В диссертационный совет ПДС 2021.002
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора сельскохозяйственных наук, профессора, профессора кафедры «Агрохимия и агроэкология» биоэкологического факультета ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева» **Титовой Веры Ивановны** на диссертацию Гукалова Виктора Владимировича на тему «Диагностика направленности изменений свойств почв и управление плодородием на основе окислительно-восстановительного состояния основных типов почв Европейской части России», представленной к защите на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Актуальность темы.

Плодородие почвы в значительной степени определяется её окислительно-восстановительным (ОВ) состоянием – соотношением и динамикой изменения окисленных и восстановленных форм железа, марганца, хрома, азота, серы, углерода и других химических элементов. Именно ОВ-режимы контролируют трансформацию и минерализацию органического вещества, подвижность элементов питания и тяжёлых металлов, процессы глееобразования, оглеения, слитогенеза, а, значит, напрямую влияют на агрономические свойства почв. Однако в практике земледелия этот показатель до сих пор почти не используется: прогнозирование и управление плодородием строятся преимущественно на данных о кислотности, гумусе и содержании питательных элементов.

Актуальность темы определяется несколькими обстоятельствами.

Изменение климата, рост среднегодовых температур и перестройка режима увлажнения в Европейской части России, которые меняют водно-воздушный режим почв, в том числе и их ОВ-состояние. Направленность этих изменений на основных типах и подтипах почв региона (дерново-

подзолистых, серых лесных, чернозёмах, каштановых, болотных и пойменных) изучена фрагментарно, хотя именно она определяет устойчивость плодородия в долгосрочной перспективе.

Интенсификация земледелия, расширяющиеся мелиорации, орошение, внесение органики и известкование, применение минеральных удобрений и различных почвообрабатывающих технологий прямо воздействуют на редокс-процессы. Без диагностики ОВ-состояния невозможно оценить, приведут ли эти меры к деградации (подкисление, оглеение, потеря гумуса) или к повышению плодородия.

Кроме того, с методологической точки зрения для агропочвоведения и агрохимии необходимо выработать единую систему индикаторов и пороговых значений ОВ-состояния, пригодных для рутинной диагностики и картографирования. Существующие в настоящее время методы (Eh-измерения, показатели Fe^{2+}/Fe^{3+}, Mn^{2+}, NO_3^-/NH_4^+) применяются разрозненно и не сведены в практическую схему управления.

Продовольственная и экологическая безопасность. С учётом задачи сохранения и воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения и предотвращения деградации почв (в том числе с учетом государственной политики в области рационального землепользования) диагностика редокс-состояния становится реальным инструментом раннего выявления неблагоприятных изменений – задолго до видимых потерь урожайности.

Таким образом, тема диссертационного исследования актуальна как для науки, поскольку направлена на установление закономерностей динамики ОВ-состояния основных типов почв Европейской части России под влиянием природных и антропогенных факторов, так и на развитие теоретических представлений о редокс-регуляции почвенных процессов. При этом для сельского хозяйства создаётся основа для системы диагностики и практического управления ОВ-режимом почв: дифференцированных режимов орошения и мелиорации, регулирования минерального и органического

питания, прогноза устойчивости плодородия и предотвращения деградации пахотных земель, урожайности и качества продукции.

Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций.

В диссертационной работе впервые экспериментально доказано и количественно охарактеризовано влияние комплекса агроклиматических условий, а также химических и физико-химических свойств почв на формирование оптимальных значений окислительно-восстановительного и кислотно-основного (pH) состояния почвенных систем.

Впервые установлены дифференцированные оптимумы окислительно-восстановительного и кислотно-основного состояния для различных типов почв и сельскохозяйственных культур; показана их пространственная изменчивость в зависимости от положения почвенного контура в рельефе, а также вертикальная дифференциация оптимумов по генетическим горизонтам в пределах одного почвенного профиля.

Разработана и апробирована методологическая схема комплексной оценки взаимосвязей показателей pH, Eh и комплекса почвенных свойств с учётом временной динамики; полученные зависимости впервые систематизированы как основа для диагностики направленности изменений почвенного состояния и прогнозирования трансформации плодородия.

