

## **Отзыв**

официального оппонента, доктора технических наук, профессора

Хомякова Дмитрия Михайловича

на диссертацию Захаряна Юрия Гайказовича «Оценка эффективности адаптации агротехнологических решений к пространственно-временной неоднородности сельскохозяйственных земель», представленную на соискание ученой степени

доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.03 - агрофизика

**Актуальность темы исследования.** С начала нашего века агропромышленный комплекс – один из самых быстрорастущих секторов глобального рынка, на него приходится около 10 % мирового ВВП. Сельское хозяйство превратилась в элемент интегрированной производственно-сбытовой цепочки. Это позволяет сейчас обеспечить продовольствием растущее население Земли и снять остроту социально-экономических проблем. Пока понятной альтернативы данному механизму не существует, хотя очевидны его издержки и растущее воздействие на окружающую среду. Все этапы производства, переработки и реализации товарной продукции, сегодня характеризуются высочайшей степенью индустриализации, концентрации, интеграции, глобализации и «цифровизации».

Новые развивающиеся направления объединены под терминами «Digital Agriculture» и «Smart Design». Сюда относится и инновационная агрокультура, рациональное природопользование, и те знания, которые реализуются в создании, апробации и применении природоохранных, ресурсосберегающих агротехнологий. Отсюда вытекает набор теоретических и практических задач, которые поставил перед собой диссидентант - Юрий Гайказович Захарян, а также направления и пути их решения, которые он предложил и обсудил в рецензируемой работе.

Отмечен растущий спрос на данные дистанционного зондирования земель и почв (ДЗЗП). Нужны методики и новые решения для мониторинга посевов: картирование согласно вегетационным индексам, выявление распространения болезней и вредителей, создания 3D моделей местности, автоматизированный учет изменение биомассы и высоты растительного покрова и т.д.

Потребность в данных ДЗЗП увеличивается вследствие интенсификации сельского хозяйства и стремлении автоматизировать решение ряда задач по эффективному управлению производством. Аграрному сектору требуется классифицировать, инвентаризовать и оценить состояние угодий, возрастают необходимость контроля за целевым использованием земель и потребность во внутрихозяйственном землеустройстве. В этом заключается ближайший, не в полной мере использующийся сейчас, резерв повышения урожаев и валовых сборов ведущих культур. Потенциал агрохимических средств (удобрений, мелиорантов, средств защиты растений и т.д.) близок к исчерпанию, генетический потенциал сортов (без ГМО технологий) – ограничен. Поэтому земледелие, адаптированное к ландшафту, является, по сути, системой перераспределения баланса и потоков тепла и влаги и их оптимальным использованием в агроценозах. Для него требуется контурно-мелиоративная организация территории и подбирается уникальный набор агротехнологических приемов. При этом решаются важнейшие задачи обеспечения экологической безопасности, охраны и воспроизводства плодородия почв.

**Целью исследования** диссертационной работы являлось создание методических основ и алгоритмов принятия эффективных агротехнологических решений на неоднородных по почвенно-климатическим условиям сельскохозяйственных территориях в рамках пространственно-временного континуума ( $D \times T$ ).

В соответствии с этим диссидентом были поставлены следующие задачи: 1) Разработать классификацию основных вариантов (стратегий) планирования агротехнических мероприятий на неоднородных по агрометеорологическим показателям территориях; 2) Разработать принципы и алгоритмы построения оптимальных недифференцированных стратегий хозяйственного планирования, учитывающих пространственно-временную геостатистику агрометеорологической неоднородности территории; 3) Обосновать принципы построения и оценки потенциальной эффективности частично дифференцированных стратегий; разработать методику выбора рационального уровня дета-

лизации решений, дифференцируемых по градациям варьирующего почвенно-климатического фактора; 4) Разработать комплекс математических моделей и алгоритмов для оценки потенциальной эффективности пространственной дифференциации агротехнических решений с учетом геостатистического анализа; 5) Разработать методику учета антропогенной неоднородности территории, возникающей вследствие случайных колебаний заданного технологического режима при реализации агротехнологии; 6) Обосновать модели формирования информационной базы данных для оценок дифференциации агротехнологий с учетом пространственно-временной структуры.

