

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

Кафедра № 24

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления

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

О.В. Тихоненкова  
(инициалы, фамилия)  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

«07» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование и модернизация биотехнических систем»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.04.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Биотехнические системы и технологии
Наименование направленности	Биотехнические системы и технологии для здравоохранения
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а) \_\_\_\_\_  
Доцент, к.б.н. \_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) Т.В. Сергеев  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 24  
«07» июня 2023 г, протокол № 5/23

Заведующий кафедрой № 24  
к.т.н. \_\_\_\_\_  
(уч. степень, звание) (подпись, дата) О.В. Тихоненкова  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 12.04.04(01)  
доц., к.т.н. \_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) О.В. Тихоненкова  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по медицинской работе  
доц., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) О.Л. Балышева  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Проектирование и модернизация биотехнических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» направленности «Биотехнические системы и технологии для здравоохранения». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

УК-2 «Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла»

ПК-1 «Способность к анализу состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования систем цифровой медицины на основе подбора и изучения литературных и патентных источников»

ПК-2 «Способность к построению математических моделей биотехнических систем и медицинских изделий»

ПК-3 «Способность к выбору метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению медико-биологических исследований с использованием технических средств, выбору метода обработки результатов исследований»

ПК-4 «Способность к разработке структурных и функциональных схем биотехнических систем и технологий для здравоохранения»

ПК-5 «Способен проектировать инновационные биотехнические системы и технологии»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с построением биотехнических систем на основе радиоэлектронных блоков и узлов общего и специального биотехнического назначения. Изучаются системные принципы проектирования и диагностических и терапевтических устройств. Рассматриваются структурные схемы и характеристики систем, обеспечивающих достижение целевой функции, в частности регистрацию сигналов физиологической активности организма человека, их усиление, обработку и анализ. Рассматриваются вопросы возможности модернизации известных биотехнических систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Подготовка высококвалифицированных специалистов для проектирования и эксплуатации биотехнических систем путем развития у студентов личностных качеств, а также формирование универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, и профессиональных компетенций, установленных университетом самостоятельно. Программа направлена на подготовку выпускников для разработки и эксплуатации электронного медицинского оборудования и интеллектуальных систем для медицинских приложений.

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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.3.2 знать цифровые ресурсы, инструменты и сервисы для решения задач/проблем профессиональной деятельности УК-1.В.1 владеть навыками системного и критического мышления; методиками постановки цели, определения способов ее достижения УК-1.В.2 владеть навыками использования алгоритмов и цифровых средств, предназначенных для анализа информации и данных
Универсальные компетенции	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3.1 знать этапы жизненного цикла проекта; виды ресурсов и ограничений для решения проектных задач; необходимые для осуществления проектной деятельности правовые нормы и принципы управления проектами УК-2.3.2 знать цифровые инструменты, предназначенные для разработки проекта/решения задачи; методы и программные средства управления проектами УК-2.У.1 уметь определять целевые этапы, основные направления работ; объяснять цели и формулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта УК-2.В.2 владеть навыками решения профессиональных задач в условиях цифровизации общества
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность к анализу состояния	ПК-1.У.1 уметь проводить поиск и анализ научно-технической информации,

