

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Белик Александры Александровны «Миграция пестицида циантранилипрола в суглинистых почвах: экспериментальные исследования и математическое моделирование», представленную на соискание ученой кандидата биологических наук по специальностям 06.01.03 – «Агрофизика» и 03.02.08 – «Экология» (биологические науки)

**Актуальность темы.** Диссертационная работа А.А. Белик представляет собой актуальную научную работу, имеющую большое практическое значение как в области агрофизики, так и в экологии. Действительно, применение пестицидов в почвах требует научно обоснованного расчета их передвижения по почвенному профилю и периода взаимодействия пестицидов с твердой фазой почвы с целью определения дозы внесения препаратов в оптимальный момент времени. Для этого необходимо знать свойства пестицида и гидрофизические свойства почвы, ответственные за количественное описание в них движения пестицида. С другой стороны, пестициды представляют собой агрохимикаты, нередко токсиканты, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на окружающую среду, в том числе и на здоровье человека. Таким образом, применение пестицидов в сельском хозяйстве имеет все признаки важной экологической проблемы. Именно вследствие этих направленностей работы, с одной стороны, – агрофизической, с другой стороны – экологической, работа Белик весьма современна, актуальна и практически значима. Безусловно, применение разного рода агрохимикатов в современном интенсивном сельскохозяйственном производстве будет возрастать, поэтому все более точными и строго количественными должны быть расчеты передвижения пестицидов в почвах, время их действия и мобильность с учетом возможности попадания их в поверхностные и грунтовые воды. Расчет вероятности рисков возникновения неблагоприятных событий, которые могут возникнуть при применении пестицидов, является актуальной научной задачей. На её решение направлены в последнее время большое количество математических, физически обоснованных моделей движения веществ в почвах, которые открывают новую прогностическую страницу в современной агрофизике. В этом отношении диссертационная работа Белик А.А. представляет собой немалый практический интерес. Он связан с тем обстоятельством, что в ней рассматриваются не только физико-химические основы взаимодействия пестицидов с почвой, но и математические методы описания этих процессов с помощью физически обоснованных моделей, которые начинают применяться в современном интенсивном сельскохозяйственном производстве и при экологических расчетах риска.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна.** В обоснованности целей и задач работы, используемых автором методов, убеждает приведенный в работе литературный обзор проблемы применения пестицидов в современном сельском хозяйстве. А.А. Белик рассмотрела проблему миграции пестицидов в различных аспектах, указав при этом, что наиболее важное и актуальное значение в настоящий момент представляет собой научно обоснованный прогноз движения пестицидов в почвах с учетом процессов их сорбции, переноса по макропорам и трещинам, по так называемым

«преимущественным путям переноса вещества». Как справедливо подчеркивает автор, такие «преимущественные пути» переноса свойственны тяжелосуглинистым почвам, с развитой структурой, при наличии педов и межпедного порового пространства и «преимущественных путей» миграции по макропорам, которые проявляется в наибольшей степени в суглинистых почвах в случае их набухания и усадки при иссушении. Исследования агрофизические особенности такого рода переноса по «преимущественным путям» миграции являются актуальной задачей в области агрофизики, которая может быть решена на количественной основе физических законов переноса веществ по мезо- и макропорам, составляющих ядро современных физически - обоснованных математических моделей. Следует отметить, что в работе были поставлены задачи, решение которых позволили автору успешно достичь заявленной цели диссертационной работы. Поставленным задачам работы соответствуют и выводы, которые достоверны, логично вытекают из экспериментальных данных и отражают основные моменты диссертационного исследования. Экспериментальные результаты статистически обработаны и достоверны, что придает работе обоснованность с возможностью разностороннего использования различными статистическими методами, а также методами прогнозного математического моделирования и физически обоснованного прогнозирования.

