

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Каверина Дмитрия Александровича «ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ ПОЧВ СУБАРКТИКИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЛАНДШАФТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ», представленной на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.12 – «Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов»

Познание разнообразия природных комплексов одна из основных проблем современной науки. Особенно это относится к таким сложноорганизованным системам как почва и почвенный покров. Данная проблема обретает еще большую значимость в регионах, где возникают новые связи и соотношения почв со средой, вызванные глобальными изменениями климата, многолетней мерзлотой и неоднородными процессами выветривания и почвообразования. Поэтому, тема диссертационной работы Д.А. Каверина, направленная на установление закономерностей пространственно-временной дифференциации температурных режимов почв, функционирующих в условиях современных климатических изменений и антропогенных воздействий в субарктических геосистемах европейского северо-востока России, несомненно, актуальна.

Для решения поставленной цели, автором впервые для исследуемого региона на основе адаптации и усовершенствования комплекса современных методов исследований выявлена пространственная дифференциация температурных режимов почв и оценено влияние климатических изменений и антропогенных воздействий на геокриологические условия функционирования почв; систематизированы полученные массивы данных с определением количественных критериев, эффективно дифференцирующих температурные режимы и мерзлотные характеристики почв, функционирующих в условиях тундрово-таежного экотона.

Диссертационная работа состоит из введения, восьми глав, заключения, выводов и списка литературы, включающего 482 литературных источников, в том числе 178 на иностранных языках. Материал изложен на 380 страницах компьютерного набора, содержит 27 таблицы, 61 рисунок и 4 приложений.

Во введении охарактеризованы актуальность, цель и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, защищаемые положения, приведены сведения об апробации работы, публикациях по теме диссертации, степени достоверности результатов исследований, личного вклада автора в работу, структуре и объеме работы.

В первой главе диссертации (с. 15-49) представлена история исследований температурных режимов почв и подстилающих пород во взаимосвязи с климатическими и ландшафтными компонентами отечественными и зарубежными исследователями и обоснована актуальность изучения данной проблемы в связи с глобальными изменениями. В целом глава отвечает своему назначению, способствуя дальнейшему раскрытию основных положений работы, почвенно-географической интерпретации воззрений и результатов автора.

Во второй главе диссертации (с. 49-94) характеризуются объекты исследований. Дана подробная информация о рельефе, литологии, климата и распространению многолетнемерзлых пород (ММП) региона исследований. Исследования температурного режима, мощности сезонно-талого слоя (СТС) проведены в 8 районах, расположенных в различных природных зонах и подзонах: типичной и южной тундре, лесотундре, крайне-северной и северной тайге. В качестве объектов исследований выбрано 46 почвенных профилей, расположенных в пределах районов исследований. К сожалению, названия районов не выдержаны в одном терминологическом ключе (с. 64, раздел 2.2.). Районы 1-7 названы по типу ММП, район 8 – по типу деятельного слоя. Это упущение или специальный научный умысел, имеющий обоснование. Необходимы пояснения.

Третья глава диссертационной работы (с. 95-115) Д.А. Каверина посвящена методологическим подходам и методам исследования. Здесь, соискатель применяет системный подход: почвенные профили рассматриваются как единые с почвообразующими породами системы, функционирующие в определенных климатических, ландшафтных и геокриологических условиях. При анализе массивов температурных данных использован сравнительно-географический метод в сочетании с исследованием ландшафтных факторов, морфологических и физико-химических свойств почв (Классификация...2004). Измерения температуры почв и подстилающих пород, расчеты и статистический анализ количественных характеристик климата, растительного и почвенного покровов с визуализацией результатов выполнены современными приборами и методами (логгерами Onset Hobo: U-12-008; бурения мерзлых горизонтов (патент № 2673571), георадар «Zond-12E» (Radar Systems, Inc., Латвия) с программным пакетом Prizm 2.60.02., в

программном пакете Erdas Imagine 2014 и ArcGis 9.3, WorldClim 1.0 (Hijmans et al., 2005), Microsoft Excel 2010, IBM SPSS, R, STATISTICA 10.0, Matlab 7.0. При построении цифровых карт почв масштаба 1:100000 автором использованы методы управляемой классификации спутниковых изображений Landsat 7 ETM+ и Quickbird, ALOS PALSAR и цифровых моделей рельефа (ArcticDEM). В представленной работе, авторская (Димо, 1972) и американская системы (Key to Soil Taxonomy, 2014) классификации температурных режимов почв апробированы для анализа температурных данных исследуемых почв естественных геосистем тайги и тундры.

