

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

«Биотехнические системы медицинского назначения»
(Наименование дисциплины)

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

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

(подпись, дата)

О.В. Тихоненкова
(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 12.03.04(02)

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

(подпись, дата)

О.В. Тихоненкова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

(подпись, дата)

О.Л. Балышева
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Биотехнические системы медицинского назначения» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» направленности «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

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

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

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

ПК-5 «Способен организовывать процессы интеграции биотехнических систем и технологий»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой биотехнических систем для обеспечения лечебно-диагностического процесса.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника:

знаний: методов расчета, проектирования и конструирования биотехнических систем медицинского назначения; этапов схемного конструкторского и технологического проектирования; требований стандартизации технической документации; областей применения компьютерных технологий в решении задач обработки экспериментальных данных;

умений: выполнять в рамках проектной деятельности расчет и проектирование компонентов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники; осуществлять математическое моделирование биологических систем и процессов; осуществлять разработку технической документации;

навыков: применения компьютерных технологий в решении задач обработки экспериментальных данных; проектирования биотехнических систем; разработки медицинских баз данных, экспертных и мониторинговых систем.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3.2 знать актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, принципы обобщения информации
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий	ПК-1.3.1 знать требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемым биотехническим системам и медицинским изделиям с учетом характеристик биологических объектов, известных экспериментальных и теоретических результатов ПК-1.У.1 уметь определять, корректировать и обосновывать техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий ПК-1.В.1 владеть навыками поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работы с базами данных
Профессиональные	ПК-2 Способность к	ПК-2.У.1 уметь разрабатывать,

компетенции	моделированию элементов и процессов биологических и биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	реализовывать и применять в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении задач проектирования биотехнических систем
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схематехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	ПК-3.У.1 уметь разрабатывать проектно-конструкторскую и техническую документацию на всех этапах жизненного цикла медицинских изделий и биотехнических систем, узлов и деталей в соответствии с требованиями технического задания, стандартов качества, надежности, безопасности и технологичности с использованием систем автоматизированного проектирования
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен организовывать процессы интеграции биотехнических систем и технологий	ПК-5.У.1 уметь составлять заявки на необходимое техническое оборудование и запасные части

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Математический анализ»,
- «Математика. Теория вероятностей и математическая статистика»,
- «Биофизические основы живых систем»,
- «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий»
- «Узлы и элементы биотехнических систем».

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

- «Проектирование биотехнических систем»,
- «Организация научных исследований и планирование технического эксперимента»,
- «Автоматизация обработки биомедицинской информации».

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	
		№7	№8
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	3/ 108	2/ 72
Из них часов практической подготовки	35	27	8
Аудиторные занятия, всего час.	81	51	30
в том числе:			
лекции (Л), (час)	37	17	20
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	44	34	10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)			
Самостоятельная работа, всего (час)	116	57	42
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет, Дифф. Зач.	Зачет	Дифф. Зач.

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 7					
Раздел 1. Основы анализа и синтеза биотехнических систем. Тема 1.1. Основные принципы и этапы проектирования БТС. Тема 1.2. Механизмы и принципы управления в биологических системах. Тема 1.3. Медицинские диагностические биотехнические системы Тема 1.4. Медицинские биотехнические системы терапевтического типа	7		8		30

