

Председателю диссертационного совета  
35.2.019.03 на базе  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
проф. С. В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Афанасьев Михаила Анатольевича на тему: «Параметры и режимы лазерной установки для повышения продуктивных показателей молодняка овец», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Фамилия, Имя, Отчество	Будаговский Андрей Валентинович
Ученая степень	Доктор технических наук, 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве
Наименование диссертации	Управление функциональной активностью растений когерентным светом
Ученое звание	
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет»
Наименование подразделения	Научно-исследовательская проблемная лаборатория "Биофотоника"
Должность	Заведующий лабораторией
Адрес организации места работы	393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101
Телефон и официальный сайт организации места работы	8 (47545) 3-88-01 <a href="http://mgau.ru/">http://mgau.ru/</a>
Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя	
1. Rivera-Talamantes, C. F. D., Michtchenko, A., González-López, G., Budagovsky, A. V., Correa-Coyac, D., Acosta, J. Influence of pre-sowing red laser irradiation of tomato seeds on the initial plant development, salinity stress tolerance, and harvest yield // Emirates Journal of Food and Agriculture. 2023. P. 40-47.	

2. Будаговский А.В., Будаговская О.Н., Соловых Н.В., Маслова М.В., Грошева Е.В. Нужна ли клеткам когерентность света? // В книге: Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем. К 100-летию белорусской академической науки. Минск, 2022. С. 83.
3. Будаговский А.В., Соловых Н.В., Будаговская О.Н., Янковская М.Б. Проверка гипотезы о мутагенном действии низкоинтенсивного лазерного излучения видимой области спектра // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 2. С. 57-61.
4. Budagovsky A.V., Budagovskaya O.N., Solovykh N.V., Budagovsky I.A. Influence of far-red light coherence on the functional state of plants. *Physical Review E*. 2021. T. 103. № 1. С. 012411.
5. Грошева Е.В., Маслова М.В., Будаговский А.В., Будаговская О.Н. Влияние лазерного облучения на активность грибов рода *trichoderma* // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 71 (5). С. 256-265.
6. Будаговская О. Н., Будаговский А. В., Будаговский И. А. Метод коррекции показаний при оценке контраста интерференционных полос с помощью 8-битовых веб-камер // Приборы и техника эксперимента. – 2021. – № 3. – С. 75-81.
7. Маслова, М. В., Грошева, Е. В., Будаговский, А. В., Будаговская, О. Н., & Каменева, И. А. Антагонистическая активность в отношении фитопатогенов у бактерий *raenibacillus polytuxa*, *bacillus amyloliquefaciens* и их лазерная стимуляция. *Таврический вестник аграрной науки*. 2021. № 3 (27). С. 125-134.
8. Budagovsky A.V., Maslova M.V., Budagovskaya O.N., Grosheva E.V. Impact of coherent light on interaction of fungi and bacteria cells cultivated in vitro. II International Scientific Conference "Plants and Microbes: The Future of Biotechnology" (PLAMIC2020). 2020. С. 02001.
9. Будаговская О.Н., Будаговский А.В. Роботизированная установка для лазерного облучения тепличных растений. В сборнике: агроэкологические аспекты устойчивого развития апк. Материалы XVI Международной научной конференции. 2019. С. 917-921.
10. Маслова М.В., Грошева Е.В., Будаговский А.В., Будаговская О.Н. Применение лазерной обработки для повышения активности биопрепаратов // Защита и карантин растений. 2019. № 7. С. 15-17.
11. Будаговский А.В., Будаговская О.Н., Маслова М.В., Грошева Е.В. Применение когерентного света для снижения потерь яблок в послеуборочный период // Агропромышленные технологии Центральной России. 2018. № 2 (8). С. 16-22.

12. Будаговский А.В., Маслова М.В., Будаговская О.Н., Будаговский И.А. Управление взаимодействием клеток квазимонохроматическим светом с различной пространственно-временной когерентностью. Квантовая электроника. 2017. Т. 47. № 2. С. 158-162.
13. Межклеточная коммуникация посредством когерентного излучения. Будаговский А., Будаговская О., Будаговский И. Фотоника. 2016. № 3 (57). С. 148-164; № 5 (59). С. 90-101.
14. Budagovsky A.V., Solovykh N.V., Yankovskaya M.B., Maslova M.V., Budagovskaya O.N., Budagovsky I.A. Effect of spatial coherence of light on the photoregulation processes in cells. Physical Review E. 2016. Т. 94. № 1. С. 012411.
15. Реакция растительных организмов на воздействие квазимонохроматического света с различными длительностью, интенсивностью и длиной волны. Будаговский А.В., Соловых Н.В., Будаговская О.Н., Будаговский И.А. Квантовая электроника. 2015. Т. 45. № 4. С. 345-350.
16. Будаговский А.В., Соловых Н.В., Янковская М.Б. Методика применения когерентной лазерной оптики для повышения эффективности размножения растений in vitro. Мичуринск, 2015. 70 С.
17. Родимцев А.С., Будаговский А.В., Микляева М.А. Влияние низкоинтенсивного когерентного излучения на эмбриональное развитие гусей и кур // Сучасне птахівництво. 2011. № 11-12 (108-109). С. 29-35.
18. Будаговский А. В. Теория и практика лазерной обработки растений. Мичуринск, 2008.- 548 с.