	<p>научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования систем цифровой медицины на основе подбора и изучения литературных и патентных источников</p>	<p>отечественного и зарубежного опыта по разработке биотехнических систем и технологий для медицины</p>
<p>Профессиональные компетенции</p>	<p>ПК-2 Способность к построению математических моделей биотехнических систем и медицинских изделий</p>	<p>ПК-2.У.1 уметь определять выходные параметры и функции разрабатываемых биотехнических систем и медицинских изделий на основе анализа физических процессов и явлений  ПК-2.У.2 уметь разрабатывать математические модели функционирования биотехнических систем и медицинских изделий, основанных на использовании биофизических процессов и явлений  ПК-2.У.3 уметь проводить компьютерное моделирование функционирования биотехнических систем и медицинских изделий</p>
<p>Профессиональные компетенции</p>	<p>ПК-3 Способность к выбору метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению медико-биологических исследований с использованием технических средств, выбору метода обработки результатов исследований</p>	<p>ПК-3.3.1 знать как правильно сформулировать задачи для выявления принципов и путей создания инновационных биотехнических систем и изделий</p>
<p>Профессиональные компетенции</p>	<p>ПК-4 Способность к разработке структурных и функциональных схем биотехнических систем и технологий для здравоохранения</p>	<p>ПК-4.3.1 знать перечень проблем в области разработки новых инструментальных методов и инновационных технических средств биотехнических систем и технологий для здравоохранения  ПК-4.У.1 уметь проводить сравнительный анализ функциональных возможностей и характеристик изделий аналогов  ПК-4.У.2 уметь выявлять новые способы</p>

		<p>получения и обработки биомедицинской информации для повышения эффективности медико-биологических исследований и решения задач практического здравоохранения</p> <p>ПК-4.В.1 владеть навыками разработки и исследования новых способов и принципов функционирования биотехнических систем и технологий для здравоохранения</p>
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проектировать инновационные биотехнические системы и технологии	<p>ПК-5.3.1 знать каким образом проводить анализ состояния инновационных научно-технических задач путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников в области инновационных биотехнических систем и технологий</p> <p>ПК-5.У.1 уметь ставить задачи проектирования инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения; осуществлять поддержку единого информационного пространства планирования жизненного цикла производимой продукции</p> <p>ПК-5.У.2 уметь подготавливать технические задания на выполнение проектных работ при создании инновационных биотехнических систем и технологий медицинского, экологического и биометрического назначения</p> <p>ПК-5.У.3 уметь проектировать компоненты инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения</p> <p>ПК-5.В.1 владеть навыками разработки текстовой и конструкторской документации на инновационные биотехнические системы медицинского, экологического и биометрического назначения</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Биотехнические системы и технологии в медицине»,
- «Теория систем передачи биомедицинской информации»,
- «Современные проблемы биомедицинской инженерии».

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

- «Технические средства реабилитации и восстановления утраченных функций».

### 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	
		№2	№3
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	6/ 216	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	24	12	12
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	34	34
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)			
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)	36		36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	112	74	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет, Экз.	Зачет	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 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 2					
Раздел 1. Биотехническая система (БТС), модернизация, основные понятия. Тема 1.1.Определение БТС. Тема 1.2. Основные этапы проектирования БТС. Тема 1.3. Возможности и направления модернизации БТС.	5	4			20
Раздел 2. Модернизация составляющих частей на различных уровнях иерархии БТС. Тема 2.1. Типичные составляющие части БТС. Тема 2.2. Иерархический принцип при проектировании БТС.	4				14

Раздел 3. Виды биотехнических систем и возможности их модернизации. Тема 3.1. Биотехнические системы диагностического назначения. Тема 3.2. Биотехнические системы терапевтического назначения. Тема 3.3. Биотехнические системы для замещения утраченных функций организма. Тема 3.4. Тренажёрные биотехнические системы.	4	8			20
Раздел 4. Перспективные для регистрации физические величины биологического объекта (БО) и физические воздействия, действующие на БО. Тема 4.1. Физические величины биологического объекта, регистрируемые аппаратной частью БТС. Тема 4.2. Физические воздействия, действующие на биологический объект по средством аппаратной части биотехнической системы. Тема 4.3. Роль аналого-цифрового преобразования (АЦП) и цифро-аналогового преобразования (ЦАП) в биотехнических системах.	4	5			20
Итого в семестре:	17	17			74
<b>Семестр 3</b>					
Раздел 5. Биотехнические системы с биологической обратной связью.	4	6			10
Раздел 6. Назначение и основные направления модернизации аппаратной части биотехнических систем.	4				10
Раздел 7. Назначение и основные направления модернизации программной (алгоритмической) части биотехнических систем.	4	6			10
Раздел 8. Тестирование и апробация модернизированных биотехнических систем.	5	5			8
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	34	34	0	0	112