Раздел 2. Аналитические и экспериментальные методы моделирования БТС. Тема 2.1. Экспериментально-статистические методы моделирования БТС. Тема 2.2. Модели фармакокинетики и биокинетический закон накопления и вывода веществ. Тема 2.3. Модель Франка. Пульсовая волна. Тема 2.4. Применение искусственных нейронных сетей в сфере здравоохранения. Тема 2.5. Моделирование пространственно-распределенных объектов.	10		26		27
Итого в семестре:	17		34		57
Семестр 8					
Раздел 3. Методы функциональной идентификации звеньев БТС. Тема 3.1. Применение метода Боде для получения передаточной функции звена БТС. Тема 3.2. Методика идентификации системы на основе анализа переходной функции. Тема 3.3. Моделирование звеньев БТС методом пространства состояний. Тема 3.4. Идентификация модели в пространстве состояний на основе преобразования дифференциального уравнения системы	10		2		18
Раздел 4. Методы синтеза систем управления параметрами биотехнических систем. Тема 4.1. Синтез систем управления одномерными сосредоточенными объектами. Тема 4.2. Синтез систем управления пространственно-распределенными объектами.	4		4		14
Раздел 5. Методы расчета надежности приборов и систем Тема 5.1. Экспериментальное и аналитическое определение количественных характеристик надежности приборов и систем. Тема 5.2. Расчет надежности восстанавливаемых систем и систем с резервированием. Тема 5.3. Расчет необходимого количества запасного имущества и приборов для устройств и систем.	6		4		10
Итого в семестре:	20		10		42
Итого	37	0	44	0	99

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	<p>Основы анализа и синтеза биотехнических систем.</p> <p>Тема 1.1. Основные принципы и этапы проектирования БТС. Определение, общие свойства и принципы синтеза биотехнических систем. Общие вопросы теории моделирования БТС. Основные этапы разработки БТС. <i>(Лекционное занятие в интерактивной форме – управляемая дискуссия)</i></p> <p>Тема 1.2. Механизмы и принципы управления в биологических системах. Рассмотрение организма с позиций системного анализа. Функциональные системы организма. Физиологические механизмы управления в биологических системах.</p> <p>Тема 1.3. Медицинские диагностические биотехнические системы Структурное построение мониторинговых систем. Проблематика диагностики состояния организма. Логические схемы разграничения состояний. Биотехнические системы клинического мониторинга. Особенности регистрации биомедицинских сигналов.</p> <p>Тема 1.4. Медицинские биотехнические системы терапевтического типа Структурное построение биотехнических систем терапевтического типа. Технические звенья формирования лечебного воздействия.</p>
2	<p>Аналитические и экспериментальные методы моделирования БТС.</p> <p>Тема 2.1. Экспериментально-статистические методы моделирования БТС. Применение регрессионного анализа для проектирования систем оценки состояния организма. Применение дискриминантного анализа для проектирования систем диагностики и распознавания.</p> <p>Тема 2.2. Модели фармакокинетики и биокинетический закон накопления и вывода веществ. Однокамерная фармакокинетическая модель. Фармакокинетическая модель с подкамерой. Многокамерные фармакокинетические модели. Модель непрерывного введения препарата. <i>(Лекционное занятие в интерактивной форме – управляемая дискуссия)</i></p> <p>Тема 2.3. Модель Франка. Пульсовая волна. Моделирование систолической и диастолической фаз сердечного цикла. Распространение пульсовой волны.</p> <p>Тема 2.4. Применение искусственных нейронных сетей в сфере здравоохранения. Модель технического нейрона. Основные типы функций активации. Архитектуры искусственных нейронных сетей. Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей.</p> <p>Тема 2.5. Моделирование пространственно-распределенных объектов. Математические модели распределенных объектов различной физической природы. Понятие пространственно-инвариантных объектов.</p>
3	<p>Методы функциональной идентификации звеньев БТС.</p> <p>Тема 3.1. Применение метода Боде для получения передаточной функции звена БТС. Представление амплитудно-частотной характеристики в логарифмическом масштабе. Аппроксимация графиков набором асимптот для АЧХ и ФЧХ элементарных звеньев. Установление частот среза и получение передаточной функции системы.</p>

