

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры общей физики
протокол № 5 от «12» января 2022 г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой



/Балапанов М.Х.



_____/Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина **Ультразвук в медицине**

Часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки

Медицинская физика

Квалификация

бакалавр

Разработчики (составители)

доцент., к.ф.-м.н., доцент

(должность, учёная степень, учёное звание)



/ Хасанов Н.А.

Для приёма: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Хасанов Н.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики,
протокол № 5 от «12» января 2022 г.

Заведующий кафедрой



/Балапанов М.Х.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании
кафедры _____

протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой

/ _____ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесённые в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании
кафедры _____

протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой

/ _____ Ф.И.О./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень индикаторов достижения компетенций с указанием планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1. Способен планировать и проводить научные исследования по проблемам фундаментальной физики, медицинской физики, материаловедения и наукоёмких технологий с применением современных приборов и методов исследований	ПК-1.1. Знать теоретические основы современных методов научных исследований по проблемам медицинской физики	Знать теоретические основы физики ультразвука, физику создания, распространения, отражения и поглощения ультразвука
		ПК-1.2. Уметь планировать и проводить научные исследования по проблемам медицинской физики с применением современных методов исследований	Уметь планировать и исследования, обрабатывать численные результаты, вычислять акустические свойства материалов и биологических тканей
		ПК-1.3. Владеть навыками практической работы с использованием наукоёмких технологий	Владеть навыками экспериментальных исследований в области применения ультразвука в медицине
	ПК-4. Способен осуществлять технический контроль, настройку и эксплуатацию лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	ПК-4.1. Знать смысл и измерительных характеристик медицинского оборудования	Знать физические характеристики ультразвука и акустические характеристики материалов, используемых для генерации и приёма
		ПК-4.2. Уметь рассчитывать характеристики лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	Уметь рассчитывать характеристики и режимы работы ультразвукового медицинского оборудования
		ПК-4.3. Владеть навыками практической работы с измерительным и экспериментальным оборудованием	Владеть навыками практической работы с измерительным и экспериментальным оборудованием, использующим ультразвук

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Целью изучения дисциплины «Ультразвук в медицине» является подготовка к практическому использованию широкого спектра медицинского оборудования, использующего ультразвук.

Дисциплина «Ультразвук в медицине» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Общая физика (раздел "Механика") - для изучения знать уравнения колебаний и волн, иметь представление о длине волны, частоте, амплитуде.

Общая физика (раздел "Электричество и магнетизм") - уметь работать с осциллографами и другими электронными приборами.

Математический анализ - уметь работать с производными и интегралами.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень индикаторов достижения компетенций с указанием планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ПК-1. Способен планировать и проводить научные исследования по проблемам фундаментальной физики, медицинской физики, материаловедения и наукоёмких технологий с применением современных приборов и методов исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
ПК-1.1. Знать теоретические основы современных методов научных исследований по проблемам медицинской физики	Знать теоретические основы физики ультразвука, физику создания, распространения, отражения и поглощения ультразвука	Не знает	Знает
ПК-1.2. Уметь планировать и проводить научные исследования по проблемам медицинской физики с применением современных методов исследований	Уметь планировать и исследования, обрабатывать численные результаты, вычислять акустические свойства материалов и биологических тканей	Не умеет	Умеет
ПК-1.3. Владеть навыками практической работы с использованием наукоёмких технологий	Владеть навыками экспериментальных исследований в области применения ультразвука в медицине	Не владеет	Владеет

ПК-4. Способен осуществлять технический контроль, настройку и эксплуатацию лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
ПК-4.1. Знать смысл контрольных и измерительных характеристик медицинского оборудования	Знать физические характеристики ультразвука и акустические характеристики материалов, используемых для генерации и приёма	Не знает	Знает
ПК-4.2. Уметь рассчитывать характеристики лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	Уметь рассчитывать характеристики и режимы работы ультразвукового медицинского оборудования	Не умеет	Умеет
ПК-4.3. Владеть навыками практической работы с измерительным и экспериментальным оборудованием	Владеть навыками практической работы с измерительным и экспериментальным оборудованием, использующим ультразвук	Не владеет	Владеет

