

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Федерального государственного

бюджетного учреждения науки

Института географии

Российской академии наук



\_\_\_\_\_  
РАН О.Н. Соломина

5. 2021 г.

**ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертационную работу Павловой Веры Николаевны *«Продуктивность зерновых культур в России при изменении агроклиматических ресурсов в 20–21 веках»*, представленную на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология

Диссертационная работа В.Н. Павловой посвящена **актуальной** проблеме исследования тенденций современных изменений продуктивности зерновых культур при изменении агроклиматических ресурсов земледельческой зоны России, а также оценке возможных изменений климатически обусловленной урожайности зерновых культур в XXI-м веке. Актуальность исследований связана также с тем, что основная часть зернового пояса России расположена в регионах недостаточного и неустойчивого увлажнения с существенными межгодовыми колебаниями режимов тепло- и влагообеспеченности, что влияет на устойчивость урожая.

В.Н. Павлова является признанным ведущим специалистом в области имитационного моделирования продукционного процесса сельскохозяйственных растений, посвятившим этой тематике более 40 лет. По теме диссертации ею опубликовано более 100 научных работ, включая 35 статей в рецензируемых, в том числе ведущих международных журналах. Это объективно свидетельствует о высоком научном уровне представленной к защите диссертации и признании научным сообществом полученных диссертантом результатов. Результаты ее исследований уже долгое время успешно используются в оперативном агрометеорологическом обеспечении Росгидрометом органов власти и управления агропромышленным комплексом.

**Научная значимость** работы состоит в разработке новых методов для исследования взаимодействий в системе «почва-растение-атмосфера», оценивания адаптационного потенциала зернового сектора агросферы к изменениям агроклиматических ресурсов с использованием динамических моделей имитации продукционных процессов. Проводимый в работе анализ климатических рисков при возделывании зерновых культур с учётом частоты неблагоприятных метеорологических явлений и степени уязвимости территории, а также оценка адаптационного потенциала регионов России в условиях меняющегося климата направлены на решение проблемы удержания лидерских позиций страны на мировом зерновом рынке и проблемы обеспечения продовольствием населения России, что обуславливает **практическую значимость** исследования.

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения и списка литературы из 327 наименований, в том числе 118 на иностранных языках. Объем диссертации составляет 271 страницу печатного текста, включая 63 таблицы и 45 рисунков.

Во **введении** освещается состояние проблемы, обоснована актуальность темы, поставлены цели и задачи работы, охарактеризованы методы исследования, новизна, практическая значимость, результаты апробации и личный вклад автора в получение результатов работы. Кроме того, формулируются положения, выносимые на защиту. Они сформулированы четко и обоснованы.

В **первой главе** диссертации представлен обзор динамических моделей продукционного процесса современного поколения, приведено описание структуры. Детально описаны принципы функционирования разработанной во ВНИИ Сельскохозяйственной Метеорологии имитационной системы Климат-Почва-Урожай (КПУ), которая уже несколько десятилетий используется в оперативной агрометеорологической практике в подразделениях Росгидромет. С помощью классических статистических метрик оценивается воспроизведение моделируемой с помощью КПУ урожайности по сравнению с фактической урожайностью, обосновывается адекватность результатов верификации входящей в состав КПУ динамической модели, имитирующей процесс формирования запасов влаги в почве, а также урожайности яровой и озимой пшеницы.

Во **второй главе** анализируются изменения агроклиматических ресурсов земледельческой зоны России при наблюдаемых изменениях климата в период современного потепления (1976-2017 гг.), базовый период (1961-1990 гг.) и в последнее двадцатилетие (1998-2017 гг.). Обсуждаются результаты пространственно-временного анализа линейных трендов агроклиматических показателей, а также показателей

продуктивности и экстремальных погодных условий, как на территории России, так и в среднем по ФО. Представленные показатели дифференцированы на основе характера их воздействия (благоприятное/неблагоприятное) на условия (улучшение/ухудшение) выращивания зерновых культур в субъектах РФ. Подробно исследованы региональные особенности биоклиматического потенциала (БКП), рассчитанного с помощью системы КПУ в зерновой зоне России при использовании четырёх различных уровней интенсивности земледелия, а также результаты анализа основных факторов наблюдаемого роста БКП.