	<p>Тема 3.2. Методика идентификации системы на основе анализа переходной функции. Анализ формы графической записи переходной функции исследуемого объекта. Определение вида и параметров передаточной функции.</p> <p>Тема 3.3. Моделирование звеньев БТС методом пространства состояний. Преимущества моделей в форме пространства состояний. Выбор переменных состояния. Уравнения «вход-состояние-выход». Описание биотехнической системы инфузионного введения лекарственных препаратов в организм человека в форме пространства состояний. Хемостат Ф. Гродинза.</p> <p>Тема 3.4. Идентификация модели в пространстве состояний на основе преобразования дифференциального уравнения системы Преобразования модели Ф. Гродинза для дыхательной системы. Проверка системы на управляемость и наблюдаемость.</p>
4	<p>Методы синтеза систем управления параметрами биотехнических систем.</p> <p>Тема 4.1. Синтез систем управления одномерными сосредоточенными объектами. Частотный метод синтеза регуляторов для линейных объектов. Моделирование замкнутой системы. Оценка качества переходных процессов.</p> <p>Тема 4.2. Синтез систем управления пространственно-распределенными объектами. Типовые распределенные звенья и блоки. Частотный метод синтеза регуляторов для линейных распределенных объектов.</p>
5	<p>Методы расчета надежности приборов и систем</p> <p>Тема 5.1. Экспериментальное и аналитическое определение количественных характеристик надежности приборов и систем. Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия. Аналитическое определение количественных характеристик надежности. Расчет надежности при последовательном соединении элементов в систему. <i>(Лекционное занятие в интерактивной форме – управляемая дискуссия)</i></p> <p>Тема 5.2. Расчет надежности восстанавливаемых систем и систем с резервированием. Расчет надежности систем с постоянным резервированием и резервированием замещением. Резервирование систем с дробной кратностью. Определение надежности восстанавливаемых резервированных систем.</p> <p>Тема 5.3. Расчет необходимого количества запасного имущества и приборов для устройств и систем. Виды комплектов запасного имущества и приборов. Схемы формирования комплектов ЗИП. Схема функционирования ЗИПа восстанавливаемых изделий. <i>(Лекционное занятие в интерактивной форме – управляемая дискуссия)</i></p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

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

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Проектирование системы оценки состояния организма с применением уравнения линейной регрессии.	8	4	1
2	Алгоритмическое обеспечение систем диагностики и распознавания.	6	2	2
3	Исследование фармакокинетической модели.	4	2	2
4	Искусственные нейронные сети. Алгоритмы обучения однослойных и многослойных перцептронов.	8	4	2
5	Моделирование процесса распространения тепла в трехмерном объекте.	8	4	2
Семестр 8				
6	Аппроксимация передаточной функции одномерного сосредоточенного объекта.	2	1	3
7	Синтез системы управления одномерным сосредоточенным объектом.	4	2	4
8	Расчет надежности восстанавливаемых резервированных систем.	2	1	5
9	Расчет необходимого количества запасного имущества и приборов для устройств и систем.	2	1	5
Всего		44		

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 7, час	Семестр 8, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		47	26
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		5	8
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		5	8
Всего:	99	57	42

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)
К 66	Биотехнические системы медицинского назначения : учебник / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. - Старый Оскол : ТНТ, 2019. - 688 с.	3
К 66	Корневский, Н. А. Биотехнические системы медицинского назначения : учебник / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 688 с.	13
Т 46	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
П 57	Попечителей Е. П., Корневский Н. А. Электрофизиологическая и фотометрическая медицинская техника. Теория и проектирование: учебное пособие/Под ред. Е. П. Попечителя. - М.: Высш. шк., 2002. - 470 с.	15
Т 33	Ахутин В. М., Лурье О. Б., Немирко А. П., Попечителей Е. П. Теория и проектирование диагностической	2

	электронно-медицинской аппаратуры: учебное пособие Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. - 148 с.	
С 78	Статистическое моделирование информационных систем : учебное пособие. Ч. 1 / С. Н. Воробьев [и др.] ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 151 с.	5
К 17	Калакутский, Л.И. Аппаратура и методы клинического мониторинга: учебное пособие/ Л. И. Калакутский, Э. С. Манелис. - М.: Высш. шк., 2004. - 156 с.	15
Т33	Теория автоматического управления : учебник / С. Е. Душин, Н. С. Зотов, Д. Х. Имаев и др. ; Ред. В. Б. Яковлев. - 2-е изд., перераб. - М. : Высш. шк., 2005. - 567 с.	5
И 49	Илясов Л. В. Биомедицинская измерительная техника: учебное пособие - М.: Высшая школа, 2007. - 342 с.	20
Г16	Теория нейронных сетей : учебное пособие / А. И.Галушкин ; Федер. целевая прогр. "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки на 1997 - 2000 годы". - , науч. изд. - М. : ИПРЖР, 2000. - 415 с.	2
В 68	Надежность технических систем : учебное пособие / М. А. Волохов, В. Д. Косулин ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2014. - 168 с.	50