Предложен и обоснован комплекс новых методических подходов к оценке окислительно-восстановительного и кислотно-основного состояния почв, адаптированных для использования в схемах мониторинга и прогнозного моделирования агроэкологических режимов, проведена оценка содержания положительно и отрицательно заряженных аэроионов, газоразрядной визуализации, систем обратной связи с оценкой фотосинтеза биотестов, определение содержания положительно и отрицательно заряженных комплексных соединений поливалентных катионов.

Получены и систематизированы эмпирические данные по окислительно-восстановительному и кислотно-основному состоянию основных типов почв

Европейской части России; на их основе выявлены региональные закономерности пространственно-временной изменчивости редокс- и кислотно-основных параметров, отражающие специфику зонально-провинциальных условий и антропогенной нагрузки.

Ценность полученных результатов для науки и практики.

На основании анализа массива многолетних экспериментальных данных автором разработана система диагностики направленности изменений свойств почв и управления плодородием, основанная на новых способах регулирования кислотно-основного и окислительно-восстановительного состояния почв, включающая:

- применение регуляторов ОВ-состояния почв и растений, различных комплексонов органических лигандов с заданной константой устойчивости образуемых комплексов с катионами Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Cr^{2+}, Cr^{3+}, Cr^{6+} Al^{3+}, других ионов;

- использование гуматов, полученных из отходов сельскохозяйственного производства, с заданными функциональными свойствами;

- реализацию эффектов синергизма при поглощении корнями катионов и анионов и антагонизма при поглощении ионов одного знака заряда;

- оптимизация комплекса других свойств почв посредством внесения биофильных элементов и некорневых подкормок в условиях неблагоприятных кислотно-основных и окислительно-восстановительных режимов;

- регулирование скорости и интенсивности дернового процесса почвообразования и оглеения средствами агротехнических приёмов.

При оценке трансформации свойств почв под влиянием кислотно-основного и ОВ-состояния предложено совместное рассмотрение обратных связей в системе «свойства почв – окислительно-восстановительный режим» с использованием аппарата регрессионного анализа. На материале длительных полевых опытов на дерново-подзолистых почвах Подмосковья и обыкновенных чернозёмах Краснодарского края экспериментально

обоснована перспективность применения органических удобрений с высокой комплексообразующей способностью: их использование обеспечило получение урожайности пшеницы 90 ц/га в условиях Краснодарского края и 50 ц/га в Московской области.

Диссертация написана по классической схеме и состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, заключения и предложений производству.

Во введении обоснованы актуальность темы и степень её разработанности; сформулированы цель и задачи исследования, положения, выносимые на защиту; охарактеризованы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, личный вклад автора, а также сведения об апробации полученных результатов.

В первой главе представлен аналитический обзор современного состояния изученности окислительно-восстановительного (ОВ) и кислотно-основного состояния почв как интегральных показателей их генезиса, эволюции и агроэкологического состояния. Показано, что данные состояния определяются совокупностью почвенных свойств, процессов и режимов, взаимосвязи которых носят пространственно-временной характер. Подчёркнута тесная сопряжённость кислотно-основного и ОВ-состояния почв, растений и микрофлоры. Обзор литературы логически завершается постановкой задач собственного исследования.

Во второй главе охарактеризованы объекты и условия проведения опытов, изложены методики исследований, использованное аналитическое оборудование, государственные стандарты. Здесь же автором описаны методические подходы, им разработанные.

В главах 3-9 изложены экспериментальные результаты по фракционному составу окислительно-восстановительных и кислотно-основных систем почв; дана оценка кинетики соответствующих реакций в зависимости от состава систем. Обоснована информативность буферной ёмкости почв, дифференцирующейся в кислотно-основном и окислительно-

восстановительном интервалах для разных почв, как показателя их генезиса и плодородия. Установлено, что буферная ёмкость в кислотно-основном интервале характеризует агроэкологическое состояние почв и выступает в качестве параметра для отдельных таксономических единиц.

Важно отметить, что диссертантом рассмотрено кислотно-основное равновесие в почвах и его влияние на протекающие в них окислительно-восстановительные процессы. Показано, что кислотно-основные режимы закономерно изменяются во времени и в пространстве вместе с кислотно-основными и ОВ-свойствами, что обусловливает соответствующую динамику почвенного плодородия и иных почвенных процессов. Установлена тесная связь кислотно-основного состояния почв с комплексообразованием катионов Ca, Mg, Fe, Mn, Cr, Al с лигандами водорастворимого органического вещества разлагающихся растительных остатков: в кислой среде проявляются эффекты протонирования комплексов, в щелочной — гидратообразования. Показано, что внесение удобрений и мелиорантов изменяет кислотно-основное и ОВ-состояние почв, причём степень этих изменений дифференцирована по элементам мезорельефа (плато, склоны, выположенные участки). Влияние извести и гидроксида кальция на подвижность поливалентных катионов также неодинаково на различных элементах рельефа.

