

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 24

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.В. Тихоненкова

(инициалы, фамилия)

«10» (подпись) 02 2026г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Узлы и элементы биотехнических систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Биотехнические системы и технологии
Наименование направленности/ специализации	Биотехнические и медицинские аппараты и системы
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент к.т.н.,
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Тимофеев К.Н.
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 24

« 10 » февраля 2026 г, протокол № 2/26

Заведующий кафедрой № 24

к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

О.В. Тихоненкова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Узлы и элементы биотехнических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» направленности «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

ПК-1 «Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий»

ПК-2 «Способность к моделированию элементов и процессов биологических и биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов»

ПК-3 «Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с построением диагностических и информационных биотехнических систем на основе электронных элементов и узлов общего и специального биотехнического назначения. Изучаются принцип действия, схемы, характеристики устройств, обеспечивающих снятие информационных биоэлектрических сигналов (биопотенциалов), их усиление, обработку и передачу в реальных условиях эксплуатации при воздействии внутренних и внешних электромагнитных помех.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы самостоятельная работа обучающегося, курсовую работу.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (6 семестр), экзамена (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа. Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины:

получение студентами необходимых знаний, умений, навыков в области применения, изучения принципа действия, компьютерного моделирования и практического обращения с элементами, узлами и устройствами радиоэлектронных биотехнических систем. В результате студентом создается база и предоставляется возможность для демонстрации и развития своих навыков в области компьютерного моделирования, анализа и конкретного использования диагностической радиоэлектронной техники и техники обработки исходных информационных биосигналов.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.У.3 уметь оценивать информацию на достоверность; сохранять и передавать данные с использованием цифровых средств
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий	ПК-1.3.1 знать принципы построения и характеристики компонентов биотехнических систем с учетом характеристик биологических объектов, известных экспериментальных и теоретических результатов ПК-1.У.1 уметь формулировать техническое задание на разработку биотехнических систем и технологий на основе изучения технической литературы ПК-1.В.1 владеть навыками оценки состояния научно-технических задач путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников в области биотехнических систем и технологий
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способность к моделированию элементов и процессов биологических и биотехнических систем, их исследованию на	ПК-2.3.1 знать принципы разработки алгоритмов и реализацию математических и компьютерных моделей элементов и процессов биологических и биотехнических систем ПК-2.У.1 уметь выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного

	базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	проектирования
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	ПК-3.3.1 знать принципы построения и методы расчетов принципиальных схем основных функциональных узлов, назначение, параметры, характеристики типовых элементов биотехнических систем ПК-3.У.1 уметь выполнять проектирование деталей и узлов биотехнических систем медицинского назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизированного проектирования, а также разрабатывать проектную и техническую документацию на разрабатываемое изделие

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Устройства генерирования и формирования сигналов;
- Устройства приема и преобразования сигналов;
- Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Технические средства телемедицины;
- Проектирование, разработка и исследование РЭС.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№6	№7
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	7/ 252	3/ 108	4/ 144

Из них часов практической подготовки	64	26	38
Аудиторные занятия, всего час.	119	51	68
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	68	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	72	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	61	21	40
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Экз., Курс. Раб.	Экз.,	Экз., Курс. Раб.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Устройства снятия, передачи и обработки информационных сигналов в диагностических БТС. Тема 1.1. Биоэлектрические процессы в организме человека, их информативность. Тема 1.2. Микроэлектродные отведения (МЭО). Тема 1.3. Усилители биопотенциалов (УБП). Тема 1.4. Операционные усилители (ОУ) и их характеристики	7		14		10
Раздел 2. Фильтрация и усиление сигналов в БТС Тема 2.1. Помехоустойчивость устройств обработки и передачи информационных сигналов. Тема 2.2 Пассивные фильтры Тема 2.3. Операционные усилители (ОУ) в устройствах обработки информационных сигналов в БТС.	10		20		11
Итого в семестре:	17		34		21
Семестр 7					
Раздел 3. Способы и технические средства цифровой обработки и передачи информационных сигналов в БТС. Тема 3.1 Генераторы на логических элементах Тема 3.2 Шифраторы и дешифраторы Тема 3.3 Компараторы и детекторы нуля	6		14		20
Раздел 4. Компьютерные технологии анализа, расчета и проектирования узлов БТС. Тема 4.1 АЦП и ЦАП Тема 4.2 Расчет БТС в ПО Матлаб Тема 4.3.Применение ИИ в БТС	11		20		20
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	17		34		40