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
https://e.lanbook.com/books	Электронно-библиотечная система «Лань»
https://znanium.com/	Научно-образовательный портал Znanium

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	Аудитория, оборудованная персональными компьютерами	

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;
Зачет	Список вопросов;

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"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

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.	Проблемы анализа и синтеза биотехнических систем.	УК-1.3.2
2.	Определение, общие свойства и принципы синтеза биотехнических систем.	УК-1.3.2
3.	Медико-биологическая информация. Медленно изменяющиеся процессы и быстроизменяющиеся процессы.	УК-1.3.2
4.	Измерительно-информационные биотехнические системы медицинского назначения.	УК-1.3.2
5.	Биологическое звено БТС. Рассмотрение организма с позиций системного анализа.	УК-1.3.2
6.	Принципы организации управления, действующие в биологических системах.	УК-1.3.2
7.	Особенности биологических систем как объектов медико-биологических исследований.	УК-1.3.2
8.	Применение искусственных нейронных сетей в сфере здравоохранения.	УК-1.3.2

9.	Модель технического нейрона. Основные типы функций активации.	УК-1.3.2
10.	Архитектуры искусственных нейронных сетей.	УК-1.3.2
11.	Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей.	УК-1.3.2
12.	Структура и функции биотехнических систем медицинского назначения.	ПК-1.3.1
13.	Биологическое звено БТС. Физиологические механизмы управления.	ПК-1.3.1
14.	Функциональные системы организма. Система внешнего дыхания.	ПК-1.3.1
15.	Функциональные системы организма. Система терморегуляции.	ПК-1.3.1
16.	Функциональные системы организма. Система регуляции сахара в крови.	ПК-1.3.1
17.	Гомеостаз и регуляция параметров биологических систем.	ПК-1.3.1
18.	Однокамерная фармакокинетическая модель.	ПК-1.3.1
19.	Фармакокинетическая модель с подкамерой.	ПК-1.3.1
20.	Многокамерные фармакокинетические модели.	ПК-1.3.1
21.	Модель непрерывного введения препарата.	ПК-1.3.1
22.	Модель Франка. Моделирование систолической фазы сердечного цикла.	ПК-1.3.1
23.	Модель Франка. Моделирование диастолической фазы сердечного цикла.	ПК-1.3.1
24.	Методы функциональной идентификации биологического звена БТС.	ПК-1.3.1
25.	Применение метода Боде для получения передаточной функции биологического звена БТС.	ПК-1.3.1
26.	Определить коэффициенты передаточной функции системы на основе анализа переходной функции.	ПК-1.У.1
27.	Осуществить моделирование звеньев БТС методом пространства состояний	ПК-1.У.1
28.	Определить частотные характеристики блоков БТС	ПК-1.У.1
29.	Осуществить синтез системы управления параметром БТС	ПК-1.У.1
30.	Исследовать зависимости сопряженных наблюдений	ПК-1.В.1
31.	Исследовать возможность разработки диагностической системы на основе заданных параметров	ПК-1.В.1
32.	Осуществить корреляционный анализ экспериментальных данных	ПК-1.В.1
33.	Осуществить регрессионный анализ экспериментальных данных	ПК-1.В.1
34.	Осуществить дискриминантный анализ экспериментальных данных	ПК-1.В.1
35.	Осуществить кластерный анализ экспериментальных данных	ПК-1.В.1
36.	Определить период полувывода препарата	ПК-1.В.1
37.	Определить константу элиминации препарата	ПК-1.В.1
38.	Вычислить наибольшую возможную концентрацию препарата в крови при известной скорости введения	ПК-1.В.1
39.	Определить величину нагрузочной дозы, которую необходимо ввести пациенту, чтобы заданная концентрация была достигнута мгновенно.	ПК-1.В.1
40.	Осуществить моделирование процесса элиминации в условиях нестационарного поступления вещества в организм.	ПК-1.В.1
41.	Рассчитать и интерпретировать коэффициент корреляции Бравайса-Пирсона	ПК-2.У.1
42.	Рассчитать и интерпретировать показатель множественной корреляции	ПК-2.У.1