Доктор технических наук по специальности 05.20.02, заведующий научно-исследовательской проблемной лабораторией "Биофотоника" ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»

 А.В. Будаговский

«22» 04 2023 г.



ДОСТОВЕРНОСТЬ ПОДПИСИ (ЕЙ)  
*А.В. Будаговского*  
 Главный редактор  
 ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ  
 Е.Е. Попова

## ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Афанасьева Михаила Анатольевича «Параметры и режимы лазерной установки для повышения продуктивных показателей молодняка овец», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса»

### 1. Актуальность темы диссертации

Объём мирового производства баранины превышает 16 млн т в год, в России менее 200 тыс. т, что не удовлетворяет потребности внутреннего рынка. На это указывает опережающий рост цен на баранину в сравнении с говядиной и свиной. Для интенсивного развития овцеводства необходимо создание более совершенных экологически безопасных технологий выращивания высокопродуктивных животных. Одним из перспективных направлений может стать применение физических факторов, в частности низкоинтенсивного когерентного излучения, генерируемого лазерами. Многолетний опыт использования лазеров в животноводстве и ветеринарии доказывает возможность повышения рентабельности производства и высокий клинический эффект лечения животных. В овцеводстве это направление пока ещё развито слабо, что обусловлено недостаточной научной обоснованностью технологических процессов и отсутствием технической базы для массового облучения животных. Решению этих вопросов посвящена диссертационная работа Афанасьева Михаила Анатольевича, что делает её актуальной.

### 2. Научная новизна и практическая значимость исследований

В диссертационной работе Афанасьева М.А. представлены результаты исследования, обладающие научной новизной и имеющие практическую значимость. Показательными в этом плане являются следующие вопросы:

- Математическая модель теплопереноса при поглощении лазерного пучка шейным отделом овцы. Определение топологии облучения, обеспечивающей наибольшее воздействие на тимус.
- Компьютерное моделирование тепловых полей в тканях овцы при лазерном облучении. Использование компьютерных моделей для определения параметров облучения, не вызывающих тепловое поражение поверхностных и внутренних тканей животного.
- Параметры лазерного облучения тимуса, оказывающие стимулирующее действие на жизнеспособность, рост и резистентность ягнят.
- Конструкция автоматизированной установки для лазерного облучения молодняка овец и алгоритм её функционирования.

– Повышение мясной продуктивности овец с использованием разработанной лазерной установки. Технологическая схема её применения.

Результаты исследований внедрены в хозяйствах Ставропольского края: колхозе-племзаводе им. Ленина, СПК колхозе-племзаводе «Россия» Апанасенковского района, а также используются в научных исследованиях и в учебном процессе Ставропольского ГАУ, что подтверждает их практическую значимость.

### **3. Обоснованность и достоверность научных положений и выводов**

Диссертационная работа Афанасьева М.А. представляет собой комплексное исследование, включающее понятийный аппарат, методологию и инструментарий различных научных направлений: физики, математики, зоологии и инженерного конструирования. Математическое и компьютерное моделирование совместно с междисциплинарным подходом к анализу результатов экспериментов позволили получить более полное представление о процессах, протекающих при взаимодействии инфракрасного лазерного излучения с биологическими системами и структурами опытных животных. Сопоставление теоретических положений с экспериментальными данными обеспечили обоснованность и надёжность сформулированных научных положений и выводов.

Достоверность результатов исследований обеспечена применением современных методов и приборов, статистической обработкой экспериментальных данных, комплексной оценкой биологического действия лазерного излучения по анатомическим, физиологическим, гистологическим и биохимическим показателям, отсутствием противоречий с имеющимися в этой области знаниями.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена апробацией результатов исследования на 6 научно-практических конференциях. Содержание диссертации отражено в 22 печатных работах, в том числе: 3 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, 5 в международных базах данных Scopus и Web of Science. По теме диссертационного исследования получен патент РФ на изобретение и опубликована одна монография (в соавторстве). Научные труды соискателя имеют высокий индекс цитирования в базе данных РИНЦ, достигающий до 150 на одну работу. Индекс Хирша также значительный – 36.

