

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального  
государственного бюджетного  
учреждения "Гидрометеорологический  
научно-исследовательский центр  
Российской Федерации"

С.В. Борщ



**ОТЗЫВ**

ведущей организации

ФГБУ «Гидрометцентр России» на диссертацию

Алешиной Марии Александровны

«ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ОСАДКОВ

В РЕГИОНАХ РОССИИ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА»,

представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по

специальности 1.6.18 — Науки об атмосфере и климате

#### **Актуальность темы**

Диссертационная работа М.А. Алешиной посвящена очень важной проблеме современной гидрометеорологии – оценке происходящих и будущих изменений распределения экстремальных атмосферных осадков на территории Российской Федерации. Актуальность темы очевидна – осадки вообще, и экстремальные в частности, оказывают огромное влияние на жизнедеятельность человека и природные экосистемы. Случаи выпадения экстремальных осадков часто приводят к значительному ущербу, в том числе, могут уносить жизни людей. В последние десятилетия отмечен рост числа опасных явлений, как в глобальном масштабе, так и для России, в том числе, опасных явлений, связанных с интенсивными осадками. Выяснение особенностей связи частоты и интенсивности осадков с изменением климата дает понимание рисков и улучшение возможностей социально-экономической адаптации к ним.

В работе М.А. Алешиной проведен глубокий анализ и сопоставление имеющихся наборов данных наблюдений за осадками, а также результатов моделирования с использованием современных моделей климата. Исследованы закономерности распределения и изменчивости средних и экстремальных значений осадков для

территории Российской Федерации в целом и для отдельных регионов. Особое внимание уделено Черноморскому побережью Кавказа, региону, где отмечается большое количество природных явлений со значительным воздействием, и экстремальные осадки могут приводить к паводкам, оползням и пр.

Диссертационная работа М.А. Алешиной состоит из введения, четырех глав, и заключения, общий объем работы составляет 156 страниц, список литературы включает 204 наименования работ отечественных и зарубежных авторов.

Во введении обоснована актуальность работы, формулируется ее научная новизна и практическая значимость, цели и задачи исследования, указан личный вклад автора, приведены сведения об апробации работы, структуре и объеме диссертации.

Глава 1 содержит основные сведения о современном состоянии исследований режима осадков, при этом особое внимание уделяется характеристикам экстремальных осадков на территории России. Приводится обзор литературы по наблюдаемой пространственно-временной изменчивости характеристик температуры и осадков на глобальном масштабе и для территории России. Рассмотрены основные процессы, влияющие на изменчивость режима осадков. Особенное внимание М.А. Алешина уделила вопросу связи происходящего изменения климата с изменением частоты и силы экстремальных погодных и климатических явлений. Большую ценность имеет подробный анализ и сравнение имеющихся архивов данных наблюдений за осадками, проведенный автором диссертации.

В Главе 2 представлены результаты исследования особенностей связи экстремальных осадков с приземной температурой воздуха в последние десятилетия на территории России с использованием данных станционных наблюдений и реанализа ERA5. В качестве показателя экстремальных осадков для каждого диапазона использовалось значение 95%-го перцентиля эмпирического распределения осадков. Учитывается тип осадков. Установлены регионы и сезоны, в которых реальные данные отличаются от теоретического значения осадков, соответствующего соотношению Клаузиуса-Клапейрона. Показано, что снижение значений относительной влажности сопровождается снижением экстремальных осадков.

В Главе 3 рассмотрены изменения характеристик режима приземной температуры воздуха и осадков в XX-XXI вв. на территории России по данным метеостанций, архивов сеточных данных и ансамбля из 34-х моделей климата проекта CMIP6. Рассматриваются средние по ансамблю моделей характеристики, в некоторых случаях дополненные анализом отдельных членов ансамбля. В XXI столетии согласно климатическим моделям повторяемость высоких температур продолжит увеличиваться. Для количества осадков

показано, что не всегда тренды изменений характеристик по данным наблюдений и по данным моделирования соответствуют друг другу. Имеются также различия в трендах отдельных моделей. Делается вывод, что сильные межмодельные различия, особенно в летний сезон, не позволяют сделать однозначных выводов по поводу изменений характеристик осадков на территории России в ближайшие 30 лет.