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Контролируемые действия по проверке знаний, умений и владений (Оценочные средства)
ПК-1.1. Знать теоретические основы современных методов научных исследований по проблемам медицинской физики	Знать теоретические основы физики ультразвука, физику создания, распространения, отражения и поглощения ультразвука	Коллоквиум, тест
ПК-1.2. Уметь планировать и проводить научные исследования по проблемам медицинской физики с применением современных методов исследований	Уметь планировать и исследования, обрабатывать численные результаты, вычислять акустические свойства материалов и биологических тканей	Задачи, контрольная работа
ПК-1.3. Владеть навыками практической работы с использованием наукоёмких технологий	Владеть навыками экспериментальных исследований в области применения ультразвука в медицине	Лабораторные работы, защита отчётов
ПК-4.1. Знать смысл контрольных и измерительных характеристик медицинского оборудования	Знать физические характеристики ультразвука и акустические характеристики материалов, используемых для генерации и приёма	Коллоквиум, тест
ПК-4.2. Уметь рассчитывать характеристики лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	Уметь рассчитывать характеристики и режимы работы ультразвукового медицинского оборудования	Задачи, контрольная работа
ПК-4.3. Владеть навыками практической работы с измерительным и экспериментальным оборудованием	Владеть навыками практической работы с измерительным и экспериментальным оборудованием, использующим ультразвук	Лабораторные работы, защита отчётов

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено - от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов.

Рейтинг – план дисциплины
Ультразвук в медицине

направление (специальность) Физика, профиль Медицинская физика.
курс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль				
1. Лабораторная работа	5	2	0	10
2. Быстрые задачи в конце лекций	1	15	0	15
Рубежный контроль				
1. Защита лаб.работ	5	2	0	10
2. Контрольная работа	15	1	0	15
Модуль 2				
Текущий контроль				
1. Лабораторная работа	5	2	0	10
2. Быстрые задачи в конце лекций	1	5	0	5
3. Коллоквиум	10	1	0	10
Рубежный контроль				
1. Защита лаб.работ	5	2	0	10
2. Контрольная работа	15	1	0	15
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада			0	5
2. Публикация статей			0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
1. Зачёт				

Коллоквиум

Описание коллоквиума

Во время коллоквиума студент кратко отвечает на 10 вопросов из списка устно либо на бумаге.

Примеры вопросов:

1. Период. Длина волны. «Звуковой импульс» (пуч волн). Диапазон частот ультразвука.
2. Скорость звука, связь с длиной волны. Зависимость скорости ультразвука от механических свойств среды.
3. Амплитуда плотности, амплитуда давления. Мощность и интенсивность ультразвука.
4. Дифракция ультразвука. Предел узости пучка. Разрешающая способность.
5. Интерференция ультразвука. Способы поворота пучка. Фазированная решётка.
6. Отражение ультразвука. Акустический импеданс. Коэффициент отражения звука в случае падения, перпендикулярного к поверхности.
7. Преломление ультразвука. Закон преломления звука. Полное отражение.
8. Устройства для создания звука и ультразвука, их строение и принципы действия.
9. Устройства для детектирования звука и ультразвука, их строение и принципы действия.
10. Ослабление ультразвука с расстоянием. Поглощение ультразвука. Коэффициенты поглощения. Механизмы поглощения. Методы увеличения поглощения.
11. Нагревание ультразвуком. Тепловая мощность. Ультразвуковая абляция.
12. Акустика движущихся объектов. Эффект Доплера в случае ультразвука. Применение эффекта Доплера в медицине. Методика доплеровского обследования.
13. Механическое воздействие ультразвука. Кавитация. Внешняя и внутренняя литотрипсия. Применение ультразвукового давления в стоматологии.
14. Виды датчиков в сонографии.

Критерии оценки (в баллах):

Каждый правильный ответ на вопрос даёт 1 балл.

Быстрые задачи для текущего контроля

Описание задач

Задачи задаются в конце лекции. Они служат для закрепления материала. Задачи являются простыми, чтобы заметно не уменьшать времени на объяснение нового материала.

Пример быстрой задачи

Рассчитать длину волны ультразвука с частотой 20 МГц в крови, если скорость звука в крови равна 1550 м/с.

Критерии оценки (в баллах)

Одна правильно решённая быстрая задача даёт 1 балл, даже если решение не является подробным. Нерешённая или неверно решённая быстрая задача оценивается в 0 баллов, даже если первая половина решения верна.

Задания для контрольной работы

Описание контрольной работы:

Всего проводится 2 контрольные работы. Каждая контрольная работа состоит из 3 задач. За каждую задачу студент может получить от 0 до 5 баллов.