**Третья глава** посвящена изучению изменений продуктивности зерновых культур в условиях меняющихся агроклиматических ресурсов. Анализ состояния зерновой проблемы в России по литературным данным автор дополнил результатами собственных исследований тенденций областной урожайности озимой и яровой пшеницы, ярового ячменя, а также зерновых и зернобобовых культур в субъектах РФ по данным Росстат как за весь период глобального потепления 1976–2017 гг., так и за последние двадцать лет в 1998–2017 гг. Предложен новый подход к разделению технологической и климатической составляющей урожайности с помощью имитационной системы КПУ. Установлена связь наблюдаемых в последнее десятилетие отрицательных трендов климатически обусловленной урожайности для яровой и озимой пшеницы в основных зерновых районах ЕТР с изменениями агроклиматических условий вегетационного сезона пшеницы, вызванными аридизацией и напряжённостью термического режима. Обсуждаются особенности десятилетних изменений рассчитанной КПУ климатически обусловленной урожайности яровой пшеницы в ФО и их различий на АТР и ЕТР в период 1976–2015 гг., а также их связи с региональными изменениями показателей агроклиматических ресурсов, выявленные с помощью регрессионных моделей. Применение методологии разностного подхода к построению функционалов Погода-Урожай и оценке трендов урожайности основных сельскохозяйственных культур для территории России позволило автору оценить тенденции климатообусловленной урожайности по данным Росстат за 40-летний период глобального потепления и выявить метеорологические факторы, наиболее существенно влияющие на урожайность.

**В четвертой главе** исследуются климатические риски потерь при неблагоприятных агроклиматических условиях, связанных с засухами, и оценивается степень уязвимости регионов земледельческой зоны России к экстремумам увлажнения. С использованием КПУ выделены территории, наиболее подверженные засухам и переувлажнению, рассчитаны потери климатически обусловленной урожайности яровой пшеницы в засушливые годы и выполнено их сравнение по отдельным федеральным

округам ЕТР. Предложенный автором метод оценки климатических рисков и потерь урожайности от неблагоприятных погодных условий с использованием результатов моделирования в системе КПУ и данных наблюдений метеорологических параметров предлагается рассматривать как дальнейшее развитие действующей системы отечественного агроклиматического мониторинга.

В пятой главе исследуются изменения агроклиматических параметров в различные климатические периоды XXI века по ансамблю современных глобальных климатических моделей общей циркуляции атмосферы и океана, а также по данным климатических моделей Had и GFDL, оценивается влияние прогнозируемых изменений климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность основных зерновых культур с использованием различных климатических сценариев. С использованием имитационной системы КПУ и входных данных метеопараметров, рассчитанных региональной климатической моделью ГГО им. А.И. Воейкова (РКМ), даны перспективные оценки продуктивности с/х культур зерновой зоны в XXI веке при гумидном и аридном сценариях.

Шестая глава диссертации посвящена оценке последствий изменений климата на продуктивность растениеводства с помощью метода пространственно-временных аналогов, а также поиску лет-аналогов современных агроклиматических условий при изменении климата и исследованию на их основе изменений ожидаемого БКП.

В седьмой главе обсуждаются меры по адаптации с/х к изменениям климата с учетом возможных изменений БКП для ряда фиксированных уровней интенсификации земледелия. Представлены разработанные автором региональные рекомендации на основе выполненных с помощью КПУ оценок приращения урожайности в первой трети XXI-го века, в середине и в конце текущего столетия в зависимости от разного уровня увлажнения и уровня минерального питания. Предложен метод адаптации производства зерновых культур к изменениям/колебаниям климата путём ежегодной корректировки посевных площадей по данным агрометеорологических прогнозов урожайности до сева, а также путём их пространственного перераспределения в многолетней перспективе и оценена его эффективность. На основе КПУ реализован метод оценки адаптационного потенциала зернового сектора к изменениям климата, базирующийся на оценке управляющих воздействий и сценарных проекций будущих изменений.

**Заключение** полностью отвечает итогам работы. Выводы, сформулированные в девяти пунктах заключения, отражают основные результаты диссертации и соответствуют поставленным задачам. Диссертация и автореферат изложены логично, написаны ясным научным языком, содержат качественно выполненный иллюстративный материал.

**Научная новизна** диссертации состоит в комплексном подходе к исследованию связи изменений агроклиматических показателей и продуктивности зерновых культур, охватывающему всю территорию России, в разработке технологии регулярного агроклиматического мониторинга для оценки текущего состояния агроклиматических ресурсов земледельческой зоны России с помощью системы КПУ. Предложена новая схема расчёта БКП, позволяющая выявить его региональные особенности и проследить динамику в земледельческих регионах России за период с 1976 г. С использованием КПУ впервые выполнено исследование современных тенденций климатически обусловленной урожайности на уровне субъектов и ФО РФ, а также ожидаемых в XXI-м веке возможных ее изменений с привлечением проекций глобальных климатических моделей согласно различным сценариям эмиссии парниковых газов. Разработана технология вероятностной оценки урожайности зерновых культур при изменении агроклиматических ресурсов в XXI веке методом имитационного моделирования с использованием ансамбля реализаций метеорологических полей по данным РКМ. Под руководством и при непосредственном участии автора разработана технологическая схема оценки степени неблагоприятности территорий субъектов РФ по отношению к двум опасным агрометеорологическим явлениям — «засуха» и «переувлажнение».