В Главе 4 рассматриваются климатические изменения осадков в Черноморском регионе. Проводится сравнительный анализ имеющихся данных наблюдений за приземной температурой воздуха и количеством осадков с учетом сложной орографии региона. За основу взяты суточные данные по температуре воздуха на высоте 2 м и суммам осадков на сетевых метеорологических станциях из архива ВНИИГМИ-МЦД. Начиная со второй половины 20 века, в регионе наблюдается значимое повышение приземной температуры воздуха, ярче выраженное в летний период, полученное как на основе стационарных данных, так и по данным реанализа ERA-Interim. Анализ трендов сезонных сумм осадков, а также интенсивности осадков не позволил выделить значимых однозначных тенденций в регионе. Выполняется анализ чувствительности летних средних и экстремальных осадков на Черноморском побережье Кавказа к увеличению температуры поверхности океана (ТПО) в глобальной модели ECHAM5: к увеличению глобальной ТПО, к увеличению ТПО в Средиземном и Черном морях, а также только в Черном море. Делается предположение о том, что при глобальном повышении ТПО в модели происходит усиление процессов подавления конвекции и усиление дивергенции влаги над Черным морем и его восточным побережьем, что может сдерживать увеличение интенсивности региональных осадков.

#### **Новизна исследования и полученных результатов**

Научную новизну диссертационной работы определяют следующие полученные результаты:

- Впервые был выполнен анализ зависимостей интенсивности экстремальных осадков и приземной температуры воздуха для территории России по данным метеорологических станций и реанализа от типа осадков.

- Оценены ожидаемые изменения характеристик приземной температуры воздуха и осадков по данным наблюдений и ансамблю современных глобальных моделей климата CMIP6 в XXI веке.

- Впервые предложены механизмы, ответственные за стабилизацию режима осадков летом на Черноморском побережье Кавказа.

- Впервые с использованием результатов численных экспериментов с моделью общей циркуляции атмосферы исследована роль региональных изменений температуры

поверхности Черного моря и глобальных изменений температуры поверхности океана в изменениях характеристик осадков в черноморском регионе.

#### **Практическая значимость результатов**

Получены новые результаты и уточнены уже имеющиеся знания об особенностях характеристик экстремальных осадков на территории России, которые могут быть использованы для совершенствования долгосрочных климатических прогнозов, а также для выработки эффективных мер по уменьшению риска негативных последствий опасных погодно-климатических явлений на территории России.

#### **Степень обоснованности и достоверности полученных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации**

Достоверность определяется использованием данных инструментальных наблюдений на метеостанциях, а также современных реанализов и климатических моделей, их сопоставлением между собой. Автор корректно применяет обоснованные статистические методы и сопровождает результаты оценки значимости. Автор провела глубокий анализ научных публикаций о причинах и последствиях наблюдаемых изменений климата и показала, что результаты ее работы согласуются с современными представлениями. Все вышесказанное определяет обоснованность и достоверность полученных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации М.А. Алешиной.

#### **Оценка содержания диссертации, ее завершённость в целом, замечания по оформлению**

Диссертация является законченным научным исследованием и полностью охватывает основные вопросы сформулированной научной проблемы. Содержание диссертации последовательно, логично и обладает внутренним единством. Поставленная цель достигнута. Сформулированные задачи решены. Важность и практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждены.

Работа написана ясным языком. Немногочисленные опечатки не снижают общего хорошего впечатления.

#### **Апробация работы**

Результаты диссертационного исследования были представлены на 13 отечественных и зарубежных конференциях и семинарах.

По результатам диссертационной работы опубликовано 9 работ в рецензируемых научных изданиях, в т.ч. 6 в журналах, рекомендованных ВАК

#### **Замечания**

Диссертация М.А. Алешиной производит очень хорошее впечатление. В ней виден квалифицированный исследователь, искренне любящий область науки, которой занимается. Все приведенные ниже замечания не затрагивают основные результаты, полученные автором, и не влияют на оценку диссертации.

