

ОТЗЫВ

Официального оппонента

на диссертационную работу **Рыбалкиной Екатерины Игоревны**
на тему: **«Влияние внесения донных отложений водоемов бассейна
Дона на экологическое состояние почв Юга России»**,
представленную на соискание ученой степени кандидата
биологических наук по специальности **1.5.15 – Экология (биологические
науки)**

Актуальность темы диссертационного исследования. В настоящее время в Азово-Донском бассейне активно реализуется Программа развития портов, сопряженная с изъятием, перемещением и дампингом больших масс грунта. Эти работы сочетают в себе экономический эффект (например, рост грузооборота) и экологические риски, связанные с воздействием на водные и прибрежные экосистемы. Существенное снижение объемов дноуглубительных работ или их приостановка невозможны, так как они является жизненно важной потребностью функционирования портов. Дноуглубление ежегодно приводит к извлечению миллионов тонн донных отложений (ДО). Если раньше их рассматривали исключительно как отходы, подлежащие захоронению, то сегодня в рамках экономики замкнутого цикла ДО признаются ценным вторичным сырьем. Однако для водоемов бассейна Нижнего Дона комплексные исследования, сочетающие геохимическую характеристику ДО с оценкой их долгосрочного влияния на биологические свойства контрастных типов почв Юга России, ранее не проводились. Особый научный и практический интерес представляет ремедиационный потенциал ДО, который позволит их использовать в качестве эффективных и недорогих мелиорантов при загрязнении почв тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Таким образом, диссертационное исследование Е.И. Рыбалкиной, нацеленное на восполнение указанных пробелов, обладает высокой актуальностью.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Диссертационная работа представляет собой комплексное исследование, характеризуется обоснованностью методологического подхода и логической взаимосвязанностью и взаимообусловленностью полученных результатов. Автор грамотно определил объекты исследования, включив в работу репрезентативную выборку зональных почв Юга России, различающихся по своим физико-химическим свойствам (содержанию гумуса, гранулометрическому составу и буферной емкости). Методологический

комплекс, объединяющий биохимические и токсикологические подходы, отвечает передовым стандартам экологии и почвоведения. Использование валидных методов параметрической и непараметрической статистики обеспечивает высокую надежность полученных выводов.

Основные результаты и выводы проведенного Екатериной Игоревной исследования сформулированы в защищаемых положениях.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций обусловлены использованием современных методов обработки большого объема данных, лабораторными модельными экспериментами и полевыми опытами. Автором проведено 6 серий экспериментов на 6 типах почв, использованы ДО из 7 водных объектов, проанализировано более 20 показателей. При проведении исследований применялись сертифицированные методики. Статистическая значимость различий оценивалась с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим применением апостериорного критерия Тьюки, а также критерия Краскела–Уоллиса с последующими попарными сравнениями с помощью критерия Данна. Взаимосвязь между признаками определялась методами корреляционного анализа Пирсона или Спирмена соответственно. Дополнительно рассчитывался индекс устойчивости эффекта (ISE). Воспроизводимость результатов обеспечена многократной повторностью экспериментов (6–9-кратная биологическая повторность).

Результаты работы получены диссертантом лично, они докладывались и обсуждались на российских и международных научных мероприятиях, а также опубликованы в 4 рецензируемых журналах из перечня ВАК.

Научная новизна исследований, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Целью диссертационной работы является изучение влияния внесения донных отложений водоемов бассейна Дона на экологическое состояние почв Юга России. **Научная новизна.** Работа представляет собой одно из первых масштабных междисциплинарных исследований ДО водоемов бассейна Нижнего Дона, включая комплексную оценку их влияния на биологическое состояние широкого спектра зональных почв Юга России. Автором обоснованы оптимальные и пороговые дозы внесения ДО для различных типов почв и выявлены лимитирующие факторы применения (засоление, дисбаланс ферментативной активности, почвоспецифическая чувствительность). Впервые экспериментально показано, что активность дегидрогеназы является устойчивым дозозависимым маркером эффекта, сохраняющимся в последствии в течение не менее двух лет, а инвертаза служит высокочувствительным индикатором нарушений функционирования почвенной микробиоты. Впервые экспериментально

изучен потенциал ДО при восстановлении контрастных почв (чернозема и серопесков) от загрязнения нефтью и тяжелыми металлами (хромом, свинцом). Данная работа открывает новые возможности для биоремедиации нарушенных земель не только Юга России, но и других регионов со сходными климатическими и почвенно-экологическими условиями.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, выводов и списка литературы. Работа изложена на 196 страницах машинописного текста, содержит 33 рисунка и 25 таблиц. Список литературы включает 205 источников, в том числе 90 на иностранных языках.

