ОТЗЫВ

Члена диссертационного совета Печникова Андрея Анатольевича на диссертацию Митрофанова Евгения Павловича на тему «Методы сбора, обработки и использования данных аэрофотосъемки в технологиях прецизионного применения агрохимикатов и опытном деле», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Диссертационная работа Евгения Митрофанова посвящена актуальной теме, связанной с созданием, развитием и внедрением методик и продуктов информационного обеспечения в современном сельскохозяйственном производстве, получившей название «точного земледелия». Сущность данного подхода заключается в использовании современных средств высокоточного мониторинга сельскохозяйственных посевов и применении адресных агротехнологий, обеспечивающих получение высоких урожаев продукции в условиях неоднородностей в пределах одного поля.

Одним из развивающихся направлений в рамках данной тематики является проблема эффективного использования новых средств инструментальной диагностики – снимков дистанционного зондирования земной поверхности в различных спектральных диапазонах, полученных при помощи пассивных и активных измерений. Заметим, что подобные работы, в большом количестве появляющиеся в последнее время, в качестве основного источника информации чаще используют снимки, полученные с искусственных спутников Земли, и предоставляемые на свободной или коммерческой основе различными провайдерами. Представляется, что именно соображения сравнительной доступности спутниковых снимков обеспечивают привлекательность данного источника информации как в теоретических работах, так и в практическом использовании.

Вместе с тем, в настоящее время существует альтернативный источник получения визуального образа изучаемого объекта (сельскохозяйственного поля), позволяющий получить гораздо более полные и детальные сведения о его текущем состоянии. Это аэрофотосъёмка, ведущаяся со специализированных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Снимки с БПЛА можно получить в любой интересующий момент времени с интересующих пользователя участков с заданным уровнем оптического разрешения. Важно, что возможность получения таких снимков слабо зависит от погоды, в том числе наличия или отсутствия облачности.

Широкому внедрению этого способа диагностики препятствует высокая стоимость оборудования – надо иметь как сам БПЛА достаточной грузоподъёмности, так и качественную фотокамеру или фотокамеры, а также специализированное программное обеспечение для геоинформационной привязки и обработки полученных снимков. Заметим, что рецензируемая работа не могла бы быть осуществлена, если бы у диссертанта не было доступа в течение достаточно долгого времени к соответствующей аппаратуре и экспериментальной инфраструктуре, используемой в опытном хозяйстве Агрофизического НИИ – головной научной организации России по направлению точного земледелия. Многолетние исследования с использованием самых современных

технических средств и актуального программного обеспечения позволили диссертанту получить в рамках работы действительно интересные и оригинальные результаты.

Научная новизна материалов, представленных в диссертационном исследовании, заключается в следующем:

1) предложена и апробирована чёткая и структурированная методика использования аэрофотосъёмки с БПЛА при планировании и закладке полевых опытов, в том числе опытов с удобрениями. Разработан оригинальный метод определения представительных площадок (опытных делянок) для закладки полевых экспериментов с учётом требований концепции координатного земледелия;
2) разработан новый алгоритм выделения однородных участков сельскохозяйственного поля (единиц управления) для целей пространственно-дифференцированного внесения агрохимикатов, основанный на методах геостатистики (анализ нормированной вариограммы);
3) сформулированы теоретические основы ассимиляции данных дистанционного зондирования в имитационные динамические модели формирования урожая, то есть комплексирования новых методов мониторинга с традиционными механизмами прогнозирования на базе механистических моделей прогностического характера, что является существенным шагом на пути построения полноценного цифрового двойника растениеводческого хозяйства.

Несомненна ***практическая значимость*** представленной работы. Это подтверждается созданием комплекса прикладных программных продуктов, предназначенных для оцифровки и дешифрования снимков, полученных с БПЛА, их обработки с использованием современных методов геостатистики и пространственной и параметрической кластеризации распределения изучаемой характеристики на цифровых картах. В диссертации детально описана созданная автором специализированная геопространственная база данных, которая может служить основным инструментом информационной поддержки как полевых опытов, так и производственных посевов.

К достоинствам работы можно отнести большое количество красочного и информативного иллюстративного материала (фотографий и цифровых карт). Данный материал убедительно демонстрирует степень личного вклада автора во все описанные исследования и полученные результаты. Помимо математических и программистских умений, для выполнения данной работы автору пришлось освоить такие навыки и компетенции, как оперирование БПЛА и владение сложной аппаратурой для автоматической аэрофотосъёмки.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложения. Общий объем работы на русском языке составляет 161 страница, включая 46 рисунков, 12 таблиц. Список литературы содержит 204 наименования.

К работе можно высказать следующие замечания:

1. Представляется, что некоторые фрагменты работы не вполне вписываются в заявленную в заглавии тему. Так, вся глава 5 посвящена проблеме распознавания по аэрофотоснимкам расположения и конфигурации мелиоративных систем

открытого и закрытого типа. Эта проблематика важна и интересна, но имеет лишь косвенное отношение к применению агрохимикатов или планированию полевого опыта. Для избегания этого противоречия следовало бы дать работе более общее название, например «…в технологиях точного земледелия» или «…в пространственно-дифференцированных технологиях в растениеводстве» или вообще исключить главу 5 из текста работы, что не сильно понизило бы её качество. То же соображение можно отнести и к приложению, описывающему созданное при участии автора и запатентованное техническое устройство.

2. В разделе 6.2 описывается разработанная автором геопространственная база данных. С практической и технической точки зрения основное представление о её структуре даёт не концептуальная модель (онтология сущностей), а информационная модель таблиц и реляционных связей в терминах конкретной используемой СУБД, представленная на рис. 39. Но качество этого рисунка совершенно неудовлетворительное – даже названия таблиц не читаются. Невозможно представить, что современные программные средства не могли обеспечить лучшее разрешение картинки, нежели скриншот экрана в настолько низком разрешении.

Указанные замечания носят несущественный характер и не умаляют общего положительного впечатления от диссертационной работы соискателя.

Резюмируя, можно заключить, что диссертация Митрофанова Евгения Павловича «Методы сбора, обработки и использования данных аэрофотосъемки в технологиях прецизионного применения агрохимикатов и опытном деле» отвечает основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика». Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета,
докт. техн. наук, доцент,
гл. научн. сотр., руководитель лаборатории телекоммуникационных систем
Института прикладных математических исследований Карельского научного центра РАН

02.12.2022

Печников А.А.