МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Биомедицинская электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Проектирование и технология электронно-вычислительных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные работы	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	84	84	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16320

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 194 от «13» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 12 ноября 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. КУДР	_____	Еханин С. Г.
Заведующий обеспечивающей каф. КУДР	_____	Лощилов А. Г.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ	_____	Озеркин Д. В.
Заведующий выпускающей каф. КУДР	_____	Лощилов А. Г.

Эксперты:

доцент Кафедра конструирования узлов и деталей РЭА	_____	Романовский М. Н.

Согласована на портале № 16320

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели 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 радиоэлектронной аппаратуры и электронных систем, но и для проектирования биомедицинской аппаратуры.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачи изучения дисциплины:

– - формирование профессионального самоопределения у студентов;

– - формирование представления о биомедицинской микро- и наноэлектронике;

– - развитие профессионального подхода к решению различных технических задач в области конструирования биомедицинской аппаратуры.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Биомедицинская электроника» (Б1.В.ДВ.7.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Интегральные устройства радиоэлектроники, Метрология и технические измерения, Основы конструирования электронных средств, Схемо- и системотехника электронных средств, Физические основы микро- и наноэлектроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **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 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60

Согласована на портале № 16320

Лекции	18	18
Практические занятия	34	34
Лабораторные работы	8	8
Самостоятельная работа (всего)	84	84
Выполнение индивидуальных заданий	34	34
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	32
Всего (без экзамена)	144	144
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Вводная часть.	1	2	0	3	6	ОПК-7
2 Биофизические, физиологические, и энергоинформационные показатели деятельности человека.	5	6	2	10	23	ОПК-7
3 Устройства съема, передачи и регистрации медико-биологической информации.	2	4	2	7	15	ОПК-7
4 Аппаратные методы исследований в биологии и медицине.	2	4	2	41	49	ОПК-7
5 Медико-биологические аппараты - генераторы электромагнитных колебаний, импульсов.	1	4	0	5	10	ОПК-7
6 Телеметрия в биомедицине.	1	2	0	3	6	ОПК-7
7 Диагностические и терапевтические устройства интроскопии в медицине.	2	2	2	5	11	ОПК-7
8 Основы биологической и медицинской кибернетики.	2	4	0	5	11	ОПК-7
9 Микро- и наноструктурные компоненты биомедицинской электроники.	2	6	0	5	13	ОПК-7

Согласована на портале № 16320

Итого за семестр	18	34	8	84	144	
Итого	18	34	8	84	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
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.	1	ОПК-7
	Итого	1	
2 Биофизические, физиологические, и энергоинформационные показатели деятельности человека.	Основы энергетики 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.	5	ОПК-7
	Итого	5	
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:	2	ОПК-7

Согласована на портале № 16320

	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.		
	Итого	2	
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.	2	ОПК-7
	Итого	2	
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.	1	ОПК-7
	Итого	1	
6 Телеметрия в биомедицине.	Методы передачи физиологических показателей. Телеметрия внутренних органов. Радиотелеметрия. Электронные устройства телеметрии.	1	ОПК-7
	Итого	1	
7 Диагностические и терапевтические устройства интроскопии в медицине.	Ультразвуковые, тепловые, рентгеновские, радиационные и др. аппараты диагностики и лечения. Меры обеспечения безопасности	2	ОПК-7
	Итого	2	
8 Основы биологической и медицинской кибернетики.	Характеристика и классификация биологических объектов как	2	ОПК-7

Согласована на портале № 16320

	кибернетических систем. Организм как кибернетическая система: системы сохранения постоянства внутренней среды организма - гомеостаз, гомеокинез и др.		
	Итого	2	
9 Микро- и наноструктурные компоненты биомедицинской электроники.	Принципы построения современной электронной медицинской аппаратуры. Наноэлектроника в биомедицине. Наноэлектромеханические, нанооптикоэлектромеханические системы, применяемые в биомедицине.	2	ОПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Интегральные устройства радиоэлектроники									+
2 Метрология и технические измерения		+		+					
3 Основы конструирования электронных средств			+				+		
4 Схемо- и системотехника электронных средств			+		+	+			
5 Физические основы микро- и наноэлектроники									+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 16320

