

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Хакуновой Елены Мухадиновны «Экологическая оценка естественных и антропогенных горных чернозёмов центрального Кавказа», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15.Экология (биологические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность изучения биологических свойств горных чернозёмов на Центральном Кавказе связана не только с их недостаточной изученностью, но и необходимостью организации научно обоснованного мониторинга состояния почвенного покрова предгорий Центрального Кавказа в условиях изменения климата и роста антропогенного воздействия. Вопросы контроля и оценки изменения биологической активности пахотных почв возникают по мере интенсификации сельского хозяйства и увеличения их площади с высокой степенью агрогенной нагрузки. При сельскохозяйственном использовании устойчивость наиболее продуктивных почв Центрального Кавказа – горных черноземов снижается из-за особых условий, характерных для горных ландшафтов. В научной литературе, конечно, есть описания горных чернозёмов, их физико-химических свойств и генетических особенностей (Молчанов, 2003, 2010; Кумахов, 2007; Молчанов и др., 2017). Однако биологические свойства горно-луговых чернозёмовидных почв до сих пор не были подробно изучены. Биологическая активность почвенного покрова представляет собой важнейшую характеристику, определяющую его экологические функции, устойчивость и способность поддерживать плодородие в природных и аграрных системах. В современных исследованиях она рассматривается как интегральный показатель, отражающий сложный комплекс микробиологических и биохимических процессов, протекающих в почвенной среде (Казеев и др., 2018).

Современные возможности применения ГИС-технологий для формирования картографических моделей, отражающих структуру почвенного покрова и пространственную вариабельность почв в предгорных районах Центрального Кавказа, сопряжены с наработкой и созданием баз данных физико-химических, биологических, генетических характеристик почв.

В связи с вышеизложенным, тема диссертационного исследования Хакуновой Е.М., посвященная комплексной оценке на основе физико-химических и биологических параметров современного состояния, антропогенной динамики и пространственной изменчивости горных чернозёмов и горно-луговых чернозёмовидных почв предгорий Центрального Кавказа, является актуальной, своевременной и весьма перспективной.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Выбор методов исследования базируется на анализе научной литературы и картографических материалах разных лет. Научные положения, вынесенные на защиту, являются обоснованными применительно к почвам горных чернозёмов и горно-луговых чернозёмовидных почв предгорий Центрального Кавказа, и подтверждаются большим объемом собственных экспериментальных данных и анализом архивных картографических материалов.

Проведена статистическая обработка данных с детализацией по классам гранулометрического состава и с учетом выделенных почвенных районов.

Научные выводы, сформулированные в диссертационной работе, в полной мере и адекватно отражают суть представленных научных исследований, являются обоснованными и достоверными, что подтверждается использованием соответствующих методов анализа, статистической обработкой результатов экспериментальных исследований с использованием критериев математической статистики.

Научная новизна и практическая значимость работы. Впервые для горных чернозёмов и горно-луговых чернозёмовидных почв Центрального Кавказа проведены исследования по определению комплекса интегральных эколого-биологических показателей, которые характеризуют интенсивность происходящих в почве микробиологических и биохимических процессов, и позволяющих установить и оценить уровень биологической активности различных подтипов естественных и агрогенных почв. На основе новых сведений о биологических свойствах почв предгорий Центрального Кавказа, с использованием данных дистанционного зондирования и статистических методов, сформирована интерактивная картографическая модель, которая является новым информационным продуктом. Созданная модель состоит из пикселей, которые содержат достоверную информацию о географических координатах, типе (подтипе) почвы и наличии пахотной обработки, а также оценку (низкая, средняя, высокая) 9 почвенных показателей, включая уровень биологической активности на данном участке.

Работа обладает высокой практической ценностью, поскольку может служить базой для дальнейших исследований и получения полной картины разнообразия почв Центрального Кавказа. Представленный в работе оригинальный информационный продукт является эффективным для оценки состояния почвенного покрова и решения целого ряда научных и практических задач. Результаты диссертационного исследования имеют важное значение для развития области прикладной экологии по минимизации негативного воздействия на окружающую среду и улучшения состояния почв.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы, содержащего 267 работ, из которых 69 иностранных источников. Объем работы – 147 страниц, в том числе 35 рисунков и 20 таблиц.