### **4. Характеристика основного содержания диссертации**

Диссертационная работа изложена на 122 страницах, включая 25 таблиц и 48 рисунков; содержит введение, 4 главы, заключение, список литературы включает 151 источник, в том числе 20 на английском языке, рекомендации производству, приложения. Все разделы диссертации логически связаны между собой и достаточно полно описывают проведенное исследование.

**Во введении** дана общая характеристика диссертационной работы, показаны её актуальность, новизна и практическая значимость. Сформулированы рабочая гипотеза, цель и задачи исследования, положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** (литературный обзор) анализируется применение низкоинтенсивного лазерного излучения в медицине и ветеринарии. Показана возможность усиления различных биологических процессов: иммунных, репаративных, адаптивных и т.п., что положительно влияет на повышение продуктивности животных. Рассмотрены способы использования этого физического фактора и режимы облучения, обеспечивающие высокий стимуляционный эффект. Указывается, что этот фактор применяют и в овцеводстве. Автор подчёркивает его безопасность для человека и животных.

Важным разделом главы является анализ представлений о механизме биологического действия электромагнитных волн оптической области спектра. Соискатель цитирует достаточно большое количество литературных источников, показывающих положительное влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на микроциркуляцию крови, её химический состав и подвижность эритроцитов, на повышение активности энергетических, пластических и пролиферативных процессов в клетках. Также обращено внимание на ионный транспорт, функции биомембран и окислительный гомеостаз клетки. Приводятся данные о конкретных параметрах облучения, с применением лазеров, генерирующих в красной и инфракрасной областях спектра. Опираясь на работы профессора С.В. Москвина и накопленный в ветеринарии опыт, соискатель склоняется к применению инфракрасного излучения для облучения овец, что обосновывается в третьем разделе первой главы, посвящённом действию лазерного излучения на иммунную систему животных.

В отличие от биологических и биофизических вопросов, технические, касающиеся конструирования лазерных облучательных установок, освещены слабо. Соискатель ограничился описанием нескольких серийно выпускаемых приборов лазерной терапии, «Лазмик», «Матрикс», РИКТА-МВ-22, СТП-9, последний из которых предложено использовать в разрабатываемой автоматизированной установке. В конце первой главы автор делает вывод об отсутствии автоматизированных установок для облучения животных, в частности овец и необходимости их создания.

**Во второй главе** представлено обоснование параметров лазерного облучения животных. Биологической моделью служил ткани шеи овцы, а мишенью облучения важный орган иммунной системы – тимус. В основу определения параметров облучения положен нагрев тканей инфракрасным излучением, который не должен превосходить биологически допустимых значений. Для расчёта температуры внутренних органов и, в частности, тимуса соискатель применил математическое и компьютерное моделирование на основании классического уравнения

теплопереноса в трёхмерном пространстве. Мощность внутренних источников тепла (интенсивность тепловыделения) рассчитана по закону Бугера – Ламберта – Бера (стр. 28), что вызывает сомнения, т.к. животные ткани являются сильно рассеивающей средой. Моделирование проходило в программном продукте Comsol Multiphysics с пакетом интерфейсов. В этом же продукте разработана геометрическая модель шеи овны и распространения в ней расходящегося лазерного пучка. Компьютерная модель позволила рассчитать распределение интенсивности инфракрасного излучения и температуры в тканях животного. На основании этих данных было установлено, что для надёжного облучения тимуса источник излучения должен располагаться под углом  $20^\circ$  от вертикали. Приводится ряд данных по тепловому режиму, часть из которых взаимно противоречивы, например, табл. 2.33, стр. 43. Было бы целесообразно представить весь ход расчётов до получения конкретных числовых значений.

Разделы 2.1 и 2.2 (особенно 2.2) написаны сложным языком, что затрудняет понимание текста. Этому же способствуют построенные не по ГОСТу графики и рисунки.

В разделе 2.3 описаны конструкция и принцип работы установки для лазерного облучения животных. При её проектировании использованы результаты компьютерного моделирования, позволившие оптимизировать взаимное расположение оптического излучателя и биологического объекта. Достоинством предложенной конструкции является её простота, а также удобство фиксации ягнят в зоне облучения. При этом источник инфракрасного излучения – терапевтическая установка СТП-9 автоматически перемещается в заданные точки, соответствующие трём проекциям лазерного пучка на тимус. Приведены рисунки этапов технологического процесса и блок-схема управления установкой. Выводы в конце главы соответствуют её содержанию.