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-7	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Биофизические, физиологические, и энергоинформационные показатели деятельности человека.	Измерение электрокардиограмм.	2	ОПК-7
	Итого	2	
3 Устройства съема, передачи и регистрации медико-биологической информации.	Электропунктурные исследования организма человека.	2	ОПК-7
	Итого	2	
4 Аппаратные методы исследований в биологии и медицине.	Измерение короткопериодических вариаций солнечной активности.	2	ОПК-7
	Итого	2	
7 Диагностические и терапевтические устройства интроскопии в медицине.	Анализ психофизиологического состояния человека пассивным радиоизотопным методом.	2	ОПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		8	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 16320

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Вводная часть.	Требования к медицинским аппаратам и приборам, безопасности медицинской аппаратуры.	2	ОПК-7
	Итого	2	
2 Биофизические, физиологические, и энергоинформационные показатели деятельности человека.	Методы измерения объема крови, скорости крововопотока (метод импедансного плетизмографа, метод меченых атомов и др.). Приборы измерения скорости кровопотока и объема крови.Задачи гемодинамики. Приборы измерения давления. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора для измерения давления крови.Задачи электродинамики в медицине: сердце как электрический диполь. Описание приборов для измерения электрокардиограмм. Схемная и конструктивная проработка портативного кардиотахометра.	6	ОПК-7
	Итого	6	
3 Устройства съема, передачи и регистрации медико-биологической информации.	Электрические характеристики биологически активных точек. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора электропунктурной диагностики.Структурные схемы и описание принципов работы некоторых приборов регистрации медико-биологической информации: регистраторы биопотенциалов мозга, кожи, мышц, сердца.	4	ОПК-7
	Итого	4	
4 Аппаратные методы исследований в биологии и медицине.	Фотометрические методы исследований. Рентгеновские методы исследований. Радиоизотопные методы исследований.	4	ОПК-7
	Итого	4	
5 Медико-биологические аппараты	Электромагнитные и	4	ОПК-7

Согласована на портале № 16320

- генераторы электромагнитных колебаний, импульсов.	электроакустические свойства тканей организма. Методы КВЧ-терапии. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора КВЧ-терапии.		
	Итого	4	
6 Телеметрия в биомедицине.	Телеметрия внутренних органов. Радиотелеметрия.	2	ОПК-7
	Итого	2	
7 Диагностические и терапевтические устройства интроскопии в медицине.	Ультразвуковые, тепловые, рентгеновские, радиационные и др. аппараты диагностики в интроскопии, основанные на методах атомной и ядерной физики в медицине.	2	ОПК-7
	Итого	2	
8 Основы биологической и медицинской кибернетики.	Организм как кибернетическая система.	4	ОПК-7
	Итого	4	
9 Микро- и наноструктурные компоненты биомедицинской электроники.	Наноэлектроника в биомедицине. Наноэлектромеханические, нанооптикоэлектромеханические системы.Презентации и защиты заданий по СРС	6	ОПК-7
	Итого	6	
Итого за семестр		34	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Вводная часть.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Биофизические, физиологические, и энергоинформационные	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест

Согласована на портале № 16320

показатели деятельности человека.	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	10		
3 Устройства съема, передачи и регистрации медико-биологической информации.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	7		
4 Аппаратные методы исследований в биологии и медицине.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Выполнение индивидуальных заданий	34		
	Итого	41		
5 Медико-биологические аппараты - генераторы электромагнитных колебаний, импульсов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
6 Телеметрия в биомедицине.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
7 Диагностические и терапевтические устройства интроскопии в медицине.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
8 Основы биологической и медицинской	Подготовка к практическим занятиям,	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Тест

Согласована на портале № 16320

кибернетики.	семинарам			
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
9 Микро- и наноструктурные компоненты биомедицинской электроники.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Реферат, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
Итого за семестр		84		
Итого		84		

9.1. Темы индивидуальных заданий

1. Приборы измерения артериального давления.
2. Приборы измерения скорости кровопотока 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.

