

76

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
 И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью  
 Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
 Владелец: Троян Павел Ефимович  
 Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА В БИОМЕДИЦИНЕ**

**Уровень высшего образования** бакалавриат  
**Направление подготовки** 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств

**Профиль:** 11.03.03.04. Конструирования и технология наноэлектронных средств

**Форма обучения** Очная

**Факультет** радиоконструкторский (РКФ)  
**Кафедра** Конструирования узлов и деталей РЭС (КУДР)

**Срок освоения ООП** нормативный, 4 года  
**Курс** 4 **Семестр** 7

**Учебный план набора 2013 года**

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы									Всего	Единицы
		Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8		
1	Лекции							36		36	часов
2	Лабораторные работы							8		8	часов
3	Практические занятия							36		36	часов
4	Курсовой проект (КРС) (ауд.)										
5	Всего аудиторных занятий (сумма 1 - 4)							80		80	часов
6	Из них в интерактивной форме							28		28	часов
7	Самостоятельная работа студентов (СРС)							64		64	часа
8	Всего (без экзамена) (Сумма 5, 7)							144		144	часов
9	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена							36		36	часов
10	Общая трудоемкость (Сумма 8, 9)							180		180	часов
	(в зачетных единицах)							5		5	ЗЕТ

Экзамен 7 (седьмой) семестр

Томск 2016

### Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта №1333 высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств,

утвержденного 12 ноября 2015 г.

Направленность: 11.03.03.04 «Конструирование и технология наноэлектронных средств»

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 24 мая 2016 г.  
протокол № 185

Разработчик: проф. каф. КУДР

  
С.Г. Еханин

Зав. кафедрой КУДР

  
А.Г. Лоцилов

Рабочая программа согласована с факультетом и выпускающей кафедрой направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Декан РКФ

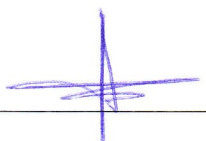
  
Д.В. Озеркин

Зав. выпускающей кафедрой КУДР

  
А.Г. Лоцилов

Эксперты:

Председатель методического совета РКФ



Председатель методической комиссии каф. КУДР

  
М.М. Славникова

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целью** преподавания дисциплины является формирование у студентов систематизированных знаний в медико-биологической и научно-технических областях и готовности применять полученные в университете знания не только для проектирования традиционных устройств РЭА, но и для проектирования биомедицинской аппаратуры.

**Задачи** изучения дисциплины:

- формирование профессионального самоопределения у студентов;
- формирование представления о биомедицинской микро- и нанoeлектронике;
- развитие профессионального подхода к решению различных технических задач в области конструирования биомедицинской аппаратуры.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП:

В структуре основной образовательной программы (ООП) дисциплина «Электроника и нанoeлектроника в биомедицине» относится к обязательным дисциплинам вариативной части базового цикла (Б1.В.ОД.10). Изучение курса базируется на знаниях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как «Физика», «Химия», «Физические основы микро- и нанoeлектроники», «Физика полупроводниковых структур», «Электротехника и электроника», «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Схемо- и системотехника электронных средств», «Интегральные устройства радиоэлектроники», «Основы конструирования электронных средств».

Знания, умения, навыки, а также компетенции, полученные в результате овладения данной дисциплиной, понадобятся при освоении курса «Конструирование и технология микро- и нанoeлектронных средств» и подготовке выпускной квалификационной работы.

Кроме того, данный курс помимо самостоятельного значения закладывает основы, необходимые для профессиональной деятельности будущих бакалавров и магистров, дополняя у них общее представление о выбранном профиле подготовки, его роли в развитии науки, техники и технологии.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Электроника и нанoeлектроника в биомедицине» направлен на формирование следующей компетенции:

Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7)

**В результате изучения данной дисциплины студенты должны:**

**знать:** общую информацию о современных физиологических и биофизических моделях функционирования организма человека, специфику электрических измерений биофизических и физиологических показателей организма, правила техники безопасности при электрических измерениях медико-биологических параметров и проектировании медико-биологической аппаратуры, особенности проектирования электронной аппаратуры, диагностических и терапевтических устройств в медицине; перспективы развития микро- и нанотехнологий в биомедицине;