**Третья глава** посвящена описанию экспериментальных результатов. В разделе 3.1 перечислены применённые методы оценки функционального состояния облучённых животных: морфологические, гистологические, цитологические и биохимические. Такой широкий охват исследований хорошо характеризует диссертационную работу автора, но ей определённо не хватает более подробного описания методик экспериментов или хотя бы ссылок на них. При проведении морфометрических измерений в каждом варианте опыта использовали по 15 ягнят, что, по мнению автора, «...обеспечивало доверительные вероятности от 0,995 до 0,999». Для биологических объектов, имеющих, как правило, значительную дисперсию своих параметров, такая оценка кажется некорректной. В разделе 3.2 вновь даётся описание работы автоматизированной установки, которое было бы целесообразно объединить с разделом 2.3 второй главы.

Несомненный интерес для животноводства и ветеринарии, в частности, могут иметь результаты лазерного облучения овец, представленные в разделе 3.3. Соискателем показано, что кратковременное (десятки секунд) воздействие инфракрасного излучения увеличивает массу семимесячных ягнят на 3 – 4% в сравнении с контрольным (необлучённым) вариантом. Параметры экстерьера также улучшались (по некоторым показателям до 7 – 9 %), что указывает на повышение мясной продуктивности животных. Также улучшились морфологические и биохимические показатели крови, возросло количество лейкоцитов и лимфоцитов. Лазерное облучение затормозило возрастную деградацию тимуса, что положительно повлияло на иммунную систему животного.

В четвёртой главе дана оценка экономической эффективности применения лазерной установки. Проведенные автором расчёты показали, что рентабельность производства баранины повышается с 29 до 34 %. Овцеводство Ставропольского края может дать дополнительную прибыль 23,7 млн руб в год, а срок окупаемости инвестиций на закупку установки составляет 4 - 8 месяцев. Эти существенные для животноводства результаты подтверждают практическую значимость изложенных в диссертации исследований. Экономический раздел написан достаточно подробно и обосновано.

Заключение соответствует цели и задачам диссертационной работы и отражает наиболее важные результаты исследования. Даны рекомендации производству и указаны перспективы дальнейшего развития темы.

### 5. Замечания по диссертации

По содержанию и оформлению работы могут быть сделаны следующие замечания:

1. На стр. 32 указано: «... луч лазера распространяется в одном направлении, проходящий свет через биоткани не испытывает внутренних преломлений и отражений, при данной длине волны лазера не наблюдается значительного излучения материала». Все три утверждения некорректны и служат источником ряда других замечаний и вопросов. Как известно, огибающая расходящегося лазерного пучка изменяется по гиперболическому закону и, следовательно, лучи в нём имеют различные направления. Излучение в биотканях претерпевает множественные преломления на субклеточных, клеточных и тканевых структурах, что и определяет сильное рассеяние. Неясно, о каком «...излучении материала...» идёт речь?
2. Стр. 17: "...лазерный свет с длиной волны 904 нм" не является светом. Свет – видимая часть спектра электромагнитных волн. Инфракрасное излучение 904 нм в него не входит.
3. Соискатель для описания ослабления интенсивности лазерного пучка в тканях животного использовал закон Бугера–Ламберта–Бера. Приведенная формула

(стр. 28) справедлива только для нерассеивающих сред. В тканях животного ослабление оптического пучка (экстинкция) будет определяться не только поглощением, но и рассеянием. Следовательно, в формулу 2.4 необходимо вводить ещё один член, отвечающий за рассеяние. Кроме этого, на пространственное распределение интенсивности влияют расходимость пучка, структура поперечных мод и образование спекл-картины из-за высокой когерентности излучения.

4. Коэффициент отражения кожи овцы рассчитан неверно. Нельзя использовать формулу (2.5), справедливую только для зеркального отражения. Кожа овцы вследствие своего сложного строения даёт диффузионное отражение.

5. На стр. 33 указано, что согласно паспортным данным аппарата СПИ-9 мощность лазера - 1,5 Вт, а радиус "излучающего" окна 5 мм. Этих данных недостаточно для определения параметров облучения. Что такое "излучающее" окно и какую его долю занимает выходящий пучок? Какова структура поперечных мод, какова расходимость пучка и его характеристический радиус в на поверхности объекта?

6. На стр. 39: "...исходящая плотность мощности излучения составляет  $38000 \text{ Вт/м}^2$ , на поверхности шеи она уже равна  $29000 \text{ Вт/м}^2$ . Снижение интенсивности излучения связано с потерями в воздухе по длине луча...". Луч не имеет длины (и ширины тоже). Указанная выходная интенсивность излучения лазера, согласно расчёта по приведенным данным, завышена приблизительно в 2 раза. Снижение интенсивности (плотности мощности) излучения происходит не вследствие поглощения в воздухе, как полагает автор, а из-за расходимости пучка. Вызывает сомнение применение столь высокой плотности мощности (десятки тысяч  $\text{Вт/м}^2$ ) и можно ли такое излучение называть низкоинтенсивным?

