ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Харитонова Александра Эдуардовича на тему «Разработка методологического подхода для определения фитотолерантности к токсическому воздействию поллютантов с использованием гидропоники как модельной среды» представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15 – Экология (технические науки)

Диссертационная работа А.Э. Харитонова посвящена решению актуальной научно-технической задачи – разработке методологического подхода к количественной оценке фитотолерантности высших растений к токсическому воздействию поллютантов с использованием гидропоники как стандартизированной модельной среды. Актуальность темы обусловлена высокой техногенной нагрузкой на почвы в зонах влияния горнодобывающих и нефтегазовых предприятий, где превышения ПДК тяжёлых металлов достигают 30 и более раз, а также отсутствием в действующей нормативной базе количественных критериев для обоснованного подбора растений для биологического этапа рекультивации.

Научная новизна исследования заключается в следующем. Автором обоснован методологический подход, основанный на использовании гидропоники как модельной среды, устраняющей влияние неконтролируемых факторов почвенной среды и обеспечивающей точное установление пределов фитотолерантности. Впервые в единых стандартизированных условиях получены численные значения пределов фитотолерантности ($LimP_H$) для восьми видов растений к шести типам поллютантов, характерных для почв в зонах влияния горнодобывающих и нефтегазовых предприятий. Установлено, что наибольшей толерантностью обладает горчица сарептская (Brassica juncea): $LimP_H$ (Cd) = 60 мг/л, $LimP_H$ (Ni) = 40 мг/л, $LimP_H$ (Zn) = 690 мг/л, $LimP_H$ (Hg) = 105 мг/л. Впервые предложен и экспериментально обоснован коэффициент пересчёта «k» (0,66–4 л/кг), позволяющий с точностью около 75 % переносить лабораторные гидропонные данные в почвенные эквиваленты. Экспериментально подтверждено положительное влияние хелатирующего агента ЭДТА на смещение предела фитотолерантности высших растений к тяжёлым металлам (на 35–40 %).

Теоретическая значимость работы состоит в обосновании гидропоники как стандартизированной модельной среды для оценки фитотолерантности, а также в установлении количественных закономерностей реакции растений на поллютанты, что дополняет научные основы прогнозирования состояния растительных сообществ при биоиндикационном мониторинге. Практическая значимость подтверждается разработкой и внедрением методологии гидропонного эксперимента, позволяющей определять пределы фитотолерантности за 14–38 суток (в 2,4–4,9 раза быстрее почвенных методов) с коэффициентом вариации 10–15 %. Разработан и зарегистрирован программный комплекс «PhytoRemediator» (*свидетельство № 2026615895*), содержащий базу данных более 150 видов растений, 11 регионов РФ, 11 типов почв и 10 классов поллютантов. Результаты работы внедрены в деятельность производственного кооператива «Модуль» (*акт о внедрении от 12.11.2025*), использованы в просветительских лекциях «ПроАгро Лекторий» от ПАО «ФосАгро» и в учебном процессе кафедры ЮНЕСКО «Зелёная химия для устойчивого развития» РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Достоверность результатов обеспечена применением сертифицированного оборудования, трёхкратной повторностью экспериментов, использованием стандартизированных методик (ГОСТ Р 70575, ГОСТ Р ИСО 22030) и современных методов статистической обработки (дисперсионный и регрессионный анализ). Разброс значений между повторными опытами не превышал 23 %. Корреляционный анализ 60 пар значений гидропонных и почвенных пределов толерантности выявил статистически значимую связь ($r = 0,89$, $p < 0,01$). Полученные данные согласуются с литературными источниками.

По автореферату имеются следующие вопросы и замечания. Во-первых, из материалов автореферата не до конца понятно, каким образом выбирались тест-культуры для экспериментальных серий – использовались ли какие-либо критерии (например, принадлежность к функциональным группам фитомелиорантов) или выбор основывался исключительно на литературных данных об их контрастной фитотолерантности. Во-вторых, в автореферате приведены значения коэффициента пересчёта «k» (от 0,66 до 4 л/кг) для трёх типов почв. Чем обусловлен столь широкий диапазон варьирования и какие факторы (помимо типа почвы) оказывают наибольшее влияние на величину этого коэффициента. В-третьих, при описании программного комплекса «PhytoRemediator» указано, что база данных включает более 150 видов растений; желательно уточнить, все ли эти виды прошли экспериментальную верификацию в рамках данной работы, или часть данных была заимствована из литературных источников.

Вместе с тем указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы, носят уточняющий характер и могут быть учтены в дальнейших исследованиях. Автореферат написан научным языком, удачно иллюстрирован и снабжён табличным материалом, его структура логична и соответствует содержанию диссертации. Положения, выносимые на защиту, аргументированы и подтверждены экспериментальными данными.

Таким образом, автореферат диссертации в полной мере раскрывает содержание проведённого исследования; диссертационная работа Харитонова Александра Эдуардовича представляет собой завершённую самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, обладающую достаточной научной новизной и практической значимостью, отвечающую критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (утверждённым приказом от 14.09.2023 г. № 103 ОД в действующей редакции), а её автор – Харитонов Александр Эдуардович – заслуживает присуждения ему искомой учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15 – Экология (технические науки).

Доктор биологических наук по специальностям 03.00.16 — Экология и 03.00.07 «Микробиология», профессор, заведующий кафедрой «Экология и техносферная безопасность» Института урбанистики, архитектуры и строительства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Елена Ивановна Тихомирова

«21» сентября 2026 г.

410008, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, корпус 5
(8452) 99-85-30, ecology@sstu.ru

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

Заместитель начальника управления кадров

[redacted]

21.09.2026