

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и
инновациям
Национального исследовательского
Томского политехнического университета
Степанов Игорь Борисович



2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский Томский
политехнический университет»

Диссертация «Энергоэффективная адаптивная оптико-электронная система облучения» выполнена в Отделении материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета.

В период подготовки диссертации Туранов Сергей Борисович с 01.09.2013 по 30.08.2016 обучался в аспирантуре ТПУ и работал в должности инженера федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» на кафедре лазерной и световой техники Института физики высоких технологий, в настоящее время исполняет обязанности ассистента Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В 2013 году окончил магистратуру федерального государственного бюджетного учреждения высшего профессионального образования

«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению «Оптотехника» с присуждением квалификации магистр.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2019 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Научный руководитель – Яковлев Алексей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент, директор Инженерной школы новых производственных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Туранова Сергея Борисовича выполнена на высоком научном уровне с привлечением передовых подходов и тенденций, а также с применением современного научного оборудования, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной и актуальной задачи: разработка универсальной энергоэффективной адаптивной оптико-электронной системы облучения. В результате проведенных автором исследований были получены: научно-технические основы проектирования модульных энергоэффективных адаптивных систем облучения; способ получения равномерной облучённости в перпендикулярном к оси оптического прибора направлении, который позволяет снизить потребление электрической энергии облучательными установками; методика построения распределенной автоматической масштабируемой системы мониторинга, обратной связи и управления параметрами оптических приборов на основе использования интерфейса DALI и широтно-импульсной модуляции; подход к созданию новых оптических приборов, обеспечивающих эффективный теплоотвод и снижение энергозатрат на облучение. Все это имеет важное значение для технических наук.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы

В настоящее время, одной из самых перспективных задач современной науки и техники, является разработка и внедрение ресурсоэффективных технологий (согласно майских указов 2018 года Президента РФ Путина В.В.), уменьшающих потребление электроэнергии и повышающих производительность промышленных предприятий. С этой точки зрения разработка энергоэффективных, безопасных и универсальных оптических и оптико-электронных приборов и систем облучения является особенно актуальной задачей, так как на освещение затрачивается около 20% всей потребляемой электроэнергии в мире (по данным Международного энергетического агентства за 2018 год). Актуальность данных вопросов подтверждается решениями Правительства Российской Федерации, а также технологическими платформами и приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники:

- Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

- Национальная технологическая инициатива;

- Приоритетное направление развития науки, технологий и техники Российской Федерации («Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика»);

- Перечень критических технологий Российской Федерации («Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств»);

- Технологическая платформа «Развитие российских светодиодных технологий»;

Одним из возможных направлений для решения задач энергосбережения является создание приборов, которые позволяли бы осуществлять облучение

объектов только тем количеством излучения и с тем заданным качеством (спектром), которые необходимы в данный момент и наиболее эффективны. При этом важно учитывать уровень солнечной радиации и облученность, создаваемую другими оптическими приборами и адаптировать (т.е. подстраивать) параметры облучательной установки в каждый момент времени, согласно полученным данным. С этой точки зрения, на сегодняшний день, для снижения энергозатрат рекомендуется применение полупроводниковых технологий, которые позволяют достаточно просто создавать оптимальный спектральный состав и интенсивность излучения и гибко управлять указанными параметрами. Но, не смотря на активное развитие полупроводниковых технологий, до сих пор не сформированы научно-технические подходы к созданию эффективных оптических и оптико-электронных систем облучения на основе светодиодов.

Личное участие автора в получении результатов

Все результаты работы получены автором лично или при непосредственном его участии. Обработка и интерпретация результатов выполнена лично автором. Часть результатов получена совместно с соавторами публикаций. Обсуждение и постановка задач, методов решений и результатов исследований проводилось с научным руководителем А. Н. Яковлевым.

Степень достоверности результатов работы

Достоверность полученных результатов, приведенных в диссертационной работе определяется использованием сертифицированного оборудования, согласованностью теоретических результатов, полученных в ходе исследований с результатами других авторов, опубликованных в отечественной и зарубежной литературе, проведением натурных испытаний, результаты которых согласуются с результатами, полученными на этапе моделирования и теоретических расчетов. Все результаты работы докладывались на международных и всероссийских конференциях,

опубликованы в зарубежных журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science и в рецензируемых отечественных журналах, рекомендованных ВАК.

Научная новизна диссертации

1. Разработаны научно-технические основы проектирования энергоэффективных адаптивных оптико-электронных систем облучения обеспечивающих оптимальное по спектру и достаточное по потоку излучение с учетом следующих параметров: тип облучаемого объекта, время года, время суток, температура, влажность, координаты местоположения облучаемого объекта, спектральный состав и уровень естественной облученности.
2. Разработан оптический прибор, состоящий из симметричных светодиодных модулей, с использованием двух цилиндрических зеркальных отражателей в каждом модуле, позволяющий создавать равномерное облучение в перпендикулярном к оси оптического прибора направлении и обеспечивающий эффективный теплоотвод.
3. Разработана распределенная автоматическая масштабируемая система управления параметрами оптических приборов на основе использования интерфейса DALI и широтно-импульсной модуляции, позволяющая в 2,4 раза уменьшить потребление электрической энергии облучательными установками за счет управления, адаптации и оптимизации параметров облучения по сравнению с традиционными неуправляемыми системами облучения.
4. Предложен способ равномерного облучения вертикально расположенных объектов, позволяющий на 15-20% снизить потребление электрической энергии облучательными установками за счет оптимизации распределения облученности и снижения потерь на отражение от облучаемых объектов.

