

## **Отзыв**

научного руководителя, кандидата физико-математических наук, доцента Яковлева Алексея Николаевича на диссертацию Туранова Сергея Борисовича **«Энергоэффективная адаптивная оптико-электронная система облучения»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 - Оптические и оптико-электронные приборы

Туранов Сергей Борисович, 1990 года рождения, окончил (с отличием) в 2013 году магистратуру Национального исследовательского Томского политехнического университета (далее - ТПУ) по направлению «Оптотехника». С этого момента по настоящее время работает в ТПУ, в должности инженера и ассистента. В 2013 году поступил в аспирантуру ТПУ по направлению подготовки 05.09.07 - «Светотехника». Окончил её в июне 2016 года.

Диссертационным исследованием активно начал заниматься во время выполнения дипломной работы в магистратуре и после окончания университета, когда он поступил в аспирантуру ТПУ на кафедру лазерной и световой техники. За это время он провел огромный цикл экспериментальных и теоретических работ по разработке энергоэффективной адаптивной оптико-электронной системы облучения, которую можно применять в различных областях науки и техники. Показал себя как высококвалифицированный специалист в области оптических технологий и оптико-электронных систем. Умеет ставить и решать сложные научные задачи. В процессе подготовки диссертации опубликовал 26 научных работ, в том числе 6 статей в российских и зарубежных журналах. Выступления с докладами изданы в материалах всероссийских и международных конференций - 18 работ, также получил 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. За последние 5 лет он являлся руководителем и ответственным исполнителем 3 грантов РФФИ, 2 проектов Госзадания «Наука» (конкурсная – проектная часть), 5 научно-исследовательских работ, выполняемых по хоздоговорам с индустриальными партнерами.

### **Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа Туранова С.Б. посвящена разработке энергоэффективной адаптивной оптико-электронной системы облучения. В качестве основного направления для испытаний разрабатываемой системы Туранов С.Б. выбрал одно из самых активно развивающихся отраслей промышленности – тепличное растениеводство. В настоящее время ведущие зарубежные и отечественные научные коллективы работают в данном направлении, исследования очень актуальны и интерес к ним растет с каждым годом. Это подтверждается большим числом публикаций, как в отечественных, так и в зарубежных журналах.

Более того, актуальность данных вопросов на государственном уровне 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.



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».

**Содержание работы, её научная новизна, обоснованность, достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Создание оптических и оптико-электронных приборов и систем, которые позволяли бы осуществлять облучение объектов только тем количеством излучения и с тем заданным качеством, которые необходимы в данный момент и являются наиболее эффективными, является одной из важных направлений для решения задач энергосбережения. При этом важно учитывать уровень солнечной радиации и облученность, создаваемую другими оптическими приборами и адаптировать параметры облучательной установки в каждый момент времени, согласно полученным данным. 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 основы создания эффективных оптических и оптико-электронных систем облучения на их основе. Цель данной работы - разработка универсальной энергоэффективной адаптивной оптико-электронной системы облучения. Задачи диссертационного исследования: – разработать методику построения адаптивной оптико – электронной системы облучения; – изучить возможные способы управления параметрами облучения и на основе полученных данных разработать систему мониторинга, обратной связи и управления адаптивной оптико – электронной системой облучения; – обосновать выбор параметров и характеристик адаптивной оптико – электронной системы облучения и разработать технические требования к ней; – проанализировать эффективность применения адаптивности облучения. – разработать исследовательский комплекс, позволяющий моделировать необходимые спектрально-энергетические параметры облучения.

Научная новизна. 1) Разработаны научно-технические основы проектирования энергоэффективных адаптивных оптико-электронных систем облучения, в основе которых лежит необходимость обеспечивать достаточное по спектру и 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) Разработанный оптический прибор, состоящий из симметричных светодиодных модулей, с использованием двух цилиндрических зеркальных отражателей в каждом модуле, позволяет создавать равномерное облучение в перпендикулярном оси оптического прибора направлении и обеспечивает эффективный теплоотвод. 3) Разработанная распределенная автоматическая масштабируемая система управления параметрами оптических приборов на основе использования интерфейса DALI и широтно-импульсной модуляции, позволяет 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) Предложенный способ равномерного облучения вертикально расположенных объектов, позволяет на 15-20% снизить потребление электрической энергии облучательными установками за счет оптимизации распределения облученности и снижения потерь на отражении от облучаемых объектов.

### **Значимость результатов для науки и производства**

**Научная значимость** диссертации состоит в том, что получен ряд результатов, расширяющих наши представления о проектировании энергоэффективных адаптивных оптико-электронных систем облучения.

1. Предложены научно-технические основы проектирования модульных энергоэффективных адаптивных систем облучения.

2. Предложен алгоритм расчета фотосинтетического фотонного потока, создаваемого оптическими приборами на заданной поверхности.

3. Показана возможность неинвазивного изучения облучаемых объектов и получения данных по их возрасту и химическому составу на основе Рамановской спектроскопии.

**Практическая значимость и внедрение результатов** работы в производстве подтверждается следующим:

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. Предложенная методика оценки эффективности облучательных установок для закрытого грунта 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 «Оптотехника».

### **Личный вклад автора**

Работа выполнена соискателем самостоятельно. Он создал энергоэффективную адаптивную оптико-электронную систему облучения, изучил особенности работы таких систем. Предложил алгоритмы и методики оценки эффективности и адаптивности таких систем. Выполнил исследования влияния спектрально-энергетических характеристик облучательных систем на

качественные и количественные характеристики объектов, в том числе и структурные. Обсуждение поставленных задач, методов решений и результатов исследований в рамках диссертационной работы проводилось с научным руководителем и соавторами, указанными в опубликованных работах.

### **Заключение о соответствии работы требованиям ВАК**

В целом диссертационная работа является законченным научным исследованием в рамках актуальной темы. Новые результаты, полученные автором, имеют большое значение для технических наук и практики проектирования, оптимизации и внедрения технологий энергоэффективных адаптивных оптико-электронных систем облучения. Выводы, рекомендации и защищаемые положения хорошо обоснованы. Работа отвечает критериям Положения о присуждении учёных степеней.

Считаю, что по общему объёму проведенных исследований и качеству полученных результатов, научной новизне и практической значимости, она соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Туранов Сергей Борисович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 - Оптические и оптико-электронные приборы.

Научный руководитель,  
к.ф.-м.н., доцент,  
директор Инженерной школы  
Новых производственных технологий ТПУ,  
634050, г. Томск, пр.Ленина, д.30  
e-mail: yakovlev\_an@tpu.ru  
Телефон: 8(3822) 701619  
Специальность: 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

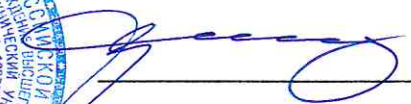
Алексей Николаевич Яковлев



«Подпись доцента Яковлева А. Н. подтверждаю».

Учёный секретарь Учёного совета Национального исследовательского Томского политехнического университета

Ольга Афанасьевна Ананьева



«20» 03 2019г.