В целом к данной главе, замечаний нет, но для лучшего восприятия и последовательности представления материалов, было бы лучше объединить 2 и 3 главы. Было бы логичнее начинать с методологических подходов и далее дать характеристику объектам и методам исследований.

В четвертой главе диссертации (с. 116-126) автором представлены материалы по строению и свойствам почв и подстилающих пород. Почвы характеризуются отдельно как мерзлотные и сезоннопромерзающие. К первой группе относятся почвы бугристых болот, которые представлены торфяными олиготрофными мерзлотными почвами бугров и оголенных пятен, торфяными олиготрофными почвами мочажин. Группа сезоннопромерзающих почв тундровых геосистем широко распространены в южной тундре и лесотундре на участках, где ММП отсутствуют, либо залегают на глубине несколько метров. Здесь широко распространены глееземы криометаморфические и органо-криометаморфические почвы. Серогумусовые глеевые почвы отличаются наличием поверхностного темного гумусового и глеевого горизонтов, ограниченно распространены под луговыми и травяно-кустарниковыми сообществами на склонах приречных террас. Светлоземы лесных геосистем диагностируются по системе взаимосвязанных подзолистого и иллювиально-железистого горизонтов, сочетающихся с криометаморфическим.

В пятой главе (с. 127-142) диссертации представлены материалы по температурным режимам почв естественных тундровых и лесных геосистем. Здесь показаны ландшафтные и зональные особенности, в зависимости от типов распространения ММП. В первом разделе главы дана характеристика температурному режиму мерзлотных почв тундровых геосистем (южная тундра и лесотундра с не сплошным распространением ММП), во-втором - сезоннопромерзающих почв тундровых геосистем (южная тундра и лесотундра с прерывистым распространением ММП), в третьем разделе - почв многолетнемерзлых бугристых болот (крайне-северная тайга с редкоостровным распространением ММП), в четвертом разделе - сезоннопромерзающих почв лесных геосистем (лесотундра с прерывистым распространением мерзлотных почв, крайне-северная и северная тайга со сплошным распространением сезонномерзлых почв)

В шестой главе (с. 143-177) диссертации рассматривается анализ влияния ландшафтных и климатических изменений на температурные режимы почв. В первом разделе главы проведена оценка влияния ландшафтных изменений на температурный режим почв постагрогенных геосистем (южная тундра с прерывистым распространением ММП), во-втором – почв при эксплуатации зимней дороги (типичная тундра с преимущественно сплошным распространением ММП), в третьем разделе – почв и подстилающих пород при эксплуатации автодороги с цементно-бетонным покрытием (лесотундра с массивно-островным распространением ММП), в четвертом разделе – почв и подстилающих пород котловины термокарстового озера после ее искусственного осушения (южная тундра с преимущественно сплошным распространением ММП), в пятом разделе – оценка влияния микроклиматических изменений на ландшафтные компоненты, температуру и глубину сезонного протаивания почв при полевом эксперименте (лесотундра с прерывистым распространением ММП).

Таким образом, определена региональная специфика влияния климатических и ландшафтных изменений на температурный режим и геофизиологические условия функционирования почв тундровых геосистем при антропогенных воздействиях. Выявлена разнонаправленная реакция изменений температурных и геофизиологических характеристик почв в зависимости от типов геосистем, приводящая как к деградации, так и агроградации многолетнемерзлых горизонтов. Проведение полевых экспериментов показало эффективность при изучении комплексных изменений климатических и ландшафтных условий, обуславливающих изменения температурных режимов почв в регионе. Полученные результаты исследований обеспечивают основу для оценки и прогноза изменений природной среды субарктических регионов. Необходимо отметить, что положительным моментом доказательной базы главы являются оригинальность и наглядность представленных результатов (рис. 27-34).

