

Учреждение образования  
«Международный государственный экологический институт  
имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора по учебной и  
воспитательной работе

МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

\_\_\_\_\_ В.И. Красовский

«26» июня 2017 г.

Регистрационный № УД- 542-17 /уч.

**ЛАЗЕРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОТКАНИ**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине  
для специальности:

1-31 81 13 Медицинская физика

Минск 2017

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 81 13-2017 и учебного плана № 71-17/уч.м.з. от 06.02.17г. специальности 1-31 04 05 Медицинская физика

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.П. Зорин – доцент кафедры физики и высшей математики учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой физики и высшей математики учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 04.05.2017 г.)

Советом факультета МОС учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» БГУ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2017 г.)

# 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа «Лазерное воздействие на биоткани» разработана для магистрантов специальности 1-31 81 13 Медицинская физика в соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСВО1-31 81 13-2017 и учебного плана специальности.

Целью учебной дисциплины является освоение студентами основных сведений об особенностях применения лазеров разных типов в медицине. Основные задачи учебной дисциплины включают информирование студентов о современных методах использования лазерной техники в терапевтических и диагностических целях, формирование представлений о возможностях мультидисциплинарного системного описания физических, физико-химических и биологических процессов, лежащих в основе реакции организмов, тканей, клеток и клеточных структур на действие лазерного излучения.

Лазерное излучение обладает рядом характерных особенностей (когерентность, монохроматичность, возможность концентрации энергии, простота доставки к обрабатываемым образцам др.), которые значительно упрощают его использование в различных технических устройствах и технологических операциях. Наряду с увеличением производительности лазерные технологии часто позволяют добиться принципиально новых результатов воздействия на материалы, недоступные традиционным методам. Одной из важнейших областей, где лазеры получили очень широкое применение, является медицина. Сегодня трудно себе представить развитие медицинской науки без использования лазеров, как для лечения, так и для диагностики многих заболеваний.

Все более широкое использование лазеров в области медицины инициировало развитие особого направления в медицине – лазерной медицины. Лазерные источники в последнее время широко применяются для лечения самых разнообразных заболеваний. Можно отметить успешные применения лазеров в офтальмологии, косметологии, хирургии, лечении онкологических заболеваний, а также при терапии многочисленных патологий. Значительное развитие получили и спектральноаналитические методики с использованием лазерных источников. Учитывая эти обстоятельства ознакомление с основными достижениями и перспективами использования лазеров в медицине, несомненно, необходимо специалистам в области медицинской физики.

Актуальной задачей современной лазерной медицины является разработка и использование источника излучения с оптимальными для эффективного атравматичного разрушения соответствующей биоткани параметрами. Результаты комплексных исследований последних лет позволили не только

определить область оптимальных лазерных параметров для эффективного разреза и коагуляции биоткани, но и разработать концепцию адаптивных лазерных медицинских систем. В подобных системах контролируется какой-либо ключевой параметр процесса, сопровождающего лазерное воздействие на биоткань, и по его величине принимается решение о том или ином варианте изменения параметров лазерной системы с целью сохранения клинически необходимого результата вмешательства.

Лазерные медицинские технологии отличаются многоплановостью, комплексностью, разнообразием. Лазерная медицина включает воздействие лазерного излучения на различные части тела: кожа, кости, мышцы, жировые ткани, сухожилия, внутренние органы, глаза, зубные ткани и т.п. Все эти ткани имеют свои свойства, как оптические (спектральные характеристики, коэффициент отражения, глубина проникновения излучения), так и теплофизические (теплопроводность, температуропроводность, теплоемкость), отличные от свойств других биотканей. Поэтому различается и характер воздействия на них лазерного излучения. Соответственно, в каждом случае необходимо выбирать индивидуальные параметры режима облучения: длину волны, длительность воздействия, мощность, частоту следования импульсов и т.п. Сильное различие свойств биотканей делает возможным специфические воздействия, например, чрескожное воздействие на патологические ткани (облучение подкожных тканей без существенного повреждения кожи).

Учебная программа рассчитана на студентов магистрантов, которые готовятся по специальности «Медицинская физика» (2-ая ступень), прошедших подготовку на естественнонаучных и медицинских факультетах университетов.

Дисциплина «Лазерное воздействие на биоткани» относится к профессиональному циклу. Она имеет как фундаментальное, так и прикладное значение в системе медико-биологического образования. При этом учитывается то обстоятельство, что студенты имеют определенный уровень базовых знаний в области оптики, общей физики, спектроскопии, биофизики, биохимии, клеточной биологии и биофизики сложных систем. Эта дисциплина связана со следующими дисциплинами: физические методы в биологии и медицине, основы современной биологической и медицинской физики, биофизика, биофизика неионизирующего излучения.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

– основные принципы устройства и классификация лазеров, используемых в медицине. Класс опасности лазерного устройства. Средства индивидуальной защиты при работе с лазерным излучением;

– основы оптических свойств биологических тканей, механизмы взаимодействия оптического излучения с биологическими молекулами, клетками, тканями;

– основные механизмы реакции клеток и тканей на действие лазерного излучения различной мощности;

– возможности использования лазеров при создании различных технических устройств для медицинской физики;

– основы технологий применения лазеров в медицине при диагностике и лечении различных заболеваний.

