

Автор рабочей программы
доцент, канд. техн. наук, доцент


С.Г. Марушенко
« 18 » 04 2016 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки


И.А. Романовская
« 19 » 04 2016 г.

Заведующий кафедрой ПЭ


Д.А. Киба
« 18 » 04 2016 г.

Декан электротехнического факультета


А.С. Гудим
« 19 » 04 2016 г.

Начальник учебно-методического
управления


Е.Е. Поздеева
« 19 » 04 2016 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Измерительные преобразователи и электроды» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 № 216, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	<u>Измерительные преобразователи и электроды</u>							
Цель дисциплины	Формирование систематизированных знаний в области измерительных преобразователей и электродов для снятия медико-биологической информации.							
Задачи дисциплины	Познакомить студентов с первичными устройствами съема медико-биологической информации; показать студентам физические принципы работы данных устройств, их конструкции и особенностями применения в биомедицинской практике и исследованиях.							
Основные разделы дисциплины	Общие вопросы метрологии биомедицинских измерений. Основные характеристики измерительных преобразователей. Методы и средства формирования выходных электрических информативных сигналов в ИП. Измерительные преобразователи электрических величин – биоэлектрические электроды. Измерительные преобразователи неэлектрических величин.							
Общая трудоемкость дисциплины	4 з.е. / 144 академических часов							
		Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
	Семестр	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
6 семестр	32	32	-	-	80	-	144	
ИТОГО:	32	32	-	-	80	-	144	

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Измерительные преобразователи и электроды» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием

принимает участие дисциплина	шифра)		шифра)
ПК-2 Готовностью к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов	31(ПК-2-4) Основные виды, конструкции и характеристики измерительных преобразователей и электродов для медико-биологических исследований.	У1(ПК-2-4) Создавать экспериментальные и макетные образцы измерительных систем.	Н1(ПК-2-4) Навыками построения средств сопряжения биомедицинской техники с биологическим объектом (пациентом)
	32(ПК-2-4) Основные физические принципы, лежащие в основе работы измерительных преобразователей.	У2(ПК-2-4) Правильно выбирать схему включения ПИП с целью максимизации выходного информационного сигнала.	

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина *«Измерительные преобразователи и электроды»* изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Дисциплина является *дисциплиной по выбору* входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к *вариативной* части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции *ПК-2* в процессе изучения дисциплин:

Этап 1: ПК-2-1 «Учебная практика»;

Этап 2: ПК-2-2 «Программы моделирования процессов и устройств», «Программирование и основы алгоритмизации в медико-биологической практике»

Этап 3: ПК-2-3 «Автоматизация обработки биомедицинской информации».

Знания, умения и навыки, сформированные дисциплиной *«Измерительные преобразователи и электроды»*, будут использованы при изучении дисциплин, формирующих профессиональные компетенции, а также являются основой для успешного выполнения выпускной квалификационной работы.

Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часа.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	64
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	32
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	80
Промежуточная аттестация обучающихся - 6 семестр (Зачет с оценкой)	–

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
Раздел 1 Общие вопросы метрологии биомедицинских измерений.					
Тема 1.1 Общая классификация изделий медицинской техники и место измерительного преобразователя в этой системе.	Лекция	1	традиционная	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Делители напряжения: резистивные, на реактивных элементах. Методика расчета.	Практическое занятие	1	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У1(ПК-2-4)

1	2	4	3	5	6
Классификация измерений в биологии и медицине. Роль ИП при проведении медико-биологических исследований. Проблемы измерения медико-биологических показателей. Перспективы в создании современных ИП и электродов.	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Тема 1.2 Определения и классификация измерительных преобразователей технического и медицинского назначения.	Лекция	1	традиционная	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Делители тока: резистивные, токовые шунты, трансформаторы тока. Методика расчета.	Практическое занятие	1	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У1(ПК-2-4)
Общая классификация изделий медицинской техники и место измерительного преобразователя в этой системе. Природа, классификация и характеристики биологических и медико-технических сигналов. Структурная схема измерительного тракта.	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	У1(ПК-2-4)
Тема 1.3 Понятие «датчик биомедицинской информации» (ДБИ). Основные специальные и метрологические требования предъявляемые к ДБИ.	Лекция	2	интерактивная лекция	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Мостовые схемы формирования сигналов параметрических ИП. Примеры расчета мостовых схем.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У1(ПК-2-4)
Понятие об измерительном преобразователе. Определение и назначение измерительного преобразователя. Характеристики и параметры измерительного преобразователя.	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Тема 1.4 Анализ общих характеристик измерительных преобразователей.	Лекция	2	традиционное	ПК-2-4	31(ПК-2-4)

