

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата биологических наук Шурыгина Бориса Михайловича
на тему: «Неинвазивная оценка состояния растительных объектов
посредством пространственно-разрешённого анализа
их оптических свойств»
по специальности 1.5.2. Биофизика (биологические науки)

Актуальность темы

Диссертация Шурыгина Бориса Михайловича на тему «Неинвазивная оценка состояния растительных объектов посредством пространственно-разрешённого анализа их оптических свойств» посвящена исследованию функционального состояния и биохимического состава растений неинвазивными оптическими методами.

Работа во многом основана на методах и подходах, применяющихся в дистанционном зондировании Земли, исследования в этом направлении ведутся уже несколько десятков лет. Несмотря на то, что подобные подходы уже широко применяются в науке и промышленности, многие аспекты получения и обработки данных продолжают представлять трудности, а ряд вопросов остается нерешенным. Погрешность определения ключевых функциональных характеристик растений при съемке с самолетов и спутников составляет десятки процентов из-за сложности построения моделей рассеяния, атмосферной коррекции и т.п., поэтому мировой тренд состоит в переходе к измерениям, проводимым в лабораторных условиях либо с наземных и беспилотных платформ. Особенности интерпретации пространственно-разрешенных спектральных изображений растений изучены крайне плохо, и разработка подходов к их обработке является сложной, но необходимой задачей на пути к пониманию механизмов адаптации пигментного аппарата растений и их реакций на стресс. Кроме того, решение этих задач имеет большое практическое значение для промышленного земледелия и

садоводства, позволяя оптимизировать расходы на средства защиты растений и фитогормоны, лучше планировать уборочные и послеуборочные мероприятия и вместе с тем повысить качество урожая.

Структура и объем диссертации

Диссертация написана в классическом стиле и содержит все необходимые разделы. Общий объем диссертации составил 176 страниц, работа включает в себя 53 рисунка, 11 таблиц и сопровождается списком литературы, состоящим из 317 источников, и одним приложением.

Во введении обоснована актуальность работы, степень разработанности темы, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования, описана научная новизна и практическая значимость работы, методология и методы исследования, указан личный вклад автора и сведения об апробации результатов, а также структуре и объеме диссертации.

Первая глава представляет собой обширный обзор литературы, охватывающий разнообразие релевантных для исследования тем: реакцию пигментного аппарата растений на стрессоры, классические методы спектроскопии растений, современные подходы к обработке изображений, основанные на машинном обучении.

Во второй главе содержится подробное описание методов исследования и экспериментальных воздействий, а также объектов исследования, использовавшихся в работе.

Третья глава посвящена изложению и обсуждению полученных результатов. Она разбита на четыре раздела, соответствующих основным задачам, решавшимся в работе: мониторингу водного стресса, трансформации пигментов при созревании плодов, сопоставлению информации о спектральных характеристиках растений и их пространственном распределении с применением машинного обучения, а также определению глубины зимнего покоя растений методами РАМ-флуориметрии.

Завершают работу заключение, в котором описаны перспективы дальнейших исследований по теме работы, и выводы.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы

В работе впервые выделена пространственная гетерогенность растений и их органов в отдельный, измеряемый количественно оптическими методами признак. Выявлено, что без его учета невозможно обнаружение ранних стадий водного стресса у растений салата *Lactuca sativa* L.

Тот же подход был применен для оценки степени зрелости яблок, описан подход, позволяющий определять ее неинвазивно, в том числе в присутствии антоциановой окраски, что ранее считалось неосуществимым.

Диссертантом убедительно показано, что использование методов машинного обучения должно опираться на классические результаты спектроскопии растений для достижения оптимальной точности детекции повреждений плодов.

Изучение механизмов адаптации к зимнему сезону растений яблони выявило многокомпонентный характер изменений фотосинтетической активности коры в течение года. Обнаружено, что удельный поток световой энергии, рассеянной в тепло (DI_0/RC) — параметр, наиболее чувствительный к адаптациям, сопровождающим переход через фазу глубокого покоя.

Полученные результаты не только имеют значение для исследования физиологии растений, но и обладают рядом прикладных применений: так, рассмотренный в работе метод детекции повреждений яблок может использоваться на промышленных сортировочных линиях, а разработанный для оценки зрелости подход может применяться во фруктовых садах для планирования агротехнических и уборочных мероприятий.

Отдельный интерес представляет метод наблюдения функционального состояния коры яблони методами РАМ-флуориметрии. В работе описано автоматизированное получение и обработка большого количества индукционных кривых флуоресценции хлорофилла *a*, позволившая детально изучить динамику входа растений в зимний покой и выхода из него. Своевременный мониторинг прохождения периода зимнего покоя позволяет

избежать повреждений при заморозках и обеспечить правильность цветения и плодоношения.

Степень обоснованности и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнения. Она определяется грамотно поставленной целью исследования и вытекающими из нее задачами, корректно выбранными и примененными экспериментальными техниками, логично выстроенным изложением и критическим сопоставлением результатов с мировой научной литературой. Основные результаты работы изложены автором в 11 публикациях в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и RCSI, включая ведущие научные журналы по теме диссертационного исследования, и представлены на шести научных конференциях.

Оценка содержания диссертации в целом

Работа выполнена на высоком научно-методологическом уровне с применением современных методов пространственно-разрешенной оптической спектроскопии, компьютерной обработки изображений и машинного обучения, а также методов биохимического анализа.

К основному недостатку работы можно отнести тяжелое для восприятия изложение. Много внимания уделено вопросам, связанным с темой работы, но не критичным для понимания ее сути; на каждом шаге автор сравнивает полученные им лично результаты с текущим научно-техническим уровнем. В результате изложение оказывается плохо структурированным, упор на корректности формулировок доходит до педантизма в ущерб ясности.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования и не имеют принципиального значения для общей оценки диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Шурыгина Бориса Михайловича «Неинвазивная оценка состояния растительных объектов посредством пространственно-разрешённого анализа их оптических свойств» отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.2. Биофизика (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертация оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Шурыгин Борис Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.2. Биофизика (биологические науки).

Официальный оппонент:

доктор биологических наук, доцент

профессор кафедры биофизики

биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Погосян Сергей Иосифович

10.02.2025

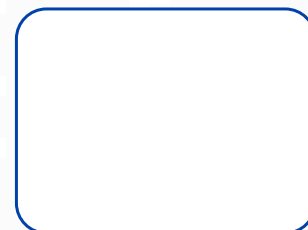


Контактные данные:

тел.: +7(495)939-51-50, e-mail: pogosyan@biophys.msu.ru

Специальности, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

03.00.02 –биофизика; 03.00.16 –экология



Адрес места работы:

119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д.1,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова», биологический факультет, кафедра биофизики
Тел.: +7(495)939-51-50; e-mail: pogosyan@biophys.msu.ru

Подпись профессора кафедры биофизики биологического факультета
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова» С.И. Погосяна удостоверяю:

Ученый секретарь биологического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова

Е.В. Петрова

