

## **ОТЗЫВ**

члена диссертационного совета доктора технических наук Баденко Владимира Львовича на диссертацию Молина Александра Евгеньевича на тему «Нейросетевые методы анализа азотного статуса зерновых культур по снимкам БПЛА в точном земледелии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

### **Общая информация о диссертации**

Диссертация Молина А. Е. состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 124 наименований использованных источников. Общий объем текста на русском языке составляет 97 страниц, включая 29 рисунков и 13 таблиц.

Материалы диссертации опубликованы в 7 печатных работах, из них 3 статьи в изданиях Scopus и WoS, 4 в тезисах докладов.

### **Актуальность темы исследования**

Точное земледелие играет важную роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и оптимизации использования ресурсов. Среди различных факторов питания растений азот является одним из наиболее важных питательных веществ для роста и развития растений. Определение оптимальной дозы внесения азотных удобрений для сельскохозяйственных полей имеет решающее значение для обеспечения высокой урожайности и минимизации воздействия на окружающую среду.

### **Достоверность выводов и результатов исследования**

Достоверность выполненных автором исследований подтверждена результатами вычислительных экспериментов и адекватностью использованных в работе разработанных автором методов и алгоритмов.

### **Научная новизна исследований и полученных результатов**

Новизна выполненных исследований заключается в разработке комплекса методологических подходов с применением ограниченного объема данных мультиспектральной съемки для анализа роста и развития растений с целью дифференциального внесения азотных удобрений.

### **Практическая значимость**

Данное исследование имеет значимость в практической плоскости её применения, так и потенциал для улучшения предложенных методов. Разработаны алгоритмы и программный комплекс позволяющие снизить расход удобрений, а также повысить урожайность и скорость принятия агроуправленческих решений. Исследование в целом направленно на решение актуальных задач в агропромышленном комплексе.

### **Анализ содержания работы**

Введение содержит следующие сведения о диссертационной работе: актуальность темы исследования; цель и задачи; научная новизна; теоретическая и практическая



значимость работы; апробация результатов; информация о публикациях; структуре и объеме работы; основные научные результаты; положения, выносимые на защиту. В первой главе производится обзор сельскохозяйственных наборов данных, описывается процесс получения необходимых для исследования данных и их предварительная подготовка. Во второй главе предложены методы увеличения объема данных для при ограниченном количестве имеющихся исходных данных и приведены результаты анализа точности работы нейросетевых алгоритмов по каждому предложенному методу. В третьей главе рассматривается практическое применения нейросетевых алгоритмов для задач точного земледелия. Проведены вычислительные эксперименты дающие выявить наилучшие алгоритмы и параметры их обучения. В заключении перечислены основные достигнутые в работе диссертации.

### Замечания

По тексту диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Отсутствует сравнительный анализ предложенного метода с существующими методами.
2. Некоторые термины используются слишком свободно, например, «прямые данные» (стр.5), «качество урожайности» (стр.5), «уровни азота зерновых культур» (стр.6), также термин «азотный статус зерновых культур» нельзя считать распространенным.
3. Первое положение включает «... посредством закладки тестовых площадок, размеченных агрономами-экспертами по уровню азота ...», что не ясно – по какому уровню, а в положениях, выносимых на защиту, указано точно: «... посредством закладки тестовых площадок с различными дозами внесенных азотных удобрений...». Удивляет такая небрежность в формулировках.
4. На стр.25 указано «С помощью обученной нейросетевой модели изображение сегментируется по азотному режиму посевов...». Однако нет указаний для какой фазы вегетации было получено изображение, как оно сегментировалось?
5. Что такое «азотный режим посевов»? Чем он отличается от «азотного статуса», «уровня азота» и «уровня азотного питания»?
6. На стр 29 указано: «В настоящем исследовании были разработаны и протестированы пять алгоритмов генерации изображений сельскохозяйственного поля», однако в алгоритмах идет речь о «тестовых площадках». Как это объяснить?
7. Почему рисунок 3.9 не на русском языке?
8. Среди основных научных результатов указано: «...методов сегментации анализа азотного статуса зерновых культур...». Однако в тексте диссертации такие методы не обнаружены.

9. В выводах два раза указаны формулировки «Основные результаты работы заключаются в следующем». Какие из них являются основными?
10. В положениях, выносимых на защиту указан «Комплекс современных нейросетевых методов анализа азотного статуса зерновых культур по мультиспектральным снимкам БПЛА, основанных на современных нейросетевых архитектурах в задаче сегментации изображений». Однако в выводах информация о разработке такого комплекса отсутствует. Разработан такой комплекс? Если да, то каков его состав?

### Заключение

Диссертация представляет собой целостную и законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, выполненную автором самостоятельно на хорошем научно-техническом уровне. Основные выводы по результатам исследований достоверны и обоснованы. Опубликованные научные работы подробно отражают основное содержание диссертации и полученные выводы.

Диссертация Молина Александра Евгеньевича на тему: «Нейросетевые методы анализа азотного статуса зерновых культур по снимкам БПЛА в точном земледелии» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Молин Александр Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной 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  
Доктор технических наук, доцент  
Профессор Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства  
СПбПУ, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29 Гидрокорпус-1, СПбПУ,  
E-mail: badenko\_vl@spbstu.ru  
Баденко Владимир Львович



Дата 03.02.2025

Подпись