43.	Рассчитать и интерпретировать показатель частной (парциальной) корреляции	ПК-2.У.1
44.	Рассчитать коэффициенты линейной регрессии. Интерпретировать полученное уравнение регрессии	ПК-2.У.1
45.	Оценить значимость уравнения регрессии и значимость коэффициентов регрессии.	ПК-2.У.1
46.	Рассчитать коэффициенты простых классифицирующих функций	ПК-2.У.1
47.	Определить качество распознавания принадлежности объектов к тому или иному классу	ПК-2.У.1
48.	Осуществить обучение искусственной нейронной сети по Δ -правилу	ПК-2.У.1
49.	Осуществить обучение искусственной нейронной сети методом обратного распространения ошибки	ПК-2.У.1
50.	Определить количественные характеристики надежности по статистическим данным об отказах изделия	ПК-3.У.1
51.	Аналитически определить количественные характеристики надёжности оборудования	ПК-3.У.1
52.	Определить надежность оборудования при последовательном соединении элементов в систему	ПК-3.У.1
53.	Рассчитать надежность системы с постоянным резервированием	ПК-3.У.1
54.	Рассчитать количественные характеристики надежности восстанавливаемой резервированной системы	ПК-3.У.1
55.	Определить надежность системы при резервировании с дробной кратностью	ПК-3.У.1
56.	Определить количественные показатели эффективности профилактических работ	ПК-3.У.1
57.	Определить целесообразное время проведения профилактических работ	ПК-3.У.1
58.	Определить вероятность безотказной работы системы с запасным имуществом и приборами	ПК-5.У.1
59.	Рассчитать необходимое количество запасного имущества и приборов для устройства или системы	ПК-5.У.1
60.	Определить целесообразное время пополнения комплекта запасного имущества и приборов	ПК-5.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
	Не предусмотрено	

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:

- введение – роль и место рассматриваемой темы в структуре знаний будущего специалиста;
- обзор – приведение общего плана лекции, существующих точек зрения на рассматриваемый вопрос;
- основная часть – приведение научного содержания темы по всем основным вопросам;
- обсуждение – выявление качества и степени усвоения материала, разъяснение отдельных вопросов;
- заключение – обобщение основных идей лекции, рекомендации о порядке дальнейшего изучения темы по рекомендованной литературе;

– список рекомендованной литературы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических
занятий

Учебным планом не предусмотрено

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных
работ

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

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

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

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные занятия проводятся после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения. Допускается выполнение лабораторных занятий до прочтения лекций с целью облегчения изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые теоретические сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

Основанием для проведения лабораторных занятий по дисциплине являются:

- программа учебной дисциплины;
- расписание учебных занятий.

Во время лабораторных занятий должны соблюдаться порядок и дисциплина в соответствии с правилами пользования данной лабораторией.

Преподаватель имеет право определять содержание лабораторных работ, выбирать методы и средства проведения лабораторных исследований, наиболее полно отвечающие их особенностям и обеспечивающие высокое качество учебного процесса.

Преподаватель формирует рубежные и итоговые результаты (рейтинги) студента по результатам выполнения лабораторных работ.

Права, ответственность и обязанности студента.

1. На лабораторном занятии студент имеет право задавать преподавателю и (или) лаборанту вопросы по содержанию и методике выполнения работы и требовать ответа по существу обращения. Ответ преподавателя должен обеспечивать выполнение студентом работы в течение занятия в полном объеме и с надлежащим качеством, оговоренным в методических указаниях по проведению лабораторных работ.

