

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Суховой Марии Геннадьевны

на диссертационную работу **Богдановича Антона Юрьевича**

на тему «МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Современные изменения климата достоверно обнаруживаются в данных метеорологических наблюдений. Хотя научная дискуссия о преобладающих механизмах этих изменений продолжается, их региональные проявления уже несут в себе документально подтвержденные риски для устойчивости социально-экономических и природных систем. Эффективное планирование адаптационных мер и выработка политики устойчивого развития требуют точной пространственной оценки уязвимостей и потенциального ущерба. Таким образом, представленная диссертационная работа, направленная на создание методики и модельных средств для описания пространственного распространения негативных последствий изменения климата, обладает высокой **актуальностью** и практической значимостью.

Природные явления чаще всего многофакторны. Они формируются при участии совокупности абиотических и биотических факторов среды, среди которых важное место занимает климат. Работа А.Ю. Богдановича имеет **целью** создание методики и модельных средств, включая вычислительную систему, которые обеспечивают возможность описания потенциальной части географического пространства, климат которой допускает наличие рассматриваемого природного явления, негативно влияющего на природные или хозяйственные системы, на здоровье населения. Диссертант называет такую часть пространства «климатической областью распространения» (КОР) явления. При изменении климата границы такой области могут меняться, и это, собственно, и определяет **практическую значимость** диссертационной работы. Ведь такие изменения требуют разработки и внедрения адаптационных мер и/или изменения локализации применения существующих.

Достичь поставленной цели работы диссертанту было весьма непросто, поскольку пока в стране существует лишь система мониторинга собственно климата, а системы мониторинга последствий его изменения нет. Поэтому А.Ю. Богданович, опираясь на фундаментальные достижения современной прикладной климатологии, биогеографии и

экологии, разработал расчетный метод описания КОР природного явления, который опирается на характер зависимости явления от климата. А именно, в диссертации используются количественные критерии (гидрометеорологические величины и/или гидрометеорологические индексы, вычисленные на их основе). Явление характеризуется специфической совокупностью таких критериев. Точка географического пространства считается принадлежащей КОР рассматриваемого явления, если значения всех критериев из такой совокупности находятся в допустимых диапазонах. Информация о такой совокупности критериев и границы допустимых диапазонов принимались в соответствии с приведенными в специальной научной литературе. Такой подход к описанию КОР применялся и ранее. Но А.Ю. Богданович в **главе 1** предложил метод, позволяющий делать суждение о принадлежности точки географического пространства к КОР в вероятностных терминах, причем предложенный метод основан на байесовском подходе. Это определяет **новизну** методической части работы.

Необходимо отметить, что использование вероятностных оценок соответствует тенденциям в науках об атмосфере и климате и рекомендациям Межправительственной группы экспертов по изменению климата – МГЭИК. Это свидетельствует о **научной обоснованности методов** и **достоверности** выводов и заключений диссертационной работы А.Ю. Богдановича.

Расчетное пространственное распределение вероятностей принадлежности точек географического пространства к КОР в диссертации представляется в конечном счете в картографической форме. Причем и для КОР, и для ее изменений при изменении климата используются специфические балльные характеристики вероятностей, их словесное и цветное выражение. Для лиц, принимающих решения, весьма важна такая визуализация результатов оценки и потенциальных рисков, что несомненно повышает **практическую значимость** результатов диссертации.

На основе разработанной методики оценки КОР А.Ю. Богдановичем создана вычислительная система RANGES. В современной версии она использует либо фактический климат (архив Отдела исследования климата Университета Восточной Англии), либо расчетные климатические данные Климатического центра Росгидромета (для территории России) или же Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН (для глобальных оценок). В **главе 2** дается подробное описание системы RANGES, Ее отличительной чертой является такое алгоритмическое и программное решение, которое позволяет даже глобальные оценки выполнять на обычных офисных компьютерах. Это также свидетельствует о **практической значимости** результатов диссертации. На систему RANGES получено авторское свидетельство Роспатента.