Содержание диссертационной работы, её завершённость, публикации автора.

Во введении Екатериной Игоревной обоснованы выбор тематики исследования и актуальность проблемы; обозначены объект и предмет исследований; сформулированы цель и основные задачи исследования; описаны теоретическая и практическая значимость работы, ее научная новизна, основные защищаемые положения; показан личный вклад автора; приведены научные мероприятия, где проходила апробация работы; представлены сведения о соответствии диссертации паспорту специальности.

В первой главе «Донные отложения как объект экологического мониторинга и вторичный ресурс для агроэкосистем» на основе анализа большого объема литературных и фондовых данных приведен обзор отечественной и зарубежной литературы.

Автором рассмотрены генезис, классификация и экологические функции ДО, детально проанализированы химический состав, вопросы загрязнения и методы оценки качества. Особого внимания заслуживают разделы, посвященные использованию ДО в сельском хозяйстве (обобщен как мировой, так и российский опыт) и их ремедиационному потенциалу. Первая глава содержит общую характеристику бассейна реки Дон и почвенного покрова Юга России.

Язык изложения – научный и грамотный. Автором наряду с работами, ставшими классическими, проанализировано довольно большое количество источников, опубликованных в течение последних пяти лет. В целом, в проведенном литературном обзоре показана степень изученности темы, выявлены нерешенные проблемы, обоснована актуальность проведенного диссертационного исследования.

Текст обзора интересно было бы дополнить анализом карт распределения донных осадков Азовского моря, включающих Таганрогский залив, построенных по результатам тотальной литологической съемки (Матишов и др., 2008; 2010; 2012 и др.), выявить наличие изменений в ДО за

последние 20 лет. Кроме того, интересно было бы осветить в литобзоре перспективы изменения ДО Азово-Донского бассейна с учетом вселения и успешной натурализации здесь чужеродной полихеты-детритофага *Marenzelleria neglecta* Sikorski & Bick, 2004 (червь активно участвует в перераспределении загрязняющих веществ в ДО и на границе дно–вода).

Вторая глава «Объекты и методы исследования» содержит детальную характеристику объектов (6 типов почв, 7 водных объектов) и включает 6 схем модельных и полевых опытов. Особого внимания заслуживает методология оценки ремедиационного потенциала ДО (опыт №6). Статистический раздел выполнен корректно и включает современные подходы к обработке экологических данных. В главе представлены карты-схемы отбора проб на различных водных объектах и карты изъятия образцов почв, используемых в опытах.

В целом, в главе отражены общие возможности использования комплекса современных методов исследований по оценке влияния различных факторов на состояние почв.

Замечания по главе 2:

1. В разделе 2.3 (стр. 73-79) при описании пересчета доз ДО с т/га на массу в вегетационном сосуде автор использует для всех почв единое значение массы пахотного слоя (2400 т/га). Однако для почв разного гранулометрического состава объемная масса существенно различается. Оказывает ли это обстоятельство влияние на точность моделирования доз для песков и чернозема?

2. В опыте №6 по ремедиации загрязненных почв (табл. 8) автор использует нефть, оксид свинца (PbO) и дихромат калия ($K_2Cr_2O_7$). Однако PbO и $K_2Cr_2O_7$ имеют разную растворимость и подвижность в почве. Не влияет ли это на прямую сопоставимость результатов ремедиации для разных загрязнителей?

3. В главе не приведено пояснение, почему в качестве фитотеста в опытах были использованы выбранные сельскохозяйственные культуры (и конкретные сорта). При этом некоторые уточнения по выбору растений для фитотестов (например, озимая пшеница) представлены в Главе 4.