**Научная новизна.** В результате выполненных исследований получены функциональные зависимости давления почвенной влаги от влажности, - основная гидрофизическая характеристики для основных горизонтов почв, которые определялись с помощью различных экспериментальных методов. Обработка результатов по основной гидрофизической характеристике с помощью уравнения Ван - Генухтена позволила автору использовать экспериментально полученные зависимости в расчетных прогнозных моделях, что является существенным преимуществом работы. Автор значительную часть исследований посвятил экспериментальному изучению важнейшего гидрофизического показателя, - шага смешения, который до настоящего времени остается во многих случаях вне экспериментального поля работ подобного рода. Это, несомненный, прогрессивный и важный научный шаг в направлении совершенствования экспериментальных процедур с целью получения шага смешения, особенно в полевых условиях в ненарушенных почвах. Так, автор доказал, что получение в полевых условиях значений шага смешения, составивших 2-22 см, для моделирования миграции пестицида циантранилипрола в агродерново-подзолистой почве привело к уменьшению ошибки прогноза, в отличие от рекомендованного в стандартных сценариях модели PEARL значения. Это, безусловно, важный вклад в научное и практическое значение работы.

Рекомендовано экспериментальное обеспечение для наилучшего описания процесса влаго- и солепереноса и моделирования его в программах PEAR и MACRO, в том числе определение эффективности для прогноза миграции пестицидов в различных погодных условиях.

**Практическая значимость.** Результаты исследования могут быть использованы: для управления применением пестицидов, режимами орошения и осушения при научно обоснованном ведении сельскохозяйственного производства, а также при прогнозе распространения пестицидов в ландшафте, - важнейшей задаче экологически безопасного использования агрохимикатов.

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа имеет классическую структуру научной диссертации. Она состоит из введения, 3 глав, заключения, списка литературы из 105 наименований, из которых 61 – на иностранном языке, и приложения. Она содержит 128 страниц, включает 31 таблицу, 40 рисунков и 13 формул.

**Анализ содержания работы.** В работе представлена интересная и весьма содержательная методическая часть, в которой автор сравнивает методы определения шага смещения, - важного агрофизического параметра экспериментального обеспечения прогнозных математических моделей. Автор предлагает новые подходы к методике определения этого параметра в полевых и лабораторных условиях, что является важным методическим достижением работы. В следующих главах автор уделяет большое внимание сравнению расчётных по моделям результатов с результатами полевых опытов, а также опыта в натуральных условиях с Большими лизиметрами Почвенного стационара МГУ, которые позволили ему проследить весь путь миграции внесенного пестицида и попадания его в лизиметрические воды. Этот раздел чрезвычайно интересен и важен для математического описания явления переноса пестицидов в почве. Это значимый этап работы, - этап сравнения расчетных и экспериментальных данных, который нередко отсутствует в работах по применению расчетных процедур и моделей в агрофизике и экологии. Результаты и выводы, приведенные в диссертации, согласуются с современными представлениями в данном направлении исследований. Содержание диссертационной работы в полной мере отражено в автореферате.

Таким образом, к несомненным достоинствам работы можно отнести то, что она выполнена на высоком теоретическом и современном методическом уровне, содержит большой и новый экспериментальный материал, статистически обработанный и достоверный. Автором предложен новый метод определения важного агрофизического параметра почвы, - шага смещения, в полевых и лабораторных условиях, что позволило автору заметно увеличить точность и адекватность описания моделями миграции пестицида в естественных условиях. Во всей работе Александра Александровна постоянно сравнивает и анализирует полученные ей данные с результатами исследований как других специалистов, так и с собственными экспериментальными и расчетными данными, что также является достоинством работы.

Особо необходимо отметить тот факт, что работа прошла серьезную апробацию. Всего по теме исследования опубликовано 25 научных работ, в том числе 20 публикаций в материалах конференций различного уровня, - в т. ч. международных, и в пяти журнальных статьях, из них три статьи в рецензируемых журналах из списка RSCI, Web of Science и Scopus.