Анализ диссертации по главам. Первая глава диссертации посвящена обзору научной литературы по теме исследования (стр. 11-31) и включает анализ экологических функций почвы как центрального компонента биосферы; описание биологической активности почв, факторов ее формирования и влияния антропогенеза. Отдельные разделы посвящены влиянию условий горного почвообразования на формирование почв Центрального Кавказа; а также историческим аспектам изучения генезиса и свойств горных чернозёмов и горно-луговых чернозёмовидных почв Центрального Кавказа. Описано цифровое почвенное картографирование как инструмент экологического мониторинга территорий.

Во второй главе «Природно-климатические условия почвообразования и почвы района исследований» (стр. 32-50) представлено описание условий почвообразования предгорий Центрального Кавказа, влияние высотно-поясной структуры горных территорий на условия почвообразования. Достаточно подробно описан район исследования в предгорной части Кабардино-Балкарии, который охватывает в предгорьях пояса луговых степей, остепненных лугов и нижнюю границу субальпийского пояса. С использованием архивных картографических материалов автором были выделены и описаны в районе исследования три подтипа горных чернозёмов: обыкновенные, типичные и выщелоченные. Представлено также описание особенностей рельефа Кабардино-Балкарии. Представляют научный интерес материалы раздела «Климатические условия, при которых функционируют горные чернозёмы» в свете происходящих климатических изменений и прогнозируемых экологических рисков.

В главе 3 «Материалы и методы исследования» (стр. 51 - 67) представлены системный, профильно-генетический и сравнительно-географический подходы, общепринятые методики и методы исследования при изучении горных чернозёмов и горно-луговых чернозёмовидных почв Центрального Кавказа. Аналитические методы исследования были использованы для определения таких почвенных параметров, как влажность и плотность почв, рН почвенной суспензии, содержание гумуса; активность 5-ти основных почвенных ферментов (каталазы, дегидрогеназы, инвертазы, уреазы, фосфатазы), а также скорость базального и субстрат-индуцированного дыхания, содержание углерода микробной биомассы. Для определения общего уровня биологической активности диссертант использовала общепринятую методику расчета интегрального показателя эколого-биологического состояния почвы (ИПЭБСП, % отн.). Все полученные данные были обработаны с использованием статистического и корреляционного анализа в программе Statistica 12.0. С помощью дисперсионного двухфакторного анализа (Factorial ANOVA) определена сила влияния разных факторов на изучаемые показатели.

Для разработки интерактивной картографической модели Хакунова Е.М. применила методологический подход с использованием двух информационных блоков: для «внешней» информации – совокупности данных дистанционного зондирования, и для обучающей выборки, представляющей собой весь комплекс фактических сведений о почвах, полученный в результате полевых и лабораторно-аналитических исследований.

Комплекс методических подходов, используемых в работе, соответствует современному уровню исследований, и свидетельствует о достаточно высокой квалификации диссертанта.

В главе 4 диссертации «Современное состояние и антропогенная динамика различных подтипов горных черноземов Центрального Кавказа» (стр. 68-83) представлены авторские данные по динамике физико-химических, биохимических и микробиологических показателей в профилях естественных и агрогенных горных черноземов, и оценке влияния пахотного использования почв на физико-химические, биологические параметры и общее экологическое состояние горных черноземов. Это позволило диссертанту составить целостное

представление о функционировании почвенной системы, как в естественном состоянии, так и в условиях многолетнего пахотного воздействия. Доказано по анализу деятельности почвенных ферментов, что определённое снижение интенсивности биохимических процессов в пахотных горизонтах наблюдается для всех сравниваемых значений. Установлено, что в результате пахотного использования горных черноземов происходит снижение всех представленных микробных характеристик, т.е. происходит ухудшение состояния почвенных микробных сообществ и снижение численности микроорганизмов в агрогенных почвах. Это было подтверждено и данными по снижению содержания углерода микробной биомассы в обрабатываемых почвах, хотя значения в пахотных горизонтах было достаточно высоким благодаря природному потенциалу горных чернозёмов.