**уметь:**

– анализировать различные виды реакции клеток и тканей при действии лазерного излучения;

– анализировать фотофизические, фотохимические структурные и функциональные изменения биологических структур при действии лазерного излучения;

– прогнозировать эффект действия лазерного излучения на биологические системы различной сложности исходя из предварительных знаний о фотофизических, биохимических характеристиках и структуре биообъекта;

– выполнять подбор необходимых спектральных методов исследования исходя из задач исследования и предварительных знаний о структуре биообъекта.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций.

**Академические компетенции:**

1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

2. Владеть системным и сравнительным анализом.

3. Владеть исследовательскими навыками.

4. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

5. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

6. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

### ***Социально-личностные компетенции:***

1. Быть способным к социальному взаимодействию.
2. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
3. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
4. Уметь работать самостоятельно и в команде.

### ***Профессиональные компетенции:***

1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин.

2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.

3. Проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования.

4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

5. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

6. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы.

Самостоятельная работа осуществляется в виде аудиторных и внеаудиторных форм. Материалы, помогающие студенту в организации самостоятельной работы, включают:

- учебную программу дисциплины;
- учебную литературу (курс лекций, справочные материалы);
- задания для самостоятельной работы студентов.

В соответствии с учебным планом общий объем часов по дисциплине «Лазерное воздействие на биоткани» составляет – 176 часов. Объем аудиторных часов – 42 часа, из них: лекции – 36 часов, КСР – 6 часов.

Занятия проводятся в 1-ом семестре – 22 часа и во 2-ом семестре – 20 часов. Форма итогового контроля знаний по дисциплине – зачет в 2 семестре.

Форма получения высшего образования второй ступени – заочная.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

№ пп	Наименование тем	Содержание
1	Краткая история квантовой электроники: мазеры, лазеры.	Краткая история квантовой электроники: мазеры, лазеры.
2	Принципы работы лазера.	Принципы работы лазера. Понятия спонтанного и вынужденного излучений, поглощения. Коэффициенты Эйнштейна. Инверсная населенность уровней.
3	Основные типы лазеров, применяемых в медицине.	Основные типы лазеров, применяемых в медицине. Газовые, молекулярные, твердотельные, химические, полупроводниковые, волоконные лазеры.
4	Обзор основных направлений применения лазеров в медицине.	Обзор основных направлений применения лазеров в медицине. Лазерная диагностика. Лазерная терапия. Фотодинамическая терапия.
5	Низкоинтенсивная лазерная терапия.	Низкоинтенсивная лазерная терапия. Основные методики проведения терапевтических процедур. Патогенетический механизм действия НИЛИ (низкоинтенсивное лазерное излучение). Фотодинамическая терапия с применением низкоинтенсивных лазеров.
6	Некоторые свойства биологических тканей.	Оптические свойства тканей. Теплофизические свойства тканей. Оптический и термический перенос энергии.
7	Основные явления, наблюдаемые при воздействии лазерного излучения на биоткани.	Основные явления, наблюдаемые при воздействии лазерного излучения на биоткани. Действие лазерного излучения на биологическую ткань в зависимости от энергетики облучения. Тепловые воздействия.. Фотохимические воздействия. Нелинейные процессы.
8	Биофизические механизмы взаимодействия лазерного излучения с биотканями.	Биофизические механизмы взаимодействия лазерного излучения с биотканями. Тепловой механизм. Механизмы взрывного действия. Действие лазерного излучения УФ диапазона на биологические ткани. Эффекты, сопутствующие абляции.
9	Основы практического применения лазеров в медицине.	Основы практического применения лазеров в медицине. Основные принципы применения лазеров в хирургии. Особенности течения

		<p>раневого процесса после воздействия на ткань излучения хирургического лазера.</p> <p>Лазерные технологии в дерматологии.</p> <p>Лазерные технологии в стоматологии.</p> <p>Лазерные технологии в офтальмологии.</p> <p>Лазерные технологии в оториноларингологии.</p> <p>Лазерная терапия. Внутрисосудистое лазерное облучение крови.</p> <p>Лазерная сварка ткани.</p>
10	Фотодинамическая терапия онкологических и других заболеваний.	<p>Фотодинамическая терапия онкологических и других заболеваний. Фотодинамическая терапия. Основные параметры, определяющие фотодинамическую терапию. Требования к источникам и фотосенсибилизаторам. Новые типы фотосенсибилизаторов и перспективы развития фотодинамической терапии.</p>
11	Лазерные методы исследования и диагностики.	<p>Лазерные методы исследования и диагностики.</p> <p>Спектральные методы диагностики.</p> <p>Классификация оптических методов в оптической диагностике. Оптическая микроскопия. Спектроскопические методы. Макро и микродиагностика. Оптическая биопсия.</p>