7. Стр. 34: "...максимальное значение температуры находится на поверхности шеи..." Из графиков на рис. 2.6 (стр. 35) следует, что температурный максимум находится на удалении 6 - 8 мм от поверхности шеи. Неясно, как определяли интенсивность излучения в тканях животного и их температуру? Какие использовали приборы? Весьма поверхностно представлены методики экспериментов.

8. Вызывают вопросы данные, приведенные в табл. 2.33. Почему при одинаковой длительности воздействия, но различающихся в 13 раз плотностях мощности в зоне тимуса, его температура изменилась всего на 0,4 %?

9. Большинство рисунков выполнены не по ГОСТу: очень мелкий "нечитаемый" шрифт серого цвета, многие надписи на английском языке, на рис. 3.11 - 3.22 использованы диаграммы типа поверхность, которые применяют для иллюстрации функций двух переменных. Номера групп животных, указанные на оси ординат, не являются независимой переменной, это параметр; отсутствуют линии стандартных ошибок, что затрудняет понимание и сравнение данных.

10. Имеется много цитирований из монографий С.В. Москвина по лазерной медицине, но отсутствуют упоминания о работах известных специалистов, например, В.Н. Христофорова, которые использовали лазерное излучение именно в животноводстве.

11. Не все цитируемые источники соответствуют рассматриваемому вопросу. Например, оптические формулы на стр. 28 имеют ссылку на источники [1] и [2], посвященные выращиванию овец. Во фразе о влиянии излучения на увеличение белка в сыворотке крови (стр. 13) указывается источник [140], а это монография Д. Джексона «Оптоволоконные датчики» (на английском языке). Опираясь на работу [70] по продуктивности овец делается вывод о снижении интенсивности излучения на 30 – 50 % при удалении лазера от поверхности объекта на расстояние 5-10 см (стр. 28, 29). Имеются и другие подобные ошибки.

12. Вывод 4 главы 4 о целесообразности однократной обработки овец (стр. 86) не обоснован, т.к. данные о многократной обработке в диссертации отсутствуют.

#### **Грамматические ошибки:**

13. В названии диссертации "Параметры и режимы лазерной установки..." и далее многократно в тексте. Слово "режим" не может относиться к устройству, оно характеризует некоторые действия или их периодичность: режим работы, режим облучения. Возможный вариант названия диссертации: Параметры облучения и режимы работы лазерной установки...

14. В формулировке гипотезы: "Проведение исследований по особенностям проникновения лазерного излучения через биологические ткани животного, можно разработать автоматизированную лазерную установку..." (стр. 5). Нарушена синтаксическая связь частей предложения и его логический смысл. Гипотеза должна содержать некое научное предположение, которое подтверждается или опровергается проведенным исследованием.

15. Стр. 2, стр. 8: "...повышение продуктивности овец и используемого оборудования..." Оборудование характеризуется не продуктивностью, а производительностью.

16. Стр. 6: "...режимы лазерной установки лазерного воздействия..." Тавтология.

17. Стр. 7: "Достоверность выводов, подтверждается применением системного, методического методов обработки полученного материала..." Потеряно согласование.

18. Стр. 33: "...распределения интенсивности излучения по излучаемой площади..." Неясно, по излучающей площади или по облучаемой?

19. Стр. 38: "...дистанция находится в интервале..."; стр. 41, 43: "... по временным отрезкам времени..."; стр. 52: "...химический и аминокислотный состав..."; стр. 48: "...в трех горизонтальных точках..."; стр. 44 "...выстриг шерсти на шею..." и т.п.

Сделанные замечания направлены на развитие и совершенствование исследований и не ставят под сомнение ценность представленного труда.

## Заключение

Диссертация соответствует паспорту специальности 4.3.2. пункту 2 – электротехнологии, освещение и облучение в технологических процессах АПК. Автореферат полностью отвечает содержанию диссертации, её основные положения достаточно полно отражены в работах, опубликованных в рецензируемых изданиях, и доложены на конференциях различного уровня. Результаты исследований внедрены в хозяйствах Ставропольского края. Диссертационная работа Афанасьева Михаила Анатольевича «Параметры и режимы лазерной установки для повышения продуктивных показателей молодняка овец» является завершённым научно-квалификационным исследованием, которое по критериям актуальности, научной новизны, обоснованности и достоверности выводов соответствует п.9 «Положения о присуждении учёных степеней». Соискатель, Афанасьев Михаил Анатольевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса».

Официальный оппонент:

доктор технических наук (шифр специальности 05.20.02 – электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве),  
заведующий научно-исследовательской проблемной лабораторией «Биофотоника»  
ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»  
Будаговский Андрей Валентинович.