ИТОГО	34		68	17	61
-------	----	--	----	----	----

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Устройства снятия, передачи и обработки информационных сигналов в диагностических БТС. Тема 1.1. Биоэлектрические процессы в организме человека, их информативность. Биоэлектрические процессы, происходящие на клеточном уровне организма человека. Биопотенциалы и их физико-химическое происхождение. Характеристика биопотенциалов по параметрам, их информативность по отношению к состоянию здоровья человека. Тема 1.2. Микроэлектродные отведения (МЭО). Назначение МЭО, требования к ним, варианты конструкций, материалы, свойства. Электрические эквивалентные схемы МЭО. Требования к цепям сопряжения передачи данных. Тема 1.3. Усилители биопотенциалов (УБП). Причины и источники электромагнитных помех. Пути проникновения и распространения. Классификация и параметры. Способы борьбы с помехами. Тема 1.4. Операционные усилители (ОУ) и их характеристики Понятие операционный усилитель. Инвертирующие и неинвертирующие ОУ. Операционный усилитель в качестве преобразователей аналоговых информационных сигналов.
2	Раздел 2. Фильтрация и усиление сигналов в БТС Тема 2.1. Помехоустойчивость устройств обработки и передачи информационных сигналов. Критерии оптимального приема сигналов. Прием сигналов как статистическая задача. Классификация и параметры. Тема 2.2 Пассивные фильтры Виды пассивных фильтров. ФНЧ и ФВЧ. Основные характеристики. АЧХ И ФЧХ. Частота среза АЧХ. Тема 2.3. Операционные усилители (ОУ) в устройствах обработки информационных сигналов в БТС. Понятие операционный усилитель. Инвертирующие и неинвертирующие ОУ. Операционный усилитель в качестве преобразователей аналоговых информационных сигналов.

	Сумматоры, дифференциаторы и интеграторы, инструментальные усилитель.
3	Раздел 3. Способы и технические средства цифровой обработки и передачи информационных сигналов в БТС. Тема 3.1 Генераторы на логических элементах Модерирование и расчет генераторы НЧ и ВЧ на логических элементах. Схемотехника генераторов на ИМС КР 155 серии Тема 3.2 Шифраторы и дешифраторы Функции дешифраторов и шифраторов. В стандартные серии дешифраторы и шифраторов. Таблицы истинности. Увеличение количества разрядов дешифратора Тема 3.3 Компараторы и детекторы нуля Одновходовый компаратор. Пороговый детектор с гистерезисом. Компаратор с опорным уровнем, установленным на нуле. Практические схемы.
4	Раздел 4. Компьютерные технологии анализа, расчета и проектирования узлов БТС. Тема 4.1 АЦП и ЦАП Основные характеристики: статические и динамические. Разрядность. Разрешающей способностью. Динамическим диапазоном. Время преобразования. Требования к АЦП и ЦАП, работающим в составе устройств БТС. Тема 4.2 Расчет БТС в ПО Матлаб Расчет цифровых фильтров (КИХ и БИХ) в программе Матлаб. Программирование фильтров с заданными характеристиками. Тема 4.3. Применение ИИ в БТС Решение задач классификации биосигналов с применением нейронных сетей. Автоэнкодеры.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
-------	---------------------------------	---------------------	---------------------------------------	----------------------