**уметь:** оперировать терминами в области проектирования биомедицинской аппаратуры; использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии; измерять некоторые характеристики функционирования организма человека; разрабатывать новые устройства медицинской электроники с применением микропроцессорной техники и вычислительных систем;

**владеть:** современными методами сбора, обработки, анализа, систематизации научно-технической информации, представления результатов выполненной научно-исследовательской и конструкторской деятельности.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
				7	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>80</b>			<b>80</b>	
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	36			36	
Лабораторные работы (ЛР)	8			8	
Практические занятия (ПЗ)	36			36	
Семинары (С)					
Коллоквиумы (К)					
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)					
<i>Другие виды аудиторной работы</i>					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>64</b>			<b>64</b>	
В том числе:	-	-	-	-	-
Подготовка к лекциям и практическим занятиям.	18			18	
Презентация и защита самостоятельной работы	18			18	
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	28			28	
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36			36	
Общая трудоемкость час	<b>180</b>			<b>180</b>	
Зачетные Единицы Трудоемкости	<b>5</b>			<b>5</b>	

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабора- т. занятия	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируе- мые компетенции
1.	Вводная часть.	2		2			4	ОПК-7
2.	Биофизические, физиологические, и энергоинформационные показатели деятельности человека.	6	2	6		8	22	ОПК-7
3	Устройства съема, передачи и регистрации медико-биологической информации.	4	2	4		8	18	ОПК-7
4.	Аппаратные методы исследований в биологии и медицине.	4	2	4		8	18	ОПК-7
5.	Медико-биологические аппараты - генераторы электромагнитных колебаний, импульсов	4		4		8	16	ОПК-7
6.	Телеметрия в медицине	4		4		8	16	ОПК-7
7.	Диагностические и терапевтические устройства интроскопии в медицине	4	2	4		8	18	ОПК-7
8.	Основы биологической и медицинской кибернетики	4		4		8	16	ОПК-7
9.	Микро- и наноструктурные компоненты биомедицинской электроники	4		2+2*		8	16	ОПК-7
	Итого	36	8	36		64	144	

\* Последнее практическое занятие отведено на презентации и защиты заданий по СРС.

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1.	Вводная часть.	Определения медицинского аппарата, прибора, аппаратуры. Специфика и классификация физических измерений в медицине. Классификация устройств медицинской электроники: устройства получения, передачи и регистрации медико-биологической информации, устройства дозирующие воздействия на организм человека различных физических и химических факторов, кибернетические электронные устройства. Требования к медицинским аппаратам и приборам, безопасности медицинской аппаратуры.	2	ОПК-7
2.	Биофизические, физиологические, и энергоинформационные показатели деятельности человека	Основы энергетике клетки организма. Биоэлектрические потенциалы: потенциалы покоя и действия клетки организма, биопотенциалы сердца, мозга, мышечной системы и других органов. Некоторые физиологические параметры организма человека: давление крови, параметры кровотока, тоны сердца, параметры дыхательной системы, измерение температуры, другие физиологические параметры. Энергоинформационные показатели деятельности человека.	6	ОПК-7
3.	Устройства съема, передачи и регистрации медико-биологической информации	Датчики медико-биологической информации. Электроды для съема биологических электрических сигналов. Проблемы усиления биоэлектрических сигналов: согласование импедансов, малая амплитуда и мощность, малая частота, помехи, шумы, искажения. Устройства усиления биоэлектрических сигналов: повторители, усилители постоянного тока, дифференциальные каскады, обратная связь в усилителях, устройства с преобразованием сигнала. Регистрирующие устройства. Структурные схемы и описание принципов работы некоторых приборов регистрации медико-биологической информации: регистраторы биопотенциалов мозга, кожи, мышц, сердца.	4	ОПК-7
4.	Аппаратные методы исследований в биологии и медицине.	Системные аспекты проведения медико-биологических исследований. Исследование механических проявлений жизнедеятельности, электропроводности органов и биотканей. Методы исследований, основанные на измерении биопотенциалов, магнитных полей биологических объектов. Фотометрические методы исследований. Рентгеновские методы исследований. Радиоизотопные методы исследований.	4	ОПК-7
5.	Медико-биологические аппараты - генераторы электромагнитных колебаний, импульсов	Параметры электрического импульса и их физиологическое значение. Низкочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура: электростимуляторы центральной нервной системы, нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системы, биоэлектрические стимуляторы и др. Высокочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.	4	ОПК-7
6.	Телеметрия в медицине	Методы передачи физиологических показателей. Телеметрия внутренних органов. Радиотелеметрия. Электронные устройства телеметрии.	4	ОПК-7
7.	Диагностические и терапевтические	Ультразвуковые, тепловые, рентгеновские, радиационные и др. аппараты диагностики и лечения.	4	ОПК-7