1	2	4	3	5	6
Мосты переменного тока. Примеры расчета мостовых схем.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	Н1(ПК-2-4)
Естественная входная (измеряемая) и выходная характеристика измерительного преобразователя. Функция преобразования, чувствительность, динамический диапазон, быстродействие, шум. Источники погрешностей и способы их учета.	СРС	5	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Текущий контроль по разделу 1		тест			
ИТОГО по разделу 1	Лекции	6	–	–	–
	Практические занятия	6	–	–	–
	СРС	17	–	–	–
Раздел 2 Основные характеристики измерительных преобразователей					
Тема 2.1 Статические характеристики измерительных преобразователей.	Лекция	2	традиционная	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Усиление выходного сигнала четверть мостового датчика с использованием операционного усилителя, схема включения, расчет.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	Н1(ПК-2-4)
Оптико-электрические измерительные преобразователи (ОЭИП). Требования, предъявляемые к ОЭИП.	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	32(ПК-2-4)
Выбор и обоснование мостовой схемы измерительного преобразователя. Расчет отклика моста, расчет схемы линеаризации. Обоснование выбора элементов.	СРС	5	выполнение РГР	ПК-2-4	Н1(ПК-2-4)
Тема 2.2 Динамические характеристики измерительных преобразователей.	Лекция	2	традиционная	ПК-2-4	32(ПК-2-4)
Усиление выходного сигнала четверть мостового датчика с использованием инструментального усилителя, схема включения, расчет.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У2(ПК-2-4)
Передаточная функция ИП, переходная характе-	СРС	4	изучение теоретиче-	ПК-2-4	32(ПК-2-4)

1	2	4	3	5	6
ристика, импульсная характеристика. ИП первого и второго порядков. Динамические погрешности ИП.			ских разделов дисциплины		
Выбор элементов и расчет схемы предварительного усилителя сигнала с датчика.	СРС	5	выполнение РГР	ПК-2-4	32(ПК-2-4)
Текущий контроль по разделу 2		тест	–	–	–
ИТОГО по разделу 2	Лекции	4	–	–	–
	Практические занятия	4	–	–	–
	СРС	8	–	–	–
	Расчетно-графическая работа СРС	10			
Раздел 3 Методы и средства формирования выходных электрических информативных сигналов в ИП					
Тема 3.1 Схемы формирования сигналов параметрических ИП.	Лекция	2	интерактивная лекция	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Линеаризация сигнала четверть мостового датчика по методу 1, схема включения, расчет.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У1(ПК-2-4)
Основные схемы включения датчиков. Потенциометрические схемы: с источником опорного напряжения, с источником опорного тока. Схемы на основе операционных усилителей.	СРС	1	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	32(ПК-2-4)
Тема 3.2 Мостовые схемы формирования сигналов параметрических ИП.	Лекция	2	традиционная	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Линеаризация сигнала четверть мостового датчика по методу 2, схема включения, расчет.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У2(ПК-2-4)
Мостовые схемы включения ИП: мост Уитстона, четверть мост, полумост, полный мост. Питание мостовых схем.	СРС	1	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Проектирование активного аналогового фильтра, выбор схемы, расчет элементов.	СРС	5	выполнение РГР	ПК-2-4	Н1(ПК-2-4)
Тема 3.3 Управление мостами: минимизация ошибок, связанных с сопро-	Лекция	2	традиционная	ПК-2-4	31(ПК-2-4)

1	2	4	3	5	6
тивлением проводников.					
Линеаризация сигнала полумостового датчика по методу 1, схема включения, расчет.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У2(ПК-2-4)
Питание мостовых схем. Мосты переменного тока. Усиление и линеаризация выходных сигналов мостов.	СРС	1	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Тема 3.4 Схемы формирования сигналов генераторных ИП.	Лекция	2	традиционная	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Линеаризация сигнала полумостового датчика по методу 2, схема включения, расчет.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У1(ПК-2-4)
Схемы формирования сигналов с преобразованием в частоту, период или интервал времени.	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Текущий контроль по разделу 3		тест	–		
ИТОГО по разделу 3	Лекции	8	–	–	–
	Практические занятия	8	–	–	–
	СРС	5	–	–	–
	Расчетно-графическая работа СРС	5			
Раздел 4 Измерительные преобразователи электрических величин – биоэлектрические электроды					
Тема 4.1 Электромеханические преобразователи.	Лекция	2	интерактивная лекция	ПК-2-4	32(ПК-2-4)
Нормализация аналоговых сигналов с ДБИ. Предварительные усилители на основе ОУ.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У2(ПК-2-4)
Общая теория обратимого электромеханического преобразователя. Обобщенные уравнения электромеханического четырехполюсника, теорема взаимности.	СРС	1	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	32(ПК-2-4)
Тема 4.2 Электродинамический преобразователь принцип работы.	Лекции	2	интерактивная лекция	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Инвертирующий усилитель, схема включения, методика расчета.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в	ПК-2-4	У1(ПК-2-4)