Семестр 6				
1	Исследование динамических характеристик звеньев радиотехнических систем	8	2	1
2	Исследование пассивных резистивно-емкостных преобразователей сигналов в программе схемотехнического моделирования	8	2	1
3	Исследование пассивных резистивно-емкостных преобразователей сигналов на экспериментальной установке	8	2	2
4	Исследование параметров операционного усилителя в программе схемотехнического моделирования MicroCap	10	3	2
Семестр 7				
5	Исследование процесса аналого-цифрового преобразования информационных сигналов	14	4	4
6	Исследование генераторов прямоугольных импульсов	10	2	3
7	Исследование дешифраторов	10	2	3
Всего		68	17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы: является формирование у обучающегося профессиональных компетенций в области анализа, расчёта и проектирования функциональных узлов и элементов биотехнических систем за счёт самостоятельной разработки и обоснования инженерных решений, выполнения расчётно-проектных и (или) исследовательских заданий, а также оформления результатов в виде пояснительной записки и необходимой конструкторской и (или) схемотехнической документации.

Часов практической подготовки -17.

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	15	15
Курсовое проектирование (КП, КР)	17		17
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)			
Домашнее задание (ДЗ)	14	7	7
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)			
Всего:	61	21	40

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в
п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
61-K66	Корневский Н.А., Попечителей Е.П. Элементы и узлы медицинской техники. Учебник – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 448 с.	18
621.375 Ч-13	Чадович И.И. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Учеб. пособие – СПб.: ГУАП, 2006. – 96 с.	20

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-
телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-
телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий
8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении
образовательного процесса по дисциплине.
Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при
осуществлении образовательного процесса по дисциплине
Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в
таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база
Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления
образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	52-04
2	Специализированная лаборатория «Компьютерный класс»	14-33

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты*; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий **.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий **.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Понятия: «элемент», «узел», «РЭМБС», их назначение, классификация	ПК-1.3.1
2	Физико-химическое происхождение биопотенциалов	ПК-1.У.1
3	Информативность биопотенциалов, их временная и частотная характеристики	ПК-1.В.1
4	Электрокардиографические способы отведения биопотенциалов	ПК-2.3.1
5	Биоэлектрические электроды отведения. Классификация, принцип действия, сравнительная характеристика	ПК-2.У.1
6	Источники и виды помех, действующие при съеме и усилении биопотенциалов	ПК-3.3.1
7	Аддитивные помехи, причины возникновения, методы борьбы	ПК-3.У.1
8	Синфазные сетевые помехи. Происхождение, способы подавления	УК-1.У.3
9	Роль нейтрального провода и системы заземления в подавлении сетевой помехи усилителю БП	ПК-1.3.1
10	Способы прерывания прямой гальванической связи для распространения помех в каскадах усилителя БП	ПК-1.У.1
11	Рекомендации по применению биполярных и полевых транзисторов в усилителях БП	ПК-1.В.1
12	Линейные и нелинейные искажения информационных сигналов (БП)	ПК-2.3.1
13	АЧХ и ФЧХ элементов и узлов и их роль в искажениях информационных сигналов	ПК-2.У.1
14	Роль нелинейных элементов в искажениях информационных сигналов	ПК-3.3.1
15	Принцип работы электронного усилителя сигналов. Обобщенная схема	ПК-3.У.1
16	Классификация усилителей электрических сигналов.	УК-1.У.3