	устройства интроскопии в медицине	Меры обеспечения безопасности		
8.	Основы биологической и медицинской кибернетики	Характеристика и классификация биологических объектов как кибернетических систем. Организм как кибернетическая система: системы сохранения постоянства внутренней среды организма - гомеостаз, гомеокинез и др.	4	ОПК-7
9	Микро- и наноструктурные компоненты биомедицинской электроники	Принципы построения современной электронной медицинской аппаратуры. Нанoeлектроника в биомедицине. Нанoeлектромеханические, нанооптикоэлектромеханические системы, применяемые в биомедицине.	4	ОПК-7
		Итого	36	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>Предшествующие дисциплины</b>											
1	Физика		+	+	+	+	+	+	+	+	
2	Химия		+	+	+		+	+	+	+	
3	Физические основы микро и нанoeлектроники			+				+		+	
4	Физика полупроводниковых структур			+				+	+		+
5	Электротехника и электроника	+		+	+	+	+	+			
6	Схемо- и системотехника электронных средств	+		+	+	+	+	+	+		
7	Метрология, стандартизация и технические измерения	+		+	+	+	+	+			
8	Интегральные устройства радиоэлектроники			+	+	+	+	+		+	
9	Основы конструирования электронных средств	+		+				+	+	+	
<b>Последующие дисциплины</b>											
1	Конструирование и технология микро- и нанoeлектронных средств	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

(Перечень компетенций)	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ОПК-7	+	+	+		+	Тест, просмотр и обсуждение видеофильмов, обратная связь, кейс-метод, коллективное решение творческих задач, дискуссия, отчет на лабораторном занятии, презентация и защита инд. задания по СРС

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента.

## 6. Методы и формы организации обучения

Таблица 6.1 - Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические/семинарские занятия (час)	Лабораторные занятия (час)	СРС (час)	Всего
IT-методы	2	4		2	8
Работа в команде			6	6	12
Case-study (метод конкретных ситуаций)	4	4		-	8
Итого интерактивных занятий	6	8	6	8	28

IT-методы применяются при поиске информации в Интернете для написания рефератов, поиска информации по заданной теме.

При решении ситуационных задач содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции или практического занятия.

## 7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетенции
1	2	Измерение электрокардиограмм	2	ОПК-7
2	3	Электропунктурные исследования организма человека	2	
3	4	Измерение короткопериодических вариаций солнечной активности	2	
4	7	Анализ психофизиологического состояния человека пассивным радиоизотопным методом	2	
		Итого	8	

## 8. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции
1	1	Требования к медицинским аппаратам и приборам, безопасности медицинской аппаратуры.	2	ОПК-7
2	2	Методы измерения объема крови, скорости кровотока (метод импедансного плетизмографа, метод меченых атомов и др.). Приборы измерения скорости кровотока и объема крови.	2	ОПК-7
3	2	Задачи гемодинамики. Приборы измерения давления. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора для измерения давления крови.	2	ОПК-7
4	2	Задачи электродинамики в медицине: сердце как электрический диполь. Описание приборов для измерения электрокардиограмм. Схемная и конструктивная проработка портативного кардиотахометра.	2	ОПК-7
5	3	Электрические характеристики биологически активных точек. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора электропунктурной диагностики.	2	ОПК-7
6	3	Структурные схемы и описание принципов работы некоторых приборов регистрации медико-биологической информации: регистраторы биопотенциалов мозга, кожи, мышц, сердца.	2	ОПК-7
7	4	Фотометрические методы исследований. Рентгеновские методы исследований.	2	ОПК-7