Пример варианта контрольной работы:

1. Сквозь слой воды толщиной 12 см пропускают ультразвук частотой 38 кГц. Сколько длин волн одновременно уложится в этом слое? Скорость звука в воде 1500 м/с.
2. Из воздуха в воду направлен под прямым углом пучок ультразвука мощностью 13 мВт. Вычислить мощность луча, прошедшего в воду. Скорость звука в воздухе 330 м/с, в воде 1500 м/с. Плотность воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$, воды 1000 кг/м^3 .
3. Найти угол полного отражения на границе между мозгом (скорость звука 1040 м/с) и черепной костью (скорость звука 4000 м/с).

Описание методики оценивания:

Каждая задача оценивается от 0 до 5 баллов. Баллы за задачи суммируются, поэтому за контрольную работу студент может получить от 0 до 15 баллов. Наличие правильного ответа при ошибочном решении либо при отсутствии решения не добавляет баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- 0 баллов за 1 задачу выставляется студенту, если не написал даже части решения в правильном направлении и при этом не написал даже половины стартовых формул (законов, определений), необходимых для решения;
- 1 балл за 1 задачу выставляется студенту, если он сделал часть решения в правильном направлении либо написал не менее половины стартовых формул (законов, определений), необходимых для решения;

- 2 балла за 1 задачу выставляется студенту, если он написал верное формульное решение, но не получил правильного численного ответа (не довёл до конца вычисления либо сделал вычисления с одной или несколькими ошибками);
- 3 балла за 1 задачу выставляется студенту, если он ошибся в ответе на множитель, кратный десяти, либо получил правильный ответ, но написал неполное решение (пропустил часть выкладок);
- 4 балла за 1 задачу выставляется студенту, если он получил правильный ответ, но с ошибкой в единицах измерения (или отсутствием единиц измерения в ответе, в котором они требуются) и написал подробное решение;
- 5 баллов за 1 задачу выставляется студенту, если он получил правильный ответ с правильными единицами измерения и написал подробное решение.

Защита отчётов по лабораторным работам, включая ответы на контрольные вопросы

Студент должен понимать смысл всех записей в написанном им отчёте. После проверки понимания он должен ответить на контрольные вопросы. Полный список контрольных вопросов имеется в фонде оценочных средств.

Пример контрольных вопросов (к лабораторной работе №1):

1. Что называется ослаблением ультразвука? Какие именно величины уменьшаются при этом?
2. Что называется коэффициентом ослабления ультразвука?
3. Какие три причины вызывают ослабление ультразвука в веществе?
4. Что называется рассеянием ультразвука? В каких средах наблюдается сильное рассеяние?
5. Что называется пространственным ослаблением ультразвука? По какому закону ослабляется ультразвук на расстояниях, во много раз больших по сравнению с размерами источника?
6. Что называется поглощением ультразвука? Напишите закон поглощения для случая плоской волны.
7. Каковы главные причины погрешностей в данной работе?

Описание методики оценивания:

За выполнение лабораторной работы и написание отчёта даётся 10 баллов плюс возможность защитить работу. Если студент не понимает смысл записей в написанном им отчёте, то ставится 0 баллов за защиту, а контрольные вопросы не задаются. После проверки понимания он должен ответить на 5 контрольных вопросов из списка. Каждый вопрос оценивается в 0 баллов или в 1 балл. Баллы суммируются, поэтому студент может набрать от 0 до 5 баллов за защиту одной работы. Всего за одну лабораторную работу можно получить до 15 баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- 0 баллов выставляется студенту, если он не понимает, что написано в его отчёте, либо не ответил правильно ни на один контрольный вопрос;
- 1 балл выставляется студенту, если он правильно ответил на один контрольный вопрос;
- 2 балла выставляется студенту, если он правильно ответил на два контрольных вопроса;
- 3 балла выставляется студенту, если он правильно ответил на три контрольных вопроса.
- 4 балла выставляется студенту, если он правильно ответил на 4 контрольных вопроса;
- 5 баллов выставляется студенту, если он правильно ответил на 5 контрольных вопросов.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Ультразвук в медицине. Физические основы применения = Physical Principles of Medical Ultrasonics : пер. с англ. / под ред. К. Хилла, Дж. Бэмбера, Г. тер Хаар .— Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва : Физматлит, 2008 .— 544 с. : ил. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-9221-0894-2 (В библиотеке БашГУ 10 экземпляров).
2. Ма, О. Дж. Ультразвуковое исследование в неотложной медицине = Emergency ultrasound / О. Дж. Ма, Дж. Р. Матизер, М. Блэйвес ; пер. со 2-го англ изд. А. В. Сохор, Л. Л. Болотовой .— Изд. 2-е .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 .— 558 с. : ил. — (Неотложная медицина) .— Библиогр.: с. 558 .— ISBN 978-5-9963-0727-2 (В библиотеке БашГУ 8 экземпляров).