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
<b>1</b>	Раздел 1. Биотехническая система (БТС), модернизация, основные понятия. Тема 1.1. Определение БТС. Определение биотехнической системы. Основные виды БТС по их назначению. Роль БТС. Обобщённая структурная схема биотехнической системы, её основные элементы. Виды связей в БТС. Технические цель и задачи проектирования биотехнической системы. Тема 1.2. Основные этапы проектирования БТС. Основные этапы проектирования биотехнических систем. Обобщённая схема

	<p>алгоритма проектирования БТС. Назначение и основные группы параметров технического задания (ТЗ). Пример ТЗ на модернизацию БТС.</p> <p>Тема 1.3. Возможности и направления модернизации БТС.</p>
2	<p>Раздел 2. Модернизация составляющих частей на различных уровнях иерархии БТС.</p> <p>Тема 2.1. Типичные составляющие части БТС. Аппаратная, алгоритмическая, аналитическая, программная и методическая составляющие биотехнической системы, их взаимосвязь и особенности проектирования. Возможности их модернизации.</p> <p>Тема 2.2. Иерархический принцип при проектировании БТС. Уровни иерархии при проектировании биотехнических систем. Пример описания БТС с использованием иерархического принципа. Модернизация на различных уровнях иерархии БТС</p>
3	<p>Раздел 3. Виды биотехнических систем и возможности их модернизации.</p> <p>Тема 3.1. Биотехнические системы диагностического назначения. БТС диагностического назначения. Их основные элементы. Пример БТС диагностического назначения со структурной схемой и видами связей. Их модернизация.</p> <p>Тема 3.2. Биотехнические системы терапевтического назначения. БТС терапевтического назначения. Их основные элементы. Пример БТС терапевтического назначения со структурной схемой и видами связей. Их модернизация.</p> <p>Тема 3.3. Биотехнические системы для замещения утраченных функций организма. БТС для замещения утраченных функций организма. Их основные элементы. Пример БТС для замещения утраченных функций организма со структурной схемой и видами связей. Их модернизация.</p> <p>Тема 3.4. Тренажёрные биотехнические системы. Тренажёрные БТС. Их основные элементы. Пример тренажёрной БТС со структурной схемой и видами связей. Их модернизация.</p>
4	<p>Раздел 4. Перспективные для регистрации физические величины биологического объекта (БО) и физические воздействия, действующие на БО.</p> <p>Тема 4.1. Физические величины биологического объекта, регистрируемые аппаратной частью БТС. Физические величины биологического объекта, регистрируемые аппаратной частью биотехнической системы, их классификация и примеры. Назначение входных и выходных преобразователей в БТС. Способы и устройства преобразования изменения биофизических величин в электрические сигналы.</p> <p>Тема 4.2. Физические воздействия, действующие на биологический объект по средством аппаратной части биотехнической системы. Физические воздействия, действующие на биологический объект по средством аппаратной части биотехнической системы, их классификация и примеры. Назначение входных и выходных преобразователей в БТС. Способы и устройства преобразования электрических сигналов в физические воздействия.</p> <p>Тема 4.3. Роль аналого-цифрового преобразования (АЦП) и цифро-аналогового преобразования (ЦАП) в биотехнических системах.</p> <p>Роль АЦП в модернизации БТС диагностического назначения. Основные параметры АЦП, требующие учёта при проектировании БТС. Роль ЦАП в модернизации БТС терапевтического назначения. Основные параметры ЦАП, требующие учёта при проектировании БТС.</p>



