

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Диагностические системы и технологии (приборы диагностики зданий и сооружений, медицинские диагностические приборы)

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
БИОФИЗИКА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03.02.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	9 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	9 семестр - 8 часов;
Практические занятия	9 семестр - 8 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	9 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	9 семестр - 160,2 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	9 семестр - 1,5 часа;
включая: Тестирование Расчетное задание Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	9 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Максимова А.А.
	Идентификатор	R6a033f13-VorozhtsovaAA-daecd87

А.А. Максимова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостов А.А.
	Идентификатор	Rd7c1e2e7-KhvastovAA-a55ec66d

А.А. Хвостов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
	Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7df

А.А.
Самокрутов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Познакомить студентов с физическими основами организации и функционирования биологических объектов на различных уровнях их организации (клеточном, тканевом, на уровне органов и организма целом), а также изучат современные физические методы, используемые при исследовании биологических систем.

Задачи дисциплины

- знакомство с основами радиоэлектроники, с разновидностями измерительных преобразователей (датчиков);
- изучение методов аналоговой и цифровой обработки биомедицинских сигналов;
- приобретение навыков решения фундаментальных и прикладных задач в области медицины и естественных наук и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целей подходов и методов;
- овладение методами повышения точности медицинской информации, получаемой при помощи электронной аппаратуры, а также с наиболее часто присутствующих в электронной аппаратуре шумах и помехах и способах их фильтрации.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 способен проводить конструирование и моделирование диагностических систем	ИД-1ПК-2 разрабатывает и эксплуатирует системы диагностического контроля	знать: - основы клинической интерпретации результатов функционально-диагностических исследований; - принципы методов исследования диагностики человека; - фундаментальные и прикладные знания в области медицинских и естественнонаучных дисциплин. уметь: - решать конкретные задачи в рамках прикладных и практических проектов по изучению биохимических и физиологических процессов, происходящих в клетках человека; - грамотно применять знания в области медицинских и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Диагностические системы и технологии (приборы диагностики зданий и сооружений, медицинские диагностические приборы) (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Физика», «Электротехника», «Метрология и измерительная техника»

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа						СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Биофизика	37.00	9	1.6	-	2.0	-	0.5	-	0.40	-	32.5	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Биофизика" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Биофизика" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 6-89 [2], с.32-89 [4], п. 2-8</p>
1.1	Введение в биофизику	7.15		0.2	-	0.3	-	0.1	-	0.05	-	6.5	-	
1.2	Молекулярная биофизика	7.15		0.2	-	0.3	-	0.1	-	0.05	-	6.5	-	
1.3	Биофизика мембранных процессов	7.6		0.4	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	6.5	-	
1.4	Моделирование биофизических процессов	7.5		0.4	-	0.4	-	0.1	-	0.1	-	6.5	-	
1.5	Математические методы и модели описания гемодинамики	7.6		0.4	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	6.5	-	
2	Медицинская электроника	46.50	9	2.6	-	2.8	-	0.6	-	0.50	-	40.0	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Медицинская электроника" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Медицинская электроника" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], п.5-9 [6], с. 5-100</p>
2.1	Электрический сигнал и медицинская информация	7.25		0.3	-	0.3	-	0.1	-	0.05	-	6.5	-	
2.2	Линейные электрические цепи	8.05		0.4	-	0.5	-	0.1	-	0.05	-	7	-	
2.3	Элементная база медицинских электронных устройств	7.5		0.4	-	0.4	-	0.1	-	0.1	-	6.5	-	
2.4	Измерительные преобразователи	8.1		0.4	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	7	-	

	дыхательной системы													<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [8], с.3-98
5.3	Функциональная диагностика заболеваний нервной системы	7.40	0.5	-	0.3	-	0.05	-	0.05	-	6.5	-		
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	35.7		
	Всего за семестр	180.00	8.0	-	8.0	-	2.00	-	1.50	0.3	124.5	35.7		
	Итого за семестр	180.00	8.0	-	8.0	2.00	1.50	0.3	160.2					

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Биофизика

1.1. Введение в биофизику

Предмет и задачи биофизики. Биологические и физические процессы изакономерности в живых системах. Методологические вопросы биофизики. История развития отечественной биофизики.

1.2. Молекулярная биофизика

Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Основные методы изучения конформационной подвижности белков: люминесцентные методы, ЭПР, ЯМР, ЯГР спектроскопии.

1.3. Биофизика мембранных процессов

Молекулярная организация биологических мембран. Состав биомембран. Вода как составной элемент биомембран. Структура воды в биомембранах. Жидкокристаллическое состояние биологических мембран. Фазовые переходы липидов в мембранах (фазовые переходы: ЖК состояние – гель – ЖК состояние; температурный и химический).

1.4. Моделирование биофизических процессов

Основные этапы моделирования. Классификация моделей. Основные требования к моделям.