Практическое значение представляет рассмотрение автором трансформации кислотно-основного и ОВ-состояния почв под влиянием растительного покрова и водорастворимых продуктов минерализации растительных остатков. Показано, что указанные состояния обусловлены видовым разнообразием и химическим составом растительности, поглощением растениями элементов, составом продуктов разложения корневого и надземного опада, а также водным режимом почв. При промывном типе водного режима основания выносятся из верхней толщи, что сопровождается подкислением почвы; при непромывном – продукты разрушения алюмосиликатов аккумулируются в верхней части профиля, обеспечивая нейтрализацию.

Результатом экспериментальных данных явилось представление интегральной оценки ОВ-состояния, охватывающей почвы, растения, микроорганизмы, почвенные растворы и испарения из почв, с учетом информационного и энергетического аспектов оценки. Показано, что среди свойств, определяющих ОВ-состояние почв, приоритетное значение имеет идентификация фракционного состава окислительно-восстановительных систем и ОВ-буферной ёмкости почв.

В заключительных главах экспериментальной части охарактеризованы изменения ОВ-состояния почв в процессе их оглеения. Избыточное увлажнение приводит к изменению величин pH и Eh: при промывном водном режиме почвы подкисляются, при непромывном – подщелачиваются. Изменение pH сопровождается трансформацией содержания в почвах водорастворимых катионов и анионов. Установлено, что изменение кислотно-основного и ОВ-состояния почв определяется совокупностью факторов: избирательным поглощением элементов почвами и растениями, поступлением веществ из атмосферы с осадками, при внесении удобрений и мелиорантов, экзометаболизмом растений (соединений с выраженными кислотно-основными и ОВ-свойствами), миграцией этих веществ по профилю, а также влиянием перечисленных факторов на микробиологическую активность и последующую деструкцию органического вещества почвы.

Кроме того, автором обобщены результаты и выполнена энергетическая оценка кислотно-основного и ОВ-состояния почв. Энергетическая оценка ОВ-состояния идентифицируется по величинам Eh, rH_2 и pH; автором предложена дополнительная оценка по содержанию положительно и отрицательно заряженных соединений, определяемых методом химической автографии на основе электролиза и методом газоразрядной визуализации, а также по содержанию оксидантов и антиоксидантов. Информационная оценка ОВ-состояния характеризует взаимосвязи редокс-состояния со свойствами почв и их изменение по почвенному профилю. Показано, что с ростом pH содержание

водорастворимых Ca и Mg возрастает, содержание Fe снижается; увеличение Eh сопровождается уменьшением содержания водорастворимых Fe и Mn.

В заключительной девятой главе обобщены результаты исследований и представлены приёмы управления ОВ- и кислотно-основным состоянием почв на основе парных показателей и уравнений корреляции. Установлено, что выявленные закономерности определяются не только климатическими условиями, но и сочетанием почвенных свойств, положением в рельефе и типом водного режима. Развитие подзолообразования и временного избыточного увлажнения ведёт к подкислению почв; развитие дернового процесса почвообразования способствует их нейтрализации. Показано, что при соблюдении севооборотов, рациональной обработке и оптимальной системе удобрений на дерново-подзолистых почвах даже при отрицательном балансе K, Ca и Mg величины pH и Eh стабилизируются.

В заключении, выводах и предложениях производству обобщены результаты исследований. Автором разработана система методов, расширяющих оценку кислотно-основного и ОВ-состояния почв с учётом их химического состава, физико-химических свойств, а также процессов и режимов трансформации, миграции и аккумуляции вещества и энергии. Сформулированные практические рекомендации конкретны, технологически реализуемы и внедрены на практике. Материалы диссертационной работы имеют существенное научное и прикладное значение для диагностики направленности изменений свойств почв и управления плодородием.

Подтверждение опубликованных основных результатов диссертационного исследования в научной печати.