<b>5</b>	Раздел 5. Биотехнические системы с биологической обратной связью. БТС с биологической обратной связью. Виды биологической обратной связи. Обобщённая структурная схема БТС с биологической обратной связи. Пример БТС с биологической обратной связью.
<b>6</b>	Раздел 6. Назначение и основные направления модернизации аппаратной части биотехнических систем. Возможности модернизации аппаратной части БТС. Пример модернизации блока аппаратной части БТС.
<b>7</b>	Раздел 7. Назначение и основные направления модернизации программной (алгоритмической) части биотехнических систем. Возможности модернизации программной (алгоритмической) части БТС. Пример модернизации фрагмента программы (алгоритма) БТС.
<b>8</b>	Раздел 8. Тестирование и апробация модернизированных биотехнических систем. Оценка эффективности, надежности и серийнопригодности разработанных БТС. Пример.

#### 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
<b>Семестр 2</b>					
1	Роль положительной и отрицательной обратной связи в системах с усилением сигнала.	Работа проводится с использованием программы схмотехнического моделирования	4	2	1
2	Биотехническая система диагностического назначения на примере электроэнцефалографа и возможности ее модернизации	Работа проводится с использованием электроэнцефалографа	4	2	3
3	Биотехническая система терапевтического назначения на примере нейростимулятора и возможности ее модернизации	Работа проводится с использованием нейростимулятора	4	2	3
4	Влияние основных параметров АЦП на качество оцифровки	Работа проводится с использованием программы	5	3	4

	сигнала и его роль в модернизации	схемотехнического моделирования			
Семестр 3					
5	Биотехническая система с биологической обратной связью по кардиоритму.	Работа проводится с использованием аппаратно-программного комплекса для регистрации и анализа кардиоритма	6	3	5
6	Статистические и частотные параметры variability сердечного ритма.	Работа проводится с использованием аппаратно-программного комплекса для регистрации и анализа кардиоритма	6	3	7
7	Использованием биотехнической системы при проведении диагностических функциональных проб.	Работа проводится с использованием аппаратно-программного комплекса для регистрации и анализа кардиоритма	5	2	8
Всего			34	17	

#### 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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 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 2, час	Семестр 3, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	104	70	34

Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	2	2
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	2	2
Всего:	112	74	38

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-К66	Корневский Н.А., Попечителев Е.П. Элементы и узлы медицинской техники. Учебник – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 448 с	20
61-Т46	Проектирование биотехнических систем : учебное пособие / О. В. Тихоненкова, Т. В. Сергеев, И. З. Поясов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 85 с.	5
61-П67	Теория биотехнических систем : учебное пособие / И. З. Поясов, О. В. Тихоненкова ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 55 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 54	5

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
<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору №695-7 от 30.11.2011

http://znanium.com	Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору №186-ЭБС от 08.02.2012
--------------------	--

## 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	Лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	
3	Лаборатория кафедры 24	

## 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; Задачи; Тесты.
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 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.	Определение модернизации биотехнической системы (БТС). Основные виды модернизаций БТС по их назначению. Роль БТС.	УК-1.3.3, ПК-4.3.1
2.	Обобщённая структурная схема биотехнической системы (БТС), её основные элементы. Виды связей в БТС.	УК-1.В.2
3.	Технические цель и задачи модернизации биотехнической системы (БТС).	ОПК-1.3.1
4.	Основные этапы проектирования и модернизации биотехнических систем (БТС). Обобщённая схема алгоритма проектирования БТС.	ОПК-1.У.1