1.5. Математические методы и модели описания гемодинамики

Гемодинамика. Математическая модель кровотока при фильтрационно-реабсорбционных процессах. Градиент скорости течения крови в различных участках кровеносной системы и его значение в развитии патологических состояний.

2. Медицинская электроника

2.1. Электрический сигнал и медицинская информация

Детерминированные и недетерминированные сигналы. Сигналы, несущие информацию. Радио- и видеоимпульсы. Аналоговое и цифровое представление информации. Основные параметры цифрового сигнала. Аналоговая и цифровая обработка информации в современных медицинских приборах и в аппаратуре для научных исследований.

2.2. Линейные электрические цепи

Линейные двухполюсники в цепи гармонического сигнала. Четырехполюсники. Резонансные устройства в медицинской аппаратуре. Анализ прохождения сигналов через линейные цепи.

2.3. Элементная база медицинских электронных устройств

Дискретные полупроводниковые устройства. Интегральные микросхемы (ИС).

2.4. Измерительные преобразователи (датчики)

Электроды и микроэлектроды. Датчики неэлектрических величин, регистрируемых электронными приборами. Основные типы термоэлектрических преобразователей. Области применения термодатчиков в медицине. Металлические и полупроводниковые термосопротивления. Электронные медицинские термометры. Датчики давления, скорости

кровотока, воздушного потока в аппаратах ИВЛ, датчики газового состава вдыхаемого и выдыхаемого воздуха в аппаратах ИВЛ. Фотодатчики и их использование в медицинской аппаратуре.

2.5. Усилители биомедицинских сигналов

Обратная связь в усилителях. Дифференциальный усилитель. Измерительный усилитель. Амплитудно-частотные характеристики. Коэффициент усиления, динамический диапазон.

2.6. Основы построения медицинской электронной аппаратуры

Структурная схема современного медицинского полиграфа с электронной обработкой информации. Регистрирующие каналы ЭКГ. Блоки реографии фонокардиографии. Устройство манометра и пульсоксиметра. Аппаратура для УВЧ-терапии. Ультразвуковая терапевтическая техника. Электронные электростимуляторы.

3. Основы биотехнологии и биоинженерии

3.1. Микроорганизмы

Общая схема микробного производства. Микроорганизмы продуценты и факторы, определяющие их рост и синтез целевых продуктов. Понятие сверхсинтеза. Традиционная селекция и хранение продуцентов. Сырье для микробных производств. Основное промышленное оборудование для выращивания м.о., разделения биомассы и культуральной жидкости.

3.2. Молекулярно-генетические методы диагностики

Молекулярно-генетические и биотехнологические методы диагностики наследственных заболеваний человека. Биосенсоры, биочипы, ПЦР и секвенирование ДНК. Биоиндикаторы для оценки загрязнения окружающей среды.

4. Общая и медицинская радиобиология

4.1. Предмет и задачи радиобиологии

Предмет радиобиологии. Связь радиобиологии с другими науками. История радиобиологии: открытие рентгеновских лучей и радиоактивности; три этапа развития радиобиологии.

4.2. Радиоактивность и радиочувствительность

Понятие радиочувствительности. Общая характеристика действия ионизирующих излучений на биологические объекты. Проникающая способность электромагнитных и корпускулярных излучений и особенности их взаимодействия с биологическими макромолекулами. Единицы дозы излучения и радиоактивности. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения.

4.3. Механизмы биологического действия ионизирующих излучений

Теоретические представления о механизмах биологического действия ионизирующих излучений: теория липидных радиотоксинов; структурно-метаболическая теория.

5. Ультразвуковая и функциональная диагностика

5.1. Функциональная диагностика заболеваний сердца

Предмет функциональной диагностики. Холтеровское мониторирование артериального давления. Основные методы диагностики сосудистой патологии.

5.2. Функциональная диагностика заболеваний дыхательной системы

Особенности функциональной диагностики внешнего дыхания. Методика проведения спирометрии. Критерии правильности выполнения маневров. Ошибки при выполнении маневров.

5.3. Функциональная диагностика заболеваний нервной системы

Основные методы функциональной диагностики нервных болезней. Электромиографические методы исследования.

