годов все-таки не завершился построением количественной модели, что следовало бы сделать.

5. Нет анализа влияния на пространственное распределение осадков и температуры характера подстилающей поверхности, например, озер (мст. Чухлома и Галич)

6. Достаточно много редакционных замечаний, например, есть несоответствие номеров страниц в оглавлении и тексте, несовпадение ссылок на литературу в тексте и в списке литературы. Перегруженность текста таблицами, многие из которых можно было бы перенести в приложение.

## 6. ПОЛНОТА ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИССЕРТАЦИИ В ПУБЛИКАЦИЯХ СОИСКАТЕЛЯ

Результаты работы опубликованы в достаточно большом и разнообразном количестве изданий, общим числом 12 и еще 3 публикации находятся в печати. 4 опубликованные работы относятся к списку публикаций ВАК. Причем первые публикации датируются 2005, 2006 гг., что говорит о достаточном продолжительном представлении рассматриваемого материала. Среди публикаций есть две монографии, методические указания для учебной дисциплины и материалы научных конференций. Поэтому можно сделать вывод, что материалы диссертации полностью изложены в публикациях соискателя.

## 7. ВЫВОДЫ, СООТВЕТСТВИЕ ДИССЕРТАЦИИ КРИТЕРИЯМ, УСТАНОВЛЕННЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ О ПОРЯДКЕ ПРИСУЖДЕНИЯ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ

Диссертационная работа соискателя является научно-квалификационной работой высокого уровня, в которой содержится комплекс решений задач по оценке регионального изменения климата на территории Костромской области в настоящем и в будущем и установление пространственно-временных закономерностей климатических норм и параметров пространственных моделей.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты, позволяющие судить о достаточно значимом личном вкладе автора исследования в науку.

Области исследования, соответствующие паспорту специальности:

1. Атмосферные процессы в полярных, умеренных и тропических широтах и их моделирование

6. Вычислительные методы и геоинформационные системы в метеорологии, климатологии и агрометеорологии

13. Осадки, закономерности их распространения на суше и в океане

Считаю, что представленная диссертация полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор,

Тошаклова Галина Геннадьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

Официальный оппонент

кандидат технических наук,

старший научный сотрудник

Горошкова Наталия Ивановна

10.03.2016

---

Сведения о составителе отзыва:

Ф.И.О.: Горошкова Наталия Николаевна

Адрес: СПб, ул. Гаванская, д. 46, кв. 44.

Телефон: 8-911-769-47-08

E-mail: goroshnat@yandex.ru

Организация: ФГБУ «Государственный гидрологический институт».

Должность: Старший научный сотрудник

Подпись Горошковой Н.И. заверяю

Ученый Секретарь ГГИ:

