

**ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на выпускную квалификационную работу студента по выполнению задач
Государственной итоговой аттестации**

Максимова Ирина Игоревна

Фамилия, имя, отчество студента

тема выпускной квалификационной работы: _____

Исследование возможностей объяснимого искусственного интеллекта

в задаче ранней диагностики стресса растений

квалификация (бакалавр, магистр, специалист) _____

бакалавр

нужное указать

направление подготовки: _____

Фундаментальная информатика и информационные
технологии

**Сформированность компетенций у выпускника по итогам выполнения
аттестационных заданий (заданий на выпускную квалификационную работу)
(представлена в Приложении А к отзыву научного руководителя)**

Объём заимствований из общедоступных источников **считать допустимым/не
допустимым** (указать)

Соответствие выпускной квалификационной работы требованиям¹

Наименование требования	Заключение о соответствии требованиям (отметить «соответствует», «соответствует не в полной мере», или «не соответствует»)
1. Актуальность темы	соответствует
2. Соответствие содержания теме	соответствует
3. Полнота, глубина, обоснованность решения поставленных вопросов	соответствует
4. Новизна	соответствует
5. Правильность расчетных материалов	соответствует
6. Возможности внедрения и опубликования работы	соответствует
7. Практическая значимость	соответствует
8. Оценка личного вклада автора	соответствует

Недостатки работы: существенных недостатков не отмечено

Общее заключение о соответствии выпускной квалификационной работы требованиям:
ВКР установленным в ОПОП требованиям соответствует / частично соответствует / не
соответствует (нужное подчеркнуть)

Обобщенная оценка содержательной части

выпускной квалификационной работы (письменно): _____

отлично

¹ Список требований к выпускным квалификационным работам, их содержательные характеристики и критерии оценки соответствия устанавливаются методическими комиссиями факультетов (институтов) и приводятся в Основных профессиональных образовательных программах.

Работа посвящена поиску моделей машинного обучения (МО) эффективных для ранней диагностики стресса растений, а затем исследованию и оснащению самой эффективной модели для использования в роли типового блока объяснимого искусственного интеллекта (ХАИ). Из моделей МО исследованы: Линейный дискриминант Фишера (LDF), Дерево решений (DT), Случайный лес (RF); Мультиклассовый метод опорных векторов (SVM); К-ближайших соседей (KNN); Одноуровневый перцептрон (SLP). Использован открытый датасет листьев томатов (6000 изображений, 6 классов больных и здоровых растений), а также датасет ННГУ с подробной динамикой стресса засухи пшеницы.

Сформированы три группы признаков: STAT, HIST, GLCM, и все вместе - ALL. Предложен вариант алгоритма Priority Decision Tree (PDT) для детекции заболевания, работающий только на основе STAT, со средними показателями: Precision=37.5%; Recall=85.7%; F-score=52.1%. Рассмотрены два варианта извлечения признаков: локальный и глобальный, и два «источника» признаков: изображения в красном канале и NDVI_G образы.

Показано, что глобальные признаки проигрывают в качестве в среднем на 2–3% при классификации на полном наборе данных. Установлено, что для диагностики болезни достаточно использовать только красный канал RGB-изображений. Эффективен также аналог NDVI на базе красного и зеленого, в роли IR, каналов.

Из 5 исследованных, лучшим классификатором оказался одноуровневый перцептрон SLP, с F-score: 83% - для красного канала; 87% - для NDVI_G (вектор признаков ALL с лидированием GLCM).

Во второй части исследования предложена конструкция простого интерактивного блока (модуля) объяснимого искусственного интеллекта (ХАИ) на основе однослойного перцептрона SLP с N нейронами на скрытом слое. Блок реализован в двух вариантах: как классификатор SLP_C(N) и как регрессор SLP_R(N), оснащенный средствами анализа и визуализации. Блоки ориентированы на обработку признаков изображений вместо изображений непосредственно. Каждое изображение должно быть представлено вектором признаков, состоящим из результатов обработки изображения с помощью ряда общих и/или проблемно-ориентированных методов. В данной работе общие методы представлены параметрами групп STAT и HIST, а проблемно-ориентированные представлены группой GLCM. Экстракция вектора признаков из изображений датасета реализована в режиме параллельных вычислений.

Использование вектора признаков вместо самого изображения дает сразу 7 ХАИ-преимуществ: 1) простота; 2) резкое уменьшение количества параметров модели; 3) объяснимые (связанные с методом предварительной обработки) и сгруппированные признаки на входе в блок; 4) интерпретация узлов сети как семантических понятий и возможность сравнительного исследования и оптимизации эффективности модели на уровне групп признаков и индивидуальных признаков; 5) интерактивность за счет быстрого обучения (от долей до единиц секунд); 6) возможность неитеративной коррекции ошибок; 7) возможность использования блока в качестве целевого (target) корректора.

SLP-классификатор и регрессор доказали свою эффективность в раннем обнаружении засухи пшеницы, и могут быть рекомендованы также в качестве универсальных ХАИ-блоков.

Результаты работы использованы в комплексном научном проекте ННГУ по объяснимому искусственному интеллекту (ХАИ), выполняемом под руководством профессора А.Н.Горбаня. По результатам данной работы подготовлена и принята для публикации на международной конференции уровня Q2, ICNN-2021 (18-21 July 2021), статья «Study of XAI-capabilities for early diagnosis of plant drought», в которой И.И.Максимова является первым автором.

Научный руководитель:

Профессор кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий Института ИТММ
ННГУ им.Н.И.Лобачевского, д.т.н., доцент



Турлапов В.Е.

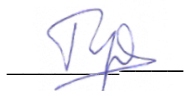
« 10 » июня 2021г.

Приложение А
к отзыву научного руководителя

**Сформированность компетенций у выпускника по итогам выполнения
аттестационных заданий (заданий на выпускную квалификационную работу)**

Задания	Компетенция	Обобщенная оценка уровня сформированности компетенции (высокий, средний, низкий, нулевой)
1. Составление плана выполнения квалификационной работы	ОК6, ОК7, ОК8, ПК2	высокий
2. Обоснование актуальности и новизны квалификационной работы	ОК1, ОК3, ОК7, ОПК3, ОПК4	высокий
3. Составление обзора источников	ОК1, ОК2, ОК7, ОПК1, ОПК3, ОПК4, ПК1	высокий
4. Построение математической и информационной модели и ее анализ	ОК7, ОПК1, ОПК3, ОПК5, ПК1, ПК2	высокий
5. Апробация и верификация программной системы	ОК6, ОК7, ОК8, ОК9, ОПК2, ОПК3, ОПК5, ПК1, ПК2	высокий
6. Формулировка выводов и рекомендаций	ОК3, ОК4, ОК5, ОК7, ОПК3, ПК1, ПК2	высокий
7. Представление результатов работы	ОК5, ОК6, ОК7, ПК1	высокий

Подпись руководителя:



В.Е.Турлапов