8	4	Радиоизотопные методы исследований.	2	ОПК-7
9	5,9	Электромагнитные и электроакустические свойства тканей организма. Методы КВЧ-терапии. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора КВЧ-терапии.	4	ОПК-7
10	6	Телеметрия внутренних органов. Радиотелеметрия.	4	ОПК-7
11	7,9	Ультразвуковые, тепловые, рентгеновские, радиационные и др. аппараты диагностики в интроскопии, основанные на методах атомной и ядерной физики в медицине.	4	ОПК-7
12	8,9	Организм как кибернетическая система.	4	ОПК-7
13	9	Нанoeлектроника в биомедицине. Нанoeлектромеханические, нанооптикоэлектромеханические системы.	2	ОПК-7
14	1-9	Презентации и защиты заданий по СРС	2	ОПК-7
		Итого	36	

## 9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудоёмкость (час.)	Компетенции	Контроль выполнения работы (опрос, тест, дом. задание, и т. д.)
1	1-9	Подготовка к лекциям.	18	ОПК-7	Тесты, опрос, интерактивная работа.
2	1-9	Подготовка практическим и лабораторным занятиям	18	ОПК-7	Опрос, активность работы на лабораторных и практических занятиях
2	1-9	Подготовка, к презентации и защите индивидуальной самостоятельной работы	28	ОПК-7	Оценка презентации и защиты.
3	1-9	Подготовка к экзамену	36	ОПК-7	Экзаменационная оценка
		Итого	100		

## 10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает **текущий** контроль выполнения элементов объема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга и **итоговый** контроль.

**Правила формирования пятибалльных оценок** за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$КТx|_{x=1,2} = \frac{(Сумма \_ баллов, \_ набранная \_ к \_ КТx) * 5}{Требуемая \_ сумма \_ баллов \_ по \_ балльной \_ раскладке}.$$

**Итоговый контроль освоения** дисциплины осуществляется на экзамене по традиционной пятибалльной шкале. Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ, сдача контрольных работ.



**Таблица 11.1** - Балльные оценки для элементов контроля.

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение лекций	3	3	3	9
Тестовый контроль	3	3	3	9
Активность на практических занятиях	5	5	5	15
Выполнение и защита результатов лабораторных работ		5	5	10
Выполнение индивидуальной самостоятельной работы		10	7	17
Компонент своевременности		5	5	10
<b>Итого максимум за период:</b>	<b>11</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>70</b>
Сдача экзамена				30
<b>Нарастающим итогом</b>	<b>25</b>	<b>42</b>	<b>70</b>	<b>100</b>

**Формирование итоговой суммы баллов** осуществляется путем суммирования семестровой (до 70 баллов) и экзаменационной составляющих (до 30 баллов).

**Таблица 11.2** - Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

**Таблица 11.3** – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку происходит один раз в конце семестра после подведения итогов изучения дисциплины - успешной сдачи экзамена.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **12.1 Рекомендуемая литература**

#### **а) основная:**

1. Еханин С.Г. Основы медицинской электроники: учеб. пособие. – Томск, ТУСУР. – 2012. – 102 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: [edu.tusur.ru/training/publications/1411](http://edu.tusur.ru/training/publications/1411)

#### **б) дополнительная:**

2. Биология: в 3-х т.: пер. с англ. / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут; ред. Р. Сопер. - 3-е изд. - М.: Мир, 2007, Т.1. – 454с. (**20 экз.**), Т.2. – 436с. (**20 экз.**), Т.3. – 451 с. (**20 экз.**)

