

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УЛЬТРАЗВУК В МЕДИЦИНЕ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.04.02 Физика

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, экз./зач./КР/КП
1	3	108	16	16	0		40	0	Э
Итого	3	108	16	16	0	0	40	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Основным предметом изучения дисциплины являются физические и физико-химические процессы, происходящие в организмах на молекулярном уровне, что позволяет рассматривать механизмы физиологических процессов и объяснять причины наблюдаемых биологических явлений. Изучение физико-химических основ физиологических процессов, которые протекают в организме в особых, своеобразных условиях, отсутствующих где-либо в неживой природе, проводится с учетом исключительной специфичности, гетерогенности и динамичности для целостных биологических систем без разложения их по возможности на отдельные компоненты.

Познание физических закономерностей функционирования живых систем позволяет не только понять их работу, но также выявить физические и физико-химические параметры, используемые для объективной диагностики функционального состояния организма, и провести исследования основ и механизмов протекания патологических процессов. Большое внимание при этом уделяется методам и принципам работы современного медицинского оборудования, с помощью которого осуществляется клиническая лабораторная диагностика биоматериала (жидкостей, тканей, клеток) человеческого организма для выявления или подтверждения наличия патологии, и функциональная диагностика для объективной оценки, обнаружения отклонений и установления степени нарушений работы различных органов и физиологических систем организма.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения учебной дисциплины «Ультразвук в медицине» являются формирование у студентов представления о возможностях использования ультразвука в медицине, понимания физических процессов возникающих при медицинской ультразвуковой диагностике и терапии, а также знаний о конструкции и особенностях применения УЗ приборов.

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

Логически дисциплина является частью заключительной специализации медицинского физика в области физики визуализации изображений в медицине, а также в области терапевтического воздействия неионизирующих излучений на организм человека.

«Входными» знаниями являются знания общей физики, математики, информатики, электроники, анатомии и физиологии человека.

Для освоения данной дисциплины необходимо предшествующее освоение курсов общей физики, методов решения обратных задач, медицинской электроники, основ интроскопии, анатомии и физиологии человека.

### **3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
проектный			
Применение результатов научных исследований в инновационной деятельности, участие в формулировке новых задач и разработке новых методических подходов в научно-инновационных исследованиях, разработка проектной документации, а также физико-техническое обеспечение лучевой диагностики и терапии	результаты научной деятельности	ПК-2.2 [1] - Способен обеспечивать физико-техническое сопровождение лучевой диагностики и терапии  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2.2[1] - Знать: основы прикладной радиационной физики, физико-технические основы лучевой диагностики и терапии, клинические основы лучевой диагностики и терапии, основы радиобиологии и радиационной безопасности, физико-технические и эксплуатационные характеристики, принципы и методы защиты от воздействия ионизирующего излучения; У-ПК-2.2[1] - Уметь: проводить проверки физико-технических параметров и нерадиационных характеристик оборудования, выбирать значения физико-технических параметров и протоколов визуализации, оптимальные для выполнения планируемого диагностического исследования; В-ПК-2.2[1] - Владеть: навыками

			оптимизации лучевой нагрузки на пациентов с точки зрения её минимизации при получении изображений диагностического качества, навыками калибровки и использования радиометров и клинических дозиметров,
Применение результатов научных исследований в инновационной деятельности, участие в формулировке новых задач и разработке новых методических подходов в научно-инновационных исследованиях, разработка проектной документации	Результаты научной деятельности	<p>ПК-3 [1] - Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-3[1] - знать основы проектирования технологических процессов производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности ;</p> <p>У-ПК-3[1] - уметь проводить анализ современных технологических процессов и схем производства, перспективных материалов для производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности;</p> <p>В-ПК-3[1] - владеть навыками составления технического задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности</p>
научно-исследовательский			
Проведение научных	Биологические	ПК-1 [1] - Способен	З-ПК-1[1] - знать

исследований в рамках заданной тематики, работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой, а также выбор технических средств и оборудования, необходимого для проведения исследования; составление рефератов, написание и оформление научных статей	объекты различной организации	самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	методы проведения научных исследований и выполнения опытно-конструкторских работ в области физики ; У-ПК-1[1] - уметь самостоятельно формулировать цели, ставить задачи научных исследований в своей профессиональной сфере; решать физические задачи с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; В-ПК-1[1] - владеть навыками работы на современной аппаратуре, оборудовании; навыками использования информационных технологий в своей профессиональной области
--	-------------------------------	---	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	8/8/0		25	Т-8	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2,

							3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Часть 2	9-16	8/8/0		25	Т-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		16/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3

\* – 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
Т	Тестирование
Э	Экзамен