В главе 5 «Современное состояние горно-луговых черноземовидных почв Центрального Кавказа» (стр. 92-101) описана динамика физико-химических и биологических параметров в профилях различных подтипов естественных горно-луговых черноземовидных почв, где хозяйственное использование отсутствует или минимально воздействует на почвенный покров, и дана экологическая оценка их состояния. Автор связывает очень высокое содержание и запасы гумуса в профилях этих почв с обилием органических остатков богатой разнотравно-злаковой растительности. Речь идёт о естественных биогеоценозах с плотной хорошо развитой дерниной, для которых данные скорости базального и субстрат-индуцированного дыхания, а также содержания и запасов углерода микробной биомассы подтверждают активную деятельность и стабильное функционирование почвенных микробоценозов.

Совокупность всех полученных материалов диссертационного исследования позволило Хакуновой Е.М. составить представление об особенностях формирования биологических свойств почв предгорий Центрального Кавказа, и создать основу базы данных. Для того, чтобы актуализировать все собранные сведения и отобразить пространственное варьирование контролируемых показателей и общего уровня биологической активности в естественных и пахотных почвах исследуемых территорий, была сформирована интерактивная картографическая модель, описанная в главе 6 «Пространственное моделирование физико-химических и биологических показателей состояния горных чернозёмов и горно-луговых чернозёмовидных почв Центрального Кавказа» (стр 102-126).

В модели пространственной изменчивости физико-химических и биологических параметров естественных и агрогенных почв были использованы данные по кислотно-щелочным условиям, содержанию гумуса и углерода микробной биомассы, скорости базального дыхания, активности почвенных ферментов и общего уровня биологической активности исследуемых почв.

Выполненное исследование интегрирует эмпирические данные с комплексом «внешних» переменных, обработанных посредством методов дискриминантного анализа. К числу этих переменных отнесены 102 показателя, охватывающие мультиспектральные отражательные характеристики геосистем (23 параметра), морфометрические параметры рельефа, выделенные на различных

иерархических уровнях (60 параметров), а также климатические индексы (19 параметров).

Разработанная Хакуновой Е.М. многослойная (9 слоёв) интерактивная картографическая модель отражает пространственную структуру и свойства почвенного покрова предгорий Центрального Кавказа в пределах Кабардино-Балкарии. Каждый слой данной модели содержит информацию о вариабельности одного из ключевых почвенных параметров, характеризующих физико-химические и биологические характеристики верхнего почвенного горизонта (0–20 см), учитывая влияние пахотного использования и принадлежность почв к определённым классификационным категориям.

Убедительно показано, что в условиях естественных биогеоценозов максимальное влияние на варьирование моделируемых почвенных параметров вносят внешние данные, описывающие рельеф исследуемой территории. А в искусственных агросистемах, помимо этих данных, в процесс моделирования существенный вклад вносит информация, полученная на основе многоканальных сканерных снимков, так называемые «вегетационные индексы». Они описывают влияние различных факторов, связанных с особенностями растительного покрова, такими как тип растительности, продуктивность биомассы, активность транспирации и др.

Хакуновой Е.М. проведена верификация картографических моделей и предложена интерактивная картографическая модель почвенного покрова предгорной части Центрального Кавказа. Верификация – проверка качества и адекватности полученных моделей – является завершающим этапом проделанной работы, позволяющим установить, насколько фактические данные совпадают с предсказанными в созданной модели. В диссертационной работе результаты совпадения фактических данных с предсказанными в моделях составляют 65–80% (согласно данным, представленным в таблице 20 диссертации).

Следует заметить, что в положении 3, выносимом на защиту, указано, что «Созданная интерактивная картографическая модель адекватно (средняя точность 68%)...», а в выводе 4 приведено «...при этом точность воспроизведения значений оцениваемых показателей варьирует в пределах 65–85%».

Таким образом, в ходе диссертационного исследования был собран значительный объём фактических данных, на основании которых разработаны рабочие модели пространственного распределения показателей, отражающих биологическую активность почв. Разработанные модели, созданные с применением апробированной методики, демонстрируют высокую степень точности, и позволяют отразить пространственную дифференциацию целого комплекса параметров, включая интегральную оценку уровня биологической активности, на площади 1785 км². Существенным преимуществом предложенного подхода является его гибкость и возможность последующей адаптации: модели могут быть дополнены новыми параметрами и усовершенствованы за счёт повышения точности. Повышение достоверности результатов возможно при увеличении объёма обучающей выборки, а также за счёт систематического проведения мониторинговых исследований, обеспечивающих своевременное обновление и верификацию накопленных данных.