	Основные параметры	
17	Усилители постоянного тока (УПТ). Назначение, частотная характеристика, особенности схем	ПК-1.3.1
18	Достоинства и недостатки УПТ. Дрейф нуля	ПК-1.У.1
19	Балансный УПТ с дифференциальным входом	ПК-1.В.1
20	Подавление синфазных помех и дрейфа нуля в дифференциальном УПТ	ПК-2.3.1
21	УПТ с непосредственными и потенциальными связями	ПК-2.У.1
22	Обратная связь в усилителях, ее виды и назначение	ПК-3.3.1
23	Влияние обратной связи на характеристики и параметры усилителей	ПК-3.У.1
24	Понятие об операционных усилителях	УК-1.У.3
25	RC-цепи в низкочастотных преобразователях информационных сигналов	ПК-1.3.1
26	Принципы аналого-цифрового преобразования (АЦП) информационных сигналов в МБЭС	ПК-1.У.1
27	Этапы АЦП в устройствах обработки информационных сигналов	ПК-1.В.1
28	Классификация генераторов терапевтических воздействий по форме генерируемых напряжений	ПК-2.3.1
29	Структуры АЦП	ПК-2.У.1
30	Структурная электрическая схема генератора	ПК-3.3.1
31	Элементная база построения генераторов медицинских БТС	ПК-3.У.1
32	Структуры ЦАП	УК-1.У.3
33	Построение (структурная схема) RC-генераторов синусоидальных колебаний	ПК-3.3.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Разработка блока снятия и первичной обработки ЭКГ
2	Разработка блока снятия и первичной обработки ЭЭГ
3	Разработка блока снятия и первичной обработки ЭМГ
4	Доплеровский измеритель скорости кровотока
5	Пальцевой плетизмограф
6	Разработка блока снятия и первичной обработки фонокардиограммы
7	Блок цифрового преобразования ЭЭГ
8	Проектирование измерительного канала биотехнической системы: от датчика до интерфейса пользователя
9	Проектирование узла индикации и сигнализации в БТС (индикаторы, дисплеи, звуковая сигнализация) с учётом эргономических требований в медтехнике

10	Узел аналого-цифрового преобразования в составе БТС: выбор типа АЦП, оценка погрешностей, разработка структурной схемы.
11	Проектирование узла регистрации и хранения данных в БТС (локальная память, передача данных, архивация, требования к объёму и скорости

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора								
1	Тест№1 При проектировании имплантируемого электрокардиостимулятора возникает конфликт между минимальным размером устройства и емкостью батареи. Какой подход наиболее соответствует системному анализу данной проблемы? А) Увеличить батарею за счет уменьшения электронной начинки. Б) Провести многокритериальную оптимизацию с учетом энергопотребления, материалов корпуса и клинических требований к сроку службы. В) Установить батарею максимальной емкости, доступной на рынке. Г) Разработать внешний блок питания, полностью отказавшись от батареи в импланте. Правильный ответ: Б	УК-1.У.3								
2	Тест№2 Какие два аспекта критического анализа обязательны при выборе материала для эндопротеза тазобедренного сустава на этапе концептуального проектирования? А) Стоимость сырья на мировом рынке на текущий момент. Б) Биосовместимость и износостойкость пары трения. В) Наличие сертификата ISO у производителя заготовок. Г) Сопоставление механических свойств с циклограммами нагрузок в организме. Правильные ответы: Б, Г.	УК-1.У.3								
3	Тест№3 Установите соответствие между типом проблемной ситуации в биотехнической системе и методом ее системного анализа: <table><tr><td>Проблемная ситуация</td><td>Метод анализа</td></tr><tr><td>1. Отказ системы из-за помех от МРТ</td><td>А. Дерево отказов (FTA)</td></tr><tr><td>2. Выбор между пьезо и емкостным ДД</td><td>Б. Анализ иерархий (МАИ)</td></tr><tr><td>3. Оценка вероятности гемолиза в насосе крови</td><td>В. Имитационное моделирование</td></tr></table> Правильный ответ: 1-А, 2-Б, 3-В	Проблемная ситуация	Метод анализа	1. Отказ системы из-за помех от МРТ	А. Дерево отказов (FTA)	2. Выбор между пьезо и емкостным ДД	Б. Анализ иерархий (МАИ)	3. Оценка вероятности гемолиза в насосе крови	В. Имитационное моделирование	УК-1.У.3
Проблемная ситуация	Метод анализа									
1. Отказ системы из-за помех от МРТ	А. Дерево отказов (FTA)									
2. Выбор между пьезо и емкостным ДД	Б. Анализ иерархий (МАИ)									
3. Оценка вероятности гемолиза в насосе крови	В. Имитационное моделирование									