**Степень обоснованности, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** Положения диссертационной работы Захаряна Юрия Гайказовича, выносимые на защиту: методика нахождения эффективных стратегии хозяйственного планирования с учетом геостатистических адаптаций и характеристик агрометеорологической неоднородности сельскохозяйственных земель; комплекс математических моделей и алгоритмов, позволяющих оценивать потенциальную эффективность пространственно-временной дифференциации агротехнологии; методика учета антропогенной неоднородности сельскохозяйственных территорий, возникающей вследствие случайных колебаний заданного технологического режима при реализации агротехнологии - представляются оригинальными.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** диссертационной работы обосновываются следующим. Захаряном Юрием Гайказовичем при ее написании использованы математический аппарат, принципы и методические подходы, соответствующие поставленной цели и задачам исследования. Проведены модельные эксперименты и получены объективные данные, достоверность которых подтверждена, в том числе и методами статистики. Диссертант продемонстрировала владение математическим аппаратом и способность проанализировав обобщить полученные результаты, сформировать выводы диссертационной работы.

**Научная новизна.** Захаряном Юрием Гайказовичем сформулирована научная новизна работы, относящаяся к разработке математических моделей и алгоритмов и их использованию при проведении численных (модельных) экспериментов и расчетов.

**Практическая значимость работы.** Полученные в работе методические результаты в настоящее время используются в Агрофизическом научно-исследовательском институте как элемент обоснования дифференцированных технологий точного земледелия.

**Структура и содержание диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и списка литературы, изложена на 272 страницах, включает 16 таблиц, 73 рисунка и 3 приложения. Библиографический список состоит из 226 источников, из них 32 иностранных.

Во «Введении» обоснована актуальность, степень разработанности темы, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы цель, задачи исследования, которые следует решить для ее реализации, научная новизна, методология и методы исследований, а также основные положения, выносимые на защиту.

Диссертация содержит следующие главы:

1) Моделирование пространственной дифференциации агротехнических решений по факторам продуктивности; 2) Методика частично дифференцированной стратегии (ЧДС); 3) Численное моделирование эффективности дифференциации агротехнологии; 4) Влияние пространственной вариабельности на интенсивность агротехнологических воздействий; 5) Формирование информационной базы для оценок эффективности дифференциации агротехнологий.

Выводы обобщают результаты исследований, представленных в данной диссертационной работе.

### **Замечания по диссертационной работе.**

Захарян Юрий Гайказович отказался от традиционной схемы построения диссертационной работы, включающей предварительный обзор открытых

литературных источников по изучаемой проблеме и обязательный раздел «Объекты и методы исследований» с последующим обсуждением собственных результатов.

Конкретные объекты и методу исследования в одном специальном разделе не обозначены, что весьма необычно для работ, представляемых на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук.

При чтении работы трудно понять, где заканчивается анализ результатов ранее проведенных другими авторами исследований, и что собственно сделано самим диссертантом.

На странице 15 диссертации присутствует текст (цитата): «Проанализированы и интерпретированы результаты исследований и сделаны соответствующие выводы при участии научного консультанта». Данные действия должен осуществлять исключительно лично диссертант, поскольку именно это является подтверждением его научной квалификации и возможности присвоения искомой степени.

Большую часть содержания работы представляет описание математического аппарата, применяемого автором, неких алгоритмов, анализа полученных функциональных зависимостей и т.д. Поэтому, на наш взгляд, она могла бы получить более объективную оценку на диссертационном совете, где рассматриваются работы, представленные на соискание ученых степеней доктора технических или физико-математических наук. Как следует из автореферата, сам автор является кандидатом технических наук (1987) с темой работы: «Методы принятия оптимальных решений на неоднородных по агрометеорологическим условиям сельскохозяйственным территориям».

Согласно тексту работы, анализируемые автором зависимости должны быть, по меньшей мере, трехмерными, поскольку речь идет о моделировании пространственно-временных процессов (это заложено в самом названии диссертации), при этом ее текст содержит только двумерные графики без разметки карт и схем с учетом времени или других осей - температуры и прочих изучаемых факторов.