3. Основы медицинской электроники: Вопросы биологии, биохимии и биофизики: Учебное пособие / С.Г. Еханин; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, кафедра конструирования узлов и деталей РЭА. - Томск: ТУСУР, 2007. - 114 с. (**85 экз.**)

4. Аналитические исследования в медицине, биологии и экологии: Учебное пособие для вузов / Е.П. Попечителей, О.Н. Старцева. - М.: Высшая школа, 2003. - 278[2] с. (**39 экз.**)

5. Кулинич А.П. Схемотехника электронных средств: Методическое пособие по курсовому проектированию. – Томск, ТУСУР. – 2012. – 43 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: [edu.tusur.ru/training/publications/1197](http://edu.tusur.ru/training/publications/1197)

### **12.2 Перечень методических указаний по лабораторным работам, практическим занятиям и для выполнения индивидуальных заданий**

6. Еханин С.Г. Основы медицинской электроники: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе. – 2012. – 11 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: [edu.tusur.ru/training/publications/1667](http://edu.tusur.ru/training/publications/1667)

7. Еханин С.Г. Измерение электрокардиограмм: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Основы медицинской электроники». – 2010. – 17 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: [edu.tusur.ru/training/publications/340](http://edu.tusur.ru/training/publications/340)

8. Еханин С.Г. Электропуктурные исследования организма человека: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Основы медицинской электроники». – 2010. – 21 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: [edu.tusur.ru/training/publications/339](http://edu.tusur.ru/training/publications/339)

### **12.3 Программное обеспечение: Microsoft Excel (пакет анализа данных).**

**12.4** Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Образовательный портал университета, библиотека университета.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает необходимое демонстрационное оборудование для показа презентаций и видеороликов по курсу «Микро- и наноэлектроника в биомедицине»: персональный компьютер, сеть Интернет, видеопроектор. Для проведения практических занятий используется компьютерный класс кафедры на 12 рабочих мест и программное обеспечение: Microsoft Excel (пакет анализа данных). Лабораторные работы проходят в помещении СКБ «Сталкер» (ауд. 426 г. к.), оснащенном необходимым научно-техническим оборудованием.

**14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины** (по усмотрению разработчика программы).

*Структура подачи лекционного материала.* Основная форма подачи лекционного материала – это последовательное изложение содержания дисциплины. Повышение активности студентов наблюдается при реализации «принципа диалогического общения». Активизация лекции предполагает использование методических приемов включения студентов в диалогическое общение, протекающее в виде внешнего и внутреннего диалога. Содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции. «Принцип проблемности» при подаче материала предполагает представление учебного материала в виде проблемных ситуаций и вовлечение слушателей в совместный анализ, и поиск решений. Важно проведение небольших дискуссий по ходу лекции при анализе и решении проблемных ситуаций.

*Лабораторный практикум.* Возбуждению интереса на лабораторном практикуме способствует наглядность процесса, свободный доступ к методическим материалам. Обсуждение (защита) работ в виде мини-конференций реализует педагогический прием «дебаты». У студента формируется способность держаться перед аудиторией, происходит переосмысление работы.

*Практические занятия.* Возбуждение интереса проявляется тогда, когда у студента получаются задания. Выполнение заданий учитывает возможности и наклонности студента и позволяет предложить творческое развитие любого фрагмента заданий.

*Защита самостоятельной работы.* Наибольший импульс для развития дает научно-техническая конференция, где каждый обязан выступить с презентацией. Происходит переосмысление деятельности, прирост команды энтузиастов для участия в развитии работ. Это способствует развитию общекультурных и профессиональных компетенций и вырабатывает навык грамотного изложения результатов работы и их защита.

**14.1 Контрольные вопросы и задания для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины:** приведены в фонде оценочных средств.