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

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
7 семестр				
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по индивидуальному заданию		10	7	17
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Реферат		5	5	10
Собеседование	5	10	15	30
Тест	6	6	6	18
Итого максимум за период	16	41	43	100
Нарастающим итогом	16	57	100	100

Согласована на портале № 16320

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

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	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Основы медицинской электроники. Часть 1: Учебное пособие / Еханин С. Г. - 2012. 102 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1411, дата обращения: 27.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. 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., Т.2. – 436с., Т.3. – 451 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 85 экз.)

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

4. Схемотехника электронных средств (Схемотехника): Методическое пособие по курсовому проектированию / Кулинич А. П. - 2012. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1197, дата обращения: 27.02.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Измерение электрокардиограмм: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Основы медицинской электроники» / Еханин С. Г. - 2010. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/340, дата обращения: 27.02.2017.

2. Электропунктурные исследования организма человека: Методические указания к

Согласована на портале № 16320

лабораторному занятию по дисциплине "Основы медицинской электроники" / Еханин С. Г. - 2010. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/339, дата обращения: 27.02.2017.

3. Основы медицинской электроники: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / Еханин С. Г. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1667, дата обращения: 27.02.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Ресурсы сети Интернет

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Библиотека ТУСУР
2. Научно-образовательный портал ТУСУР

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория каф. КУДР, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, Ленина улица, д. 40, 3 этаж, ауд. 316. Состав оборудования: учебная мебель; доска магнитно-маркерная -1шт.; демонстрационное оборудование для показа презентаций и видеороликов: сеть Интернет, видеопроектор с экраном, компьютер класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -1 шт. Лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, улица Ленина, д. 40, 4 этаж, ауд. 426 (СКБ "Сталкер). Состав оборудования: учебная мебель; Вольтметры В7-20 (2 шт.), В7-21 (3 шт.), В7-23, В7-34. Измерители импеданса Е7-14, Л2-22, Л2-22/1, Л2-42, Л2-47, Л2-76, Х1-47. Источник питания Б5-43, Б5-44. Линейный источник питания HY3003 (2 шт.). Микроскоп МБС-9 (2 шт.), МИМ-7 (2 шт.). Монохроматоры ДМР-4 (2 шт.), МУМ (2 шт.). Осциллограф С1-72 (2 шт.). ПЭВМ DURON 800 (3 шт.). Цифровой мультиметр АРРА 103. Цифровой осциллограф GDS -806S (4 шт.). Спектромом 204.

Согласована на портале № 16320

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 5 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

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.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства,

Согласована на портале № 16320

перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 16320

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Биомедицинская электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Проектирование и технология электронно-вычислительных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- профессор каф. КУДР Еханин С. Г.

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16320

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) 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 (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Должен 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;; Должен 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; ; Должен владеть современными методами сбора, обработки, анализа, систематизации научно-технической информации, представления результатов выполненной научно-исследовательской и конструкторской деятельности.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия

Согласована на портале № 16320

	изучаемой области с пониманием границ применимости	творческих решений, абстрагирования проблем	работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-7

ОПК-7: способностью 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, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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;	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.	современными методами сбора, обработки, анализа, систематизации научно-технической информации, представления результатов выполненной научно-исследовательской и конструкторской деятельности.