01.06.2023

393760, Тамбовская область,  
г. Мичуринск, Интернациональная, д.101,  
МичГАУ  
Сайт: [www.mgau.ru](http://www.mgau.ru)  
Электронная почта: [budagovsky@mail.ru](mailto:budagovsky@mail.ru)  
Телефон: 8 9107516574



Председателю диссертационного совета  
35.2.019.03 на базе  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
проф. С. В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Афанасьева Михаила Анатольевича на тему: «Параметры и режимы лазерной установки для повышения продуктивных показателей молодняка овец», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Фамилия, Имя, Отчество	Юран Сергей Иосифович
Ученая степень	Доктор технических наук, 05.11.13. Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий
Наименование диссертации	Методы и средства автоматизированного контроля оптической плотности биологических тканей при изменении их кровенаполнения в условиях действия артефактов
Ученое звание	Профессор
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет»
Наименование подразделения	Кафедра автоматизированного электропривода
Должность	Профессор
Адрес организации места работы	426069, Россия, Удмуртская Республика, г.Ижевск, ул. Студенческая, 11
Телефон и официальный сайт организации места работы	8 (3412) 58-99-47 <a href="https://udsau.ru/">https://udsau.ru/</a>

Основные публикации официального оппонента,  
затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя

1. Юран С.И., Зарипов М.Р., Вершинин М.Н. Устройство лазерной предпосевной обработки семян // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (95). С. 131-134.
2. Юран С.И., Зарипов М.Р., Вершинин М.Н. Об использовании полупроводникового лазера в агротехнологиях // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы XIII Национальной научно-практической конференции с международным участием. / Саратов, 2022. С. 194-197.
3. Юран С.И., Вершинин М.Н., Зарипов М.Р., Сибгатуллин Т.А. Влияние интенсивности лазерного излучения на растительные организмы // В сборнике: Аграрная наука - 2022. Материалы Всероссийской конференции молодых исследователей. / 2022. С. 606-608.
4. Юран С.И., Зарипов М.Р., Вершинин М.Н. Энергетические параметры лазерного облучения растений // В сборнике: Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса. Материалы Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. / Ижевск, 2022. С. 308-312.
5. Юран С.И., Зарипов М.Р., Вершинин М.Н. Влияние монохроматического излучения различного спектрального состава на растительные клетки // Вестник НГИЭИ. 2021. № 7 (122). С. 16-25.
6. Вершинин М.Н., Юран С.И. Стимулирование растительных организмов лазером // В сборнике: Актуальные вопросы энергетики АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 100-летию плана ГОЭРЛО. / 2021. С. 19-21.
7. Юран С.И., Зарипов М.Р., Вершинин М.Н. Особенности использования низкокогерентного излучения в растениеводстве // В сборнике: Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки. материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых. / Ижевск, 2021. С. 373-377.
8. Вершинин М.Н., Юран С.И., Зарипов М.Р. Об использовании полупроводникового лазера для стимуляции растительных организмов // В сборнике: Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России. / Ижевск, 2021. С. 94-98.
9. Алексеев В.А., Зарипов М.Р., Юран С.И., Вершинин М.Н., Меркулова А.А. Лабораторный стенд предпосевной лазерной активации семян пшеницы // В сборнике: Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии, геоэкологии и на транспорте - 2020. Труды XXVIII Международной конференции. / 2020. С. 62-65.
10. Вершинин М.Н., Юран С.И. Лазерные технологии в сельском хозяйстве // В сборнике: Научные инновации в развитии отраслей

АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. / 2020. С. 101-105.

11. Алексеев В.А., Зарипов М.Р., Перминов А.С., Ситникова Е.А., Усольцев В.П., Юран С.И. Повышение пиковой мощности импульсного источника лазерного излучения с применением кольцевой волоконной линии задержки // Приборы и методы измерений. 2019. Т. 10. № 2. С. 151-159.

12. Перминов А.С., Юран С.И. Проектирование оптоэлектронных датчиков с устранением влияния артефактов // Вестник Ижевского государственного технического университета. 2010. № 3 (47). С. 102-105.

Доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры автоматизированного  
электропривода ФГБОУ ВО «Удмуртский  
государственный аграрный университет»

« 22 » 04 2023 г.



С.И. Юран



## ОТЗЫВ

официального оппонента Юрана Сергея Иосифовича, доктора технических наук, профессора кафедры автоматизированного электропривода ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет», на диссертационную работу Афанасьева Михаила Анатольевича на тему: «Параметры и режимы лазерной установки для повышения продуктивных показателей молодняка овец», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса, представленную к защите в диссертационный совет 35.2.019.03, созданный на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ).