Седьмая глава (с.178-218) диссертации является самой объемной и посвящена анализу климатических и ландшафтных условий формирования температурного режима почв.

Установленная Д.А. Кавериним пространственная дифференциация почвенно-геокриологических границ взаимосвязана с почвенной зональностью, прослеживающейся в увеличении доли мерзлотных почв к северу, уменьшении мощности СТС и Тп год. Анализ коэффициентов вариации климатических характеристик исследуемых границ показал, что в качестве универсальных маркеров могут быть использованы такие характеристики как индекс сухости D и индекс морозности воздуха. Разработанный соискателем алгоритм позволил дифференцировать ландшафты с сезоннопромерзающими и мерзлотными почвами с различной глубиной залегания ММП, учитывая факторы их функционирования. При геоинформационном анализе СПП центральной части таежно-тундрового экотона установлено, что торфяные мерзлотные почвы с СТС мощностью до 1 м занимают 18%, автоморфные мерзлотные почвы с глубиной залегания ММП от 1 до 3 м – 13%, полугидроморфные мерзлотные почвы с залеганием ММП на глубине 1-2 м занимают около 26 % экотона. Широкое распространение мерзлотных почв обусловлено слабой дренированностью территории и широким распространением массивов бугристых болот на водораздельных пространствах тундры и лесотундры. Сезоннопромерзающие почвы тундровых и лесных геосистем занимают 43% территории экотона.

Статистический анализ климатических условий формирования температурных режимов почв показал, что в течение нынешнего десятилетия не стоит ожидать значительных изменений температурных показателей. Торфяные почвы характеризуются наибольшей температурной устойчивостью, их реакция на изменение климатических показателей в 1,5-2 раза ниже таковой минеральных почв. Экосистемная защита мерзлотных почв бугристых болот обусловлена особенностями зимнего и летнего температурного режима почв. Зимой температурный режим мерзлотных почв бугристых болот больше обусловлен климатическими факторами: при малой высоте снежного покрова и повышенной теплопроводности мерзлого торфа почвы сильно охлаждаются. Летом талые торфяные горизонты становятся эффективным теплоизолятором, формируя экосистемную защиту мерзлотных почв.

Восьмая глава (с. 219-239) диссертации является завершающей, где обобщены материалы по температурному режиму почв и предложен классификационный анализ и географические закономерности. На основании результатов классификационного анализа температурных режимов исследованных почв Д.А. Каверин предложил температурно-мерзлотную компоненту для классификации почв, усиливающую ее режимную составляющую. Основными критериями предлагаемой классификационной компоненты являются: среднегодовая температура почв на глубине 50 см, глубина залегания кровли ММП (при сливающейся мерзлоте соответствует мощности СТС), мощность сезонно-мерзлого слоя (СМС). Применение классификационной компоненты позволило, по мнению соискателя, показать значительную дифференциацию температурных режимов и геокриологических условий функционирования исследованных почв естественных тундровых и лесных геосистем.

В этом вопросе имеются дискуссионные моменты. На климатические и ландшафтные факторы, по диссертанту, более чутко реагирует американская система, т.к. классификационные показатели приводятся для глубины 0,5 м (с. 222). Это мнение автора, которое серьезными аргументами не обосновано. Возможно, это справедливо для мелкоглубинных СТС, но никак не для СТС = 2-3 м, как в Забайкалье и центральной части Якутии. Для мерзлотно-термической характеристики таких мощных СТС и ММП безразлично; эта глубина равняется 0,2 или 0,5 м. Разве, что глубина 0,5 м – подошва зоны суточных теплооборотов. Таким образом, параметры на глубине 0,5 м имеют ограниченное значение, показательны только для мелких СТС тундрово-таежного экотона. Здесь требуется комментарий и пояснение соискателя.