При тщательном ознакомлении с диссертацией возникли ряд вопросов, которые можно отнести к разряду полемических, не затрагивающих сути изложенных в диссертации материалов. Среди них:

1. Не совсем понятно, зачем в диссертации представлены серогумусовые почвы, ведь в названии диссертации указано, что она посвящена миграции пестицида циантранилипрола в суглинистых почвах? Остается предполагать, что автор решил проверить свои научные диссертационные защищаемые положения и на почвах более легкого гранулометрического состава? Так ли это? Кроме того,

такого типа почв в современной классификации как в России, так и в Международной (WRB, 2014) не представлено.

2. Автор в литературном обзоре (стр. 28) указывает, что «... в России в процессе разработки и регистрации пестицидов обязательна их экологическая оценка, которая базируется на двух ключевых понятиях: оценке опасности и оценке риска». Это, безусловно, правильно и совершенно точно. Но далее автор не указывает, какова экологическая опасность использования циантринилипрола? Как она оценивалась?

3. Не совсем ясно, почему дерново-подзолистые почвы Больших лизиметров стационара МГУ называются модельными?

4. Автор в диссертации приходит к выводу о том, что параметр солепереноса, обозначаемый как шаг смещения, характеризует описание неравности фронта движущегося раствора. В связи с этим возникает вопрос, если этот параметр отвечает за формирование преимущественных путей миграции, то, вероятно, увеличение этого параметра в так называемых «хроматографических моделях» может привести к возможности описания внутрпочвенного переноса пестицидов с преимущественными потоками влаги?

5. В главе 3.3.3. «Томографический анализ», чрезвычайно интересной и новой как по приборному, так и методическому обеспечению, приводятся данные о строении порового пространства почв, как основного транспортного пути передвижения пестицидов. Однако автор не указывает, на чем основана бинаризация объектов исследования, т.е. разделение твердой фазы и порового пространства? Какие параметры автор использовал для бинаризации объекта исследований?

Вопросы редакционного плана:

1. В табл.10 на стр. 59 автор приводит параметры уравнения Ван Генухтена с точностью до четвертого знака после запятой. Разве возможно определить влажность почвы (она тоже представлена в таблице с такой точностью) в реалии с такой точностью?

2. На рис. 6 (стр. 61) приведена чувствительность используемой математической модели, основанная на анализе концентрации пестицида в подпочвенном (лизиметрическом) стоке. Такова же была бы последовательность параметров модели в отношении ее чувствительности, если бы она проверялась на другом параметре, например, на концентрации пестицида в некотором слое почвы?

3. Приведенные в табл.17 (стр. 96 диссертации) статистики (дисперсия и др.) при их использовании требуют указаний на нормальность распределения. По всей видимости, в этом случае автору следовало бы использовать непараметрические методы статистики.

Указанные замечания не снижают общей, высокой оценки работы, она актуальна, имеет большое научное и практическое значение. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам на соискание Ученой степени кандидата биологических наук. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 03.02.08 – «Экология» (по биологическим наукам), и 06.01.03 – «Агрофизика», а также критериям, определенным п.2.1-2.5 Положения о присуждении Ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Работа оформлена, согласно пунктам 5, 6 Положения О диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.

Ломоносова. Таким образом, соискатель Белик Александра Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 06.01.03 – «Агрофизика» и 03.02.08 – «Экология».

Официальный оппонент:

Доктор биологических наук (03.00.16 – «Экология» и 03.00.27 «Почвоведение»), профессор, заведующий кафедрой биологии и почвоведения химико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Русанов Александр Михайлович  
29.10.2019

Контактные данные:

Тел.: +7 3532 77 67 70

E-mail: bio@mail.osu.ru

Адрес места работы: ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», химико-биологического факультет, кафедра биологии и почвоведения, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13.

Подпись заведующего кафедрой биологии и почвоведения, доктора биологических наук, профессора Русанова Александра Михайловича заверяю:

Главный ученый секретарь – начальник отдела  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»  
доктор технических наук, профессор



Фот А.П.