На ряде графиков не приведены источники используемой информации.

Работа, представленная на соискание степени доктора наук на весьма актуальную тему, широко изучающуюся в мире, содержит всего 32 ссылки на используемую зарубежную литературу, причем с 1971 по 2011 годы, из более поздних ссылок есть только одна - Q. Zhang, 2015.

Кафедра земледелия и агроэкологии факультета почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова много лет изучает пространственную неоднородность почвенного и растительного покрова. Основателем данного направления и соответствующей научной школы является профессор Е.А. Дмитриев. Сейчас активно работают его ученики - известные в стране и за рубежом специалисты В.П. Самсонова и Ю.Л. Мешалкина (<https://istina.msu.ru/profile/samver/>; <https://istina.msu.ru/profile/MeshalkinaJL/>). К сожалению, Захарян Юрий Гайказович не использует достижения и результаты исследований, полученные в последние годы в Московском университете и не ссылается на современные актуальные результаты ученых, напрямую относящиеся к теме представленной им к защите работе.

В настоящее время применение методов геостатистического анализа данных в экологии, природопользовании, почвоведении и сельском хозяйстве с использованием для расчетов различных имеющихся пакетов программ три-виальный факт.

В работе автор неоднократно подчеркивает, что делает это впервые, что не соответствует действительности. На странице 7 диссертации есть утверждение (цитата): «В силу ряда объективных причин, специалисты агрономического профиля сегодня недостаточно знакомы с идеями геостатистики. Это касается как мирового опыта, так и в особенности отечественной агрономии, где геостатистические исследования присутствуют лишь в очень малой степени. Учитывая это, первая часть работы посвящается основным идеям геостатистики, которые обсуждаются в связи с задачами агрономии. Во второй части показаны возможности использования геостатистического подхода для

описания пространственной неоднородности сельскохозяйственных полей и решения некоторых важных проблем точного земледелия».

Достаточно указать на ряд известных работ ученых АФИ – академика РАН В.П. Якушева и чл.-кор. РАН В.В. Якушева.

Институт в 2010 году опубликовал методическую работу «Вариограммный анализ пространственной неоднородности сельскохозяйственных полей для целей точного земледелия». На нее, к сожалению, Захарян Юрий Гайказович так же не ссылается.

Ссылки на работы Сидоровой Валерия Александровна, в том числе и на ее диссертацию «Геостатистический анализ пространственной неоднородности сельскохозяйственных полей для целей точного земледелия», защищенную в АФИ в 2011 присутствуют. У неё были похожие объекты исследования.

Для обучения студентов этому виду анализа уже много лет существуют учебники и пособия, например «Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R): Учебное пособие» / А.А. Савельев, С.С. Мухарамова, А.Г. Пилюгин, Н.А. Чижикова. – Казань: Казанский университет, 2012. – 120 с.

Статистический и геостатистический анализ данных сейчас неразрывно связан с ГИС-технологиями и входит в их пакет отдельным блоком.

Автор так же не указывает, имелись ли различные (агрохимические, агрометеорологические, почвенные и т.д.) геопространственные данные для выбранных полигонов и объектов? Какая ГИС использовалась для их хранения и обработки информации, если таковая была? Как формировались слои, проводился векторный или растровый анализ и т.д. Предложений так называемых «настольных» ГИС на рынке сейчас достаточно много. Практически все они изначально включают встроенный модуль геостатистического анализа данных. Без их использования современная оценка состояния полей и земельных участков вообще уже не проводится. Именно на их основе создаются информационные продукты для поддержки принятия хозяйственных решений, в том

числе агрономами. Они уже созданы и функционируют в системе агрохимслужбы страны. Опыт ее центров - Белгородского, Ростовского, Московского и др. активно обсуждается на конференциях, представлен в научной печати.

Автор не приводит ссылку на использованные пакеты программ для расчета и построения вариограмм, если таковые осуществлялись, а также для построения картограмм пространственного распределения изучаемых показателей.