### Актуальность темы исследования

На протяжении всей истории существования животноводства основной целью отрасли является получение здоровых животных и высококачественной продукции от них. Это касается и овцеводства. Поэтому особую актуальность имеют исследования по выращиванию жизнеспособных животных. С развитием естественных наук и достижениями в области техники и приборостроения стало возможным изучение механизма воздействия на живой организм физических факторов, в том числе электромагнитных излучений на тканевом, клеточном и молекулярном уровнях. Использование биофизических факторов, в частности низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ), для стимуляции различных систем организма животных является перспективным направлением исследований в овцеводстве.

**Новизна исследований и полученных результатов состоит в следующем:**

1. Разработаны мультифизические модели основных процессов, протекающих в биологических тканях при воздействии на них низкоинтенсивного лазерного излучения.

2. Обоснованы параметры и режимы установки для лазерного воздействия на шейный отдел ягнят, способствующие повышению продуктивности и резистентности животных.

3. Разработан алгоритм управления установкой лазерного воздействия на шейный отдел ягнят.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается:**

- использованием общепринятых методов, построенных на фундаментальных законах электротехники и электромеханики, с применением программ «Comsol», «Microsoft Excel», «Statistica 6.0»;

- использованием в работе данных из достоверных литературных источников, в том числе зарубежных;

- совпадением расчетных и экспериментальных данных, полученных на разработанной и изготовленной экспериментальной электроустановке.

**Апробация работы и публикации по теме исследования:** по теме диссертационной работы опубликовано 22 статьи, в том числе: 3 статьи, входящие в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 5 статей в международных базах данных Scopus и Web of Science, 1 монография и 1 патент на изобретение.

**Значимость полученных результатов для науки и производства,** полученных автором результатов, выражается в перспективности использования мультифизической модели прохождения лазерного излучения через слои биологической ткани посредством использования автоматизированной установки. Отдельные элементы исследования имеют как научное, так и практическое применение. Автоматизированная лазерная установка для повышения продуктивности животных может использоваться в технологических процессах при промышленном производстве продукции овцеводства, так как воздействие НИЛИ на тимус молодняка ягнят, не оказывая вредного воздействия на физиологическое состояние животного, приводит к стимулированию роста его организма и повышению резистентности к неблагоприятным факторам окружающей среды. Использование автоматизированной лазерной установки поз-

воляет увеличить массу и площадь овчины к 7-ми месячному возрасту животных соответственно на 0,4 кг и 3,2 дм<sup>2</sup> больше, чем в контрольной группе. Результаты исследования по повышению продуктивности и резистентности овец были использованы в Колхозе-племзаводе имени Ленина Апанасенковского района Ставропольского края на группе 500 голов, СПК колхозе-племзаводе «Россия» Апанасенковского района Ставропольского края на группе 300 голов и рекомендуются наряду с традиционными зоотехническими приемами к использованию.

### **Структура и объем работы**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 151 наименование. Диссертация изложена на 122 страницах.

*Во введении* обоснована актуальность работы, сформулированы цели, задачи и предмет исследований, новизна научных результатов, практическая значимость, приведены основные положения, выносимые на защиту.

*В первой главе* выполнен аналитический обзор существующих лазерных установок и способов воздействия лазерного излучения на организм животных. Установлено, что для животноводческих хозяйств с целью повышения продуктивности и жизнеспособности животных следует использовать лазерные технологии. Сделан вывод об отсутствии в настоящее время научно-обоснованные рекомендации по разработке технических устройств, обоснованию режимов и параметров их работы, что препятствует широкому внедрению лазерных установок и технологий в колхозы-племзаводы.

*Во второй главе* проведено математическое описание и разработана компьютерная модель физических процессов в шейном отделе ягненка при его облучении НИЛИ. Анализ результатов моделирования позволил теоретически обосновать параметры и режимы работы лазерной установки, ее конструктивно-технологическую схему. Применение современного ПО обеспечило более точное представление о прохождении лазерного излучения через слои биологической ткани (например, левый график рисунка 2.12) и его воздействие на

заданную часть биоткани (область тимуса), что способствовало точному выбору параметров ЛИ. Важным в этом разделе является обоснование выбора угла наклона лазерного излучения относительно вертикальной оси, позволившее более эффективно (целенаправленно) доставлять лазерное излучение в область тимуса и скорректировать конструкцию установки, а также выбор рабочих точек для облучения на теле животного.

Разработаны алгоритм и программа управления установкой на базе микроконтроллера. Предложенный алгоритм может иметь более широкое применение для использования его в модификациях установки для воздействия лазерного излучения на другие области тела животных.

