

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЛАЗЕРНАЯ БИОИНЖЕНЕРИЯ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и  
информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
6	4	144	15	30	0		48	15	Э
Итого	4	144	15	30	0	0	48	15	

## АННОТАЦИЯ

Описываются лазерные технологии, позволяющие реализовать инженерные принципы и концепции для решения актуальных задач регенеративной медицины и микробиологии. Изучаются принципы работы различных лазерных систем аддитивного формирования искусственных тканеинженерных конструкций, востребованных для создания фрагментов искусственных тканей и органов; систем лазерной печати живыми клеточными объектами (клетки, агрегаты клеток, микроорганизмы).

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются приобретение студентами знаний об особенностях и возможностях современных лазерных технологий, используемых для решения актуальных задач регенеративной медицины и микробиологии; о подходах к созданию экспериментальных аддитивных лазерных установок для реализации различных принципов формирования трехмерных структур; разработке методик формирования искусственных трехмерных конструкций.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Логически и содержательно данный курс является частью специализации, являющейся неотъемлемой частью знаний современного инженера-физика, как специалиста в области современных методов и средств воздействия лазерного излучения на различные, в т.ч. биосовместимые материалы и живые системы; возможностей использования лазерного излучения для решения ряда актуальных задач регенеративной медицины. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по предшествующим университетским курсам физики, химии, квантовой радиофизики, физической оптики.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-3 [1] – Способен	З-УК-3 [1] – Знать: основные приемы и нормы социального

<p>осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</p>	<p>взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 [1] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде</p>
<p>УК-6 [1] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>З-УК-6 [1] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни</p>

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной ответственности ученого (В2)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (В3)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного

	<p>активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)</p>	<p>отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</li> </ul>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование</li> </ul>

		<p>воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста</p>

		общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/16/0		25	КИ-8	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Второй раздел	9-15	7/14/0		25	КИ-15	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-

							УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/30/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b>				50	Э	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	15	30	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	8	16	0
1 - 2	<b>Тема 1. Введение. Регенеративная медицина и тканевая инженерия. Возможности лазерного излучения</b> Введение. Понятие регенеративной медицины. Подход тканевой инженерии. Скаффолд технологии. Аддитивные технологии. 3D-печать в медицине и микробиологии	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Тема 2. Лазерная стереолитография и ее применение в биомедицине</b>	Всего аудиторных часов		
		2	4	0

	Тема 2. Лазерная стереолитография и ее применение в биомедицине	Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>Тема 3. Технология двухфотонной полимеризации и ее применение в задачах тканевой инженерии</b> Принципы технологии двухфотонной полимеризации. Методики формирования трехмерных структур различного функционального назначения, в т.ч. и для биомедицины. Возможности метода и его аппаратная реализация	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<b>Тема 4. Технология селективного лазерного спекания и ее разновидность – поверхностно-селективное лазерное спекание</b> Принципы технологии селективного лазерного спекания. Принципы технологии поверхностно-селективного лазерного спекания. Методики формирования трехмерных структур из полимерных биосовместимых материалов. Методы получения функциональных полимерных биосовместимых материалов	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	<b>Второй раздел</b>	7	14	0
9 - 10	<b>Тема 5. Технология лазерной печати методом прямого лазероиндуцированного переноса (LIFT)</b> Принцип технологии лазерной биопечати методом прямого лазероиндуцированного переноса гидрогелевых капель с живыми клетками, клеточными объектами и микроорганизмами. Лазерная печать живыми клетками, клеточными сфероидными и микроорганизмами. Лазерная инженерия микробных систем	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Тема 6. Основы практического построения экспериментальных систем лазерной биопечати</b> Основы построения экспериментальной установки для реализации различных режимов лазерного воздействия. Структурно-функциональная схема экспериментальных лазерных систем. Выбор компонентов для построения экспериментальной установки. Методы реализации управления экспериментальной системой и способы подготовки управляющих кодов	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	<b>Тема 7. Демонстрация работы экспериментальных систем лазерной биопечати. Ознакомление с устройством и принципами работы</b> Демонстрация работы экспериментальных систем лазерной и проекционной стереолитографии, двухфотонной полимеризации, поверхностно-селективного лазерного спекания, лазерной биопечати методом прямого лазероиндуцированного переноса	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Тема 8. Достижения лазерной биоинженерии</b> Обзор современных достижений лазерной биоинженерии на примерах последних научных результатов	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
-------------	---------------------



ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для углубления материала курса и расширения кругозора студентам демонстрируются компьютерные презентации и видеофильмы из специально созданной электронной библиотеки и фильмотеки по темам курса.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
УК-1	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
УК-3	З-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15
УК-6	З-УК-6	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-6	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-6	Э, КИ-8, КИ-15

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно

			усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы. Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми. В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам. Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений. Следует работать с рекомендованными литературными источниками.

На лекции основное внимание следует уделять практическому применению различных лазерных систем, принципам их работы, принципам работы и характеристикам различных элементов лазерных систем.

С целью промежуточного и рубежного контроля знаний используются индивидуальные контрольные вопросы и билеты, на которые студенты отвечают .

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

В процессе освоения курса студентам необходимо получить ясное представление о принципах работы различных лазерных систем аддитивного для формирования искусственных тканеинженерных конструкций, востребованных для создания фрагментов искусственных тканей и органов; также систем лазерной печати живыми клеточными объектами. При изложении данного курса особое внимание должно быть уделено практическому применению различных лазерных систем, принципам работы и характеристикам различных элементов лазерных систем.

Лекционный курс строится по следующему плану: сначала вводятся и обсуждаются основные понятия и исходные положения, излагаются основные задачи тканевой инженерии и регенеративной медицины. Потом рассматриваются методы, с помощью которых решаются эти задачи.

Используется гибридная форма проведения лекционных и практических занятий. Во время очных занятий используются демонстрационные материалы и презентации. Во время онлайн лекций будет демонстрироваться научное оборудование и на примере реальных лабораторных установок объясняются основные принципы его работы.

С целью промежуточного и итогового контроля знаний используются индивидуальные контрольные вопросы и билеты, на которые студенты отвечают на усмотрение преподавателя письменно или устно. При письменных ответах на вопросы преподаватель может также задать на свое усмотрение дополнительные вопросы.

Основные требования к студенту заключаются в посещении лекций и семинаров, выполнении домашних заданий, выполнению заданий промежуточного и итогового контролей.

Основные требования к преподавателю заключаются в четком и структурированном изложении материала, во внимательном отношении к студентам. Каждый вопрос студента по материалам курса должен быть принят во внимание, при необходимости ответ может быть пояснен в рамках аудиторного занятия.

Автор(ы):

Минаев Никита Владимирович