### 3.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное (аудиторный контроль УСР)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Лазерное воздействие на биоткани</b>	<b>36</b>				<b>6</b>		
1	Краткая история квантовой электроники: мазеры, лазеры	<b>2</b>						
2	Принципы работы лазера.	<b>2</b>						
3	Основные типы лазеров, применяемых в медицине.	<b>4</b>						
4	Обзор основных направлений применения лазеров в медицине.	<b>4</b>				<b>2</b>		письменная контрольная работа
5	Низкоинтенсивная лазерная терапия.	<b>2</b>						
6	Некоторые свойства биологических тканей.	<b>2</b>						
7	Основные явления, наблюдаемые при воздействии лазерного излучения на биоткани.	<b>4</b>						
8	Биофизические механизмы взаимодействия лазерного излучения с биотканями.	<b>2</b>						
9	Основы практического применения лазеров в медицине.	<b>6</b>				<b>2</b>		письменная контрольная

								работа
10	Фотодинамическая терапия онкологических и других заболеваний.	<b>4</b>						
11	Лазерные методы исследования и диагностики.	<b>4</b>				<b>2</b>		Защита рефератов
	Всего	<b>36</b>				<b>6</b>		

#### 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

##### *Основные учебно-методические материалы:*

1. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В.В.Тучин. Москва: Физматлиб, 2010. 499 с.
2. Б.Салех, М. Тейх Оптика и фотоника. Принципы и применения.-Т1.- Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012. - 760 с.
3. Б.Салех, М. Тейх Оптика и фотоника. Принципы и применения.-Т2.- Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012. - 760 с.
4. Медицинская и биологическая физика: учебник / Ремизов А.Н. - 4-е изд., испр. и перераб.2013. - 648 с.
5. Чикишев, А.Ю. Основные свойства и характеристики лазерного излучения: конспекты лекций / А.Ю. Чикишев. М.: МГУ, 1995. -56 с.
6. Тучин, В.В. Введение в оптику биотканей: конспекты лекций / В.В. Тучин. М.: МГУ, 1995. - 56с.

##### *Дополнительные учебно-методические материалы:*

7. Лазеро- и светолечение. Доувер Дж.С. – Москва: Рид Элсивер. – 2014.
8. Неворотин А. И. Введение в лазерную хирургию. Учебное пособие. – СПб.: СпецЛит, 2000.
9. Лопатин В.Н. Методы светорассеяния в анализе дисперсных биологических сред / В.Н. Лопатин, А.В. Приезжев, А.Д. Апонасенко и др. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
10. Неворотин А.И. Введение в лазерную хирургию. СПб: СпецЛит, 2000,- 160 с.
11. Прикладная лазерная медицина: учеб. и справоч. пособие / под ред. Х.П. Берлиена, Г.Й. Мюллера, пер. с нем. под ред. Н.И. Коротеева, О.С. Медведева. – М.: Интерэксперт, 1997.-345с.
12. Оптическая биомедицинская диагностика / Под. ред. В.В. Тучина – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. Т. 1 – 560с.
13. Соколов А.Л. Эндовенная лазерная коагуляция в лечении варикозной болезни / А.Л. Соколов, К.В. Лядов, Ю.М. Стойко. – М.: Медпрактика-М, 2013.
14. Баллюзек Ф.В., Морозова С.И., Самойлова К.А. Медицинская лазерология. СПб, 2000. - 160 с.

##### ***Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения***

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию. Занятия проводятся в интерактивной форме, позволяющей студентам лучше усваивать материал. Качество обучения достигается за счет использования следующих форм учебной работы: лекции (использование проблемных ситуаций, разбор конкретных ситуаций), самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

### ***Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)***

Освоение дисциплины предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью 20 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы.

### ***Примерный перечень мероприятий для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине***

1. Контрольные работы.
2. Реферативные работы.
3. Устный опрос.

### ***Примерная тематика реферативных работ***

1. Основные принципы применения лазеров в хирургии.
2. Особенности течения раневого процесса после воздействия на ткань излучения хирургического лазера.
3. Лазерные технологии в дерматологии
4. Лазерные технологии в стоматологии
5. Лазерные технологии в офтальмологии
6. Лазерные технологии в оториноларингологии
7. Лазерная терапия. Внутрисосудистое лазерное облучение крови
8. Лазерная сварка ткани
9. Фотодинамическая терапия.
10. Основные параметры, определяющие фотодинамическую терапию. Требования к источникам и фотосенсибилизаторам.
11. Новые типы фотосенсибилизаторов и перспективы развития фотодинамической терапии.
12. Спектральные методы диагностики.
13. Классификация оптических методов в оптической диагностике. Оптическая микроскопия.
14. Спектроскопические методы. Макро и микродиагностика.
15. Оптическая биопсия.

## 5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

<b>Название дисциплины, с которой требуется согласование</b>	<b>Название кафедры</b>	<b>Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине</b>	<b>Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)</b>