В качестве рекомендации для последующих исследований – интересно бы было оценить влияние уникальных специфичных для понто-каспийского бассейна ДО (корофиидные илы – зоогенные осадки, формируемые в результате жизнедеятельности ракообразных из семейства Corophiidae) на почвы Юга России. На рассматриваемой акватории они распространены в пределах дельты Дона и Таганрогского залива.

Третья глава «Характеристика донных отложений водоемов бассейна Дона» охватывает результаты оценки содержания основных оксидов, тяжелых металлов и микроэлементов, полициклических ароматических углеводородов в донных осадках исследуемых водоемов и водотоков. Автором показано, что ДО характеризуются нейтральной и слабощелочной реакцией среды. По солености ДО являются маломинерализованными и кальциевыми. Суммарный показатель загрязнения Z_c не превышает 6,6, что соответствует допустимой категории. Выявлены локальные превышения цинка (до 4 ПДК) и отдельных ПАУ (флуорен, фенантрен) относительно канадских нормативов ISQG. Проведена оценка пригодности ДО по ГОСТ Р 54000-2010. В целом, глава дает объективную характеристику ДО и обосновывает возможность их использования в качестве органоминерального мелиоранта при условии входного контроля.

Замечания по главе 3:

1. В таблицах 10–17 представлен обширный фактический материал по содержанию оксидов и тяжелых металлов в ДО. Однако отсутствует обобщающая статистика (среднее, медиана, размах варьирования) по каждому из водных объектов, что затрудняет оценку регионального фона и межобъектных различий.

2. В описании опыта №3 (стр. 75–76) автор указывает, что «20 марта 2024 г. провели подкормку пшеницы в стадии кущения аммиачной селитрой...». Это оправдано практической направленностью, но, как мне кажется, при интерпретации ферментативной активности стоит учитывать возможное взаимодействие данного удобрения с ДО.

Глава 4 «Влияние донных отложений на экологическое состояние почв, песков» является центральной и наиболее объемной. Автор последовательно анализирует влияние ДО на ферментативную активность (дегидрогеназа, инвертаза), эмиссию CO_2 , фитотоксичность и урожайность на шести типах почв. Продемонстрирована почвоспецифичность отклика. Чернозем показал наибольшую устойчивость (оптимальная доза 100-200 т/га), пески потребовали высокой дозы 500 т/га для мелиоративного эффекта, а бурая лесная почва оказалась наиболее чувствительной, с признаками фитотоксичности уже при 100 т/га. Автором убедительно обоснованы пороговые дозы, превышение которых приводит к дисбалансу ферментативных систем (падение инвертазы при росте дегидрогеназы) и угнетению роста растений. В результате проведенных экспериментов доказана ключевая роль гранулометрического состава и буферных свойств почвы в формировании экологического эффекта донных отложений.

Замечания по главе 4:

1. В опыте с последствием (Глава 4, раздел 4.2, рис. 18) на горохе автором зафиксировано сохранение эффекта ДО через 2 года. Однако в тексте не указаны агротехнические условия содержания делянок в этот период (обработка почвы, внесение удобрений, полив). Без этой информации оценка длительности последствия не является полностью корректной.

Глава 5 «Оценка ремедиационного потенциала донных отложений» представляет наибольший практический интерес. Автором на контрастных типах почв (чернозём и серопески) убедительно продемонстрировано, что внесение донных отложений способствует частичному восстановлению биологической активности почв, загрязнённых хромом, свинцом и нефтью. Наиболее выраженный восстановительный эффект зафиксирован для серопесков, что обусловлено их низкой буферной способностью; для чернозёма этот эффект минимален. Ключевым результатом является установленная зависимость ремедиационного эффекта от типа загрязнителя: максимальное восстановление отмечено для хрома (рост ИПБС с 36 до 80 % в серопесках), минимальное – для свинца (с 89 до 95 %). Автором обоснованы основные механизмы ремедиационного действия – сорбция токсикантов тонкодисперсной фракцией, подщелачивание среды карбонатами и стимуляция микроорганизмов органическим веществом донных отложений. Показано, что максимальный эффект от внесения ДО достигается в наиболее нарушенных биотопах.