1	2	4	3	5	6
			форме диалога		
Электродинамический микрофон.	СРС	1	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Выбор и обоснование схемы согласующего усилителя, расчет элементов.	СРС	10	выполнение РГР	ПК-2-4	Н1(ПК-2-4)
Тема 4.3 Электромагнитные преобразователи, принцип действия.	Лекция	2	традиционная	ПК-2-4	32(ПК-2-4)
Неинвертирующий усилитель, схема включения, методика расчета.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У2(ПК-2-4)
Соотношения электромагнитной взаимности. Понятие «идеального» трансформатора. Полные сопротивления преобразователя. Ларингофон.	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	32(ПК-2-4)
Тема 4.4 Пьезоэлектрические датчики. Уравнение состояния пьезоэлектрика.	Лекция	2	традиционная	ПК-2-4	32(ПК-2-4)
Суммирующий усилитель, схема включения, методика расчета.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	Н1(ПК-2-4)
Пьезоэлемент как основная часть пьезопреобразователя. Пьезоматериалы. Классификация одномерных мод колебаний пьезоэлементов.	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	32(ПК-2-4)
Выбор и обоснование схемы АЦП, расчет элементов.	СРС	5	выполнение РГР	ПК-2-4	Н1(ПК-2-4)
Тема 4.5 Электроды и электродные системы. Классификация электродов для биомедицинских исследований.	Лекция	2	традиционная	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Дифференциальный усилитель, схема включения, методика расчета.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У1(ПК-2-4)
Основные характеристики электродов. Система-	СРС	2	изучение теоретиче-	ПК-2-4	31(ПК-2-4)

1	2	4	3	5	6
тические погрешности съема биопотенциалов. Поляризация электродов. Стеклоэлектроды и микроэлектроды для измерения биопотенциалов. Металлические электроды. Полупроводниковые микроэлектронные электроды. Электроды для медицинской техники.			ских разделов дисциплины		
Текущий контроль по разделу 4		тест	–	–	–
ИТОГО по разделу 4	Лекции	10	–	–	–
	Практические занятия	10	–	–	–
	СРС	7	–	–	–
	Расчетно-графическая работа СРС	15			
Раздел 5 Измерительные преобразователи неэлектрических величин.					
Тема 5.1 Измерение температуры технических и биологических объектов.	Лекция	2	традиционная	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Измерительный усилитель, схема включения, методика расчета.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У1(ПК-2-4)
Контактные измерительные преобразователи: термометры расширения и биметаллические, термоэлектрические (термопара, терморезисторы, термисторы), жидкокристаллические и т.п.	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Тема 5.2 Основные цели оптических измерений в медико-технических и биомедицинских задачах.	Лекция	2	традиционная	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Инструментальный усилитель, схема включения, методика расчета.	Практическое занятие	2	решение типовых задач в форме диалога	ПК-2-4	У1(ПК-2-4)
Функциональные схемы оптоэлектронного измерительного тракта. Фотоэлектрические измерительные преобразователи, их типы, характеристики, типы включения.	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-2-4	31(ПК-2-4)
Синтез принципиальной электрической схемы измерительного канала.	СРС	5	выполнение РГР	ПК-2-4	Н1(ПК-2-4)

1	2	4	3	5	6
Текущий контроль по разделу 5		тест			
ИТОГО по разделу 5	Лекции	4			
	Практические занятия	4			
	СРС	8			
	Расчетно-графическая работа СРС	5			
Промежуточная аттестация по дисциплине		–	Зачет с оценкой	–	–
ИТОГО по дисциплине	Лекции	32	–	–	–
	Практические занятия	32	–	–	–
	СРС	80	–	–	–
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 144 часа, в том числе с использованием активных методов обучения 47 часов					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину *«Измерительные преобразователи и электроды»*, состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к практическим занятиям; подготовка и оформление расчетно-графической работы.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 17-недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
6 семестр																		
Подготовка к практическим занятиям	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	16
Изучение теоретических разделов дисциплины	-	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	29
Подготовка и выполнение РГР		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	35
ИТОГО в 6 семестре	1	4	4	4	5	6	6	5	80									