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	16	16	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	8	8	0
1 - 2	Элементы общей акустики. Гармонические колебания Разновидности волн движения Физические и Энергетические параметры ультразвука Распространение ультразвука в биологических тканях Ультразвуковые волны Акустический сигнал и его спектр. Физические характеристики биологических сред Понятия скорости, отражения и преломления ультразвука в биологических средах	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Акустическое сопротивление, его влияние на отражение звука Затухание ультразвука в биологических тканях Бегущие и стоячие ультразвуковые волны. Излучатели ультразвука.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Свисток Гальтона. Жидкостный ультразвуковой свисток.	Всего аудиторных часов		

	Сирена. Пьезоэлектрические, магнитострикционные, электродинамические излучатели, излучаемая акустическая мощность, КПД. Пьезоэлектрический эффект	1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Классификация ультразвуковых приборов Основные режимы работы Ультразвуковые преобразователи Типы датчиков Способы сканирования Основные характеристики УЗ сканеров Формирование УЗ луча, передача, приём и обработка сигналов	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Фокусировка УЗ луча Оценка качества получаемого изображения УЗ сканеров Артефакты акустического изображения	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Часть 2	8	8	0
9 - 11	Ультразвуковые сканеры со спектральным Доплером Эффект Доплера Оценка скорости движения по доплеровскому сдвигу частоты Доплеровский угол Спектр скоростей кровотока и спектр частот доплеровского сдвига Непрерывноволновой и импульснoвoлнoвой доплер Измерение спектра доплеровских частот Неоднозначность измерения спектра	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Принципы получения цветового доплеровского изображения Модификации цветового картирования: энергетический доплер, тканевый доплер Рекомендации при работе в режимах цветового картирования	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Физиологические основы ультразвуковой терапии. Тепловые эффекты Нетепловые эффекты Ультрафонофорез Оборудование и методики. Параметры выпускаемых приборов. Способы введения ультразвуковой энергии Обеспечение безопасности при УЗ диагностике и терапии.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Использование ультразвука в хирургии. Хирургия с помощью фокусированного ультразвука. Способы фокусировки ультразвука. Механизм разрушения тканей. Операции, выполняемые с помощью фокусированного ультразвука. Инструментальная ультразвуковая хирургия.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Современные методики и оборудование для УЗ диагностики и терапии	Всего аудиторных часов		
		0	4	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
----	--------------------

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции 50 %

Компьютерные презентации и доклады в форме конференции 50%

Самостоятельная работа студентов – подготовка и презентация докладов.

Дисциплина «Ультразвук в медицине» совмещает в себе традиционные, интерактивные и информационно-коммуникационные образовательные технологии.

Первый раздел курса представляет собой изучение физических основ ультразвуковой диагностики – детальное рассмотрение способов получения ультразвука, свойств УЗ волн, основных каналов взаимодействия их с веществом. Этот раздел осуществляется при помощи традиционных образовательных технологий – лекционных и практических занятий, посвященных изучению конкретных тем, освоению умений и навыков.

Во втором разделе курса рассматриваются основные методики УЗ диагностики, их преимущества, недостатки и области применения, а также основные принципы УЗ терапии. Кроме того, несколько занятий (Тема 11. Современное виды и оборудование для УЗ диагностики и терапии) отводится на доклады. В рамках этих занятий студенты представляют подготовленные доклады на выбранные темы. Доклады представляются в формате научной конференции, где преподаватель выступает в роли модератора, а студенты участников конференции. Вопросы и комментарии участников конференции по теме каждого доклада поощряются дополнительными баллами. Таким образом, во втором разделе дисциплины реализуются интерактивные и информационно-коммуникационные образовательные технологии, и на интерактивную форму обучения в рамках данного курса отводится в среднем около 11 часов.

Помимо аудиторной нагрузки, 22 часа отведено на самостоятельную работу студентов. Она заключается в самостоятельном закреплении пройденного материала, для подготовки к тестам текущего контроля и для подготовки докладов на выбранную тему (тема выбирается каждым студентом самостоятельно на основе анализа публикаций по современным исследованиям в области УЗ диагностики и терапии и согласовывается с преподавателем).

## 6. 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)
ПК-1	З-ПК-1	Э, Т-8, Т-16
	У-ПК-1	Э, Т-8, Т-16
	В-ПК-1	Э, Т-8, Т-16



ПК-3	З-ПК-3	Э, Т-8, Т-16
	У-ПК-3	Э, Т-8, Т-16
	В-ПК-3	Э, Т-8, Т-16
ПК-2.2	З-ПК-2.2	Э, Т-8, Т-16
	У-ПК-2.2	Э, Т-8, Т-16
	В-ПК-2.2	Э, Т-8, Т-16

### 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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	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.