Замечания по главе 5:

1. В экспериментах с нефтяным загрязнением автор фиксирует значительное усиление эмиссии CO_2 в вариантах с ДО (рис. 25). В тексте это интерпретируется как активизация биodeградации. Однако не рассматривается альтернативное объяснение – ускоренная минерализация самого органического вещества донных отложений, а не нефти. Как автор дифференцирует эти два процесса?

Глава 6 «Информативные показатели биологического состояния почв» является синтезирующей и методически ценной. Автором проведено ранжирование биологических показателей по информативности на основе корреляционного анализа. Обоснованно показано, что наиболее универсальным и стабильным индикатором является активность дегидрогеназы ($r = +0,78...+0,99$, $p < 0,001$), а инвертаза ($r > 0,9$ с ростовыми показателями) и длина корней являются чувствительными маркерами дисбаланса. Предложен комплексный подход к оценке состояния почв при внесении ДО. Далее диссертантом предложен перечень рекомендаций по оптимизации доз для различных типов почв (табл. 25).

Выводы (стр. 166–169) изложены в шести пунктах. Они отражают основные количественные и качественные результаты, подтверждены основным содержанием работы и привязаны к защищаемым положениям. Сделанные выводы имеют как фундаментальное, так и прикладное значение.

Список литературы (стр. 170–196) включает 205 источников, из которых 90 на иностранных языках. Доля зарубежных публикаций за последние 5 лет свидетельствует о широкой источниковедческой базе и хорошем знании автором современного состояния проблемы.

Аннотация диссертации соответствует содержанию работы и отражает ее основные результаты и положения.

Общее заключение. Диссертационная работа Е.И. Рыбалкиной является завершенным, самостоятельным научным исследованием, выполненным на высоком уровне. Рукопись написана литературным языком (мелкие опечатки), хорошо иллюстрирована. Для работы характерна четкая методология: разработана и апробирована схема лабораторных и полевых экспериментов, корректно использованы статистические методы (ANOVA, корреляционный анализ, индексы). Диссертация характеризуется высоким уровнем научной новизны, имеет комплексный характер и выраженную практическую значимость – обоснование экологической безопасности и агрономической эффективности использования донных отложений водоемов бассейна Дона в качестве органоминерального мелиоранта для почв Юга России, а также оценку их ремедиационного потенциала. Исследование отличается глубоким анализом, логичным изложением материала и убедительной аргументацией выводов.

Указанные выше замечания не являются принципиальными, носят, в основном, дискуссионный характер и не снижают положительной оценки рассматриваемой диссертационной работы, которая представляет собой законченное самостоятельное научное исследование.

Полученные автором результаты имеют существенное значение для экологии, почвоведения и сельскохозяйственной практики. Разработанные рекомендации могут быть использованы при экологическом сопровождении дноуглубительных работ и при обосновании применения ДО в качестве удобрения и мелиоранта.

Таким образом, по своей актуальности, научной новизне, объему и качеству экспериментального материала, теоретической и практической значимости диссертационная работа Рыбалкиной Екатерины Игоревны «Влияние внесения донных отложений водоемов бассейна Дона на экологическое состояние почв Юга России» полностью соответствует требованиям пункта 2 «Положения о присуждении ученых степеней в Южном

федеральном университете» (№62-ОД от 27.03.2026 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки).

Официальный оппонент:

Булышева Наталья Ивановна,
кандидат биологических наук
(03.00.27 – почвоведение,
03.00.16. – Экология (биологические науки)),
ведущий научный сотрудник лаборатории
гидробиологии Отдела океанологии и
географии Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
«Федеральный исследовательский центр
Южный научный центр Российской академии наук»



07 сентября 2026 г.

Полное наименование организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской
академии наук», почтовый адрес места работы 344006, г. Ростов-на-Дону, пр.
Чехова д.41, сайт: <https://www.ssc-ras.ru/>, рабочий e-mail: bulysheva@ssc-ras.ru,
рабочий телефон: (863) 250-98-13 (добавочный 202).