1. В пункте 4 Положений, выносимых на защиту, а также в разделе Новизна говорится о «данных численных экспериментов с моделью общей циркуляции атмосферы». Желательно было указать конкретную модель: ECHAM5.
2. В работе говорится о влиянии изменения (преимущественно увеличения) приземной температуры на изменения характеристик осадков. Представляется, что климатическая система является результатом комплекса прямых и обратных связей, и, следовательно, лучше писать не о влиянии изменений температуры на осадки, а о взаимосвязи этих изменений, возможно, являющихся следствием влияния еще какого-либо фактора.
3. Ансамбль моделей СМIP6: Желательно было бы более подробно остановиться на процедурах осреднения, как рассчитывались коэффициенты линейного тренда – по среднеарифметическим значениям за сезон для среднего из моделей ансамбля для всех рассмотренных характеристик, включая количество дней с экстремальными осадками и вклад экстремальных осадков в общую сумму осадков за сезон? Было бы интересно проверить, влияет ли на результат применение, например, медианного значения вместо среднего.
4. На Рис. 3.2, 3.4, 3.11 и 3.12 не показана значимость модельных трендов.
5. Не вполне ясно, что понимается под «среднеквадратическим отклонением» в Таблицах 4.2 и 4.3, возможно, среднеквадратическая ошибка (root mean square error  $RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2}$ )? В тексте упоминается «средняя ошибка», под ней понимается смещение (bias)? Желательно было бы привести формулы оценок.
6. - При анализе изменений характеристик осадков Черноморского побережья Кавказа желательно более подробно учесть влияние вертикальных движений. Представляет также интерес изучение зависимости изменения осадков от изменения частоты различных типов синоптических ситуаций в этом регионе.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертация М.А. Алешиной является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему. Автором впервые был выполнен анализ взаимосвязи характеристик экстремальных осадков и приземной температуры воздуха для территории

России по данным наблюдений (метеорологических станций и реанализа), а также по ансамблю климатических моделей, предложены механизмы, ответственные за стабилизацию режима осадков летом на Черноморском побережье Кавказа.

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.6.18 — Науки об атмосфере и климате, так как в ней исследованы фундаментальные взаимосвязи основных метеорологических величин на климатическом масштабе времени. Работа имеет большую практическую значимость для уточнения рисков от явлений со значительным воздействием в регионах России.

Таким образом, можно заключить, что диссертационная работа М.А. Алешиной удовлетворяет требованиям пунктов 9-11, 13-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, в редакции от 18.03.2023, а ее автор, Мария Александровна Алешина, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.18 — Науки об атмосфере и климате.

Материалы исследования с должной полнотой изложены в 6 публикациях из Перечня ВАК или из числа индексируемых в системах Russian Science Citation Index (RSCI), Scopus, Web of Science. Автореферат отражает содержание диссертационной работы.

Отзыв на диссертацию подготовлен ведущим научным сотрудником Лаборатории детализированных численных прогнозов погоды ФГБУ «Гидрометцентр России», кандидатом физико-математических наук Бундель Анастасией Юрьевной. Обсужден и одобрен на совместном заседании семинара по речным и морским гидрологическим прогнозам и семинара по моделированию и прогнозу крупномасштабных гидрометеорологических процессов и климата 12 октября 2023 г.

Председатель семинара по речным и морским гидрологическим прогнозам ФГБУ «Гидрометцентр России», доктор географических наук



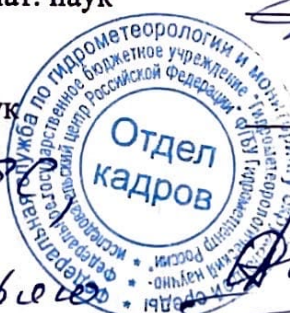
Нестеров Е.С.

Председатель семинара по моделированию и прогнозу крупномасштабных гидрометеорологических процессов и климата ФГБУ «Гидрометцентр России», доктор физ.-мат. наук



Реснянский Ю.Д.

Секретарь семинара,  
Кандидат физ.-мат. наук  
23.10.2023 г.



Круглова Е.Н.

*Согласен Нестерова Е.С.  
Реснянского Ю.Д.,  
Кругловой Е.Н. завершено*

*Начальник ОК  
Виноземцева О.П.*