**15. Фонд оценочных средств:** дан в приложении к рабочей программе.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 П.Е. Троян

«16» 11 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА В БИОМЕДИЦИНЕ**

Уровень высшего образования бакалавриат  
Направление подготовки 11.03.03 - Конструирование и технология  
электронных средств  
Профиль: 11.03.03.04 «Конструирование и технология нанoeлектронных  
средств»  
Форма обучения Очная  
Факультет радиоконструкторский (РКФ)  
Кафедра Конструирования узлов и деталей РЭА (КУДР)  
Курс 4 Семестр 7


Учебный план набора 2013 года  
Экзамен – 7 (седьмой) семестр

Разработчик

д.ф.-м.н., профессор каф. КУДР

 С.Г. Еханин С.Г.

Заведующий кафедрой КУДР

 А.Г. Лошилов  
(подпись)

Томск 2016

# 1 ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения. ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

В таблице 1.1 приведен перечень закрепленных за дисциплиной компетенций.

Таблица 1.1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-7	Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.	<b>Знать:</b> общую информацию о современных физиологических и биофизических моделях функционирования организма человека, специфику электрических измерений биофизических и физиологических показателей организма, правила техники безопасности при электрических измерениях медико-биологических параметров и проектировании медико-биологической аппаратуры, особенности проектирования электронной аппаратуры, диагностических и терапевтических устройств в медицине; перспективы развития микро- и нанотехнологий в биомедицине; <b>Уметь:</b> оперировать терминами в области проектирования биомедицинской аппаратуры; использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии; измерять некоторые характеристики функционирования организма человека; разрабатывать новые устройства медицинской электроники с применением микропроцессорной техники и вычислительных систем; <b>Владеть:</b> современными методами сбора, обработки, анализа, систематизации научно-технической информации, представления результатов выполненной научно-исследовательской и конструкторской деятельности.

## 2 РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

**КОМПЕТЕНЦИЯ ОПК-7:** способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции у студентов, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные принципы, тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной	Умеет анализировать современные тенденции развития науки и техники, информационных технологий	Владеет измерительной и вычислительной техникой, современными программными средствами, используемыми при

	техники, информационных технологий.	применительно к биомедицине.	проектировании биомедицинской аппаратуры, исследовании и анализе экспериментальных данных.
Виды занятий	Лекции, практические занятия, групповые консультации	Интерактивные виды лекционных, практических занятий и самостоятельной работы студентов	Практические занятия, лабораторные работы, консультации.
Используемые средства	Оценка конспектов лекций, тестов, домашних заданий	Анализ активности и правильности ответов на аудиторных занятиях, оценка конспекта самостоятельной работы.	Оценка работы студентов на лекциях, практических занятиях, при защите самостоятельного задания.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2– Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает и может анализировать и применять современные достижения в измерительной и вычислительной технике, информационных технологиях.	Умеет применять теоретические знания, необходимые для самостоятельного решения задач повышенной сложности при проектировании биомедицинской техники.	Владеет практическими навыками применения современной электроники в элементах электронных систем биомедицинской техники.
Хорошо (базовый уровень)	Знает принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области.	Обладает теоретическими представлениями, необходимыми для решения типовых задач в области биомедицинской техники.	Владеет терминологией, основами анализа процессов в элементах биомедицинской техники.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными теоретическими представлениями, требуемыми для решения простых задач в области биомедицинской техники.	Может эффективно работать под наблюдением руководителя.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3– Показатели и критерии оценивания компетенции у студентов на этапах освоения

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает теоретическим знанием принципов работы и проектирования современной биомедицинской аппаратуры.	Умеет решать задачи повышенной сложности при проектировании биомедицинской аппаратуры, корректно	Владеет программными средствами используемыми при проектировании биомедицинской

		представлять и аргументированно обосновывать результаты.	аппаратуры, исследовании и анализе экспериментальных данных.
Хорошо (базовый уровень)	Имеет представление о теоретических принципах работы современной биомедицинской аппаратуры, аргументирует выбор метода решения задачи.	Умеет решать типовые задачи при проектировании биомедицинской аппаратуры, аргументированно представлять результаты работы.	Имеет представления о программных средствах, используемых при проектировании биомедицинской аппаратуры, биомедицинских исследованиях.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий, воспроизводит основные факты, идеи в области биомедицинских исследований и проектирования биомедицинской аппаратуры.	Распознает различные типы биомедицинских приборов. Умеет работать со справочной литературой. Знает основные алгоритмы решения типовых задач при проектировании биомедицинских приборов и исследованиях.	Понимает терминологию и сущность программных средств, применяемых при проектировании биомедицинской аппаратуры и при биомедицинских исследованиях.