3.3. Темы практических занятий

1. Физические свойства мембран;
2. Экспериментальные режимы исследования сократительных характеристик мышц;
3. Математические методы и модели описания гемодинамики;
4. Ультразвук и его применения в медицине;
5. Резонансные устройства в медицинской аппаратуре;
6. Дискретные полупроводниковые устройства;
7. Основы построения медицинской электронной аппаратуры.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Биофизика"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Медицинская электроника"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы биотехнологии и биоинженерии"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общая и медицинская радиобиология"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Ультразвуковая и функциональная диагностика"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Биофизика"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Медицинская электроника"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы биотехнологии и биоинженерии"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общая и медицинская радиобиология"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Ультразвуковая и функциональная диагностика"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
фундаментальные и прикладные знания в области медицинских и естественнонаучных дисциплин	ИД-1ПК-2					+	Тестирование/Ультразвуковая диагностика
принципы методов исследования диагностики человека	ИД-1ПК-2				+		Тестирование/Предмет радиобиологии
основы клинической интерпретации результатов функционально-диагностических исследований	ИД-1ПК-2	+					Тестирование/Введение в биофизику
Уметь:							
грамотно применять знания в области медицинских и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ИД-1ПК-2			+			Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Структура биотехнологического производства
решать конкретные задачи в рамках прикладных и практических проектов по изучению биохимических и физиологических процессов, происходящих в клетках человека	ИД-1ПК-2		+				Расчетное задание/Предмет и задачи медицинской электроники

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

9 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Введение в биофизику (Тестирование)
2. Предмет радиобиологии (Тестирование)
3. Ультразвуковая диагностика (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Предмет и задачи медицинской электроники (Расчетное задание)
2. Структура биотехнологического производства (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №9)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 9 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. А. Никиян, О. Давыдова- "Биофизика: конспект лекций", Издательство: "Оренбургский государственный университет", Оренбург, 2013 - (104 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259291>;
2. Аксенов, С. И. Вода и ее роль в регуляции биологических процессов / С. И. Аксенов. – М. : Ин-т компьют. исслед., 2004. – 212 с. – (Биофизика. Математическая биология). – ISBN 5-939723-06-3.;
3. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) : Учебник для вузов по специальностям 012200 "Биофизика", 010700 "Физика атомного ядра и частиц", 014000 "Медицинская физика", 014200 "Биохимическая физика" / Ю. Б. Кудряшов ; Ред. В. К. Мазурик, М. Ф. Ломанов. – М. : Физматлит, 2004. – 448 с. – ISBN 5-922103-88-1.;
4. В.О. Самойлов- "Медицинская биофизика", (3-е изд., испр. и доп.), Издательство: "СпецЛит", Санкт-Петербург, 2013 - (604 с.)
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253912>;
5. Бинги, В. Н. Принципы электромагнитной биофизики / В. Н. Бинги. – М. : Физматлит, 2011. – 592 с. – ISBN 978-5-9221-1333-5.;
6. "Медицинская электроника", Издательство: "СКФУ", Ставрополь, 2016 - (117 с.)
<https://e.lanbook.com/book/155309>;

7. Биотехнология. Принципы и применения = Biotechnology. Principles and Applications : [учебник] : пер. с англ. / Г. Бич, Д. Бест, [и др.] ; ред. И. Хиггинс, [и др.], А. А. Баев. – М. : Мир, 1988. – 479 с. – ISBN 5-03-000058-5.;
8. № 2 : Ультразвуковая и функциональная диагностика : журнал / гл. ред. В. В. Митьков . – Москва : Видар, 2017 . – 98 с. : ил. – Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация . - ISSN 2408-9494 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyu-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории	Ж-417/1,	стол преподавателя, стол компьютерный,

для проведения промежуточной аттестации	Компьютерный класс ИДДО	шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Биофизика

(название дисциплины)

9 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Введение в биофизику (Тестирование)
 КМ-2 Предмет и задачи медицинской электроники (Расчетное задание)
 КМ-3 Структура биотехнологического производства (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))
 КМ-4 Предмет радиобиологии (Тестирование)
 КМ-5 Ультразвуковая диагностика (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	9	12	15
1	Биофизика						
1.1	Введение в биофизику		+				
1.2	Молекулярная биофизика		+				
1.3	Биофизика мембранных процессов		+				
1.4	Моделирование биофизических процессов		+				
1.5	Математические методы и модели описания гемодинамики		+				
2	Медицинская электроника						
2.1	Электрический сигнал и медицинская информация			+			
2.2	Линейные электрические цепи			+			
2.3	Элементная база медицинских электронных устройств			+			
2.4	Измерительные преобразователи (датчики)			+			
2.5	Усилители биомедицинских сигналов			+			
2.6	Основы построения медицинской электронной аппаратуры			+			
3	Основы биотехнологии и биоинженерии						

3.1	Микроорганизмы			+		
3.2	Молекулярно-генетические методы диагностики			+		
4	Общая и медицинская радиобиология					
4.1	Предмет и задачи радиобиологии				+	
4.2	Радиоактивность и радиочувствительность				+	
4.3	Механизмы биологического действия ионизирующих излучений				+	
5	Ультразвуковая и функциональная диагностика					
5.1	Функциональная диагностика заболеваний сердца					+
5.2	Функциональная диагностика заболеваний дыхательной системы					+
5.3	Функциональная диагностика заболеваний нервной системы					+
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20