4	Тест№4 Расположите этапы критического анализа проблемной ситуации (неполадки в системе подачи инсулина) в правильном хронологическом порядке: 1. Выдвижение гипотез о первопричине (закупорка катетера, сбой ПО, разряд батареи). 2. Сбор эмпирических данных (логи ошибок, давление в трубке, остаток заряда). 3. Ранжирование гипотез по степени вероятности и влиянию на пациента. 4. Разработка корректирующих действий и проверка их эффективности. Правильный ответ: 2 - 1 - 3 - 4	УК-1.У.3
5	Тест№5 Задание открытого типа с развернутым ответом . (В клинику поступил аппарат ИВЛ с жалобой на нестабильность давления в дыхательном контуре. Вам как инженеру необходимо критически оценить ситуацию. Опишите системный подход к поиску причины: какие подсистемы вы проверите (пневматическая, электрическая, ПО, механика клапанов), в каком порядке и на основании каких критериев вы примете решение о списании узла или его ремонте? Ответ обоснуйте с точки зрения безопасности пациента.	УК-1.У.3
№п /п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Тест №1 Какой документ регламентирует периодичность и методы поверки измерительного канала внутрисосудистого термометра в составе медицинского изделия класса 2а? А) Руководство пользователя (User Manual). Б) Федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» и утвержденная методика поверки. В) Технический паспорт на импортный датчик. Г) Сертификат декларации о соответствии ЕАЭС. Правильный ответ: Б	ПК-ПК-3.У.1
2	Тест№2 В состав эксплуатационной документации на автоматический дозатор инсулина (помпу) в обязательном порядке должны входить два следующих документа (согласно НД): А) Руководство по эксплуатации (РЭ) и формуляр. Б) Дизайн-проект интерфейса в формате .psd. В) Перечень запасных частей и инструментов (ЗИП) и этикетка. Г) Смета на производство каждой партии. Правильные ответы: А, В.	ПК-3.У.1

3	Тест№3 Установите соответствие между разделом технической документации и его содержанием для системы искусственного кровообращения: <table><tr><td>Раздел документации</td><td>Содержание</td></tr><tr><td>1. Раздел "Испытания" (из ТУ)</td><td>А. Указание расхода с погрешностью 5%</td></tr><tr><td>2. Раздел "Маркировка и упаковка"</td><td>Б. Действия оператора при замене оксигенатора</td></tr><tr><td>3. Раздел "Регламент ТО "</td><td>В. Требования к нанесению значка "Корпус заземлен"</td></tr></table> Правильный ответ: 1-А, 2-В, 3-Б.	Раздел документации	Содержание	1. Раздел "Испытания" (из ТУ)	А. Указание расхода с погрешностью 5%	2. Раздел "Маркировка и упаковка"	Б. Действия оператора при замене оксигенатора	3. Раздел "Регламент ТО "	В. Требования к нанесению значка "Корпус заземлен"	ПК-3.3.1
Раздел документации	Содержание									
1. Раздел "Испытания" (из ТУ)	А. Указание расхода с погрешностью 5%									
2. Раздел "Маркировка и упаковка"	Б. Действия оператора при замене оксигенатора									
3. Раздел "Регламент ТО "	В. Требования к нанесению значка "Корпус заземлен"									
4	Тест№4 Задание закрытого типа на установление последовательности Расположите этапы ввода в эксплуатацию стационарного аппарата УЗИ-диагностики согласно правилам технической эксплуатации: 1. Проведение электротехнических измерений (сопротивление изоляции, заземление). 2. Разработка и утверждение должностной инструкции для медперсонала. 3. Входной контроль комплектности и проверка сохранности упаковки. 4. Первичная калибровка датчиков по фантому и составление протокола ввода в эксплуатацию. Правильный ответ: 3 - 1 - 4 - 2	ПК-3.У.1								
5	Тест№5 Задание открытого типа с развернутым ответом. Разработайте раздел "Меры безопасности" для руководства по эксплуатации (РЭ) комплекса чрескожной электрической стимуляции спинного мозга. Опишите: классификацию степеней защиты от поражения электротоком (по ГОСТ ИЕС), условия недопустимости одновременного использования с кардиостимулятором, регламент проверки целостности изоляции электродов перед каждой процедурой, а также порядок действий при возникновении ложного срабатывания стимулятора	ПК-3.У.1								
№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора								
1	Тест№1 Какой параметр является определяющим при расчете толщины стенки силиконового импланта (грудной эндопротез) на разрыв, если известно максимальное внутреннее давление Р и радиус кривизны R? А) Модуль упругости при сжатии. Б) Предел прочности на разрыв (σ_v) и коэффициент запаса. В) Диэлектрическая проницаемость материала. Г) Теплопроводность силикона. Правильный ответ: Б	ПК-1								
2	Тест№2 При проектировании в САПР (SolidWorks/Компас) корпуса носимого ЭКГ-монитора необходимо учитывать два ключевых конструктивных требования: А) Наличие литейных уклонов для извлечения из формы. Б) Эргономичное прилегание к телу и размещение контактных электродов. В) Цвет корпуса, согласованный с дизайн-макетом. Г) Обеспечение электромагнитной совместимости (экранирование) и влагозащиты IP67. Правильные ответы: Б, Г	ПК-1.3.1								