### 3 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

- *типовые контрольные задания*, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы,
- *вопросы к зачету*,
- *темы тестов*,
- *темы рефератов*.

#### **Темы для тестового опроса:**

1. Классификация устройств медицинской электроники.
2. Биофизические, физиологические и энергоинформационные показатели функционирования организма человека.
3. Обмен веществ и энергии в клетке организма.
4. Биоэлектрические потенциалы.
5. Датчики медико-биологической информации.
6. Телеметрия в медицине
7. Низкочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.
8. Высокочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.
9. Фотометрические и рентгеновские методы исследований.
10. Диагностические и терапевтические устройства интроскопии в медицине.
11. Биологическая и медицинская кибернетика
12. Наноэлектроника в биомедицине

#### **Темы практических занятий:**

1. Требования к медицинским аппаратам и приборам, безопасности медицинской аппаратуры.
2. Методы измерения объема крови, скорости кровотока (метод импедансного плетизмографа, метод меченых атомов и др.). Приборы измерения скорости кровотока и объема крови.
3. Задачи гемодинамики. Приборы измерения давления. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора для измерения давления крови.
4. Задачи электродинамики в медицине: сердце как электрический диполь. Описание приборов для измерения электрокардиограмм. Схемная и конструктивная проработка портативного кардиотахометра.
5. Электрические характеристики биологически активных точек. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора электропунктурной диагностики.
6. Структурные схемы и описание принципов работы некоторых приборов регистрации медико-биологической информации: регистраторы биопотенциалов мозга, кожи, мышц, сердца.
7. Фотометрические методы исследований. Рентгеновские методы исследований.
8. Радиоизотопные методы исследований.
9. Электромагнитные и электроакустические свойства тканей организма. Методы КВЧ-терапии. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора КВЧ-терапии.
10. Телеметрия внутренних органов. Радиотелеметрия.
11. Ультразвуковые, тепловые, рентгеновские, радиационные и др. аппараты диагностики в интроскопии, основанные на методах атомной и ядерной физики в медицине.
12. Организм как кибернетическая система.
13. Нанoeлектроника в биомедицине.
14. Нанoeлектромеханические, нанооптикоэлектромеханические системы.

#### **Темы индивидуальных домашних работ:**

1. Приборы измерения артериального давления.
2. Приборы измерения скорости кровотока и объема крови.
3. Приборы для измерения электрокардиограмм.
4. Приборы для измерения электрических характеристик биологически активных точек.
5. Приборы КВЧ-терапии.
6. Приборы аэроионотерапии.
7. Приборы контроля за содержанием вредных веществ в воде и воздухе.
8. Электростимуляторы центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта, нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системы.
9. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора КВЧ-терапии.

Суть индивидуальной домашней работы — каждому студенту предлагается доработка темы, начатой на практическом занятии. При этом студенту выдается индивидуальное домашнее задание на проработку какого-либо функционального узла модернизируемого прибора (составление принципиальной электрической схемы, выбор элементной базы, проведение некоторых конструкторских расчетов и др.).

Контроль за выполнением индивидуальной работы проводится в два этапа:

- 1) предварительная проверка правильности решения поставленной задачи;



- 2) презентация и защита индивидуальной домашней работы.

#### **Темы теоретической части курса, вынесенные на самостоятельное изучение студентами:**

1. Роль советских и российских ученых в развитии биомедицинской электроники и наноэлектроники.
2. Современные диагностические устройства.
3. Перспективы развития биомедицинской электроники и наноэлектроники.

#### **4 Методические материалы к ФОС, определяющие процедуры оценивания**

На самостоятельное изучение переносятся разделы, касающиеся роли отечественных ученых в развитии микро- и наноэлектроники в биомедицине, характеристик современных диагностических устройств и перспектив развития биомедицинской электроники.