В заключении Д.А. Каверин подводит итоги своих исследований, формулируя основные выводы, полученные при теоретической и практической проработке информативного материала. Выводы вытекают из результатов исследований, вполне согласуются с защищаемыми положениями и не вызывают сомнений в их обоснованности и корректности. Работа выполнена на актуальную тему, с применением современных методов и полученные результаты достоверны. Целый ряд положений диссертации отвечают требованиям новизны. Представленные исследования вносят значимый вклад в систематизацию пространственно-временных взаимосвязей между температурными режимами почв, климатическими и ландшафтными факторами в геосистемах Арктики. На основе предложенных классификационных критериев предложена оценка температурной устойчивости почв, функционирующих в условиях современных климатических и ландшафтных изменений. Обобщение фактического материала позволяет сделать заключение об

относительной температурной устойчивости почв субарктического сектора европейского северо-востока России в условиях современных климатических изменений.

Богатый фактологический материал имеет большое теоретическое значение, лег в основу количественных оценок влияния на пространственно-временную дифференциацию глубины сезонного протаивания почв целого комплекса предикторов, характеризующих климатические с одной стороны и ландшафтные факторы с другой. Выявленные причинно-следственные связи, по всей видимости, неоднозначны и, конечно, многомерны. Только после построения такого базиса автор счел возможным претворить его в оригинальной классификационной системе. Эти данные имеют самостоятельную высокую прогностическую ценность, а значит и практическую значимость.

Выводы содержательны, лаконично в телеграфной форме передают главные моменты из полученных результатов. Претензии на феноменологичность реализованы в попытке разработать многопараметрической классификационной системы.

Теоретические положения и практические выводы используются в учебном процессе для дисциплин «География почв с основами почвоведения» (Коми Государственный Педагогический Институт) и «Геохимия окружающей среды» (Сыктывкарский Государственный Университет). Результаты исследований могут быть использованы при создании моделей циклов углерода, а также предприятиями топливно-энергетического, жилищно-коммунального и строительного комплексов, дорожного хозяйства в Республике Коми и Ненецком автономном округе при оценке состояния компонентов окружающей среды на территории месторождений полезных ископаемых.

Автореферат – аутентичный вариант диссертации, кратко отражает актуальность темы, цель и задачи, основные защищаемые результаты, научную и практическую ценность и основные результаты. Основные положения диссертации опубликованы в многочисленных научных изданиях (монографиях и учебных пособиях, статьях в WoS, Scopus, ВАК и зарегистрированных РИД) и прошли широкую апробацию в всероссийских и международных совещаниях различного ранга.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что работа Д.А. Каверина «ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ ПОЧВ СУБАРКТИКИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЛАНДШАФТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ», является законченным научным исследованием, базирующимся на богатом фактическом материале, имеет, безусловно, научную новизну, значима для науки и практики. Отмеченные выше замечания и предложения, не умаляют очевидных достоинств диссертационной работы.

Поэтому считаю, диссертация соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 ( в ред. Постановлений Правительство РФ от 30 июля 2014 г. № 723 и от 21 апреля 2016 г. № 335), а ее автор, Каверин Дмитрий Александрович, достоин присуждения искомой ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.12 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Официальный оппонент, доктор биологических наук, профессор  
специальность 03.02.13 - Почвоведение

Федеральное государственное бюджетного  
учреждения науки Институт общей и экспериментальной  
биологии Сибирского Отделения Российской академии наук,  
главный научный сотрудник лаборатории географии  
и экологии почв

Куликов Анатолий Иннокентьевич

670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6.  
тел. (3012)43-42-11; факс: (3012) 43-30-44.  
e-mail: ioeb@biol.bscnet.ru, kul-an52@mail.ru сайт: http: igeb.ru

Дата 17 апреля 2022 г.

Подпись заверяю  
Ученый секретарь ИОЭБ СО РАН, к.б.н.

Козырева Л.П.