3	Тест№3 Установите соответствие между типом нагрузки в биотехническом устройстве и расчетной моделью, используемой в САПР для конечно-элементного анализа (FEA): Проблемная ситуация 1. Отказ системы из-за помех от МРТ 2. Выбор между пьезо и емкостным ДД 3. Оценка гемолиза в насосе крови Метод анализа А. Дерево отказов (FTA) Б. Анализ иерархий (МАИ) В. Имитационное моделирование Правильный ответ: 1-А, 2-Б, 3-В	ПК-1.У.1
4	Тест№4 Расположите этапы проектирования печатной платы (ПП) для нейростимулятора в САПР в правильном порядке: 1. Трассировка высокочастотных линий и разводка питания. 2. Создание принципиальной электрической схемы. 3. Компоновка компонентов на топологии платы с учетом минимизации площади. 4. Генерация Gerber-файлов и спецификации для производства.Правильный ответ: 2 - 3 - 1 - 4	ПК-1.У.1
5	Тест№5 Разработайте концепцию узла фиксации датчика давления на мышечной ткани для долгосрочного мониторинга. Опишите: выбор конструкционных материалов (с обоснованием по биосовместимости и жесткости), метод крепления (шовный или клеевой), расчет необходимого прижимного усилия для исключения артефактов движения, а также предложите способ герметизации токоведущих частей в САПР-модели.	ПК-1.У.1
№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Тест№1 Для какой выборки данных (амплитуда QRS-комплекса ЭКГ у 100 пациентов) использование критерия Шапиро-Уилка является обязательным перед расчетом доверительного интервала? А) Для выбора метода расчета (параметрический или непараметрический). Б) Для определения мощности сигнала в децибелах. В) Для построения спектральной плотности мощности. Г) Для калибровки электродов. Правильный ответ: А	ПК-2.3.1
2	Тест№2 При обработке сигнала фотоплетизмограммы (ФПГ) для расчета сатурации крови (SpO2) необходимо выполнить два обязательных этапа предобработки: А) Устранение постоянной составляющей (детрендрование) и фильтрация сетевых помех 50 Гц. Б) Преобразование Фурье для перехода во временную область. В) Нормировка сигнала по красному и инфракрасному каналам. Г) Оцифровка сигнала с частотой 2 Гц. Правильные ответы: А, В	ПК-2.3.1