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
6 семестр			
Раздел 1	31(ПК-2-4)	Тест	Правильность выполнения задания
Раздел 2	31(ПК-2-4), 32(ПК-2-4)		
Раздел 3	31(ПК-2-4), 32(ПК-2-4)		
Раздел 4	31(ПК-2-4), 32(ПК-2-4)		
Раздел 5	31(ПК-2-4), 32(ПК-2-4)		
Разделы 1-4	31(ПК-2-4), 32(ПК-2-4), У1(ПК-2-4), У2(ПК-2-4) Н1(ПК-2-4)	Практические задания	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1-5	31(ПК-2-4), 32(ПК-2-4), У1(ПК-2-4), У2(ПК-2-4) Н1(ПК-2-4)	Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения задания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Тест	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 8 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 6 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 4 балла – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
2	Практическое задание 1	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 8 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в
3	Практическое задание 2	в течение семестра	10 баллов	
4	Практическое задание 3.	в течение семестра	10 баллов	
5	Практическое задание 4.	в течение семестра	10 баллов	

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6	Практическое задание 5.	в течение семестра	10 баллов	рамках усвоенного учебного материала. 6 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
7	Практическое задание 6.	в течение семестра	10 баллов	
8	Практическое задание 7.	в течение семестра	10 баллов	
9	Выполнение РГР	в течение семестра	10 баллов	
Текущий контроль		-	90 баллов	-
ИТОГО:			90 баллов	
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)				

Задания для текущего контроля

ТЕСТ

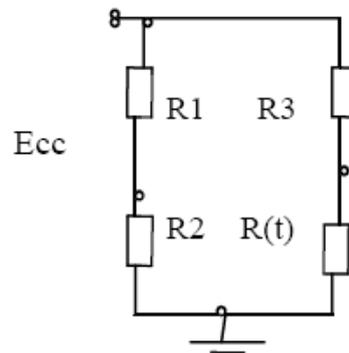
1. Датчик температуры на основе полупроводникового диода: а) относительный, б) абсолютный.
2. Тип резистивного датчика температуры: а) относительный, б) абсолютный.
3. Является ли фоторезистор датчиком: а) да, б) нет.
4. Является ли полупроводниковый диод датчиком: а) да, б) нет.
5. Как необходимо подключить дополнительный резистор для компенсации нелинейности резистивного датчика при питании от источника тока: а) последовательно, б) параллельно, в) не имеет значения?
6. Как необходимо подключить дополнительный резистор для компенсации нелинейности резистивного датчика при питании от источника напряжения: а) последовательно, б) параллельно, в) не имеет значения?
7. Какая наибольшая составляющая погрешности преобразователя сопротивления на основе мостовой схемы с трехпроводной линией связи при изменении сопротивления линии связи: а) мультипликативная, б) аддитивная (смещение нуля)?
8. Какая наибольшая составляющая погрешности преобразователя сопротивления на основе мостовой схемы с двухпроводной линией связи при

изменении сопротивления линии связи: а) мультипликативная, б) аддитивная (смещение нуля)?

9. Достоинство равновесных мостовых преобразователей сопротивления по сравнению с неравновесными: а) высокая стабильность коэффициента передачи, б) простота подстройки, в) высокая линейность.

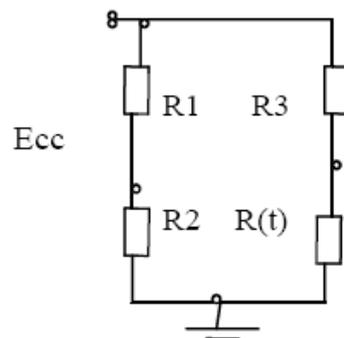
10. К чему приводит малое входное сопротивление дифференциального усилителя в неравновесных мостовых преобразователях сопротивления: а) к нестабильности коэффициента передачи преобразователя, б) изменению смещения нуля преобразователя, в) к увеличению нелинейности преобразователя.

11. Требования к резисторам R_1 и R_2 в неравновесных мостовых преобразователях:



а) высокая стабильность отношения R_1/R_2 , б) высокая стабильность резисторов, в) высокая стабильность резисторов или высокая стабильность отношения в зависимости от применяемого усилителя.