Согласована на портале № 16320

	перспективы развития микро- и нано-технологий в биомедицине.		
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Тест; • Реферат; • Собеседование; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Тест; • Реферат; • Собеседование; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Реферат; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает и может анализировать и применять современные достижения в измерительной и вычислительной технике, информационных технологиях. ; • Обладает теоретическим знанием принципов работы и проектирования современной биомедицинской аппаратуры. ;	• Умеет применять теоретические знания, необходимые для самостоятельного решения задач повышенной сложности при проектировании биомедицинской техники.; • Умеет решать задачи повышенной сложности при проектировании биомедицинской аппаратуры, корректно представлять и аргументированно обосновывать результаты.;	• Владеет практическими навыками применения современной электроники в элементах электронных систем биомедицинской техники.; • Владеет программными средствами используемыми при проектировании биомедицинской аппаратуры, исследовании и анализе экспериментальных данных.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области. ; • Имеет представление о теоретических принципах работы	• Обладает теоретическими представлениями, необходимыми для решения типовых задач в области биомедицинской	• Владеет терминологией, основами анализа процессов в элементах биомедицинской техники.; • Имеет представления

Согласована на портале № 16320

	современной биомедицинской аппаратуры, аргументирует выбор метода решения задачи. ;	техники.; • Умеет решать типовые задачи при проектировании биомедицинской аппаратуры, аргументированно представлять результаты работы.;	о программных средствах, используемых при проектировании биомедицинской аппаратуры, биомедицинских исследованиях.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями ; • Дает определения основных понятий, воспроизводит основные факты, идеи в области биомедицинских исследований и проектирования биомедицинской аппаратуры.;	• Обладает основными теоретическими представлениями, требуемыми для решения простых задач в области биомедицинской техники.; • Распознает различные типы биомедицинских приборов. Умеет работать со справочной литературой. Знает основные алгоритмы решения типовых задач при проектировании биомедицинских приборов и исследованиях.;	• Может эффективно работать под наблюдением руководителя. ; • 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 типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Тестовые задания

– Темы для тестового опроса: Классификация устройств медицинской электроники. Биофизические, физиологические и энергоинформационные показатели функционирования организма человека. Обмен веществ и энергии в клетке организма. Биоэлектрические потенциалы. Датчики медико-биологической информации. Телеметрия в медицине Низкочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура. Высокочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура. Фотометрические и рентгеновские методы исследований. Диагностические и терапевтические устройства интроскопии в медицине. Биологическая и медицинская кибернетика Наноэлектроника в биомедицине

3.2 Темы рефератов

– 1. Приборы измерения артериального давления. 2. Приборы измерения скорости кровопотока 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.

Согласована на портале № 16320

3.3 Темы индивидуальных заданий

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

3.4 Вопросы на собеседование

- 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 микроэлектроники 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.

3.5 Темы опросов на занятиях

- 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

3.6 Темы лабораторных работ

- Измерение электрокардиограмм.
- Электропунктурные исследования организма человека.
- Измерение короткопериодических вариаций солнечной активности.
- Анализ психофизиологического состояния человека пассивным радиоизотопным методом.

3.7 Вопросы дифференцированного зачета

- 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

Согласована на портале № 16320

электронная аппаратура. 8. Требования к электродам для съема биологических электрических сигналов. 9. Микроэлектроника как область электроники. Основные направления в микроэлектроники 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.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Основы медицинской электроники. Часть 1: Учебное пособие / Еханин С. Г. - 2012. 102 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1411, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. 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., Т.2. – 436с., Т.3. – 451 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 85 экз.)
3. Аналитические исследования в медицине, биологии и экологии: Учебное пособие для вузов / Е.П. Попечителев, О.Н. Старцева. - М.: Высшая школа, 2003. - 278[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)
4. Схемотехника электронных средств (Схемотехника): Методическое пособие по курсовому проектированию / Кулинич А. П. - 2012. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1197, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Измерение электрокардиограмм: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Основы медицинской электроники» / Еханин С. Г. - 2010. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/340, свободный.
2. Электропунктурные исследования организма человека: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине "Основы медицинской электроники" / Еханин С. Г. - 2010. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/339, свободный.
3. Основы медицинской электроники: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / Еханин С. Г. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1667, свободный.

4.4. Ресурсы сети Интернет

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Библиотека ТУСУР
2. Научно-образовательный портал ТУСУР

Согласована на портале № 16320