2. Студент имеет право на выполнение лабораторной работы по оригинальной методике с согласия преподавателя и под его надзором - при безусловном соблюдении требований безопасности.

3. Студент имеет право выполнить лабораторную работу, пропущенную по уважительной причине, в часы, согласованные с преподавателем.

4. Студент обязан прибыть на лабораторное занятие во время, установленное расписанием, и с необходимой предварительной подготовкой.

5. К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, подтвердившие готовность в объеме требований, содержащихся в методических указаниях к лабораторной работе и (или) в устных предварительных указаниях преподавателя.

6. В ходе лабораторных занятий студенты ведут необходимые записи, составляют письменный отчет (протокол исследований).

7. Студент несет ответственность:

- за пропуск лабораторного занятия по неуважительной причине;
- неподготовленность к лабораторной работе;
- несвоевременную сдачу отчетов о лабораторной работе и их защиту;
- порчу имущества и нанесение материального ущерба лаборатории.

8. В процессе защиты студент должен:

- продемонстрировать знание методики выполнения работы и оборудования, используемого в работе;
- уметь интерпретировать полученные в процессе выполнения работы результаты.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе составляется каждым студентом индивидуально, либо возможен по согласованию с преподавателем общий отчет - подгруппой из 2-3 студентов.

При оформлении отчета по лабораторной работе в отчете должен быть оформлен титульный лист, принятого в ГУАП образца, должны быть представлены в указанной последовательности следующие разделы:

- 1 Цель работы;
- 2 Порядок или методика выполнения работы;
- 3 Результаты выполненных разработок;
- 4 Анализ результатов и выводы по работе.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Графический материал представляется в виде таблиц, графиков, схем и может выполняться, как и текстовый материал отчета:

- традиционным способом – шариковой ручкой, карандашом;
- автоматизированным способом - с применением графических и печатающих устройств вывода ЭВМ.

Условные обозначения должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов.

Отчет должен быть представлен к защите во время следующего лабораторного занятия или в индивидуальные сроки, оговоренные с преподавателем. За время лабораторного занятия преподаватель оценивает работу студента путем проверки отчета и его защиты (собеседования).

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

Учебным планом не предусмотрено

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- 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.

Текущий контроль успеваемость осуществляется в форме защиты отчетов о выполнении лабораторных работ. В ходе защиты обучающийся отвечает на вопросы по существу лабораторной работы, обнаруживая, таким образом, степень освоения соответствующей темы и сформированность соответствующих компетенций.

В случае невыполнения и/или неуспешной сдачи лабораторных работ, обучающийся, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета, не может получить аттестационную оценку выше "хорошо".

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».

При проведении зачета обучающемуся выдается теоретический вопрос и практическое задание и предоставляется время для подготовки (не менее 30 минут и не более 60 минут). Обучающийся составляет план ответа на теоретический вопрос и приводит ход и результаты выполнения практического задания в письменной форме (данные материалы после ответа сдаются преподавателю), после чего устно излагает ответ

на вопрос и процесс выполнения задания, отвечает на уточняющие вопросы преподавателя по освещаемым темам. Зачет может быть выставлен по результатам работы в течение семестра при посещении не менее 60% учебных занятий по данной дисциплине и успешном прохождении текущего контроля успеваемости.

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся выдается теоретический вопрос и практическое задание и предоставляется время для подготовки (не менее 45 минут и не более 75 минут). Обучающийся составляет план ответа на теоретический вопрос и приводит ход и результаты выполнения практического задания в письменной форме (данные материалы после ответа сдаются преподавателю), после чего устно излагает ответ на вопрос и процесс выполнения задания, отвечает на уточняющие вопросы преподавателя по освещаемым темам. При посещении не менее 60% учебных занятий по данной дисциплине и успешном прохождении текущего контроля успеваемости оценка может быть выставлена по результатам работы в течение семестра.

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