Практическая значимость

1. Научные и практические результаты работы использованы в АО «НИИПП» для организации сборочной линии и выпуска адаптивных оптико-электронных систем облучения, что подтверждено соответствующим актом.
2. Разработано программное обеспечение для расчета спектральных, энергетических и фито-характеристик облучательных установок. Данное программное обеспечение используется предприятием ООО «ФоТом», что подтверждено соответствующим актом.
3. Разработано техническое предложение на разработку энергоэффективных адаптивных светодиодных облучательных систем для закрытого грунта, которое используется предприятием ООО «Технологии Сибири» для изготовления тепличных облучательных установок, что подтверждено соответствующим актом.
4. Предложена методика оценки эффективности облучательных установок для закрытого грунта, которая используется предприятием ООО «Том Тэкс» для проведения энергоаудита своих тепличных комплексов, что подтверждено соответствующим актом.
5. Результаты диссертационного исследования использованы в образовательном процессе Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий ТПУ (курсы «Основы светотехники», «Проектирование оптических приборов», программа повышения квалификации «Конструирование энергоэффективных световых приборов на основе светодиодов») направления «Оптехника».

Ценность научных работ соискателя

Научные работы соискателя имеют высокую ценность. Она подтверждается многочисленными публикациями научных результатов в рецензируемых журналах и материалах конференций.

Результаты диссертационного исследования использованы в образовательном процессе для бакалавров, магистрантов, аспирантов и

специалистов, работающих в сфере проектирования опико-электронных приборов и систем.

**Полнота изложенных материалов в печатных работах,
опубликованных автором**

По результатам исследований опубликовано 26 научных работ: 6 статей в зарубежных журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science; 2 статьи в рецензируемых отечественных журналах, рекомендованных ВАК; 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ; 18 докладов в трудах международных и всероссийских конференций.

Статьи в зарубежных журналах

1. **Turanov S. B.** Non-invasive monitoring of red beet development / Ma B., Rodriguez R.D., Bogatova E., Ruban A., **Turanov S.**, Valiev D., Sheremet E // Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2019. – Vol. 212. - p. 155-159.
2. **Turanov S.B.** Evaluation of the effect of LED-lamp spectral content on the development of greenhouse tomato / Yakovlev A.N., Upadysheva I.N., **Turanov S.B.**, Korepanov V.I. // Key Engineering Materials. – 2016. – Vol. 685. – p. 482-486
3. **Turanov S.B.** Evaluation of the effect of led irradiator spectral content on the development of greenhouse plants / Yakovlev A.N., Korepanov V.I., **Turanov S.B.**, Buzmakova D.A., Grechkina T.V. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 156(1). – p. 012045.
4. **Turanov S.B.** Sources with Different Spectra Radiation Influence on Plants Growth and Development / Yakovlev A.N., Kozyreva I.N., **Turanov S.B.**, Starodubtseva D.V. // Advanced Materials Research. – 2014. – Vol. 1040. – p. 830-834.
5. **Turanov S. B.** Energy-efficient LED irradiator for greenhouse cropping / Grechkina T.V., Korepanov V.I., Omarkhan A.Sh., **Turanov S.B.** // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 156. – p. 012044, 5.

6. **Turanov S.B.** Effective modernization of the optical irradiating system in greenhouse / Baktybaev A.A., **Turanov S.B.**, Romanenko S.A., Toleotaev K.A. // Key Engineering Materials. – 2016. - Vol. 769. - p. 388-393.

Статьи в журналах из перечня ВАК

1. **Туранов С.Б.** Физические основы создания светодиодных облучателей заданного спектрального состава / Яковлев А.Н., Козырева И.Н., **Туранов С.Б.** // Известия вузов. Физика. – 2014 – Т. 57 – №. 9/3. – С. 93-96.

2. **Туранов С.Б.** Исследование спектральных характеристик одиночных листьев растений / Яковлев А.Н., Козырева И.Н., **Туранов С.Б.**, Кругликова Л.Л. // Известия вузов. Физика. – 2012 – Т. 55 – №. 6/2. – С. 158-162.

Перечисленные работы достаточно полно отражают содержание диссертационной работы Туранова С.Б.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Туранова Сергея Борисовича по своему содержанию соответствует специальности 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» по областям исследований «Разработка, совершенствование и исследование характеристик приборов, систем и комплексов с использованием электромагнитного излучения оптического диапазона волн, предназначенных для решения задач»:

- исследования и контроля параметров различных сред и объектов, в том числе при решении технологических, экологических и биологических задач;
- создания оптического и оптико-электронного оборудования для научных исследований в различных областях науки и техники».

Диссертация «Энергоэффективная адаптивная оптико-электронная система облучения» Туранова Сергея Борисовича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

Заключение принято на заседании научного семинара Отделения материаловедения Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Присутствовало на заседании 11 чел. Результаты голосования: «за» – 11 чел., «против» – нет, «воздержалось» – 0 нет, протокол № 15 от «26» февраля 2019 г.

Председатель научного семинара,
д.т.н., профессор отделения
материаловедения Инженерной школы
новых производственных технологий
ТПУ



Клименов В.А.

Секретарь научного семинара,
д.ф-м.н., доцент отделения
материаловедения Инженерной школы
новых производственных технологий
ТПУ



Полисадова Е.Ф.