Результаты диссертации А.Ю. Богдановича обладают значительной **новизной**. Это касается и самой разработанной методики, и системы RANGES, и результатов тех расчетов, которые проведены в **главе 3** для демонстрации эффективности предложенных методики и вычислительной системы. С помощью системы RANGES проведены расчеты КОР для явлений физической и биологической природы: доминирование теплой части года в календарном году, сильной засухи (частота которой выше критической для успешного культивирования зерновых культур), наличия опасных насекомых-вредителей сельскохозяйственных культур и лесных растений. Построены соответствующие карты-схемы. При расчетах использовались сценарии семейства RCP антропогенного изменения климата. Кроме демонстрации эффективности разработанных методики и вычислительной системы эти результаты дали весьма полезную информацию для лиц, принимающих решения, в доступной визуализированной форме.

Диссертация демонстрирует значительный объем работы, проделанный автором, однако по мере изучения у оппонента возникли некоторые вопросы и замечания:

1. Как система RANGES учитывает пространственную неоднородность климатических данных, обусловленных орографическими особенностями (например, для горных регионов Кавказа)?

2. Каковы основные источники неопределённости в расчётах КОР, и как их можно минимизировать?

3. Методика опирается на гидрометеорологические индексы, но не учитывает взаимодействие климатических факторов с другими компонентами экосистем (почвы, биотические взаимодействия). Как это может повлиять на точность оценок для биологических видов?

4. Интерполяция месячных данных на суточные (раздел 1.1) может содержать ошибки, особенно для осадков. Не обсуждается, как это влияет на расчёт индексов (например, гидротермического коэффициента).

5. Планируется ли расширение функционала RANGES (например, добавление модуля для оценки экономического ущерба)? Возможна ли интеграция с GIS-платформами для конечных пользователей?

6. Выбор биологических видов (опасных насекомых-вредителей растений) в главе 3 ограничивается видами, наносящими ущерб хозяйственным системам. Было бы важно рассмотреть также ущерб для биологического разнообразия растений заповедных территорий, в том числе горных. Такие случаи, к сожалению, имеют место в России.

7. Недостаточно раскрыт потенциальный ущерб от распространения на юге России средиземноморской плодовой мухи. Фактический ущерб в современной зоне

распространения указан, но она расположена в основном вне территории России. Было бы полезно указать более подробно возможный ущерб в нашей стране при дальнейшем изменении климата. Тем более, что, судя по результатам расчета, ее усиливающееся присутствие ожидается в таких регионах, которые важны как источники плодовой продукции (Краснодарский край, Крым).

8. Цветовое решение для картосхем на 1990-1999 гг. явно не является оптимальным. Автору при дальнейшем развитии системы RANGES стоит над ним еще поработать для увеличения наглядности.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования А.Ю. Богдановича.

Автореферат корректно отражает ключевые результаты диссертационной работы.

Основные результаты опубликованы диссертантом в многочисленных статьях в научных журналах, входящих в перечень, рекомендованный ВАК. А.Ю. Богданович многократно представлял основные результаты и выводы диссертационной работы на научных конференциях и семинарах, посвященных наукам об атмосфере и климате.

Таким образом, основываясь на всем вышесказанном, можно с уверенностью сказать, что диссертация является законченной, самостоятельно выполненной, логически выстроенной научно-квалификационной работой, подготовленной на актуальную тему. В работе приведены авторские разработки и результаты, имеющие существенное научное значение.

Считаю, что диссертационная работа **«Моделирование климатической области распространения природных явлений с использованием гидрометеорологических индексов»** по своей актуальности, теоретической и практической значимости, современным методам анализа и ценностью научных результатов соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в редакции от 16.10.2024), а ее автор, **Антон Юрьевич Богданович**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Официальный оппонент,
проректор по научной и инновационной деятельности
федерального государственного бюджетного учреждения
высшего профессионального образования

Сухова Мария Геннадьевна

1.09.2025 г.