Представленная интерактивная картографическая модель может быть востребована как инструмент мониторинга, оценки и контроля за состоянием почвенного покрова предгорий Центрального Кавказа и база данных, содержащая сведения о естественных (слабоповреждённых) почвах. Она также может быть использована для решения ряда практических административно-хозяйственных задач, при кадастровой и рыночной оценке земель; землеустроительных и мелиоративных работах; планировании агротехнических мероприятий.

При рассмотрении диссертационной работы возникли некоторые вопросы:

1. В первой задаче исследования планировалось: «изучить изменчивость физико-химических и биологических показателей в профилях естественных и агрогенных горных чернозёмов...», а в первом выводе приводятся результаты анализа «...изученных параметров биологической активности». В этой связи хотелось бы уточнить, какие физико-химические показатели исследуемых почв были проанализированы, были ли выявлены изменения, какие из этих показателей заложены в базу данных интерактивной картографической модели?

2. В диссертационной работе указано, что все экспериментальные исследования выполнены в лаборатории почвенно-экологических исследований Института экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН. Вопрос об аккредитации лаборатории, и подтверждении протоколами результатов аналитических исследований, которые далее были использованы для создания базы данных?

3. Во втором положении, выносимом на защиту, отмечено, что «...установленные интегральные показатели эколого-биологического состояния свидетельствуют о сохранении ими высокого природного потенциала, который может стать основой для развития туристско-рекреационной сферы в экономике региона». Какие направления в этой сфере имеет в виду автор?

4. В диссертации приведены данные большого объема полевых и лабораторных исследований, использования большого количества разнонаправленных методик, в том числе математического моделирования и верификации разработанной интерактивной картографической модели. Поэтому возникает вопрос о доле личного участия автора, владении им всеми указанными методиками?

Заданные вопросы ни в коей мере не подвергают сомнению достоверность результатов и выводов рассматриваемой диссертации и носят уточняющий характер.

Общее заключение. Диссертация Хакуновой Елены Мухадиновны является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные результаты, сделанные выводы и сформулированные положения научно обоснованы, достоверны, подтверждены значительным фактическим материалом и его статистической обработкой, имеют существенную научную значимость и практическую ценность. Работа написана грамотным научным языком, хорошо иллюстрирована и соответствует уровню требований, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автореферат диссертации достаточно полно отражает содержание диссертации.

Результаты исследования представлены на российских и международных научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 32 научные работы, в том числе 4 – в журналах, включенных в перечень периодических научных изданий ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 8 статей – в научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования.

Следует отметить, что содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 1.5.15 – Экология (биологические науки) в части исследований по пункту 10. Антропогенное воздействие на популяции, сообщества и экосистемы. Биологические эффекты загрязнения среды токсичными веществами. Разработка экологически обоснованных норм воздействия хозяйственной деятельности человека на живую природу.

Диссертационная работа и автореферат отвечают требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в ЮФУ» (№66-ОД от 29.03.2024 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Хакунова Елена Мухадиновна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки).

Официальный оппонент:

доктор биологических наук по специальностям:
03.00.16 – экология и 03.02.03 – микробиология,
профессор, заведующий кафедрой

«Экология и техносферная безопасность»

СГТУ имени Гагарина Ю.А.

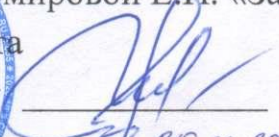

25.11.2025

Тихомирова Елена Ивановна

Подпись д.б.н., профессора Тихомировой Е.И. «Заверяю»

Ученый секретарь Ученого совета

СГТУ имени Гагарина Ю.А.


25.11.2025

Потапова А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)

Почтовый адрес: 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, корпус 5.

Телефон: (8452)-998530; 8-905-3230419; e-mail: tichomirova_ei@mail.ru.