**Обоснованность и достоверность** научных положений, выводов и заключений определяется использованием теоретически обоснованных подходов к моделированию процессов продуктивности с/х культур, использованием наиболее современных и широко используемых архивов агроклиматических данных и данных численных экспериментов с климатическими моделями, а также применением современных методов статистического анализа.

Ниже перечислены некоторые недостатки и замечания к диссертации.

1. Для получения более репрезентативных оценок воспроизведения моделируемой урожайности автору следовало бы привести верификацию результатов численных экспериментов с динамической имитационной моделью в период с большей длиной, чем представленный в диссертации 10-летний период. Кроме того, важно было бы представить оценки воспроизведения урожайности и для других регионов зерновой зоны России (прежде всего, на АТР).
2. Восприятие результатов второй главы было затруднено отсутствием в работе карты-схемы пространственного распределения посевных площадей на территории России. Недостатком также является то, что для коэффициентов тренда не везде приводятся оценки их статистической значимости.
3. Было бы желательно уделить более пристальное внимание проработке вопроса о

региональном вкладе климатической составляющей в фактическую урожайность.

4. Вывод об имеющихся у России резервах повышения продуктивности с/х культур в условиях продолжающегося потепления (за счет сокращения посевов зерновых в регионах прогнозируемого уменьшения урожайности, и увеличением посевных площадей в регионах её роста) был сделан в предположении сохранения текущего уровня культуры земледелия, но без учета характеристик почв на территориях с наиболее благоприятными для выращивания зерновых ожидаемыми изменениями агроклиматических условий.

5. Используемый в диссертации метод пространственно-временных аналогов считается достаточно формальным, поскольку не принимает во внимание различие почвенно-климатических характеристик исходных объектов и их пространственно-временных аналогов.

6. Важный вопрос об оценке уровней завышения/занижения выбранных параметров климатическими моделями в базовый период результатах прогнозируемой урожайности по результатам численных экспериментов с глобальными климатическими моделями, а также региональной климатической моделью не нашел освещения в диссертации.

Указанные замечания и недостатки не принижают значимости основных результатов диссертационной работы В.Н. Павловой. Представленная диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Положения, выносимые на защиту, составляют оригинальный научный результат, который может быть квалифицирован как решение крупной и актуальной научной проблемы – получения достоверных количественных оценок влияния современных и ожидаемых изменений глобальной климатической системы на природно-экономический потенциал, состояние и продуктивность био(агро)сферы. Диссертация обобщает результаты исследований, проведенных автором лично, и коллективных работ, в которых вклад автора был ключевым на всех этапах от постановки задачи до получения результатов. Помимо этого, автор принимала активное участие в разработке и реализации функциональных блоков системы КПУ. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

На основании вышеизложенного считаем, что представленная диссертационная работа и автореферат удовлетворяют всем требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (ред. от 01.10.2018), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Павлова Вера Николаевна заслуживает присуждения ей искомой степени доктора географических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на семинаре ФГБУН «Институт географии Российской академии наук», протокол заседания № 5 19.05.2021 г.

Отзыв подготовили:


Семенов Владимир Анатольевич

чл.-корр. РАН, доктор физико-математических наук по специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы, зав. лаб. климатологии ФГБУН «Институт географии Российской академии наук»

Адрес: Россия, 119017, г. Москва, Старомонетный пер., 29. Тел. (499) 129-04-74, e-mail: [vasemenov@mail.ru](mailto:vasemenov@mail.ru)

Я, Семенов Владимир Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Подпись В.А. Семенова заверяю

Подпись руки тов.   
заверяю

Зав. канцелярией  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт географии  
Российской академии наук




Черенкова Елена Анатольевна

доктор географических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология, ведущий научный сотрудник ФГБУН «Институт географии Российской академии наук»

Адрес: Россия, 119017, г. Москва, Старомонетный пер., 29. Тел. (499) 129-04-74, e-mail: [cherenkova@igras.ru](mailto:cherenkova@igras.ru)

Я, Черенкова Елена Анатольевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Подпись Е.А. Черенковой заверяю

Подпись руки тов.   
заверяю

Зав. канцелярией  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт географии  
Российской академии наук