В разделе 3.5 описываются попытки установить критерии дифференциации и оценить неоднородность и пестроту почвенного покрова. Из контекста понятно, что для этого вероятно использовались космические снимки территорий. Однако их характеристики и характеристики съемки не приводятся, включая разрешение. Не указываются технологии обработки снимков, программные продукты, применяющиеся для этого.

Не обосновывается выбор конкретного индекса NDVI из почти трех десятков существующих его разновидностей и еще десятка аналогичных, но использующие другие области спектра.

Не приводятся данные по возделываемым культурам – многолетним травам. Отсутствует оценка степени засоренности посевов, без которой даже корректное использование вегетационных индексов приводит к существенным ошибкам.

В работе (стр. 169) приведена формула NDVI, при этом дальше на рисунке 3.10 указана шкала от 0 до 1. Следовательно, анализ данных автор проводил, используя нормированный индекс, что делать неправомерно, поскольку искажаются результаты оценки.

Рисунок 3.11 диссертации (аналогично рисунок 7 автореферата) содержит информацию изменения состояния растений за вегетационный период на полигоне ЗАО «Мельниково», т.е. изменение индекса NDVI. Приведенные границы нуждаются в пояснении, каким образом они были получены?

Из текста работы Захаряна Юрия Гайказовича не всегда следует, проводил ли он верификацию опытных данных сам и в каком объеме были выполнены

нены эти работы. Между тем использование широко распространенных известных ГИС систем - qGIS, ArcGIS и т.д. позволило бы это качественно и быстро сделать.

Не всегда приведены результаты сравнения расчетных данных автора с аналогичными, полученными вследствие прямых измерений. Большинство исходных данных, используемых автором, не приведено в диссертации, несмотря на наличие трех приложений.

В автореферате на странице 32 есть ссылка на таблицу 3.1, которая отсутствует в тексте.

Третье положение научной новизны (страница 5 автореферата, и 13 диссертации), а именно (цитата): «введено понятие оптимальной недифференцированной стратегии и нахождение условий, при которых такая стратегия существенно более эффективна, чем ориентация на пространственно осредненные агрометеорологические условия, и условий, когда она незначительно уступает дифференциированному планированию. На основании этого можно заключить, когда и в каких случаях пространственная дифференциация целесообразна и когда она нецелесообразна», на наш взгляд, содержит стилистические ошибки.

Глава 5 называется «Формирование информационной базы для оценок эффективности дифференциации агротехнологий». Из текста диссертации не понятно, был ли создан автором работающий информационный продукт, база данных, ГИС и т.д., который можно непосредственно сразу использовать в практике земледелия и сельского хозяйства.

Все высказанные замечания и пожелания не снижают ценности диссертационной работы Захаряна Юрия Гайказовича.

**Заключение.** Диссертация Захаряна Юрия Гайказовича представляет законченную научно-квалификационную работу, главным результатом которой является оценка эффективности адаптации агротехнологических решений к пространственно-временной неоднородности сельскохозяйственных земель. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации. Положения, вы-

носимые на защиту, обоснованы. Выводы адекватно отражают решения задач, поставленных диссертантом в данной работе. Полученные новые данные нашли отражение в 14 печатных работах в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации результатов диссертационных работ.

Диссертационная работа Захаряна Юрия Гайказовича соответствует всем критериям, установленным Положением «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., в части требований, применяемых к докторским диссертациям (п. 9-14) по специальности, а ее автор Захарян Юрий Гайказович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора сельскохозяйственных наук.

Отзыв направляется в диссертационный совет Д006.001.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Агрофизический научно-исследовательский институт».

Заведующий кафедрой агронформатики  
Факультета почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова,  
доктор технических наук, профессор

Дмитрий Михайлович Хомяков

Подпись Хомякова Дмитрия Михайловича заверяю.  
Ученый секретарь С  
МГУ имени М.В.Ло

Людмила Николаевна Колоколова

Организация:

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». Структурное подразделение: Факультет почвоведения, кафедра агронформатики. Должность: заведующий кафедрой, профессор;

Адрес почтовый: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12

Телефон: (495) 959-28-52 Сайт: <http://www.msu.ru/>.

Электронный адрес: khom@soil.msu.ru

Специальность по диссертации: 05.13.16 – применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях