МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

БИОМЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ И ДАТЧИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Электронное приборостроение**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры (КУДР)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	8	8	часов
Самостоятельная работа	56	56	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 70702

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений в области основ современной биомедицинской техники, принципов построения, диагностики и исследования характеристик сложных физико-технических комплексов и устройств, датчиков, микроэлектронных и наноэлектронных сенсоров.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование профессионального самоопределения у студентов.
2. Формирование представления о принципах работы приборов и аппаратов биомедицинской микро- и наноэлектроники, основных методах и средствах измерений их параметров.
3. Развитие профессионального подхода к решению научных и технических проблем при исследованиях и проведении НИОКР в области конструирования биомедицинской аппаратуры.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.09.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 70702

ОПК-3. Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики измерений в системах и устройствах фотоники и оптоинформатики	ОПК-3.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных в области профессиональной деятельности	Знает функциональное назначение, принципы работы основных узлов современных биомедицинских приборов, аппаратов, датчиков, микроэлектронных, наноэлектронных и оптоэлектронных сенсоров; основные методы и средства измерений их параметров, приемов обработки и представления полученных данных.
	ОПК-3.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Умеет выбирать эффективную методику измерений различных параметров биомедицинских приборов, датчиков, микроэлектронных, наноэлектронных и оптоэлектронных сенсоров; выбирать соответствующие измерительные средства.
	ОПК-3.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеет навыками работы с современной измерительной техникой и методами обработки полученных данных при исследовании параметров датчиков и узлов биомедицинских приборов.
Профессиональные компетенции		
ПК-1. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-1.1. Знает основные расчетные формулы, необходимые для расчета характеристик отдельных узлов и блоков электронных приборов	Знает принципы конструирования датчиков, отдельных узлов и блоков биомедицинских приборов.
	ПК-1.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет проводить оценочные расчеты характеристик датчиков, узлов и блоков биомедицинских приборов и аппаратов.
	ПК-1.3. Владеет навыками построения математических моделей, графиков, таблиц, описывающих характеристики электронных приборов, схем и устройств	Владеет навыками подготовки структурных, принципиальных и монтажных схем биомедицинских приборов, аппаратов и датчиков.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52

Согласована на портале № 70702

Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Подготовка к зачету	18	18
Подготовка к тестированию	14	14
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	8	8
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Вводная часть	2	-	-	4	6	ОПК-3, ПК-1
2 Виды физических сигналов, характеризующих организм человека.	2	2	4	10	18	ОПК-3, ПК-1
3 Приборы для исследования биоэлектрической активности организма	4	2	4	10	20	ОПК-3, ПК-1
4 Приборы, аппараты и датчики для исследования неэлектрических характеристик организма	2	4	4	12	22	ОПК-3, ПК-1
5 Приборы медицинской интроскопии	4	4	-	6	14	ОПК-3, ПК-1
6 Комплексы и приборы для лабораторного анализа	2	4	4	10	20	ОПК-3, ПК-1
7 Микроэлектронные, наноэлектронные и оптоэлектронные сенсоры для медико-биологических исследований	2	2	-	4	8	ОПК-3, ПК-1
Итого за семестр	18	18	16	56	108	
Итого	18	18	16	56	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 70702

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-3, ПК-1
	Итого	2	
2 Виды физических сигналов, характеризующих организм человека.	Биосигналы, связанные с образованием в организме физических полей биологического происхождения. Биосигналы, связанные с изменениями физических характеристик участка биологической ткани происходящими под влиянием протекания физиологических процессов. Характеристики биомедицинских сигналов. Параметры электрического импульса и их физиологическое значение. Низкочастотная и высокочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура: электростимуляторы центральной нервной системы, нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системы и др.	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
3 Приборы для исследования биоэлектрической активности организма	Электроды для съема биологических электрических сигналов. Проблемы усиления биоэлектрических сигналов: согласование импедансов, малая амплитуда и мощность, малая частота, помехи, шумы, искажения. Методы борьбы с помехами. Структурные схемы и описание принципов работы некоторых приборов регистрации медико-биологической информации: регистраторы биопотенциалов сердца, мозга, кожи, мышц.	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 70702

4 Приборы, аппараты и датчики для исследования неэлектрических характеристик организма	Методы исследования физиологических процессов и параметров (импедансная плетизмография, фотоплетизмография, осциллометрия, оксиметрия, капнометрия и др.). Физические принципы работы и структурные схемы измерительных преобразователей неэлектрических величин в электрические.	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
5 Приборы медицинской интроскопии	Ультразвуковые, тепловизионные, эндоскопические, рентгеновские, радиационные и др. аппараты диагностики. Меры обеспечения безопасности.	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
6 Комплексы и приборы для лабораторного анализа	Общее, специальное лабораторное оборудование, лабораторные измерительные приборы, аналитическое лабораторное оборудование, испытательное лабораторное оборудование.	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
7 Микроэлектронные, наноэлектронные и оптоэлектронные сенсоры для медико-биологических исследований	Биомедицинские датчики: генераторные, параметрические, энергетические (примеры). Микроэлектронные датчики: ультразвуковые, фотоэлектрические, магнитоэлектрические, радио-активности и др. Наноэлектронные сенсоры: газовые, химические, биосенсоры, сенсоры на основе углеродных наноматериалов и др. Перспективы развития.	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 70702

2 Виды физических сигналов, характеризующих организм человека.	Биомедицинские сигналы и их характеристики. Миограмма. Параметры электрического импульса и их физиологическое значение. Электростимуляторы.	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
3 Приборы для исследования биоэлектрической активности организма	Ознакомление с принципами работы и приобретение навыков работы с некоторыми приборами регистрации биоэлектрической активности организма человека (электрокардиограф, электроэнцефалограф).	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
4 Приборы, аппараты и датчики для исследования неэлектрических характеристик организма	Ознакомление с физическими принципами работы и приобретение навыков работы с биомедицинскими приборами, преобразующими неэлектрические сигналы в электрические (аускультация, фотоплетизмография, осциллометрия, оксиметрия, капнометрия и др.).	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
5 Приборы медицинской интроскопии	Ознакомление с физико-математическими основами магнитно-резонансной томографии.	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
6 Комплексы и приборы для лабораторного анализа	Ознакомление с физико-математическими основами определения концентрации сахара в крови: поляриметрия; амперометрия; электрохимические, фотометрические, оптические, рамановские глюкометры.	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
7 Микроэлектронные, наноэлектронные и оптоэлектронные сенсоры для медико-биологических исследований	Сенсоры из углеродных наноматериалов.	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 70702

7 семестр			
2 Виды физических сигналов, характеризующих организм человека.	Исследование кожно-гальванической реакции	4	ОПК-3
	Итого	4	
3 Приборы для исследования биоэлектрической активности организма	Измерение электрокардиограмм.	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
4 Приборы, аппараты и датчики для исследования неэлектрических характеристик организма	Исследование биоритмов и короткопериодических вариаций солнечной активности	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
6 Комплексы и приборы для лабораторного анализа	Исследование частотных характеристик слуха	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Вводная часть	Подготовка к зачету	2	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Итого	4		
2 Виды физических сигналов, характеризующих организм человека.	Подготовка к зачету	2	ОПК-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-3	Лабораторная работа
	Итого	10		

Согласована на портале № 70702

3 Приборы для исследования биоэлектрической активности организма	Подготовка к зачету	2	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-3, ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	10		
4 Приборы, аппараты и датчики для исследования неэлектрических характеристик организма	Подготовка к зачету	4	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-3, ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	12		
5 Приборы медицинской интроскопии	Подготовка к зачету	4	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Итого	6		
6 Комплексы и приборы для лабораторного анализа	Подготовка к зачету	2	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-3, ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	10		
7 Микроэлектронные, наноэлектронные и оптоэлектронные сенсоры для медико-биологических исследований	Подготовка к зачету	2	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Итого	4		
Итого за семестр		56		
Итого		56		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,

Согласована на портале № 70702

и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование
ПК-1	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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				
Зачёт	0	0	20	20
Защита отчета по лабораторной работе	0	10	15	25
Лабораторная работа	0	20	20	40
Тестирование	5	5	5	15
Итого максимум за период	5	35	60	100
Нарастающим итогом	5	40	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 70702

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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. 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.).

2. Филист, С. А. Узлы и элементы биотехнических систем: измерительные преобразователи и электроды : учебное пособие для вузов / С. А. Филист, О. В. Шаталова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 309 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10387-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/494452.

3. Щепетов, А. Г. Преобразование измерительных сигналов : учебник и практикум для вузов / А. Г. Щепетов, Ю. Н. Дьяченко ; под редакцией А. Г. Щепетова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01177-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/489762.

7.2. Дополнительная литература

1. Климанов, В. А. Ядерная медицина. Радионуклидная диагностика : учебное пособие для вузов / В. А. Климанов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 307 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06485-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492516.

2. Акопян, В. Б. Ультразвук в медицине, ветеринарии и биологии : учебное пособие для вузов / В. Б. Акопян, Ю. А. Ершов, С. И. Щукин ; под редакцией С. И. Щукина. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 224 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12870-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/490242 .

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Кожно-гальваническая реакция: датчики, приборы, исследования: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине "Биомедицинские приборы и датчики" / С. Г. Еханин - 2022. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9947.

2. Определение частотных характеристик слуха: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине "Биомедицинские приборы и датчики" / С. Г. Еханин - 2022. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9948.

3. Электрокардиография: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Биомедицинские приборы и датчики» / С. Г. Еханин - 2022. 29 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9949.

4. Исследование биоритмов и короткопериодических вариаций активности Солнца: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине "Биомедицинские приборы и датчики" / С. Г. Еханин - 2022. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9964.

5. Биомедицинские приборы и датчики: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе / С. Г. Еханин - 2022. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9983.

Согласована на портале № 70702

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Измерительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 316 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Векторный анализатор цепей ОБЗОР-103;
- Векторный импульсный анализатор цепей Р4-И-01;
- Лабораторный стенд "Функциональные узлы микроволновой техники";
- Вольтметр В6-9;
- Генератор сигналов ГСС-05 - 3 шт.;
- Генератор-частотомер FG-7020;
- Измеритель Л2-22 - 2 шт.;
- Источник питания Б5-43;
- Линейный источник питания HY3003 - 2 шт.;
- Мультиметр APPA 207;
- Осциллограф RIGOL DS 1042 C;
- Осциллограф с функцией генератора сигналов Keysight DSOX1102G - 2 шт.;
- Цифровой осциллограф DSO-3202A;
- Цифровой осциллограф GDS-806S - 4 шт.;
- Микроскоп Альтами CMO745T;
- Проектор LG RD-DX130;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 70702

Программное обеспечение:
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 425 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Комплект разработчика MySignals (для Arduino и Bluetooth) HW Complete Kit - 2 шт.;
- Система NeoRecCap;
- Спектрофотометр СФ-26;
- Монохроматор ВМР-2;
- Генератор ГЗ-117;
- Тепловизор Testo 867;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2019;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

Согласована на портале № 70702

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

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

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Вводная часть	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Виды физических сигналов, характеризующих организм человека.	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Приборы для исследования биоэлектрической активности организма	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Приборы, аппараты и датчики для исследования неэлектрических характеристик организма	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 70702

5 Приборы медицинской интроскопии	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Комплексы и приборы для лабораторного анализа	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Микроэлектронные, наноэлектронные и оптоэлектронные сенсоры для медико-биологических исследований	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции

Согласована на портале № 70702

2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Датчики - устройства, которые преобразуют:
   a) малые напряжения в напряжения большей величины;
   b) электрические величины в неэлектрические;
   c) неэлектрические величины в электрические;
   d) неэлектрические величины в магнитные.
2. Для преобразования малых электрических сигналов в электрические сигналы большей величины используются:
   a) датчики;
   b) усилители;
   c) генераторы;
   d) регистрирующие устройства.
3. Что такое измерительные преобразователи:
   a) регистрирующие устройства;
   b) генераторы;
   c) датчики;
   d) усилители.
4. Электронное устройство, предназначенное для коммутации электрических сигналов:
   a) регистрирующее устройство;
   b) дифференциальный усилитель;
   c) герконовое реле;
   d) электронный ключ.
5. Датчик, у которого сигнал пропорционален измеряемой величине называется:
   a) циклическим;
   b) нелинейным;
   c) пропорциональным;
   d) импульсным.
6. Классификация датчиков по принципу действия:
   a) гравитационные, гидравлические, объемные;
   b) скоростные, массовые, электрические;
   c) пневматические, гидравлические, электрические;
   d) электрические, ускорения, движения;

Согласована на портале № 70702

7. Что такое погрешность измерения:
   a) погрешность средств измерений, используемых в нормальных условиях;
   b) отклонение результата от истинного значения измеряемой величины;
   c) сумма относительной и допустимой погрешности;
   d) изменение показаний прибора от времени.
8. Классификация биомедицинских сигналов по одинаковому принципу действия:
   a.) электрокардиографический, электромиографический, плетизмографический;
   b) электроокулографический, сигнал кожно-гальванической реакции, реографический;
   c) реографический, плетизмографический, фотоплетизмографический;
   d) электрокардиографический, электроэнцефалографический, фотоплетизмографический.
9. Измерительный преобразователь биоэлектрических сигналов состоит:
   a) датчик, формирователь, усилитель, блок обработки;
   b) датчик, усилитель, формирователь, блок обработки;
   c) электроды, формирователь, усилитель, блок обработки;
   d) электроды, усилитель, формирователь, блок обработки.
10. Название блока х в структурной схеме кардиографа: блок отведений, блок дифференциальных усилителей, блок усилителей переменного напряжения, блок х?, АЦП, контроллер:
    a) фильтр нижних частот;
    b) фильтр верхних частот;
    c) демультиплексор;
    d) мультиплексор.
11. Какой метод лежит в основе измерения сатурации:
    a) электрохимический;
    b) плетизмографический;
    c) фотоплетизмографический;
    d) спектральный.
12. В каком способе измерения артериального давления не используется метод Короткова:
    a) пальпаторный;
    b) аускультативный;
    c) осциллометрический;
    d) окклюзионный.
13. Методы томографической интроскопии:
    a) инфракрасная;
    b) эндоскопическая;
    c) компьютерная;
    d) ультразвуковая.
14. Какая последовательность сигналов наиболее часто используется в МРТ:
    a) Turbo-Flash;
    b) Спин-эхо;
    c) Инверсия-восстановление;
    d) МР-ангиография.
15. Какой метод лучевой диагностики основан на использовании магнитного поля и радиоволн для получения послойных и объемных изображений органов и тканей, восстановленных математическими методами:
    a) сцинтиграфия;
    b) МРТ;
    c) КТ;
    d) ПЭТ.
16. Метод интроскопии, при котором исследование проводится без лучевой нагрузки для пациента:
    a) сцинтиграфия;
    b) МРТ;
    c) рентгенологическое исследование;
    d) КТ.
17. Спектральные методы анализа основаны:
    a) на измерении интенсивности электромагнитного излучения;

Согласована на портале № 70702

b) на измерении поглощения веществом электромагнитного излучения в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра;
c) на исследовании спектров отражения веществ;
d) на изучении взаимодействия веществ с электромагнитным излучением.

18. Что такое биосенсоры:
a) сенсоры, сконструированные по подобию аналогов в живой природе;
b) сенсоры, включающие в себя биологический материал;
c) сенсоры, изготовленные из синтетических органических материалов;
d) сенсоры на основе биосовместимых материалов.
19. Магнитоэлектрические сенсоры:
a) на основе эффекта Томсона;
b) на основе закона Вина;
c) на основе эффекта Холла;
d) на основе эффекта Ганна.
20. Пьезоэлектрические сенсоры используются:
a) в качестве газовых сенсоров;
b) для регистрации ИК-излучения;
c) для индикации сверхслабого магнитного поля;
d) в системах сверхточного позиционирования.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Биомедицинские сигналы. Классификация.
2. Параметры электрических импульсов и их влияние на организм. Использование в медицине.
3. Приборы и датчики для исследования электрических характеристик организма (ЭКГ, ЭЭГ, проблемы электродов, виды помех и борьбы с ними)
4. Приборы и датчики для исследования неэлектрических характеристик организма.
5. Методы исследования физиологических процессов (общие вопросы).
6. Методы измерения артериального давления.
7. Измерительные преобразователи артериальной пульсации крови (общие вопросы, классификация).
8. Сфигмографические измерительные преобразователи.
9. Плетизмографические измерительные преобразователи.
10. Фотоплетизмографические измерительные преобразователи.
11. Измерительные преобразователи электрического импеданса.
12. Оксиметрия.
13. Интроскопия, виды интроскопии (общие вопросы).
14. Радионуклидная (радиоизотопная) интроскопия.
15. Импедансная интроскопия.
16. Инфракрасная томография.
17. Позитронно-эмиссионная томография.
18. Ядерный магнитный резонанс, его применение.
19. Магнитно-резонансная томография. Физико-математические основы. Обработка данных.
20. Рентгеновская компьютерная томография. Физико-математические основы. Обработка данных.
21. Наносенсоры на основе металлов.
22. Материалы для наносенсоров.
23. Оптический пинцет.
24. Биологические наносенсоры

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Как назывался гальванометр, используемый в первом электрокардиографе?
2. Для чего при измерении первых ЭКГ использовались тазы и ведра с раствором поваренной соли?
3. Какая физическая модель сердца используется при анализе ЭКГ.
4. Можно ли зарегистрировать сигналы ЭКГ на лбу, шее или животе пациента.

Согласована на портале № 70702

5. Можно ли измерить сигналы сердца обычным мультиметром (тестером).
6. Что такое циркадные биологические ритмы.
7. Принцип работы газоразрядного датчика радиоактивного излучения.
8. Какова связь солнечного ветра и атмосферных гамма-квантов.
9. Каковы основные параметры короткопериодических вариаций солнечной активности.
10. В чем заключается аналитический метод выделения биоритмов человека при использовании датчика радиоактивного излучения.
11. Физический смысл кожно-гальванической реакции (КГР).
12. Кто является первооткрывателем КГР.
13. Чем отличается метод регистрации КГР по Фере от метода Тарханова.
14. В каких отраслях медицины используется метод КГР.
15. Где еще, кроме медицины, может быть применен метод КГР.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование кожно-гальванической реакции
2. Измерение электрокардиограмм.
3. Исследование биоритмов и короткопериодических вариаций солнечной активности
4. Исследование частотных характеристик слуха

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения

Согласована на портале № 70702

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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 70702

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КУДР
протокол № 238 от «13» 10 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КУДР	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. КУДР	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КУДР	С.А. Артищев	Согласовано, 681e3bf8-552d-43b0-9038-80b95cad2721
Доцент, каф. КУДР	Е.И. Тренкаль	Согласовано, b613d4df-d0ea-4bce-897e-cfdd95ae1b46

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. КУДР	С.Г. Еханин	Разработано, 86acd1b6-de01-4ce6-82e2-d3d0b01bea75

Согласована на портале № 70702