12. Чем определяется линейность моста: а) R_2 и R_3 , б) R_3 в) R_2 , г) R_1 .



13. Максимальное количество периодов тактовой частоты в 10-разрядном АЦП последовательного счета.

14. Сколько резисторов имеет 8-разрядный параллельный ЦАП с матрицей $R-2R$?

15. Достоинства АЦП с промежуточным преобразованием во временной интервал.

16. Достоинства АЦП последовательных приближений по сравнению с АЦП последовательного счета.

17. Сколько входов имеет шифратор в 6-разрядном параллельном АЦП?
18. Зачем в параллельном АЦП шифратор?
19. Какие АЦП не содержит матрицу резисторов: а) параллельный, б) последовательного счета, в) интегрирующий, г) последовательных приближений.
20. Какие АЦП не содержит ЦАП: а) параллельный, б) последовательного счета, в) следящий.
21. Какой АЦП обладает большим быстродействием: а) последовательного счета, в) параллельный, г) последовательных приближений, д) двойного интегрирования.
22. Из каких условий определяется тактовая частота в АЦП двукратного интегрирования?
23. Чем определяется длительность первого такта в АЦП двукратного интегрирования?
24. Как изменить коэффициент передачи АЦП двукратного интегрирования?
25. Отражение размера одной физической величины размером другой физической величины, функционально с ней связанной, называется...
26. Изменение электрических величин под действием измеряемой неэлектрической величины называется...
27. Конструктивная совокупность ряда измерительных преобразователей, размещенных непосредственно у объекта измерения, называется...
28. Совокупность отдельных преобразований, необходимых для восприятия информации о размере измеряемой величины и преобразования ее в такую форму, которая необходима получателю информации, называется...
29. Функцией преобразования называется...
30. Какой вид функции преобразования обеспечивает равномерную шкалу измерительного прибора?
31. Какие последствия могут быть в результате обратного воздействия преобразователя на объект измерения?
32. Преобразователи, в основу построения которых заложено преобразование измеряемой физической величины в изменение омического сопротивления называются...
33. Преобразователи, основанные на использовании эффекта, при котором осуществляется преобразование динамического усилия в электрический заряд, называются...
34. Датчики, основанные на изменении электрических параметров преобразователей под действием магнитного поля или появления ЭДС, называются...
35. Оптоэлектрическими называются преобразователи, принцип действия которых основан на...
36. Генераторные и параметрические преобразователи являются примером классификации по...

37. К контактным преобразователям относятся...

38. Преобразователи, в которых используется изменение переходного сопротивления контакта при различном усилии прижима, называются...

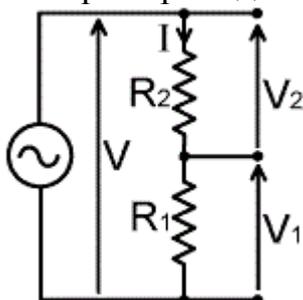
39. Способность некоторых кристаллов образовывать на своих гранях электростатические заряды под действием упругих деформаций называется...

40. Прямой пьезоэффект заложен в принцип действия пьезоэлектрических...

ЗАДАНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое задание 1.

Решение типовых задач на примере задачи, приведенной ниже:



Рассчитать делитель напряжения, если известны:

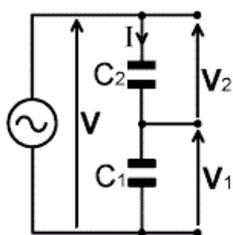
а) V , V_1 и V_2 .

б) V , R_2 и V_1

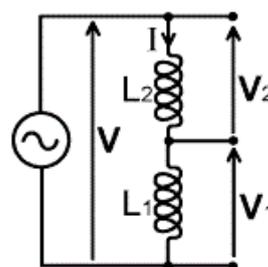
в) V , R_1 и R_2

Практическое задание 2.

Решение типовых задач на примере задачи, приведенной ниже:



$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$



$$X_L = 2\pi fL$$

Рассчитать делитель напряжения, если известны:

а) V , V_1 и V_2 .

б) V , C_2 и V_1

в) V , C_1 и C_2

Рассчитать делитель напряжения, если известны:

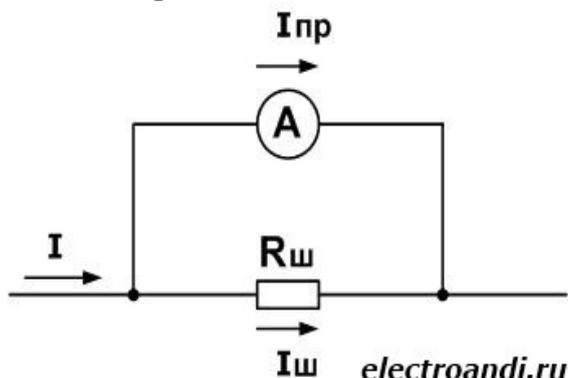
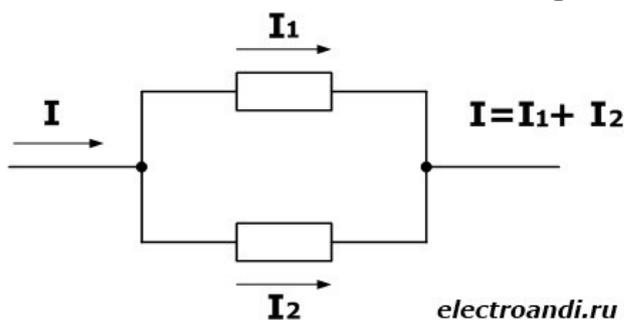
а) V , V_1 и V_2 .

б) V , L_2 и V_1

в) V , L_1 и L_2

Практическое задание 3.

Решение типовых задач на примере задачи, приведенной ниже:



Рассчитать делитель тока, если известны:

а) I, I1 и I2.

б) I, R2 и I1

в) I, R1 и I2

Рассчитать делитель тока, если известны:

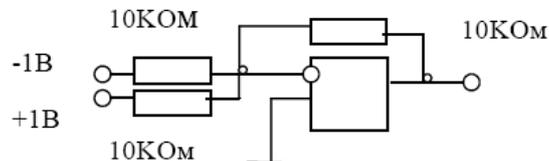
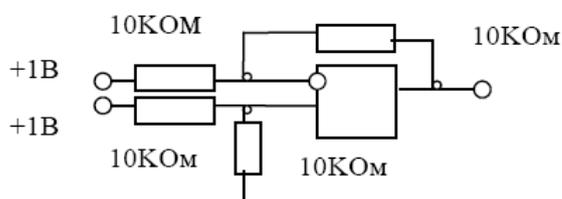
а) I, Iпр и Iш.

б) I, Ra и Iпр

в) I, Rш и Iпр

Практическое задание 4.

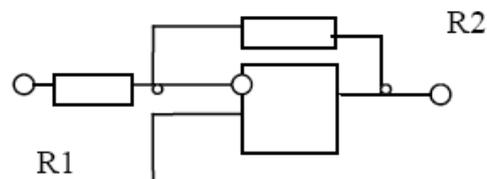
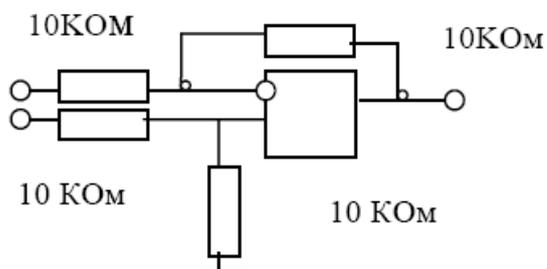
Решение типовых задач на примере задачи, приведенной ниже:



Рассчитать напряжение на выходе усилителя, определить коэффициент усиления по напряжению.

Практическое задание 5.

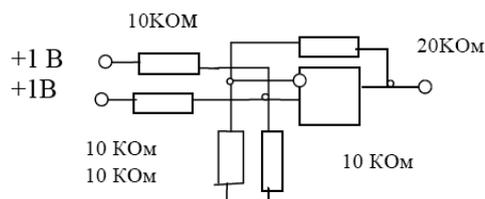
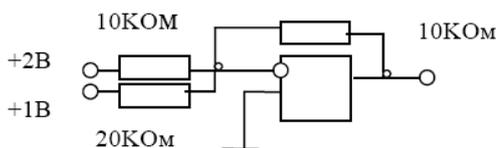
Решение типовых задач на примере задачи, приведенной ниже:



Определить сопротивление усилителя по инвертирующему входу;
Определить сопротивление усилителя по неинвертирующему входу.

Практическое задание 6.

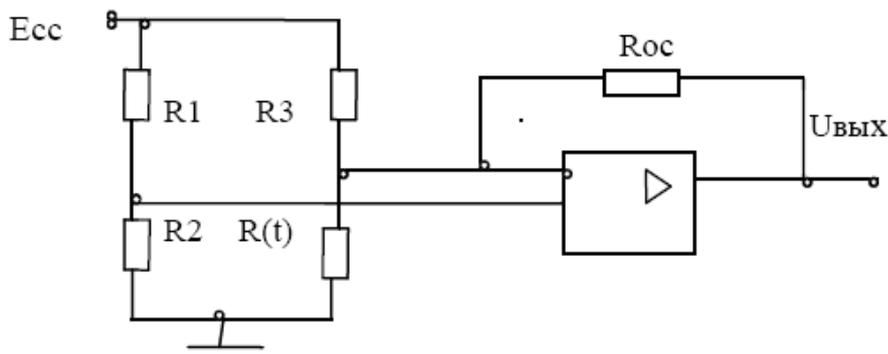
Решение типовых задач на примере задачи, приведенной ниже:



Рассчитать напряжение на выходе усилителя, определить коэффициент усиления по напряжению.

Практическое задание 7.

Решение типовых задач на примере задачи, приведенной ниже:



Рассчитать напряжение на выходе датчика при заданных параметрах E_{cc} и $R(t)$

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Цель работы

Закрепление теоретических знаний и формирование практических навыков проектирования схемы нормализации и усиления сигнала с датчика, а также приобретение навыков работы с информационно-справочными материалами.

Исходные данные на расчетно-графическую работу

Тема РГР – «Разработка и расчет схемы нормализации и усиления сигнала с датчика». Задание на выполнение РГР выдается каждому студенту персонально в начале текущего семестра. Исходные данные в соответствии с номером варианта по списку берутся из таблицы 7.

Таблица 7 – Исходные данные к расчетно-графической работе.

Параметр/№ Варианта	Тип измерительного преобразователя резистивный, Ом	Относительное изменение измерительного преобразователя, ΔR %	Тип мостовой схемы	Напряжение на выходе датчика, U_d , мВ	Верхняя граничная частота полезного сигнала, Гц	Диапазон входных напряжений АЦП, В	Напряжение возбуждения моста U_b , В
1	300	2	полумост(1)	700	400	0 ÷ 5	10
2	350	2	четвертьмост	750	450	0 ÷ 3	10

3	400	1	полумост(1)	800	500	-5 ÷ +5	10
4	450	1	четвертьмост	850	550	0 ÷ 10	10
5	500	1	полумост(1)	500	600	0 ÷ 5	10
6	550	0,5	четвертьмост	550	650	0 ÷ 3	10
7	600	0,5	полумост(1)	600	700	-5 ÷ +5	10
8	650	0,5	четвертьмост	650	750	0 ÷ 10	10
9	700	0,5	полумост(1)	400	800	0 ÷ 5	10
10	750	0,5	четвертьмост	450	850	0 ÷ 3	10
11	800	0,25	полумост(1)	500	900	-5 ÷ +5	10
12	850	0,25	четвертьмост	600	950	0 ÷ 10	10
13	900	0,25	полумост(1)	700	1000	0 ÷ 5	10
14	950	0,25	четвертьмост	650	1100	0 ÷ 3	10
15	1000	0,1	полумост(1)	750	1200	-5 ÷ +5	10
16	1050	0,1	четвертьмост	800	1300	0 ÷ 10	10
17	1100	0,1	полумост(1)	450	1400	0 ÷ 5	10
18	1150	0,1	четвертьмост	400	1500	0 ÷ 3	10
19	1200	0,1	полумост(1)	350	1600	-5 ÷ +5	10
20	1250	0,1	четвертьмост	300	1700	0 ÷ 10	10

Перечень вопросов, подлежащих разработке в расчетно-графической работе:

- Выбор и обоснование мостовой схемы датчика;
- Расчет уровня полезного сигнала на выходе датчика;
- Расчет предварительного усилителя;
- Расчет активного аналогового фильтра;
- Расчет согласующего усилителя;
- Выбор схемы АЦП;
- Синтез принципиальной электрической схемы устройства.

Студент самостоятельно разрабатывает принципиальную схему устройства, выбирает элементную базу, разрабатывает мероприятия по минимизации ошибок.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1) Орлов Ю.Н. Особенности выбора и применения биоэлектродов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Н. Орлов, С.П. Скворцов. - Электрон. текстовые данные. - М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. - 36 с.// IPRbooks: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31611.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2) Орлов Ю.Н. Проектирование медицинских измерительных преобразователей. Часть 1. Фундаментальные свойства живого [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Н. Орлов. - Электрон. текстовые данные. - М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. - 84 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31196.html>

3) Орлов Ю.Н. Проектирование медицинских измерительных преобра-

зователей. Часть 2. Измерительные преобразователи электрических полей живого (биоэлектрические электроды) для диапазона крайне низких и низких частот [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Н. Орлов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 88 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31197.html>, ограниченный. — Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

1) Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие/ В.М. Шарапов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 624 с.— // IPRbooks : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974>, ограниченный. — Загл. с экрана.