По материалам диссертационной работы опубликовано 78 научных трудов, из них 25 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ по научной специальности, 22 статьи в других журналах из списка ВАК, 9 статей в РИНЦ, 18 статей в материалах конференций, 4 монографии.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации.

Автореферат диссертационного исследования полностью отражает содержание, актуальность, новизну и значимость полученных результатов.

Сформулированные в автореферате положения в полной мере отражают целостность и завершенность проведенного исследования.

Содержательных недостатков, которые могли бы снизить положительную оценку выполненного исследования, в работе не обнаружено.

Замечания по работе.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1) первая глава диссертации носит название «Литературный обзор», что смущает. Не правильнее ли назвать эту главу «Обзор литературы»?
2) в некоторых таблицах нет горизонтальной прографки, что затрудняет соотнесение численных значений ровно к тому показателю, по той строке, для которой они предназначены. В качестве примера можно назвать таблицы 9,13, 24 (в работе она ошибочно пронумерована как 43), 25-29, 33, 38, 56, 79, 80, 90 и др.;
3) к сожалению, в заголовке большинства таблиц, или в тексте до них, не указаны годы проведения экспериментов (опытов) и получения конкретных результатов, приводимых в таблицах, что осложняет последовательность восприятия авторских данных из разных глав, разделов и подразделов;
4) текст внутри отдельных глав, при переходе от одной обобщающей мысли к другой, редко разделяется визуально видимыми приёмами (жирность, подчеркивание, курсив, пробел …), отчего нарушается последовательность восприятия текста. Особенно это затрудняет чтение автореферата;
5) в главе практически нет описания собственно постановки модельных лабораторных и/или лабораторно-вегетационных опытов, описаны только методы лабораторного анализа и получения конечных данных. Но для принятия результатов, убежденности в достоверности полученных данных следовало бы указать подробнее условия

постановки экспериментов, краткие сведения об используемых в исследованиях удобрениях (например, по птичьему помету – назвать форму, влажность, содержание основных элементов питания… и пр.);

6) полевые опыты в работе описаны более подробно, но и по ним есть один общий вопрос. При их описании автор ссылается на исследования (например, агрохимическое обследование, но не только…) других авторов, причем проведенных до начала работы автора над своей диссертацией, т.е. до 2016 г. Вопрос: а непосредственно перед проведением модельных экспериментов с почвой, отобранной на делянках полевых опытов, были ли проведены дополнительные исследования по оценке разных почвенных параметров, как минимум – основных показателей плодородия?

7) с учетом внесения в почву разных форм органосодержащих материалов хотелось бы уточнить, как быстро на какую величину можно изменить и в дальнейшем регулировать окислительно-восстановительное и связанное с ним кислотно-основное состояние, а также физико-химические характеристики почвы? Для агрономов-практиков это имеет важное значение.

Высказанные замечания носят рекомендательный и уточняющий характер, не затрагивают концептуальных положений и итоговых выводов диссертационного исследования и не влияют на его научную и практическую значимость.

Заключение:

Диссертационное исследование Гукалова Виктора Владимировича на тему «Диагностика направленности изменений свойств почв и управление плодородием на основе окислительно-восстановительного состояния основных типов почв Европейской части России» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной проблемы диагностики направленности изменений свойств почв Европейской части России на основе окислительно-восстановительного

состояния и управления плодородием, имеющей важное значение для агропромышленного комплекса Российской Федерации.

Диссертационное исследование в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, согласно п. 2.1 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного Ученым советом РУДН 22 января 2024 г., протокол № УС-1, а ее автор, Гукалов Виктор Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Официальный оппонент

доктор сельскохозяйственных наук по специальности
06.01.04 – агрохимия, ДК № 013795, 11.12.1998 г.,
профессор по кафедре агрохимии и агроэкологии,
ПР № 004853, 17.03.1999 г.,
профессор кафедры «Агрохимия и агроэкология»
ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева

Титова Вера Ивановна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Нижегородский государственный
агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева»
(ФГБОУ ВО НГАТУ им. Л.Я. Флорентьева), биоэкологический факультет.
603107, Российская Федерация, г. Нижний Новгород,
пр. Гагарина, 97, корп.1, НГАТУ.
Тел. 8 (831) 214-33-49 доб. 356; e-mail: titovavi@yandex.ru

11.11.2026 г.

Подпись Титовой В.И. заверяю

Зав. канцелярией _____ / Гущина Ю.П.
(подпись)

М.П.