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

## ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Колебания и волны" : , , Москва: МИФИ, 2009
2. ЭИ А 40 Ультразвук в медицине, ветеринарии и биологии : учебное пособие для спо, Акопян В. Б., Москва: Юрайт, 2021
3. 534 У51 Ультразвук в медицине: теория и применение : учеб. пособие, Уйба В.В. [и др.], Москва: МИФИ, 2006
4. ЭИ М25 Ультразвуковая диагностика : Серия "Карманные атласы по лучевой диагностике", Кислякова М.В., Маркина Н.Ю., Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020
5. ЭИ У51 Ультразвуковое исследование сердца - эхокардиография : лабораторный практикум (на базе результатов совместной работы РОСАТОМ-ФМБА-НИЯУ МИФИ-РМАПО): учебное пособие, Вахромеев В.В. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
6. 61 Ф50 Физические методы медицинской интроскопии : учебное пособие для вузов, Никитаев В.Г. [и др.], Москва: МИФИ, 2009

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 534 Б20 Применения ультразвука : , Балдев Р., Паланичами П., Раджендран В., Москва: Техносфера, 2006
2. 61 У51 Ультразвук в медицине : физические основы применения, , Москва: Физматлит, 2008

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

## LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

### СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 ЗЕТ, 108 часа.

Лекции: 16 час.

Практические занятия/семинары: 16 час.

Образовательные технологии по курсу «Ультразвук в медицине» включают:

Лекции 50 %

Компьютерные презентации и доклады в форме конференции 50%

Самостоятельную работу студентов по решению задач, подготовке и презентации докладов.

Первый раздел курса представляет собой изучение физических основ ультразвуковой диагностики – детальное рассмотрение способов получения ультразвука, свойств УЗ волн, основных каналов взаимодействия их с веществом. Этот раздел осуществляется при помощи традиционных образовательных технологий – лекционных и практических занятий, посвященных изучению конкретных тем, освоению умений и навыков.

Во втором разделе курса рассматриваются основные методики УЗ диагностики, их преимущества, недостатки и области применения, а также основные принципы УЗ терапии. Часть каждого занятия второй половины курсы отводится на доклады. В рамках этих занятий студенты представляют подготовленные доклады на выбранные темы. Доклады представляются в формате научной конференции, где преподаватель выступает в роли модератора, а студенты участников конференции. Вопросы и комментарии участников конференции по теме каждого доклада поощряются дополнительными баллами.

Помимо аудиторной нагрузки, 22 часа отведено на самостоятельную работу студентов. Она заключается в самостоятельном закреплении пройденного материала, для подготовки к тестам текущего контроля и для подготовки докладов на выбранную тему (тема выбирается каждым студентом самостоятельно на основе анализа публикаций по современным исследованиям в области УЗ диагностики и терапии и согласовывается с преподавателем).

Итоговая оценка по курсу «Ультразвук в медицине» представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале Сумма баллов за разделы Оценка ECTS

5 – «отлично» 90-100 А

4 – «хорошо» 85-89 В

75-84 С

70-74 D

3 – «удовлетворительно» 65-69

60-64 E

2 – «неудовлетворительно» Ниже 60 F

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

-Образовательные технологии по курсу «Ультразвук в медицине» включают:

Лекции 50 %

Компьютерные презентации и доклады в форме конференции 50%

Самостоятельную работу студентов по подготовка и презентация докладов.

Первый раздел курса представляет собой изучение физических основ ультразвуковой диагностики – детальное рассмотрение способов получения ультразвука, свойств УЗ волн, основных каналов взаимодействия их с веществом. Этот раздел осуществляется при помощи традиционных образовательных технологий – лекционных и практических занятий, посвященных изучению конкретных тем, освоению умений и навыков.

Во втором разделе курса рассматриваются основные методики УЗ диагностики, их преимущества, недостатки и области применения, а также основные принципы УЗ терапии. Часть каждого занятия второй половины курсы отводится на доклады. В рамках этих занятий студенты представляют подготовленные доклады на выбранные темы. Доклады представляются в формате научной конференции, где преподаватель выступает в роли модератора, а студенты участников конференции. Вопросы и комментарии участников конференции по теме каждого доклада поощряются дополнительными баллами.

Помимо аудиторной нагрузки, 22 часа отведено на самостоятельную работу студентов. Она заключается в самостоятельном закреплении пройденного материала, для подготовки к тестам текущего контроля и для подготовки докладов на выбранную тему (тема выбирается каждым студентом самостоятельно на основе анализа публикаций по современным исследованиям в области УЗ диагностики и терапии и согласовывается с преподавателем).

Итоговая оценка по курсу «Ультразвук в медицине» представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале Сумма баллов за разделы Оценка ECTS

5 – «отлично» 90-100 А

4 – «хорошо» 85-89 В

75-84 С

70-74 D

3 – «удовлетворительно» 65-69

60-64 E

2 – «неудовлетворительно» Ниже 60 F

Автор(ы):

Дубов Леонид Юрьевич