Дополнительная литература:

3. Ультразвук и физико-химические свойства вещества. Вып.2 .— 1967 .— 122с. — (Ученые записки. Т.38) . (В библиотеке БашГУ 8 экземпляров).
4. Лещенко, Вячеслав Григорьевич. Медицинская и биологическая физика : учеб. пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич .— Минск ; Москва : Новое знание : ИНФРА-М, 2017 .— 552 с. — (Высшее образование) .— Библиогр.: с. 549 .— ISBN 978-985-475-456-7 : 1222 р. 65 к. — ISBN 978-5-16-005338-7. (В библиотеке БашГУ 10 экземпляров).

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Демин И.Ю., Прончатов-Рубцов Н.В. Электронный учебник по курсу лекций (спецкурс) "Акустические методы исследований в биологии и медицине (медицинская акустика)". - Нижний Новгород, Нижегородский госуниверситет, 2010. - 43 с. <http://window.edu.ru/resource/891/79891>
2. Хасанов О.Л. Эффекты мощного ультразвукового воздействия на структуру и свойства наноматериалов: учебное пособие / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, В.В. Полисадова, А.П. Зыкова - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. - 149 с. <http://window.edu.ru/resource/826/73826>
3. Давыденко В.В., Орловский П.И., Гавриленков В.И. и др. Современные высокотехнологичные лучевые методы исследования состояния миокарда в кардиохирургии: Учебное пособие. - СПб.: СПбГМУ, 2007. - 44 с. <http://window.edu.ru/resource/206/70206>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: № 318 (физмат корпус)	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
Лаборатории 317, 605б	Лабораторные работы	Макеты лабораторных работ; персональный компьютер с программным обеспечением; осциллограф двухканальный С1-93; осциллограф двухканальный С1-12; осциллограф двухканальный С1-83; измеритель энергии ИКТ-1Н; источник питания НУ 3003D; источник питания ВИП-001; вольтметр. Компьютерная программа для лабораторной работы "Поглощение ультразвука". Столы, стулья.
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Ультразвук в медицине на 7 семестр
(наименование дисциплины)

дневная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2 / 72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54,2
лекций	18
практических/ семинарских	0
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	17,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	0

Форма(ы) контроля:
зачет 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Модуль 1.					[1] (§1, 2), 2 (§1)		
1.	Физические характеристики биологических сред, скорость ультразвука в средах,	2		4	2	[1] (§3), 2 (§2)	[3] (§1)	лаб.раб., задачи
2.	Отражение и преломление ультразвука	2		4	2	[1] (§4, 5), 2 (§3-5)	[3] (§2-3)	лаб.раб., задачи
3.	Коэффициент ослабления. Рассеяние ультразвука	2		4	2	[1] (§6, 7)	[3] (§5)	лаб.раб., задачи, коллоквиум
4.	Геометрическое ослабление. Поглощение ультразвука веществом.	2		4	2	[1] (§8, 9), 2 (§12)	[3] (§8-10)	лаб.раб., контр. работа
	Модуль 2.							
5.	Интерференция и дифракция ультразвука	2		4	2	[1] (§11, 12), 2 (§13)	[3] (§11)	лаб.раб., задачи
6.	УЗ приборы	2		4	2	[1] (§13, 15-16),	[3] (§14-15)	лаб.раб., задачи

	Классификация приборов в зависимости от режима работы, основные режимы работы, элементы и типы УЗ-датчиков.							
7.	Линейное электронное сканирование, конвексное и микроконвексное электронное сканирование, векторное сканирование.	2		4	2	[1] (§14, 15), 2 (§15)	[1] (§16)	лаб.раб., задачи
8.	Биофизика ультразвуковых эффектов, применение ультразвука в терапии и хирургии	2		4	2	[1] (§16), 2 (§16-18)	[1] (§17)	лаб.раб., задачи, тест
9.	. Эффект Доплера. Оценка скоростей движения по доплеровскому сдвигу частоты, понятие о спектре скоростей кровотока.	2		4	1,8	[1] (§21, 22)	[1] (§18-19)	лаб.раб., задачи контр. работа
	Всего часов:	18	0	18	17,8			