*В третьей главе* описаны проведенные лабораторные исследования используемого в работе известного в ветеринарной практике импульсного лазерного аппарата для животноводства СТП-9, который работает в области ближнего инфракрасного спектра излучения. Результаты исследования аппарата подтвердили заявленные в паспорте параметры, что важно для дальнейшего его применения. С использованием данного лазерного аппарата разработана и апробирована в лабораторных и полевых условиях автоматизированная лазерная установка для облучения молодняка овец НИЛИ. Проведенные обширные экспериментальные исследования показали полное отсутствие вредных побочных эффектов и безопасность использования установки для облученных животных, а также увеличение их мясной продуктивности по сравнению с необлученными.

*В четвертой главе* произведен расчет экономической эффективности внедрения лазерной установки для воздействия на молодняка овец в колхозах-племзаводах Ставропольского края, который показал эффективность ее применения.

*В заключении* приведены основные выводы и научно-практические результаты работы.

Материалы диссертационной работы изложены аргументировано и соответствуют предъявляемым к ней требованиям. Текст работы написан достаточно грамотно. Выводы и предложения в достаточной мере подтверждены результатами исследований, обладают новизной и соответствуют содержанию работы.

К достоинствам работы следует отнести создание работоспособной в полевых условиях установки для лазерной обработки молодняка овец. Исследование имеет как научное, так и прикладное практическое значение. Проведенные научные исследования подтверждены экспериментальными исследованиями с современным приборным обеспечением.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. Название параграфа 2.1 не отражает его содержания, в то время как параграф 2.2 по своему содержанию фактически отражает обоснование параметров и режимов работы лазерной установки.
2. При разработке модели взаимодействия лазерного излучения с биотканью принято, что лазерное излучение распространяется в биоткани в виде луча. В соответствии с этим, можно ли принять в модели излучение лазера аппарата СТП-9 в виде луча?
3. В блок-схеме представленного алгоритма управления основными функциональными процессами лазерной установки (стр.46), описание работы блоков 8, 9, 10 и блоки 13, 14, 15 требует пояснения и корректировки, так как они не отражают динамику процессов.
4. Глава 3 в большей степени отражает влияние НИЛИ на гематологические показатели животных, а не влияние параметров и режимов работы лазерной установки на продуктивность овец.
5. В рамках специальности 4.3.2 в главе 3 целесообразно было бы привести электрическую схему автоматизированной лазерной установки.

6. На рисунках 3.8 и 3.9 (стр.56) нет поясняющих позиций элементов автоматизированной установки, что затрудняет определения положения датчика и лазера относительно животного.

7. На рисунке 3.10 (стр. 57) представлены фрагменты тепловизионной съемки шейных отделов 3-х ягнят. Каким образом оценивалось повышение температуры обрабатываемых областей и ее превышение значения 43°C.

8. Чем можно объяснить бóльшую прибыль от убоя ягнят в 5-ти месячном возрасте, чем в 7-ми месячном, в сравнении с контрольной группой.

9. Каким образом был произведен расчет экономического эффекта на материалах 1 природно-климатической зоны Ставропольского края, то есть Арзгирского, Левокумского, Нефтекумского и Туркменского районов, если в приложении отсутствуют акты об использовании автоматизированной лазерной установки. Или в этих районах лазерная терапия проводилась вручную?

10. Имеются замечания по оформлению, например, в тексте диссертации не приведены объект и предмет исследования, хотя в автореферате они указаны, не по ГОСТу оформлены приложения и др., встречаются опечатки и стилистические ошибки.

### **Заключение**

Диссертация Афанасьева Михаила Анатольевича на тему: «Параметры и режимы лазерной установки для повышения продуктивных показателей молодняка овец», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса является законченной научно-квалифицированной работой, содержащей достоверные и научно-обоснованные результаты по воздействию лазерного излучения на организм овец.

Автореферат соответствует содержанию основного текста диссертации.

Диссертация Афанасьева Михаила Анатольевича на тему: «Параметры и режимы лазерной установки для повышения продуктивных показателей мо-

лодняка овец» соответствует требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановления правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями, предъявляемым к кандидатским диссертациям и является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения по повышению продуктивности в овцеводстве, имеющие существенное значение для развития страны, а ее автор Афанасьев Михаил Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергосбережение агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук,  
профессор

«07» 06 2023 г.



Юран Сергей Иосифович

Ученая степень	Доктор технических наук
Ученое звание	Профессор
Специальность, по которой защищена диссертация	05.11.13. Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий
Место работы	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет», кафедра автоматизированного электропривода
Адрес	426069, Россия, ПФО, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11
Телефон	8-904-313-52-60
E-mail	yuran-49@yandex.ru

Подпись, должность, ученую степень и звание Юрана С.И. удостоверяю:



Подпись заверяю:  
Начальник управления  
кадрового делопроизводства  
Удмуртского ГАУ

*С.И. Юран*