

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук, профессора Томского государственного архитектурно-строительного университета, Российская федерация, г. Томск, Шумилова Борис Михайловича, на диссертационную работу Сабитова Баратбека Рахмановича на тему: «Искусственный интеллект в задачах цифрового сельского хозяйства», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.16 – применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях.

Рассмотрев представленную диссертационную работу и автореферат, официальный оппонент пришел к следующему заключению:

### **Актуальность темы диссертации.**

В диссертационной работе с применением методов искусственного интеллекта, включающих широко известные алгоритмы машинного и глубокого обучения, исследовано влияние изменения оцифрованных факторов сельскохозяйственного производства на примере Кыргызской Республики. Предлагаются новые подходы к использованию методов искусственного интеллекта для проектирования моделей при решении задач прогнозирования в сельском хозяйстве.

Для наукоемких категорий урожайности и болезни растений построены модели на основе алгоритмов глубокого обучения и нейронных сетей различной архитектуры.

Исследованные для прогнозирования в диссертации задачи являются актуальными и базовыми составляющими продовольственной безопасности страны. Построенные модели урожайности сельскохозяйственных культур, с учетом объединения множества факторов природы и естественных условий окружающей среды, состава почв посевных площадей и, зачастую, небезопасного применения пестицидов являются ключевыми параметрами для актуализации темы исследования.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Разработка интеллектуальных цифровых систем с применением искусственного интеллекта для задач сельского хозяйства входит в одно из приоритетных направлений Государственных программ Кыргызской республики. Результаты исследований по разработке и обучению моделей, отвечающих современным требованиям нейронного моделирования, и основные положения искусственного веб-интеллекта распознавания болезни растений и планирования урожайности, созданного в диссертации, опубликованы в 29 научных работах, из них 12 – в научных журналах, индексируемых системами РИНЦ, 2 – в трудах международных конференций, 1 – в журнале Web of Science, 2 – в журналах Scopus и в журналах республиканского уровня. Список использованной литературы содержит 179 наименований.

### **Оценка новизны и достоверности.**

- применение методов обучения с учителем для широкого круга задач регрессии и классификации в сельском хозяйстве, которые основаны на методах регрессии Лассо, регрессии Тихонова-Риджа, логистической регрессии, и построение соответствующих одномерных и многомерных регрессионных

моделей. Выполнена оценка точности построенных моделей с использованием различных метрик;

- с применением технологий ансамблевых методов беггинга и бустинга построены модели для задач сельского хозяйства, базирующиеся на алгоритмах дерева решений, метода опорных векторов, случайного леса, градиентного бустинга и его вариантов;

- построены различные архитектуры нейронных сетей и реализованы популярные методы трансферного глубокого обучения для обнаружения болезней растений, основанные на методах увеличения данных с выпуклой оболочкой;

- рассмотрено математическое обоснование и определение основных свойств трансферного обучения для банаховых пространств;

- доказана теорема о принадлежности к классу Липшица функций нелинейных преобразований в нейронных сетях;

- на базе глубоких сверточных нейронных сетей и трансферного обучения исследуется сложный раздел компьютерного зрения для распознавания болезней сельскохозяйственных растений;

- на основе построенных моделей и фреймворков Python развернуты веб-системы искусственного интеллекта по прогнозированию урожайности и управлению посевными площадями, а также по распознаванию болезней различных сельскохозяйственных растений.

Выводы и результаты, полученные диссертантом, обоснованы и достоверны.

**Значимость результатов, полученных в диссертации для науки и практики.**

Результаты, полученные в докторской диссертации Сабитова Б.Р., имеют существенную практическую направленность. Все основные научно-исследовательские работы соискателя имеют прикладной характер, и основные научные результаты имеют значительную внедренческую ценность и входят в Государственную программу КР по продовольственной безопасности страны, востребованы в сельском хозяйстве в целом, при разработке и проектировании искусственного интеллекта. Построенные в диссертации модели основываются на реальных данных и имеют ценное практическое значение при прогнозировании параметров сельского хозяйства.

**Соответствие автореферата содержанию диссертации.**

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, основные цели и задачи проведенного исследования.

**Замечания по диссертационной работе.**

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Тексты диссертации и автореферата нуждаются в обширном редактировании ввиду наличия многочисленных нестыковок и пропусков.

2. Отсутствует системный анализ проблемы продовольственной безопасности, из которого бы следовали математические постановки решаемых в диссертации задач. Нет обещанной ссылки на «личный Github в Интернет-портале автора», что, несомненно, позволило бы уточнить оставшиеся неясными моменты в тексте диссертации и автореферата, например, упомянутый в автореферате экономический эффект в диссертации никак не представлен.

3. Относительно математического содержания диссертации можно упомянуть отсутствие примеров функций активации, удовлетворяющих условию Липшица, и

то, что не подчеркнута роль нелинейных функций активации при переходе между слоями глубокой нейронной сети.

Однако указанные замечания не снижают научной ценности диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертационная работа Сабитова Баратбека Рахмановича на тему: «Искусственный интеллект в задачах цифрового сельского хозяйства» представляет законченную научно-исследовательскую работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные решения по разработке искусственного интеллекта для задач сельского хозяйства, построенные на основе различных архитектур машинного и глубокого обучения и с использованием нейронных сетей. Диссертационная работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней НАК КР, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Сабитов Баратбек Рахманович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности: 05.13.16 – применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях (по отраслям науки).

**Официальный оппонент:**  
д.ф.-м.н., профессор Томского  
государственного архитектурно-строительного  
университета, Российская Федерация,  
г. Томск



**Шумилов Б. М.**  
07.06.2024г.

*Подпись д.ф.-м.н., проф., профессора ТГАСУ Шумилова Б.М. удостоверяю:*

**Секретарь ученого совета**



**Ю.А. Какушкин**