

Заключение диссертационного совета МГУ.015.5
по диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук
Решение диссертационного совета от «20» февраля 2025 г. № 1

О присуждении Шурыгину Борису Михайловичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Неинвазивная оценка состояния растительных объектов посредством пространственно-разрешённого анализа их оптических свойств» по специальности 1.5.2. Биофизика принята к защите диссертационным советом 19.12.2024 г., протокол № 8.

Соискатель – Шурыгин Борис Михайлович 1991 года рождения, в 2018 закончил аспирантуру кафедры систем, устройств и методов геокосмической физики Московского физико-технического института.

В настоящее время соискатель работает в должности ведущего инженера на кафедре биоинженерии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре биоинженерии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – доктор биологических наук Соловченко Алексей Евгеньевич, профессор по кафедре биоинженерии биологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Погосян Сергей Иосифович, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биофизики биологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,

Дымова Ольга Васильевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук,

Сухов Владимир Сергеевич, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биофизики института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высоким уровнем компетентности в области биофизики и наличием публикаций по тематике диссертационной работы в ведущих российских и международных журналах.

Соискатель имеет 23 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 14 работ, из них 11 статей, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.5.2. Биофизика, 1 патент и 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ (в скобках приведен импакт-фактор журнала с указанием системы индексирования – JIF либо SJR; объём публикации в печатных листах/вклад автора в печатных листах):

1. **Shurygin B.**, Chivkunova O., Solovchenko O., Solovchenko A., Dorokhov A., Smirnov I., Astashev M., Khort D. Comparison of the Non-Invasive Monitoring of Fresh-Cut Lettuce Condition with Imaging Reflectance Hyperspectrometer and Imaging PAM-Fluorimeter // *Photonics*. – 2021. – Vol. 8, № 10. – P. 425. (**JIF 2.1, 1.55 / 1.1 п.л.**).
2. Solovchenko A., Lukyanov A., Nikolenko A., **Shurygin B.**, Akimov M., Gitelson A. Physiological foundations of spectral imaging-based monitoring of apple fruit ripening // *Acta Horticulturae*. – 2021. № 1314. – P. 419–428. (**SJR 0.151, 0.47 / 0.15 п.л.**).
3. Solovchenko A., Dorokhov A., **Shurygin B.**, Nikolenko A., Velichko V., Smirnov I., Khort D., Aksenov A., Kuzin A. Linking Tissue Damage to Hyperspectral Reflectance for Non-Invasive Monitoring of Apple Fruit in Orchards // *Plants*. – 2021. – Vol. 10, № 2. – P. 310. (**JIF 4.0, 1.38 / 0.4 п.л.**).
4. **Shurygin B.**, Smirnov I., Chilikin A., Khort D., Kutyrev A., Zhukovskaya S., Solovchenko A. Mutual Augmentation of Spectral Sensing and Machine Learning for Non-Invasive Detection of Apple Fruit Damages // *Horticulturae*. – 2022. – Vol. 8, № 12. – P. 1111. (**JIF 3.1, 0.95 / 0.7 п.л.**).
5. **Shurygin B.**, Konyukhov I., Khruschev S., Solovchenko A. Non-Invasive Probing of Winter Dormancy via Time-Frequency Analysis of Induced Chlorophyll Fluorescence in Deciduous Plants as Exemplified by Apple (*Malus × domestica* Borkh.) // *Plants*. – 2022. – Vol. 11, № 21. – P. 2811. (**JIF 4.0, 1.38 / 0.9 п.л.**).
6. Соловченко А.Е., Ткачев Е.Н., Цуканова Е.М., **Шурыгин Б.М.**, Хрущев С.С., Конюхов И.В., Птушенко В.В. Зимний покой древесных растений и его неинвазивный мониторинг // *Вестник Московского университета. Серия 16: Биология*. – 2022. – Т. 77, № 2. – С. 51–64. (**РИНЦ 0.631, 0.98 / 0.3 п.л.**).
7. Nesterov D.A., **Shurygin B.M.**, Solovchenko A.E., Krylov A.S., Sorokin D.V. A CNN-Based Method for Fruit Detection in Apple Tree Images // *Computational Mathematics and Modeling*. – 2022. – Vol. 33, №3. – P. 354–364. (**SJR 0.173, 0.39 / 0.15 п.л.**).
8. Solovchenko A.E., **Shurygin B.M.**, Kuzin A.I., Solovchenko O.V., Krylov A.S. Extraction of Quantitative Information from Hyperspectral Reflectance Images for Noninvasive Plant Phenotyping // *Russian Journal of Plant Physiology*. – 2022. – Vol. 69. – P. 144. (**JIF 1.1, 0.79 / 0.35 п.л.**).
9. Solovchenko A.E., **Shurygin B.M.**, Nesterov D.A., Sorokin D.V. Towards the synthesis of spectral imaging and machine learning-based approaches for non-invasive phenotyping of plants // *Biophysical Reviews*. – 2023. – Vol. 15, № 5. – P. 939–946. (**JIF 4.9, 0.52 / 0.2 п.л.**).
10. Plouviez M., Bhatia N., **Shurygin B.**, Solovchenko A. Advanced imaging for microalgal biotechnology // *Algal research*. – 2024. – Vol. 82. – P. 103649. (**JIF 4.6, 1.48 / 0.3 п.л.**).
11. Peng Y., Solovchenko A., Zhang C., **Shurygin B.**, Liu X., Wu X., Gong Y., Fang S., Gitelson A. Remote sensing of rice phenology and physiology via absorption coefficient derived from unmanned aerial vehicle imaging // *Precision Agriculture*. – 2024. – Vol. 25, № 1. – P. 285–302. (**JIF 5.4, 1.0 / 0.2 п.л.**).