5.	Назначение и основные группы параметров технического задания (ТЗ). Пример ТЗ.	ОПК-1.В.1, ОПК-5.3.1
6.	Аппаратная, алгоритмическая, аналитическая, программная и методическая составляющие в модернизации биотехнической системы (БТС), их взаимосвязь и особенности проектирования.	ОПК-2.У.1, ОПК-5.3.1
7.	Уровни иерархии при проектировании биотехнических систем (БТС). Пример выбора направления модернизации БТС с использованием иерархического принципа.	ПК-3.3.1, ОПК-2.В.1, УК-1.3.3
8.	Биотехнические системы (БТС) диагностического назначения. Их основные элементы. Пример БТС диагностического назначения со структурной схемой и видами связей. Направления модернизации.	ПК-3.3.1, ОПК-3.У.1
9.	Биотехнические системы (БТС) терапевтического назначения. Их основные элементы. Пример БТС терапевтического назначения со структурной схемой и видами связей. Направления модернизации.	ПК-3.3.1, ОПК-3.В.1, УК-1.3.3
10.	Биотехнические системы (БТС) для замещения утраченных функций организма. Их основные элементы. Пример БТС для замещения утраченных функций организма со структурной схемой и видами связей. Направления модернизации.	ПК-3.3.1, ОПК-5.3.1, УК-1.3.3
11.	Тренажёрные биотехнические системы (БТС). Их основные элементы. Пример тренажёрной БТС со структурной схемой и видами связей. Направления модернизации.	ОПК-5.У.1, УК-1.3.3
12.	Биотехнические системы (БТС) с биологической обратной связью. Виды биологической обратной связи. Обобщённая структурная схема БТС с биологической обратной связью. Пример БТС с биологической обратной связью. Направления модернизации.	ПК-3.3.1, ПК-3.3.1, УК-1.3.3
13.	Перспективные для изучения физические величины биологического объекта, регистрируемые аппаратной частью биотехнической системы (БТС), их классификация и примеры. Назначение входных и выходных преобразователей в БТС. Способы и устройства преобразования изменения биофизических величин в электрические сигналы.	ОПК-1.3.1, ПК-3.3.1, ОПК-2.У.1
14.	Физические воздействия, перспективные для действия на биологический объект по средствам аппаратной части биотехнической системы (БТС), их классификация и примеры. Назначение входных и выходных преобразователей в БТС (датчиков и актуаторов). Способы и устройства преобразования электрических сигналов в физические воздействия.	ОПК-1.3.1, ПК-4.У.1, ОПК-2.У.1
15.	Роль аналого-цифрового преобразования (АЦП) в модернизации биотехнических системах (БТС) диагностического назначения. Основные параметры АЦП, требующие учёта при проектировании БТС.	ПК-3.3.1
16.	Роль цифро-аналогового преобразования (ЦАП) в модернизации биотехнических системах (БТС) терапевтического назначения. Основные параметры ЦАП, требующие учёта при проектировании БТС.	ПК-3.3.1
17.	Назначение и основные направления модернизации биотехнических систем.	ПК-3.3.1
18.	Возможности модернизации аппаратной части биотехнической системы (БТС). Пример модернизации	ПК-4.В.1, ПК-4.У.1

	блока аппаратной части БТС.	
19.	Возможности модернизации программной (алгоритмической) части биотехнической системы (БТС). Пример модернизации фрагмента программы (алгоритма) БТС.	ПК-3.3.1
20.	Особенности тестирования и апробации биотехнических систем (БТС). Оценка эффективности, надежности и серийнопригодности разработанных БТС. Пример.	ПК-4.В.1, ПК-4.У.1, ОПК-3.У.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
1.	Дайте определение модернизации биотехнической системы (БТС).	УК-1.3.3, ПК-4.3.1
2.	Перечислите основные виды модернизации БТС по их назначению.	УК-1.В.2
3.	Изобразите обобщённую структурную схему модернизации БТС, опишите её основные элементы.	ОПК-1.3.1
4.	Расскажите про виды связей в БТС.	ОПК-1.У.1
5.	Опишите основные этапы проектирования и модернизации биотехнических систем.	ОПК-1.В.1, ОПК-5.3.1
6.	Опишите обобщённую схему алгоритма проектирования и модернизации БТС.	ОПК-2.У.1, ОПК-5.3.1
7.	Расскажите об взаимосвязи и особенностях проектирования аппаратной, алгоритмической, аналитической, программной и методической составляющих при модернизации БТС.	ПК-3.3.1, ПК-4.В.1, ОПК-2.В.1
8.	Опишите уровни иерархии при проектировании и модернизации БТС.	ПК-3.3.1, ОПК-3.У.1
9.	Приведите пример описания БТС с использованием иерархического принципа.	ПК-3.3.1, ОПК-3.В.1
10.	Опишите БТС диагностического назначения. Их основные элементы. Приведите пример БТС диагностического назначения со структурной схемой и видами связей. Направления модернизации.	ПК-3.3.1, ОПК-5.3.1
11.	Опишите БТС терапевтического назначения. Их основные элементы. Приведите пример БТС терапевтического назначения со структурной схемой и видами связей. Направления модернизации.	ОПК-5.У.1, ПК-4.У.1
12.	Опишите БТС для замещения утраченных функций организма. Их основные элементы. Приведите пример БТС для замещения утраченных функций организма со структурной схемой и видами связей. Направления модернизации.	ПК-3.3.1 ПК-4.У.1
13.	Опишите тренажёрные биотехнические системы. Их основные элементы. Приведите пример тренажёрной биотехнической системы со структурной схемой и видами связей. Направления модернизации.	ПК-4.В.1, ПК-4.У.1

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
	Учебным планом не предусмотрено

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.	Модернизация технической системы это...	ОПК-1.3.1
2.	Отличие модернизации БТС от технической системы заключается в том, что...	ОПК-1.3.1
3.	Основные направления модернизации БТС:	УК-1.3.3
4.	Совокупность всех объектов, изменение свойств которых влияет на БТС, а также тех объектов, чьи свойства меняются в результате поведения системы, это:	УК-1.3.3
5.	Простейшая, неделимая часть системы, определяемая в зависимости от цели построения и анализа БТС:	УК-1.В.2
6.	Компонент БТС - это:	ОПК-1.3.1
7.	Ограничение системы свободы элементов определяют понятием...	ОПК-1.У.1
8.	Способность системы в отсутствии внешних воздействий сохранять своё состояние сколь угодно долго определяется понятием...	ОПК-1.В.1
9.	Объединение некоторых параметров системы в параметре более высокого уровня - это:	ОПК-2.У.1
10.	Сетевая структура представляет собой...	ПК-3.3.1
11.	Уровень иерархической структуры, при которой система представлена в виде взаимодействующих подсистем, называется...	ПК-3.3.1
12.	Какого вида структуры систем не существует...	ПК-3.3.1
13.	Какая закономерность проявляется в системе в появлении у неё новых свойств, отсутствующих у элементов...	ПК-3.3.1
14.	Совокупность всех объектов, изменение свойств которых влияет на БТС, а также тех объектов, чьи свойства меняются в результате поведения системы, это:	УК-1.3.3

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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:

- лекционный материал излагается преподавателем традиционным речевым способом с широким привлечением студенческой аудитории к постановке и решению вопросов, изучаемых по теме лекции;
- лекционный материал иллюстрируется схемами, графиками, таблицами и т.д. в виде графических и электронных изображений.

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 обучающимися 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.

Практические занятия должны обеспечивать: освоение измерительной и специальной медтехники, овладение методами ее применения, эксплуатации; выработку умений и навыков анализа работы этой техники, решения задач, производства расчетов.

Практические занятия являются основными для закрепления теоретических знаний. Этот вид учебной деятельности студентов призван формировать культуру их умственного труда и самостоятельность в приобретении новых знаний, навыков, умений. Наибольший эффект эти занятия приносят тогда, когда проводятся с учетом дифференцированного подхода к обучающимся, с учетом их способностей, с умелым использованием учебных пособий, натуральных образцов, моделей и стендов, различных форм контроля достигнутых знаний, навыков и умений, что и осуществляется при проведении занятий.

Практические занятия проводятся методом, главным содержанием которого является практическая работа каждого студента. В целях качественного и полного выполнения установленного объема работ при проведении занятий с применением материальных средств учебная группа делится на подгруппы 4...5 человек.

Комплекс решаемых на практических занятиях задач охватывает разделы (темы), перечисленные в табл. 4, а также в перечне практических задач – табл. 20. По каждой задаче к концу занятий студенты должны сформулировать выводы. Выводы должны быть четкими и краткими, связанными с проделанной практической работой и пройденным лекционным материалом.

Необходимыми структурными элементами практического занятия, кроме самостоятельной деятельности студентов, является инструктаж, проводимый преподавателем, а также анализ и оценка выполненных работ и степени овладения запланированными умениями.

Подготовка преподавателя к проведению практического занятия включает:

- подбор вопросов, контролирующих знания и понимания обучающимися теоретического материала, изложенного на лекциях и изученного самостоятельно;
- выбор примеров, упражнений, задач, решаемых в ходе практических занятий логическим путем с помощью компьютерного моделирования или изучения реальных схем, элементов и узлов;
- предварительное решение предлагаемых упражнений, задач самим преподавателем;
- подготовку выводов из решаемых задач, заключения по пройденной теме, разработку итогового выступления;
- распределение времени занятий на запланированные этапы (постановка задач, решение, контроль, обсуждение и т.д.);
- подбор иллюстративного материала, схем, образцов изучаемых элементов и узлов, а также продумывание рационального использования подготовленных материалов.

Права, ответственность и обязанности студента:

1. На практическом занятии студент имеет право задавать преподавателю вопросы по содержанию и методике выполнения задания и требовать ответа по существу обращения. Ответ преподавателя должен быть достаточным для понимания студентом задания и обеспечения его работы на занятии в полном объеме и с надлежащим качеством.
2. Студент имеет право на выполнение работы по оригинальной методике с согласия преподавателя – при безусловном соблюдении требований безопасности.
3. Студент обязан прибыть на практическое занятие во время, установленное расписанием, и с необходимой подготовкой к занятию.

4. В ходе занятий студенты ведут необходимые записи (протокол исследований), подготавливают письменный отчет.
5. Студент несет ответственность:
  - за пропуск занятия по неуважительной причине;
  - неподготовленность к работе;
  - нарушение правил безопасности;
  - порчу имущества и нанесение материального ущерба лаборатории.
6. В процессе ответа по результатам работы студент должен:
  - продемонстрировать знание методики выполнения практической работы и используемого оборудования;
  - уметь сделать выводы из полученных в процессе выполнения работы результатов.

#### Требования к проведению практических занятий

Графический материал – схемы, графики, таблицы, как и текстовый материал отчета, может выполняться:

- традиционным способом – с помощью шариковой ручки, карандашей и т.д.;
- автоматизированным способом – с применением графических и печатающих устройств вывода ЭВМ.

Условные обозначения элементов, узлов на схемах должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов.

Отчет о работе должен быть предоставлен в установленные сроки, оговоренные с преподавателем.

На собеседование со студентом, на защиту его отчета преподаватель отводит необходимую часть времени из проводимых занятий.

По результатам собеседования (защиты отчета), по качеству предоставляемого отчета, по пониманию студентом цели и сути проделанной работы преподаватель оценивает работу студента, пользуясь балльной системой оценки, принятой в ГУАП.

Методические указания по прохождению практических занятий имеются в электронном виде в базе локальной компьютерной сети кафедры 24.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.6.

11.7. 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;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.8. 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.

Контроль выполняется путем опроса в устной форме. Опрос проводится по вопросам лекционного материала, прочитанного к моменту опроса, и выполненных к этому моменту лабораторных работ. Результаты фиксируются в виде "зачет", "незачет" и будут учитываться при проведении промежуточной аттестации. Количество контрольных точек – три. В случае невыполнения и/или неуспешной сдачи 3 и более лабораторных работ, обучающийся, при успешном прохождении промежуточной аттестации, не может получить аттестационную оценку выше "удовлетворительно".

11.9. 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».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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