2) Коротаев В.В. Оптико-электронные преобразователи линейных и угловых перемещений. Часть 1. [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Коротаев, А.В. Прокофьев, А.Н. Тимофеев. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2012. — 116 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67426.html>, ограниченный. — Загл. с экрана.

3) Сенсорика. Современные технологии микро- и нанoeлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.Н. Патрушева - М.: НИЦ ИНФРА-М; Красноярск: Сибирский федер. ун-т, 2014. - 260 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/374604>, ограниченный. — Загл. с экрана.

4) Топильский В.Б. **Микроэлектронные измерительные преобразователи**: Учебное пособие / Топильский В.Б., - 3-е изд., (эл.) - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 496 с.: ISBN 978-5-9963-3020-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/540476>, ограниченный. — Загл. с экрана.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1) Российский общеобразовательный портал <http://www.school.edu.ru/>.
- 2) Интернет-университет информационных технологий (ИНТУИТ.ру) <http://www.intuit.ru>
- 3) Российское образование. Федеральный портал. Учебно-методическая библиотека <http://window.edu.ru/window/library>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины *«Измерительные преобразователи и электроды»* осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практиче-

ских занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение расчетно-графической работы;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля;
- подготовку к промежуточной аттестации (зачету с оценкой).

Студенту необходимо усвоить и запомнить основные термины, понятия и их определения, подходы, концепции и методики.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе практических занятий. Для этого используются задания, подготовленные студентами во время семестра и предназначенные для текущего контроля (таблица 6).

Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) проводится в конце 6 семестра и также оценивается в баллах.

Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов по результатам текущего контроля. Максимальный итоговый рейтинг – 90 баллов. Оценке «отлично» соответствует 77-90 баллов; «хорошо» – 68-76; «удовлетворительно» – 59-67; менее 57 – «неудовлетворительно» (смотри таблицу 6).

Расчетно-графическая работа

РГР ориентирована на формирование и развитие у обучающихся умений и навыков синтеза и расчета схемы нормализации и усиления сигнала с датчика и представления результатов их проектной деятельности с учетом и использованием действующих нормативных и методических документов университета.

В ходе выполнения РГР студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими методами проектирования устройств съема биомедицинской информации.

В период работы над РГР студенты получают практические навыки проектирования структурной схемы системы усиления и нормализации сигнала с датчика, выбора активных элементов, производят расчет принципиальной схемы. Работа над РГР позволяет лучше понять и усвоить взаимосвязь элементов принципиальной схемы.

В ходе выполнения РГР, студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения возможных вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению кратко и точно излагать ход решения.

Выполняя РГР, студенты глубже изучают основную и специальную литературу по электронным устройствам и датчикам, учатся работать со справочниками. Все это позволяет выполнить РГР с инженерной позиции. Закрепление теоретических знаний и формирование практических навыков нахождения нестандартных способов решения задач, решения которых не изучались, а также приобретение навыков оформления результатов своей самостоятельной работы.

Содержание расчетно-графической работы

РГР состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка должна содержать: введение, техническое задание на расчет схемы, основную часть (этапы синтеза схемы и расчеты со всеми пояснениями), заключение и список использованных источников. Основную часть, согласно требованиям технического задания, разбивают на разделы и подразделы, название которых должно соответствовать их основному содержанию.

Пояснительную записку представляют к защите в сброшюрованном виде. Примерный объем пояснительной записки 20 – 30 с.

Графическая часть должна содержать:

- схему электрическую принципиальную (формат А3);
- перечень элементов (формат А4).

Выполненная РГР должна удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата РГР на исправление.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины *«Измерительные преобразователи и электроды»* основывается на активном использовании в процессе подготовки курсового проекта следующего программного обеспечения:

- система электронного документооборота Microsoft Office;
- интегрированная среда для инженерных расчетов MathCAD;

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-

телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «Измерительные преобразователи и электроды» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8.

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
211/3	Лаборатория компьютерного проектирования и моделирования	персональные компьютеры	Универсальное средство расчетов и оформления работ