12. Пат. 2641630 С2 Рос. Федерация, МПК⁷ G01C 11/02. Способ устранения геометрических искажений изображений дистанционного зондирования, полученных щелевым сканирующим сенсором / О. Ю. Казанцев, С. В. Кудрявцев, А. А. Николенко, П. В. Страхов, **Б. М. Шурыгин**, Г. А. Щербина ; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО "Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)". – № 2016126236 ; заявл. 30.06.2016 ; опубл. 18.01.2018, Бюл. № 2. – 14 с. : ил.
13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015618299. Albedo / П. В. Страхов, Е. В. Бадасен, **Б. М. Шурыгин**, В. В. Каушан, А. А. Николенко, Л. Н. Чабан, К. Н. Капитонова, М. Г. Степанова ; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО "Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)". – № 2015614861 ; заявл. 08.06.2015 ; опубл. 20.09.2015. – 2,28 Мб.
14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021619496. Информационная система интеллектуального прогнозирования урожайности промышленных плодовых садов / **Б.М. Шурыгин**; заявитель и патентообладатель ООО "ИРИДИС ГРУПП". – №2021618494; заявл. 01.06.2021. ; опубл. 10.06.2021, Бюл. № 6. – 1 Мб.

На автореферат диссертации поступило 3 дополнительных отзыва, все положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих существенное значение для биофизики, а именно:

1. На примере растений салата (*Lactuca sativa* L.) показано, что на ранних этапах акклимации к условиям водного дефицита признаки деградации фотосинтетического аппарата проявляются в отдельных участках листа, суммарная площадь которых не превышает 25% от его общей площади.
2. Разработана методика, позволяющая неинвазивно и с высокой точностью ($r^2 = 0,84$) оценивать суммарное содержание хлорофиллов и каротиноидов в растительном организме с учётом его пространственной гетерогенности.
3. Доказано, что созревание плодов яблони тесно связано с ростом вклада вторичных каротиноидов в поглощение света, рассчитанного для каждой точки спектрального изображения с учетом вкладов других пигментов (хлорофиллов и антоцианов).
4. Выявлено, что максимальная точность при обработке спектральных изображений растений методами машинного обучения достигается при совместном анализе морфологических и спектральных характеристик изображаемых объектов.
5. Выявлена взаимосвязь глубины зимнего покоя растений яблони со скоростью изменения удельного потока поглощённой энергии света, рассеянной в виде тепла (DI/RC). Установлено, что наиболее активно этот параметр меняется в фазе вынужденного покоя.

Диссертация представляет собой самостоятельное завершённое исследование, обладающее внутренним единством.

Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. В силу сложности изменений оптических свойств растений в ходе их развития и при адаптации к неблагоприятным факторам корректное описание состояния растения в целом возможно только с учётом пространственной гетерогенности этих свойств.

2. Эффективная неинвазивная оценка физиологического состояния растений по их спектральным изображениям методами машинного обучения возможна при оптимальном соотношении пространственного и спектрального разрешения исходных данных.

3. При прохождении растениями фенологических фаз долгосрочная перестройка фотосинтетического аппарата происходит на фоне адаптации к быстро меняющимся условиям окружающей среды; при неинвазивном мониторинге показателей состояния фотосинтетического аппарата эти процессы разделимы методами частотного анализа.

На заседании 20 февраля 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Шурыгину Б.М. ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук по специальности 1.5.2. «Биофизика», участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя диссертационного совета
д.б.н., проф.,

Максимов Георгий Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.ф.-м.н.

Фурсова Полина Викторовна

20.02.2025