В качестве средства оценки усвоения материала является выступление на практическом занятии или реферат.

Оценка освоения компетенции проводится и при защите заданий на практических занятиях. Во время выполнения практических заданий студенты овладевают физическими представлениями, математическим аппаратом, используемыми при анализе свойств и характеристик пассивных и активных элементов простейших электронных схем в биомедицине. Студент учится объяснять устройство и принцип работы биомедицинских приборов и схем, определять параметры электрорадиоэлементов и схем по их характеристикам.

Возбуждению интереса на практикуме способствует наглядность процесса, возможность познакомиться с оборудованием, свободный доступ к методическим материалам. Обсуждение (защита) работ в виде мини-конференций реализует педагогический прием «дебаты». У студента появляется смелость держаться перед аудиторией, происходит переосмысление работы.

#### **Контрольные вопросы для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины**

1. Основные цели и задачи профиля «Конструирование и технология наноэлектронных средств».
2. Цели и задачи курса «Электроника и наноэлектроника в биомедицине».
3. Требования к медицинским аппаратам и приборам, безопасности медицинской аппаратуры.
4. Определения медицинского аппарата, прибора, аппаратуры. Специфика и классификация физических измерений в медицине.
5. Классификация устройств медицинской электроники.
6. Низкочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.
7. Высокочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.
8. Требования к электродам для съема биологических электрических сигналов.
9. Микроэлектроника как область электроники. Основные направления в микроэлектронике в биомедицине.
10. Технологические основы биомедицинской микроэлектроники: основные процессы при производстве биомедицинских микроэлектронных устройств.
11. Структурные схемы и описание принципов работы некоторых приборов регистрации медико-биологической информации: регистраторы биопотенциалов мозга, кожи, мышц, сердца.
12. Системы сохранения постоянства внутренней среды организма.
13. Ультразвуковые аппараты диагностики и лечения.

14. Тепловые аппараты диагностики и лечения.
15. Рентгеновские аппараты диагностики и лечения.
16. Радиационные аппараты диагностики и лечения.
17. Электростимуляторы.
18. Рентгеновские, радиационные аппараты диагностики и лечения.
19. Основные направления развития нанотехнологий в биомедицине.

### **Примеры дополнительных вопросов при сдаче экзамена.**

#### **Пример №1**

Предусмотрены три уровня сложности заданий.

#### **1 уровень сложности (оценивается на «удовлетворительно»)**

**Какие физические методы используются для исследования микробиологических объектов?**

- а) электронная микроскопия; в) дифракционный рентгеноструктурный анализ;  
б) зондовая микроскопия; г) люминесцентные методы.

#### **2 уровень сложности (оценивается на «хорошо»)**

**Какие методы исследования (из вышеперечисленных) дают возможность изучать процессы в живых биологических объектах?**

#### **3 уровень сложности (оценивается на «отлично»)**

**Какие методы исследования дают возможность получать трехмерные изображения биологических микрообъектов, возможность осуществлять наноманипулирование?**

#### **Пример №2.**

#### **1 уровень сложности (оценивается на «удовлетворительно»)**

*Суть метода электрокардиографии, предложенного Эйнтховеном.*

#### **2 уровень сложности (оценивается на «хорошо»)**

*Почему амплитуды одних и тех же зубцов ЭКГ в один и тот же момент времени в различных отведениях не одинаковы?*

#### **2 уровень сложности (оценивается на «отлично»).**

*Каким процессам в сердечной мышце соответствуют зубцы на ЭКГ?*

#### **Пример №3.**

#### **1 уровень сложности (оценивается на «удовлетворительно»)**

*Каковы особенности действия терагерцовых волн на биологические объекты?*

#### **2 уровень сложности (оценивается на «хорошо»)**

*Сущность КВЧ-терапии.*

#### **3 уровень сложности (оценивается на «отлично»)**

*Что отличает КВЧ-терапию от других физиотерапевтических методов, использующих высокочастотные токи, электрические и магнитные поля?*