3	Тип помехи 1. Низкочастотное смещение изолинии) А. Адаптивный фильтр (LMS) 2. Миограмма (наложение ЭМГ на ЭКГ) Б. Вейвлет-преобразование 3. Наводка от сети питания (50 Гц) В. Режекторный фильтр	ПК-2.У.1
4	Тест№4 Расположите алгоритм обработки данных инвазивного измерения артериального давления от датчика до отображения на мониторе: 1. Аналогово-цифровое преобразование (АЦП) с частотой Найквиста. 2. Усреднение показателей за последние 10 сердечных циклов для вычисления систолического/диастолического значений. 3. Фильтрация колебаний, вызванных дыхательными движениями грудной клетки. 4. Калибровка датчика по известному атмосферному давлению. Правильный ответ: 4 - 1 - 3 - 2	ПК-2.У.1
5	Тест№5 Предложите протокол сбора и обработки данных акселерометра (инерциального датчика) для оценки постурального баланса у пожилых пациентов. Опишите: требования к частоте дискретизации, метод калибровки осей, алгоритм отсеивания шумов (медленный дрейф и высокочастотный тремор), а также метрики, которые вы будете рассчитывать для количественной оценки устойчивости	ПК-2.3.1

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
-------	----------------------------

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой
- Описание аппаратных и программных средств, методов и алгоритмов, применяемых для решения задач по интеллектуальной обработке информации
- Обобщение изложенного материала
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя

комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практическое занятие — это форма организации учебного процесса, направленная на выработку у студентов практических умений для изучения последующих дисциплин и для решения профессиональных задач. Практическое занятие проводится в учебных кабинетах или специально оборудованных компьютерных классах

Продолжительность занятия не менее двух академических часов. Необходимыми структурными элементами практического занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также анализ и оценка выполненных работ и степени овладения студентами запланированными умениями.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание и требование к проведению лабораторных работ приводятся для каждой работы в методических указаниях

Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. Титульный лист
2. Цель и задачи работы.
3. Теоретические сведения о методах решения поставленных задач
4. Схема алгоритма моделирования

5. Результаты измерений и расчетов
6. Графические зависимости и листинг программ
7. Выводы

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет предоставляется индивидуально студентом, в печатной форме. Должен соответствовать принятой структуре и форме. Таблицы и графики должны иметь названия. Выводы по работе должны быть сформулированы в форме ответов на поставленные в работе задачи, обязательно со ссылками на полученные расчетные значения и графические зависимости.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы.

Правила оформления курсовых проектов (работ) выполняются в соответствии с общими требованиями к оформлению текстовых документов по ГОСТ 7.32-2001, ГОСТ 2.105-95 ЕСКД, общими требованиями и правилами составления библиографического описания по ГОСТ 7.82-2001, ГОСТ 7.1-2003.

Методическими материалами, для обучающихся являются: учебно-методический материалы кафедры по дисциплине;

Структура и форма отчета о курсовому проекту (работе) работе:

1. Титульный лист
2. Оглавление
2. Цель и задачи работы.
3. Основная часть
4. Схема алгоритма моделирования
5. Результаты измерений и расчетов
6. Графические зависимости и листинг программ
7. Заключение и информационные источники

Требования к установке атрибутов текста:

- Тип шрифта: Times New Roman, для заголовков допустимо применение шрифта Arial.
- Размер шрифта: 14.
- Междустрочный интервал: 1,5 пункта

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения

дисциплины. Результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзаменационные билеты для проведения экзамена в устной форме и варианты заданий для письменных экзаменационных работ составляются на основании перечня теоретических вопросов, практических заданий экзамена, подписываются преподавателем учебной дисциплины и заведующим кафедрой не позднее чем за две недели до начала экзаменационной сессии. Время подготовки ответа на билет не более 40 минут.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой