

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)

(подпись)

« ____ » _____ 20__ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Исследовательский проект»
(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

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.б.н.

(должность, уч. степень, звание)

 10.02.26

(подпись, дата)

Т.В. Сергеев

(инициалы, фамилия)

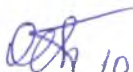
Программа одобрена на заседании кафедры № 24

«10» 02 20 26, протокол № 2/26

Заведующий кафедрой № 24

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

 10.02.26

(подпись, дата)

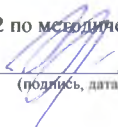
О.В. Тихоненкова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

 10.02.26

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

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

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с осуществлением полного цикла проектно-исследовательской работы от постановки задачи до презентации результатов в области разработки, создания, модернизации и эксплуатации биотехнических и медицинских аппаратов и систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции и практические занятия.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета (4 семестр), дифференцированного зачета (5 семестр), дифференцированного зачета (6 семестр), дифференцированного зачета (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Формирование у студентов системных компетенций, необходимых для самостоятельной научной и инженерной деятельности на стыке биологии, медицины и техники и связанных с осуществлением полного цикла проектно-исследовательской работы в области разработки, создания, модернизации и эксплуатации биотехнических и медицинских аппаратов и систем, а также предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать свои компетенции при реализации исследовательского проекта.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению 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-1.3.1 знать методики поиска, сбора и обработки информации, в том числе с использованием информационных технологий, включая интеллектуальные УК-1.3.2 знать методики системного подхода для решения поставленных задач УК-1.У.1 уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации, в том числе с использованием искусственного интеллекта УК-1.В.1 владеть навыками критического анализа и синтеза информации, в том числе с помощью цифровых инструментов

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика»,
- «Электротехника»,
- «Электроника»,
- «Схемотехника аналоговых электронных устройств».

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

- «Биотехнические системы медицинского назначения»,
- «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий».

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
--------------------	-------	---------------------------

		№4	№5	№6	№7
1	2	3	4	5	6
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	8/ 288	2/ 72	2/ 72	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки					
Аудиторные занятия, всего час.	136	34	34	34	34
в том числе:					
лекции (Л), (час)	68	17	17	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	68	17	17	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)					
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)					
экзамен, (час)					
Самостоятельная работа, всего (час)	152	38	38	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет, Дифф. зач., Дифф. зач., Дифф. зач.,	Зачет,	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,

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)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Исследовательские проекты при создании биотехнических систем					
Тема 1.1. Цели, задачи, структура Исследовательского проекта	4	4	–	–	8
Тема 1.2. Роль исследовательского проекта в формировании при проектировании биотехнических систем					
Раздел 2. Методология научного познания.					
Тема 2.1. Уровни и методы научного исследования.	4	4	–	–	10
Тема 2.2. Эмпирические и теоретические методы.					
Раздел 3. Поиск и анализ научной информации.					
Тема 3.1. Работа с научными базами данных (eLibrary), патентный поиск.	4	4	–	–	10
Тема 3.2. Критический анализ литературы.					
Раздел 4. Планирование эксперимента.					
Тема 4.1. Основные принципы. Выбор методов и средств измерений.	5	5	–	–	10
Тема 4.2. формирование выборки, учет влияющих факторов.					
Итого в семестре:	17	17	–	–	38
Семестр 5					
Раздел 5. Основы математического моделирования биологических процессов и систем.					
Тема 5.1. Классификация моделей, этапы моделирования.	4	4	–	–	8
Тема 5.2. Применение для биотехнических систем					

Раздел 6. Компьютерное моделирование медико-биологических процессов. Тема 6.1. Обзор программных средств. Тема 6.2. Проведение вычислительных экспериментов	4	4	–	–	10
Раздел 7. Проектирование биотехнических систем. Тема 7.1. Принципы и этапы. Тема 7.2. Сбор исходных данных, технико-экономическое обоснование	4	4	–	–	10
Раздел 8. Обработка и анализ экспериментальных данных. Тема 8.1. Статистические методы. Тема 8.2. Выявление закономерностей, проверка гипотез.	5	5	–	–	10
Итого в семестре:	17	17			38
Семестр 6					
Раздел 9. Интерпретация результатов. Тема 9.1. Сопоставление с теоретическими моделями и литературными данными. Тема 9.2. Формулирование выводов.	4	4	–	–	8
Раздел 10. Биоэтика и безопасность исследований. Тема 10.1. Этические аспекты работы с биологическими объектами. Тема 10.2. Правила биобезопасности.	4	4	–	–	10
Раздел 11. Основы конструирования медицинских аппаратов. Тема 11.1. Принципы разработки. Тема 11.2. Учет биосовместимости и надежности	4	4	–	–	10
Раздел 12. Микроконтроллеры в биомедицинских аппаратах. Тема 12.1. Обзор микроконтроллеров. Тема 12.2. Применение микроконтроллеров для сбора и обработки сигналов	5	5	–	–	10
Итого в семестре:	17	17			38
Семестр 7					
Раздел 13. Современные биосенсоры и измерительные преобразователи. Тема 13.1. Типы, принципы работы биосенсоров. Тема 13.2. Применение биосенсоров в проектах.	4	4	–	–	8
Раздел 14. Методы диагностических исследований и лечебных воздействий. Тема 14.1. Обзор аппаратных методов и средств Тема 14.2. Обзор программных методов и средств .	4	4	–	–	10
Раздел 15. Оформление результатов исследования. Тема 15.1. Структура научного отчета, статьи. Тема 15.2. Требования к иллюстративному материалу.	4	4	–	–	10
Раздел 16. Презентация и защита проекта. Тема 16.1. Подготовка доклада и презентации. Тема 16.2. Навыки публичного выступления.	5	5	–	–	10
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	68	68	0	0	152

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. Исследовательские проекты при создании биотехнических систем Тема 1.1. Цели, задачи, структура Исследовательского проекта. Определение конечного продукта (прототип, алгоритм или методика) и границ проекта как первостепенная задача, позволяющая избежать «расползания» целей на этапе планирования. Тема 1.2. Роль исследовательского проекта в формировании при проектировании биотехнических систем. Исследовательский проект как связующее звено между абстрактной медико-биологической потребностью и конкретным инженерным решением, позволяющий верифицировать корректность выбранной концепции еще до начала дорогостоящего производства.
2	Раздел 2. Методология научного познания. Тема 2.1. Уровни и методы научного исследования. Научное исследование в этой области строится по иерархическому принципу: от сбора эмпирических фактов (сигналов) к их теоретическому осмыслению и далее к синтезу новой технической идеи. Тема 2.2. Эмпирические и теоретические методы. Эмпирические методы дают первичный массив данных о биологическом объекте, тогда как теоретические методы (анализ и синтез) превращают эти данные в инвариантные математические зависимости, пригодные для инженерного расчета.
3	Раздел 3. Поиск и анализ научной информации. Тема 3.1. Работа с научными базами данных (eLibrary), патентный поиск. Работа с eLibrary и патентными базами требует не просто поиска по ключевым словам, а построения сложных логических запросов с учетом синонимов и классификаторов МПК для выявления «белых пятен» в технике. Тема 3.2. Критический анализ литературы. Критический анализ подразумевает разделение найденных источников на фундаментальные физиологические основы и узкоинженерные решения, а также обязательную проверку воспроизводимости результатов, описанных в статьях.
4	Раздел 4. Планирование эксперимента. Тема 4.1. Основные принципы. Выбор методов и средств измерений. Выбор методов измерений диктуется не только точностью датчиков, но и инерционностью биологической системы, чтобы частота дискретизации гарантированно захватывала физиологически значимые пики сигнала. Тема 4.2. формирование выборки, учет влияющих факторов. Формирование выборки должно учитывать вариабельность биологических объектов (возраст, пол, состояние), при этом влияющие факторы (температура, электромагнитные помехи) строго фиксируются или компенсируются в протоколе эксперимента.
5	Раздел 5. Основы математического моделирования биологических процессов и систем. Тема 5.1. Классификация моделей, этапы моделирования. Этапы моделирования включают содержательную постановку, формализацию, верификацию и валидацию, причем последний этап часто требует возврата к исходным данным для уточнения коэффициентов. Тема 5.2. Применение для биотехнических систем. Применительно к биотехническим системам моделирование позволяет имитировать взаимодействие «искусственное-живое» без риска для здоровья, что критически важно на этапе тестирования алгоритмов стимуляции.
6	Раздел 6. Компьютерное моделирование медико-биологических процессов. Тема 6.1. Обзор программных средств. Обзор программных средств включает как универсальные пакеты (MATLAB/Simulink, Python), так и специализированные симуляторы биохимических реакций, выбор которых определяется необходимостью работы в реальном времени.

	Тема 6.2. Проведение вычислительных экспериментов. Проведение вычислительных экспериментов заключается в прогоне модели с вариацией входных параметров для определения границ устойчивости системы, где результат фиксируется в виде поверхностей отклика.
7	Раздел 7. Обработка и анализ экспериментальных данных. Тема 7.1. Статистические методы. Статистические методы (описательная статистика, корреляция, регрессия) служат инструментом превращения разрозненных измерений в объективные числовые характеристики исследуемого процесса. Тема 7.2. Выявление закономерностей, проверка гипотез. Выявление закономерностей через проверку гипотез (например, t-критерий Стьюдента) позволяет подтвердить наличие значимого эффекта от воздействия технического устройства на биоткань с заданной доверительной вероятностью.
8	Раздел 8. Интерпретация результатов. Тема 8.1. Сопоставление с теоретическими моделями и литературными данными. Сопоставление экспериментальных данных с теоретической моделью выявляет степень расхождения (погрешность) и требует анализа причин этого расхождения — от упрощений в модели до неучтенных факторов среды. Тема 8.2. Формулирование выводов. Формулирование выводов строится не как пересказ результатов, а как четкие ответы на гипотезы исследования, при этом отдельно оговариваются границы применимости полученных рекомендаций.
9	Раздел 9. Проектирование биотехнических систем. Тема 9.1. Принципы и этапы. Принципы внедрения включают оценку готовности технологий (TRL), где этапы разбиваются от лабораторного макета до мелкосерийного образца, проходящего эксплуатационные испытания. Тема 9.2. Сбор исходных данных, технико-экономическое обоснование. Технико-экономическое обоснование оперирует сравнением затрат на разработку системы с экономией от снижения травматичности или повышения точности диагностики по сравнению с существующими аналогами.
10	Раздел 10. Биоэтика и безопасность исследований. Тема 10.1. Этические аспекты работы с биологическими объектами. Этические аспекты касаются получения информированного согласия (для людей) и соблюдения правил гуманного обращения (для животных), минимизации дискомфорта и стресса во время экспериментов. Тема 10.2. Правила биобезопасности. Правила биобезопасности регламентируют работу с потенциально инфицированным материалом, требуя использования боксов биологической защиты и строгой утилизации отходов в соответствии с санитарными нормами.
11	Раздел 11. Основы конструирования медицинских аппаратов. Тема 11.1. Принципы разработки. Принципы разработки биотехнического устройства базируются на системном подходе, где все компоненты (датчики, усилители, микроконтроллер, ПО) выбираются как единый взаимосвязанный комплекс. Тема 11.2. Учет биосовместимости и надежности. Учет биосовместимости означает подбор материалов, не вызывающих токсической реакции или отторжения, а надежность обеспечивается резервированием критических каналов и защитой от сбоев по питанию.
12	Раздел 12. Современные биосенсоры и измерительные преобразователи. Тема 12.1. Типы, принципы работы биосенсоров. Биосенсоры классифицируются по типу биологического элемента (ферменты, антитела, ДНК) и способу трансдукции сигнала (электрохимический, оптический, пьезоэлектрический), причем выбор типа зависит от специфичности измеряемого маркера. Тема 12.2. Применение биосенсоров в проектах. В проектах биосенсоры применяются как для непрерывного мониторинга

	физиологических жидкостей (глюкоза, лактат), так и в качестве детекторов целевых молекул в процессе ферментации, обеспечивая обратную связь для управляющего контроллера.
13	Раздел 13. Оформление результатов исследования. Тема 13.1. Структура научного отчета, статьи. Структура научного отчета следует логике IMRAD (Введение, Методы, Результаты, Обсуждение), при этом раздел «Методы» должен содержать все детали калибровки оборудования для обеспечения воспроизводимости работы. Тема 13.2. Требования к иллюстративному материалу. Требования к иллюстративному материалу предполагают обязательное наличие на графиках доверительных интервалов или полос рассеяния, а также подписей осей с указанием единиц измерения, чтобы рисунок был понятен без обращения к тексту.
14	Раздел 14. Микроконтроллеры в биомедицинских аппаратах. Тема 14.1. Обзор микроконтроллеров. Обзор микроконтроллеров сводится к сравнению их разрядности, тактовой частоты и периферийных модулей (АЦП, таймеры, DMA), что определяет способность обрабатывать сигнал без пропусков данных. Тема 14.2. Применение микроконтроллеров для сбора и обработки сигналов. Применение микроконтроллеров заключается не только в сборе оцифрованного сигнала с датчиков, но и в реализации алгоритмов первичной цифровой фильтрации (например, скользящее среднее) прямо «на борту» для снижения нагрузки на главный компьютер.
15	Раздел 15. Презентация и защита проекта. Тема 15.1. Подготовка доклада и презентации. Подготовка доклада строится по принципу «мостика»: от постановки общей проблемы к конкретному техническому решению, с обязательным выделением одной ключевой инновации, которую аудитория должна запомнить. Тема 15.2. Навыки публичного выступления. Навыки публичного выступления включают управление темпом речи и контакт взглядом с аудиторией, а также подготовку ответов на вероятные «неудобные» вопросы о точности и стоимости вашей разработки.
16	Раздел 16. Методы диагностических исследований и лечебных воздействий. Тема 16.1. Обзор аппаратных методов и средств. К аппаратным методам и средствам относятся не только датчики и электроды, но и устройства подготовки сигнала (усилители с изолированным входом, фильтры низких частот), которые критически влияют на отношение сигнал/шум. Тема 16.2. Обзор программных методов и средств. Обзор программных методов и средств охватывает алгоритмы обработки сигналов (вейвлет-преобразование, спектральный анализ) и инструменты визуализации, позволяющие выделить паттерны деятельности биологического объекта на фоне интенсивного шума.

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
Семестр 4					
1.	Формулировка темы, цели и задач проекта. Выбор объекта и методов исследования.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых	4	3	1

		дискуссий.			
2.	Поиск и первичный анализ научных источников. Составление библиографического списка по теме.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	2
3.	Подготовка обзора литературы. Структурирование информации, выявление нерешенных проблем.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	3
4.	Изучение методик проведения медико-биологического эксперимента.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	5	4	4
Семестр 5					
5.	Построение математической модели процесса. Работа с программным обеспечением	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	5
6.	Проведение вычислительного эксперимента. Исследование модели, сравнение с экспериментом	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	6
7.	Статистическая обработка экспериментальных данных. Расчет доверительных интервалов, проверка значимости.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	7
8.	Анализ и интерпретация полученных результатов. Формулирование выводов.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	5	4	8
Семестр 6					
9.	Разработка структурной схемы исследовательской установки. Выбор технических средств.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	9

10.	Настройка и калибровка измерительного оборудования. Работа с реальными приборами	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	10
11.	Сбор экспериментальных данных. Проведение измерений, протоколирование результатов.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	10
12.	Первичная обработка данных. Очистка от шумов, систематизация в таблицах.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	5	4	12
Семестр 7					
13.	Оформление графического материала. Построение графиков, диаграмм, схем.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	13
14.	Написание отчета по исследовательскому проекту. Оформление по заданному стандарту.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	13
15.	Подготовка электронной презентации. Структурирование информации для устного доклада.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	4	3	15
16.	Апробация проекта и публичное выступление.	Занятия проходят в интерактивной форме с решением ситуационных задач и групповых дискуссий.	5	4	15
Всего			68		

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	№ раздела
-------	---------------------------------	---------------------	---------------------	-----------

			подготовки, (час)	дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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 4, час	Семестр 5, час	Семестр 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4	5	6
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	88	22	22	22	22
Курсовое проектирование (КП, КР)	–	–	–	–	–
Расчетно-графические задания (РГЗ)	–	–	–	–	–
Выполнение реферата (Р)	32	8	8	8	8
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	16	4	4	4	4
Домашнее задание (ДЗ)	–	–	–	–	–
Контрольные работы заочников (КРЗ)	–	–	–	–	–
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	16	4	4	4	4
Всего:	152	38	38	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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-Т46	Проектирование биотехнических систем : учебное пособие / О. В. Тихоненкова, Т. В. Сергеев, И. З. Поясов ; С.-Петербург. 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.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм.	5

	приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 55 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 54	
--	--	--

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
http://e.lanbook.com	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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.
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»	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 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.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– 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
	Учебным планом не предусмотрено	

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.	Раскройте иерархическую структуру научного исследования применительно к биотехническим системам. Опишите, как взаимосвязаны эмпирический и теоретический уровни познания на каждом этапе — от постановки цели до интерпретации результатов.	УК-1.3.1
2.	Сравните эмпирические и теоретические методы научного исследования. Приведите по два примера каждого типа методов в контексте проектирования биотехнических систем и объясните, почему ни один из подходов не может быть полностью автономным.	УК-1.3.2
3.	Опишите полную структуру исследовательского проекта (от целеполагания до защиты результатов). Какие ключевые решения принимаются на этапе формирования выборки и выбора методов измерений, и как они влияют на все последующие этапы?	УК-1.У.1
4.	В чем заключается роль исследовательского проекта как связующего звена между фундаментальной физиологией и инженерным решением? Приведите пример, показывающий, как неправильная интерпретация физиологических данных может привести к ошибочному техническому проектированию.	УК-1.В.1
5.	Опишите технологию эффективного поиска в научных базах данных (eLibrary) и патентных источниках. Какие логические операторы, синонимы и классификаторы (МПК) используются для построения сложного запроса, и как выявляются «белые пятна» в исследуемой области?	УК-1.3.1
6.	Изложите методологию критического анализа научной литературы. Каковы критерии разделения источников на фундаментальные физиологические основы и узкоинженерные решения, и почему проверка воспроизводимости результатов является обязательным элементом такого анализа?	УК-1.3.2
7.	Опишите процесс сопоставления собственных экспериментальных данных с теоретическими моделями и литературными источниками. Как выявляется и интерпретируется расхождение (погрешность), и какие действия предпринимаются при обнаружении значимого отклонения?	УК-1.У.1
8.	Перечислите и охарактеризуйте классификацию моделей,	УК-1.В.1

	используемых в биотехнических системах. Опишите все этапы моделирования (от содержательной постановки до валидации) и объясните, почему валидация часто требует возврата к исходным данным.	
9.	В чем заключается специфика применения имитационного моделирования именно для биотехнических систем? Какие риски и ограничения снимает моделирование по сравнению с натурными экспериментами на живых объектах?	УК-1.3.1
10.	Опишите процедуру проведения вычислительного эксперимента. Как варьируются входные параметры, строятся поверхности отклика и определяются границы устойчивости системы? Приведите пример такого эксперимента для гипотетической системы мониторинга физиологического параметра.	УК-1.3.2
11.	Охарактеризуйте полный набор статистических методов, применяемых в биотехнических исследованиях (описательная статистика, корреляция, регрессия). Для каждого метода приведите пример практической задачи, которую он решает.	УК-1.У.1
12.	Опишите процедуру проверки статистических гипотез (на примере t-критерия Стьюдента). Как формулируются нулевая и альтернативная гипотезы, как выбирается уровень значимости, и как интерпретируется полученный p-уровень применительно к влиянию технического устройства на биологический объект?	УК-1.В.1
13.	Опишите процесс формулирования научных выводов. Чем выводы отличаются от простого пересказа результатов, что подразумевается под «границами применимости» рекомендаций, и почему этот раздел считается наиболее ответственным в отчете?	УК-1.3.1
14.	Раскройте этические аспекты работы с биологическими объектами при разработке биотехнических систем. В чем заключается процедура получения информированного согласия для экспериментов на людях, и какие требования предъявляются к минимизации стресса и дискомфорта для животных?	УК-1.3.2
15.	Изложите правила биобезопасности при работе с потенциально инфицированным биологическим материалом. Какие классы защиты, типы боксов и процедуры утилизации отходов регламентируются санитарными нормами?	УК-1.У.1
16.	Что такое биосовместимость материалов в контексте биотехнических систем? Какие критерии оценки (токсичность, отторжение, воспалительная реакция) применяются, и как они влияют на выбор материалов для корпусов и электродов?	УК-1.В.1
17.	Проведите сравнительный обзор микроконтроллеров с точки зрения их применения для сбора и обработки биологических сигналов. Какие характеристики (разрядность АЦП, тактовая частота, наличие DMA, таймеров) являются критическими, и как они влияют на возможность фильтрации сигнала «на борту»?	УК-1.3.1
18.	Охарактеризуйте аппаратные и программные методы подготовки сигнала в биотехнических системах. Какие усилители, фильтры и алгоритмы (вейвлет-преобразование, спектральный анализ) используются для повышения отношения сигнал/шум, и как осуществляется их совместная настройка?	УК-1.3.2
19.	Опишите структуру научного отчета (по принципу IMRAD) и требования к иллюстративному материалу. Какие элементы графиков	УК-1.У.1

	(доверительные интервалы, полосы рассеяния, подписи осей с единицами измерения) являются обязательными, чтобы рисунок был понятен без обращения к тексту?	
20.	Раскройте процесс подготовки к публичной защите результатов: от принципов построения доклада (принцип «мостика») до навыков публичного выступления. Какие приемы управления вниманием аудитории, темпа речи и подготовки к «неудобным» вопросам о точности и стоимости разработки вы считаете наиболее эффективными?	УК-1.В.1

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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.	По темам 1.1, 2.2 и 4.2 (тип 1, 4 варианта ответов, один из них правильный – В). Что является первоочередной задачей при формировании выборки в исследовательском проекте по биотехническим системам? А) Подбор самого мощного микроконтроллера для обработки данных В) Учет вариабельности биологических объектов и фиксация влияющих факторов среды С) Написание введения к научному отчету до начала эксперимента D) Поиск патентов на аналогичные устройства за последние 5 лет	УК-1.3.1
2.	По темам 3.1, 5.1 и 8.1 (тип 1, 4 варианта ответов, один из них правильный – С). На каком этапе моделирования исследователь обязан выполнить валидацию модели путем сопоставления расчетных данных с литературными источниками и собственными экспериментами? А) На этапе содержательной постановки задачи В) На этапе формализации математических зависимостей С) На завершающем этапе верификации и валидации перед формулировкой выводов D) На этапе выбора программного пакета для симуляции	УК-1.3.2
3.	По темам 7.1, 7.2 и 12.2 (тип 1, 4 варианта ответов, один из них правильный – С). Какой статистический инструмент применяется для подтверждения значимости влияния биосенсора на регистрируемый физиологический параметр в условиях случайной вариабельности? А) Описательная статистика для расчета среднего арифметического В) Корреляционный анализ для поиска линейной связи С) Проверка гипотез (например, t-критерий) с заданным уровнем доверительной вероятности D) Построение поверхности отклика в вычислительном эксперименте	УК-1.У.1

4.	По темам 10.1, 10.2 и 11.2. (тип 1, 4 варианта ответов, один из них правильный – С). Что из перечисленного является обязательным этико-биологическим требованием при разработке биотехнической системы, взаимодействующей с живым организмом? А) Использование самого дешевого пластика для корпуса устройства В) Получение информированного согласия (для людей) и минимизация стресса (для животных) С) Применение исключительно зарубежных комплектующих для повышения надежности Д) Обязательное наличие в проекте раздела с технико-экономическим обоснованием	УК-1.В.1
5.	По темам 2.1, 2.2, 4.1 и 6.2 (тип 2, 4 варианта ответов, два из них правильные – А, С). Выберите три правильных утверждения, характеризующих корректный процесс эмпирического исследования в биотехнических системах: А) Эмпирические методы дают первичные данные, которые затем требуют теоретического осмысления для вывода инженерных зависимостей. В) Выбор метода измерения определяется исключительно стоимостью датчика, а не инерционностью биологического объекта. С) Вычислительный эксперимент (прогон модели с вариацией параметров) позволяет определить границы устойчивости системы без риска для живого объекта. Д) Теоретические методы (анализ и синтез) используются только на финальном этапе для оформления отчета и не влияют на планирование эксперимента.	УК-1.3.1
6.	По темам 3.1, 3.2, 8.1 и 13.1 (тип 2, 4 варианта ответов, два из них правильные – В, С). Выберите два правильных утверждения о работе с научной литературой и критическим анализом: А) При поиске в eLibrary достаточно простого запроса по ключевым словам, без учета синонимов и классификаторов. В) Критический анализ требует разделения источников на фундаментальные физиологические основы и узкоинженерные решения. С) Сопоставление собственных экспериментальных данных с литературными является обязательным этапом валидации результатов. Д) В структуре научного отчета (IMRAD) раздел «Обсуждение» не предполагает сравнения с данными других авторов.	УК-1.3.2
7.	По темам 5.2, 11.2, 12.1 и 14.2 (тип 2, 4 варианта ответов, три из них правильные – А, С, D). Выберите три правильных утверждения о применении моделей, микроконтроллеров и биосенсоров в проектах: А) Моделирование биотехнических систем позволяет имитировать взаимодействие «искусственное–живое» без риска для здоровья на этапе тестирования алгоритмов. В) Учет биосовместимости при разработке ограничивается только выбором цвета корпуса устройства. С) Тип биосенсора (ферментный, иммунный, ДНК-сенсор) выбирается в зависимости от специфичности измеряемого маркера. Д) Микроконтроллер может выполнять первичную цифровую	УК-1.У.1

	фильтрацию сигнала (например, скользящее среднее) прямо «на борту», снижая нагрузку на главный компьютер.									
8.	По темам 9.1, 9.2, 10.2, 15.1 и 16.1 (тип 2, 4 варианта ответов, три из них правильные – А, В, D). Выберите три правильных утверждения, относящихся к внедрению, безопасности и аппаратному обеспечению: А) Оценка готовности технологий (TRL) разбивает этапы внедрения от лабораторного макета до мелкосерийного образца. В) Техничко-экономическое обоснование сравнивает затраты на разработку с эффектом от повышения точности диагностики или снижения травматичности. С) Правила биобезопасности требуют работы с потенциально инфицированным материалом только в обычных лабораторных условиях без специальных боксов. Д) К аппаратным методам подготовки сигнала относятся усилители с изолированным входом и фильтры низких частот, которые критически влияют на отношение сигнал/шум.	УК-1.В.1								
9.	По темам 1.1, 2.2, 3.2, 4.1 (тип 3, установление соответствия). Установите соответствие между методологическим понятием и его определением в контексте исследования биотехнических систем: <table><tr><td>А Эмпирические методы</td><td>1. Процедура разделения найденных источников на фундаментальные физиологические основы и инженерные решения с проверкой воспроизводимости результатов.</td></tr><tr><td>Б Теоретические методы</td><td>2. Совокупность приемов сбора первичных данных о биологическом объекте (измерения, наблюдения, эксперимент).</td></tr><tr><td>В Критический анализ литературы</td><td>3. Принцип, согласно которому частота дискретизации должна гарантированно захватывать физиологически значимые пики сигнала, зависящие от инерционности системы.</td></tr><tr><td>Г Выбор метода измерений</td><td>4. Операции анализа и синтеза, превращающие эмпирические факты в математические зависимости, пригодные для инженерного расчета.</td></tr></table> Правильный ответ: А – 2, Б – 4, В – 1, Г – 3	А Эмпирические методы	1. Процедура разделения найденных источников на фундаментальные физиологические основы и инженерные решения с проверкой воспроизводимости результатов.	Б Теоретические методы	2. Совокупность приемов сбора первичных данных о биологическом объекте (измерения, наблюдения, эксперимент).	В Критический анализ литературы	3. Принцип, согласно которому частота дискретизации должна гарантированно захватывать физиологически значимые пики сигнала, зависящие от инерционности системы.	Г Выбор метода измерений	4. Операции анализа и синтеза, превращающие эмпирические факты в математические зависимости, пригодные для инженерного расчета.	УК-1.3.1
А Эмпирические методы	1. Процедура разделения найденных источников на фундаментальные физиологические основы и инженерные решения с проверкой воспроизводимости результатов.									
Б Теоретические методы	2. Совокупность приемов сбора первичных данных о биологическом объекте (измерения, наблюдения, эксперимент).									
В Критический анализ литературы	3. Принцип, согласно которому частота дискретизации должна гарантированно захватывать физиологически значимые пики сигнала, зависящие от инерционности системы.									
Г Выбор метода измерений	4. Операции анализа и синтеза, превращающие эмпирические факты в математические зависимости, пригодные для инженерного расчета.									
10.	По темам 5.1, 6.1, 6.2, 7.1 (тип 3, установление соответствия). Установите соответствие между этапом или инструментом исследования и его содержанием: <table><tr><td>А Верификация модели</td><td>1. Прогон модели с вариацией входных параметров для определения границ устойчивости системы с фиксацией поверхностей отклика.</td></tr><tr><td>Б Вычислительный эксперимент</td><td>2. Использование описательной статистики, корреляции и регрессии для превращения разрозненных измерений в объективные числовые характеристики.</td></tr><tr><td>В Статистические методы обработки</td><td>3. Выбор пакета (MATLAB/Simulink, Python) с учетом необходимости работы с биологическими сигналами в реальном времени.</td></tr><tr><td>Г Обзор программных средств</td><td>4. Проверка правильности реализации математической модели (соответствие алгоритма заложенным уравнениям).</td></tr></table> Правильный ответ: А – 4, Б – 1, В – 2, Г – 3	А Верификация модели	1. Прогон модели с вариацией входных параметров для определения границ устойчивости системы с фиксацией поверхностей отклика.	Б Вычислительный эксперимент	2. Использование описательной статистики, корреляции и регрессии для превращения разрозненных измерений в объективные числовые характеристики.	В Статистические методы обработки	3. Выбор пакета (MATLAB/Simulink, Python) с учетом необходимости работы с биологическими сигналами в реальном времени.	Г Обзор программных средств	4. Проверка правильности реализации математической модели (соответствие алгоритма заложенным уравнениям).	УК-1.3.2
А Верификация модели	1. Прогон модели с вариацией входных параметров для определения границ устойчивости системы с фиксацией поверхностей отклика.									
Б Вычислительный эксперимент	2. Использование описательной статистики, корреляции и регрессии для превращения разрозненных измерений в объективные числовые характеристики.									
В Статистические методы обработки	3. Выбор пакета (MATLAB/Simulink, Python) с учетом необходимости работы с биологическими сигналами в реальном времени.									
Г Обзор программных средств	4. Проверка правильности реализации математической модели (соответствие алгоритма заложенным уравнениям).									

11.	По темам 8.1, 8.2, 9.1, 9.2, 10.2 (тип 3, установление соответствия). Установите соответствие между этапом завершающей стадии проекта и его содержательной характеристикой: <table><tr><td>А Сопоставление с теоретическими моделями</td><td>1. Оценка готовности технологий (TRL), разбивающая путь от лабораторного макета до мелкосерийного образца.</td></tr><tr><td>Б Формулирование выводов</td><td>2. Сравнение затрат на разработку с экономическим эффектом от повышения точности диагностики или снижения травматичности.</td></tr><tr><td>В Принципы внедрения (этапы)</td><td>3. Выявление расхождения эксперимента с теорией с обязательным анализом причин этого расхождения.</td></tr><tr><td>Г Техничко-экономическое обоснование</td><td>4. Четкие ответы на поставленные гипотезы с указанием границ применимости полученных рекомендаций (без пересказа результатов).</td></tr></table> Правильный ответ: А – 3, Б – 4, В – 1, Г – 2.	А Сопоставление с теоретическими моделями	1. Оценка готовности технологий (TRL), разбивающая путь от лабораторного макета до мелкосерийного образца.	Б Формулирование выводов	2. Сравнение затрат на разработку с экономическим эффектом от повышения точности диагностики или снижения травматичности.	В Принципы внедрения (этапы)	3. Выявление расхождения эксперимента с теорией с обязательным анализом причин этого расхождения.	Г Техничко-экономическое обоснование	4. Четкие ответы на поставленные гипотезы с указанием границ применимости полученных рекомендаций (без пересказа результатов).	УК-1.У.1
А Сопоставление с теоретическими моделями	1. Оценка готовности технологий (TRL), разбивающая путь от лабораторного макета до мелкосерийного образца.									
Б Формулирование выводов	2. Сравнение затрат на разработку с экономическим эффектом от повышения точности диагностики или снижения травматичности.									
В Принципы внедрения (этапы)	3. Выявление расхождения эксперимента с теорией с обязательным анализом причин этого расхождения.									
Г Техничко-экономическое обоснование	4. Четкие ответы на поставленные гипотезы с указанием границ применимости полученных рекомендаций (без пересказа результатов).									
12.	По темам 10.1, 11.2, 12.1, 14.1, 16.1 (тип 3, установление соответствия). Установите соответствие между техническим или этическим аспектом и его конкретным содержанием при разработке биотехнических систем: <table><tr><td>А Биосовместимость материалов</td><td>1. Сравнение микроконтроллеров по разрядности, тактовой частоте и периферийным модулям (АЦП, таймеры, DMA) для обработки сигналов без пропусков.</td></tr><tr><td>Б Обзор микроконтроллеров</td><td>2. Совокупность правил работы с потенциально инфицированным материалом, включая использование боксов биологической защиты и утилизацию отходов.</td></tr><tr><td>В Правила биобезопасности</td><td>3. Подбор материалов корпуса и электродов, не вызывающих токсической реакции, отторжения или воспаления при контакте с биотканью.</td></tr><tr><td>Г Классификация биосенсоров</td><td>4. Деление на типы по биологическому элементу (ферменты, антитела, ДНК) и способу трансдукции сигнала (электрохимический, оптический, пьезоэлектрический).</td></tr></table> Правильный ответ: А – 3, Б – 1, В – 2, Г – 4.	А Биосовместимость материалов	1. Сравнение микроконтроллеров по разрядности, тактовой частоте и периферийным модулям (АЦП, таймеры, DMA) для обработки сигналов без пропусков.	Б Обзор микроконтроллеров	2. Совокупность правил работы с потенциально инфицированным материалом, включая использование боксов биологической защиты и утилизацию отходов.	В Правила биобезопасности	3. Подбор материалов корпуса и электродов, не вызывающих токсической реакции, отторжения или воспаления при контакте с биотканью.	Г Классификация биосенсоров	4. Деление на типы по биологическому элементу (ферменты, антитела, ДНК) и способу трансдукции сигнала (электрохимический, оптический, пьезоэлектрический).	УК-1.В.1
А Биосовместимость материалов	1. Сравнение микроконтроллеров по разрядности, тактовой частоте и периферийным модулям (АЦП, таймеры, DMA) для обработки сигналов без пропусков.									
Б Обзор микроконтроллеров	2. Совокупность правил работы с потенциально инфицированным материалом, включая использование боксов биологической защиты и утилизацию отходов.									
В Правила биобезопасности	3. Подбор материалов корпуса и электродов, не вызывающих токсической реакции, отторжения или воспаления при контакте с биотканью.									
Г Классификация биосенсоров	4. Деление на типы по биологическому элементу (ферменты, антитела, ДНК) и способу трансдукции сигнала (электрохимический, оптический, пьезоэлектрический).									
13.	По темам 1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 4.2 (тип 4, установление последовательности) Установите правильную последовательность этапов планирования и начала исследовательского проекта по биотехническим системам: А) Формулирование целей и границ проекта (определение конечного продукта: прототип, алгоритм или методика) Б) Построение сложных логических запросов в научных базах данных (eLibrary) с учетом синонимов и классификаторов В) Формирование выборки с учетом вариабельности биологических объектов и фиксацией влияющих факторов среды Г) Выбор эмпирических методов сбора первичных данных (измерения, наблюдения) на основе инерционности системы Д) Теоретический анализ и синтез доступных фактов для построения предварительной математической гипотезы Правильный порядок: А → Б → Д → Г → В	УК-1.3.1								
14.	По темам 5.1, 6.2, 7.1, 7.2, 8.1 (тип 4, установление последовательности). Установите правильную последовательность обработки данных и проверки модели в исследовательском проекте:	УК-1.3.2								

	А) Проверка статистических гипотез (например, t-критерий) для подтверждения значимости влияния устройства на биологический параметр Б) Вычислительный эксперимент — прогон модели с вариацией параметров для определения границ устойчивости В) Применение статистических методов (описательная статистика, корреляция, регрессия) для превращения измерений в числовые характеристики Г) Сопоставление экспериментальных данных с теоретической моделью для выявления расхождения (погрешности) и анализа причин Д) Верификация модели — проверка правильности реализации алгоритма (соответствие заложенным уравнениям) Правильный порядок: $D \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow A \rightarrow G$	
15.	По темам 9.1, 9.2, 10.1, 10.2, 11.1, 11.2 (тип 4, установление последовательности). Установите правильную последовательность разработки, тестирования и подготовки к внедрению биотехнической системы: А) Проверка биосовместимости материалов корпуса и электродов (отсутствие токсической реакции и отторжения) Б) Техничко-экономическое обоснование — сравнение затрат на разработку с эффектом от повышения точности диагностики В) Получение информированного согласия (для людей) и минимизация стресса (для животных) на этапе экспериментальных испытаний Г) Применение правил биобезопасности (боксы биологической защиты, утилизация отходов) при работе с биологическим материалом Д) Оценка готовности технологий (TRL) с разбивкой этапов от лабораторного макета до мелкосерийного образца Правильный порядок: $A \rightarrow B \rightarrow G \rightarrow V \rightarrow D$	УК-1.У.1
16.	по темам 13.1, 13.2, 15.1, 15.2, а также 3.2, 8.2 2 (тип 4, установление последовательности). Установите правильную последовательность подготовки научного отчета и публичной защиты результатов проекта: А) Критический анализ литературы с разделением источников на фундаментальные основы и инженерные решения для включения в раздел «Обсуждение» Б) Формулирование четких выводов как ответов на гипотезы с указанием границ применимости рекомендаций (без пересказа результатов) В) Оформление иллюстративного материала (графики с доверительными интервалами, подписи осей с единицами измерения) в соответствии с требованиями Г) Подготовка доклада по принципу «мостика»: от общей проблемы к конкретному решению с выделением ключевой инновации Д) Подготовка ответов на вероятные вопросы о точности и стоимости разработки и отработка навыков публичного выступления (темп речи, контакт взглядом) Правильный порядок: $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow G \rightarrow D$	УК-1.В.1
17.	По темам 1.1, 1.2, 2.2, 4.2, 5.2, 11.2, 12.2, 14.2 (тип 5, открытый вопрос). Опишите логическую цепочку преобразования физиологического	УК-1.3.1

	сигнала (например, электрической активности мышц или концентрации метаболита) от момента его возникновения в биологическом объекте до формирования управляющего воздействия исполнительного устройства. В своем ответе последовательно раскройте: – какой эмпирический метод и тип биосенсора вы выберете и почему; – как вы учтете вариабельность биологического объекта и инерционность системы при формировании выборки и выборе частоты дискретизации; – какую роль на промежуточных этапах сыграет микроконтроллер (сбор, фильтрация) и имитационное моделирование; – какие требования к биосовместимости и надежности вы предъявите к конечному устройству.	
18.	По темам 3.1, 3.2, 5.1, 6.1, 6.2, 7.1, 7.2, 8.1, 8.2 (тип 5, открытый вопрос). Представьте, что вы разработали математическую модель биотехнической системы, но первые вычислительные эксперименты показали расхождение с литературными данными на 25 %. Развернуто опишите ваш алгоритм действий по устранению этого расхождения. В ответе обязательно затроньте: – как вы проведете критический анализ литературы для поиска возможных причин (различие в условиях, методологиях, объектах); – как вы проверите корректность верификации модели и программной реализации; – какие дополнительные вычислительные эксперименты (вариация параметров) вы поставите для поиска границ устойчивости; – какие статистические методы вы примените для количественной оценки степени расхождения и проверки гипотез о значимости влияющих факторов; – как вы сформулируете выводы — что именно требует пересмотра: модель, коэффициенты, выборка или методика измерений.	УК-1.3.2
19.	По темам 9.1, 9.2, 10.1, 10.2, 11.1, 11.2, 12.1, 13.1, 13.2 (тип 5, открытый вопрос). Вы разработали лабораторный прототип портативного биотехнического устройства для мониторинга состояния пациента. Вам предстоит подготовить пакет документов для подачи заявки на клинические испытания и последующее внедрение. Развернуто опишите структуру и содержание вашего обоснования, последовательно раскрыв: – какие этические документы и протоколы биобезопасности вы обязаны подготовить перед началом испытаний на людях; – как вы проведете технико-экономическое обоснование, сравнивая ваше устройство с существующими аналогами; – как вы обоснуете выбор типа биосенсора и материалов с точки зрения биосовместимости и надежности; – как вы структурируете научный отчет (по IMRAD) и какие иллюстративные материалы (графики с доверительными интервалами) сочтете обязательными для убедительной	УК-1.У.1

	демонстрации эффективности.	
20.	По теме 4.1, 6.2, 7.2, 12.2, 15.1, 15.2, 16.1, 16.2 (тип 5, открытый вопрос). Представьте, что вы получили противоречивые результаты двух серий экспериментов на одном и том же биотехническом прототипе: в первой серии сигнал устойчивый и воспроизводимый, во второй — сильно зашумленный с выбросами. Ваша задача — подготовиться к научному докладу, где оппоненты обязательно спросят о причинах этой нестабильности. Развернуто опишите: – какие аппаратные причины (датчики, усилители, фильтры, заземление, помехи) вы проверите в первую очередь и как; – какие программные методы обработки сигнала (вейвлет-преобразование, спектральный анализ, цифровые фильтры) вы примените для очистки данных и анализа спектра помех; – как вы проверите статистическую гипотезу о значимости различия между сериями и как интерпретируете результат; – как вы построите структуру своего доклада (принцип «мостика»), чтобы убедительно объяснить расхождение, не подрывая доверия к концепции устройства, и какие вопросы от оппонентов вы будете готовы обработать.	УК-1.В.1

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
	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 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.

Практические занятия должны обеспечивать формирование у студентов системных компетенций, необходимых для самостоятельной научной и инженерной деятельности на стыке биологии, медицины и техники и связанных с осуществлением полного цикла проектно-исследовательской работы в области разработки, создания, модернизации и эксплуатации биотехнических и медицинских аппаратов и систем.

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, 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. 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, таблица, 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 выполнению курсового проекта/ курсовой работы *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

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.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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).

11.7. 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.

Контроль выполняется путем опроса в устной форме. Опрос проводится по вопросам лекционного материала, прочитанного к моменту опроса, и выполненным 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".

11.8. 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».

- 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