

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

«Моделирование систем»  
 (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)

А.З. Яфаров \_\_\_\_\_  
 (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 «Моделирование систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» направленности «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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-4 «Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов, протекающих в биотехнических системах»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением базовых понятий, предмета, методов и принципов моделирования, видов моделирования и основных подходов к построению математических и компьютерных моделей биотехнических систем (БТС).

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является подготовка студентов в области комплексного анализа, исследования и проектирования сложных биотехнических систем (БТС) и процессов в них на основе системного подхода с применением методов математического и компьютерного моделирования.

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
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 медицинских 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
Профессиональные компетенции	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-2.3.1 знать принципы разработки алгоритмов и реализацию математических и компьютерных моделей элементов и процессов биологических и биотехнических систем ПК-2.У.1 уметь разрабатывать, 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	ПК-3.3.1 знать принципы разработок функциональных и структурных схем медицинских изделий и биотехнических систем, определения физических принципов действия устройств в соответствии с

	<p>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</p>	<p>техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования  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</p>
<p>Профессиональные компетенции</p>	<p>ПК-4 Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов, протекающих в биотехнических системах</p>	<p>ПК-4.3.1 знать подходы к построению математических моделей биотехнических систем  ПК-4.У.1 уметь строить математические модели биотехнических систем  ПК-4.В.1 Владеть навыками построения математических моделей биотехнических систем</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика;
- Информатика;
- Инженерная и компьютерная графика;
- Информационные технологии;
- Системный анализ;
- Биофизические основы живых систем;
- Основы компьютерного проектирования медицинских электронных систем;
- Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий.

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

- Проектирование биотехнических систем;
- Автоматизация обработки биомедицинской информации;
- Организация научных исследований и планирование технического эксперимента;
- Управление качеством медицинской помощи;
- Биотехнические системы медицинского назначения.

## 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
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	51	51
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	85	85
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	59	59
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	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. Основные понятия теории моделирования	6		4	2	9
Раздел 2. Специфика моделирования живых систем	6		4	2	9
Раздел 3. Общая методология построения математических моделей	6		4	3	9
Раздел 4. Колебания в биологических системах	4		6	2	9
Раздел 5. Моделирование динамических систем. Модели биологических сообществ.	4		4	2	9
Раздел 6. Имитационные модели	4		4	2	6
Раздел 7. Объектно-ориентированное моделирование	2		4	2	4
Раздел 8. Пакеты визуального моделирования	2		4	2	4
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	34		34	17	59
Итого	34	-	34	17	59

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>Раздел 1. Основные понятия в теории моделирования</p> <p>Понятие модели. Объекты, цели и задачи моделирования. Классификация методов моделирования. Связь моделирования с различными науками. Компьютерные и математические модели.</p> <p>Регрессионные, имитационные, качественные модели. Принципы имитационного моделирования и примеры моделей. Понятие адекватности модели.</p> <p>Обобщенный алгоритм построения модели. Цель моделирования. Постановка задачи. Построение концептуальной модели. Формализация содержательной части модели. Алгоритмизация процессов функционирования моделируемой системы. Оптимизация структуры. Расчет параметров модели. Принятие решений по результатам модели.</p>
2	<p>Раздел 2. Специфика моделирования живых систем</p> <p>История первых моделей в биологии. Современная классификация моделей биологических процессов.</p> <p>Специфика моделирования живых систем. Биологический объект моделирования и его свойства. Понятие биологической модели.</p> <p>Условия подобия двух объектов. Константы подобия. Сходственные параметры математических моделей. Построение функциональных зависимостей, связывающих масштабы сходственных параметров с размерами тела животных и человека. Процедура переноса. Пример экстраполяции результатов комбинированного воздействия факторов среды с экспериментальных животных на человека.</p>
3	<p>Раздел 3. Общая методология построения математических моделей</p> <p>Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению. Понятие решения одного автономного дифференциального уравнения. Стационарное состояние (состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Методы оценки устойчивости. Решение линейного дифференциального уравнения.</p> <p>Непрерывные модели: экспоненциальный рост, логистический рост, модели с наименьшей критической численностью. Модели с неперекрывающимися поколениями. Дискретное логистическое уравнение.</p> <p>Диаграмма и лестница Ламерея. Типы решений при разных значениях параметра: монотонные и затухающие решения,</p>

	<p>циклы, квазистохастическое поведение, вспышки численности. Матричные модели популяций. Влияние запаздывания. Вероятностные модели.</p> <p>Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений. Фазовая плоскость. Фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Типы особых точек: УЗЕЛ, СЕДЛО, ФОКУС, ЦЕНТР.</p> <p>Метод Ляпунова линеаризации систем в окрестности стационарного состояния. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем. Уравнения Лотки. Уравнения Вольтерра. Метод функции Ляпунова.</p>
4	<p>Раздел 4. Колебания в биологических системах</p> <p>Понятие автоколебаний. Изображение автоколебательной системы на фазовой плоскости. Предельные циклы. Условия существования предельных циклов. Рождение предельного цикла. Бифуркация Андронова-Хопфа. Мягкое и жесткое возбуждение колебаний. Модель брюсселятор. Примеры автоколебательных моделей процессов в живых системах. Колебания в темновых процессах фотосинтеза.</p> <p>Автоколебания в модели гликолиза. Внутриклеточные колебания концентрации кальция. Клеточные циклы.</p>
5	<p>Раздел 5. Моделирование динамических систем. Модели биологических сообществ</p> <p>Основные понятия теории динамических систем. Предельные множества. Аттракторы. Странные аттракторы. Динамический хаос. Линейный анализ устойчивости траекторий. Диссипативные системы. Устойчивость хаотических решений. Размерность странных аттракторов. Стационарные состояния и динамические режимы в сообществе из трех видов. Трофические системы с фиксированным количеством вещества. Модель четырехвидовой системы.</p>
6	<p>Раздел 6. Имитационные модели</p> <p>Структура, требования, процесс имитации. Специфика имитационного моделирования биологических процессов и систем. Этапы имитационного моделирования.</p> <p>Содержательное описание объекта моделирования и его концептуальная модель. Способы формального представления имитационной модели: активностями, аппаратом событий, транзактами, агрегатами и процессами.</p> <p>Оценка адекватности имитационной модели. Проведение машинных экспериментов с моделью и анализ результатов моделирования. Специализированные языки имитационного моделирования. Примеры построения и исследования имитационных моделей в медико-биологических исследованиях. Моделирование с помощью Matlab Simulink: моделирование речевого аппарата; моделирование органа слуха; моделирования состояния рефлекторной дуги; имитационное моделирование проводимости нервных</p>

	волокон; модели сердца; моделирование сердечной деятельности на основе теории детерминированного хаоса; моделирование зрительной системы; модель дыхания; модель теплообмена.
7	Раздел 7. Объектно-ориентированное моделирование Основные понятия. Библиотеки классов. Численное решение. Использование технологии объектно-ориентированного моделирования.
8	Раздел 8. Пакеты визуального моделирования Существующие подходы к визуальному моделированию сложных динамических систем. Пакеты "блочного моделирования": подсистема SIMULINK пакета MATLAB; EASY5 (Boeing); подсистема SystemBuild пакета MATRIXX (Integrated Systems, Inc. ); VisSim (Visual Solution). Пакеты "физического моделирования": "20-SIM" (Controllab Products B.V); Dymola (Dymasim); Omola, OmSim (Lund University). Стандарт при обмене описаниями моделей между различными пакетами. Язык Modelica (The Modelica Design Group). Пакеты, ориентированные на схему гибридного автомата: Shift (California PATH), отечественный пакет Model Vision Studium.

#### 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	Моделирование и анализ тестовых сигналов. Теорема отсчетов и эффект наложения	4	1	1,8
2	Моделирование, обработка и анализ	4	1	1,2,3,8

	сигналов биологического происхождения. Цифровая фильтрация электрокардиограммы (ЭКГ)			
3	Моделирование, обработка и анализ сигналов биологического происхождения. Корреляционный анализ электроэнцефалограммы (ЭЭГ)	4	1	1,2,3,8
4	Моделирование, обработка и анализ сигналов биологического происхождения. Спектральный анализ ЭКГ	4	1	1,2,3,8
5	Моделирование, обработка и анализ сигналов биологического происхождения. Применение и анализ адаптивного фильтра сетевой наводки к сигналу ЭКГ	4	1	1,2,3,8
6	Моделирование, обработка и анализ сигналов биологического происхождения. Анализ пульсоксиметрического сигнала	4	1	1,2,3,8
	Защита лабораторных работ	10		
	Всего	34		

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

Цель курсовой работы:

Часов практической подготовки:

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

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	23	23
Курсовое проектирование (КП, КР)	30	30
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
Всего:	59	59

#### 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)
519.87(075)-П 12	Павловский Ю.Н. Имитационное моделирование: учебное пособие. / Ю.Н. Павловский, Н.В. Белотелов, Ю.И. Бродский. – М.: Академия, 2008.	18
004.94(075)-С 86	Строгалев В.П. Имитационное моделирование: учебное пособие. / В.П. Строгалев, И.О. Толкачева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.	6
004.94-С 40	Сирота А.А. Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем: Учебное пособие. / А.А. Сирота. – М.: Техносфера, 2006	10
004.94(075)-С 53	Советов Б. Я. Моделирование систем: учебник для студ. вузов, обуч. по специальности "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы" / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 5-е изд., стереотип. - М.: Высш. шк., 2007.	40
004.41-С 17	Самарский А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2005.	20
621.391.2-П 31	Пешель М. Моделирование сигналов и систем. / М. Пешель. – М.: Мир, 1981.	30
004.415.2(075)-Т 19	Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник. / В.П. Тарасик. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: ДизайнПРО, 2004.	20
519.85681.518.54681.32-Т 46	Тихонов А.Н. Математические задачи компьютерной томографии. / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин, А.А. Тимонов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987	2
004.94	Методы и алгоритмы компьютерного моделирования случайных процессов [Электронный	

	ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ. / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. В.С. Павлов. – Документ включает в себя 1 файл. – СПб.: ГОУ ВПО «СПбГУАП», 2010	
681.3.06-М 74	Моделирование процессов и систем [Электронный ресурс]: программа, методические указания и контрольное задание. / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост.: А.С. Кармайкин. – Документ включает в себя 1 файл, размер: (156 Кб). – СПб.: ГОУ ВПО «СПбГУАП»	
681.324-К 21	Кармайкин А.С. Моделирование процессов и систем. Использование программного обеспечения [Электронный ресурс]: текст лекций. / А.С. Кармайкин; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – Документ включает в себя 1 файл, размер: (296 Кб). – СПб.: РИО ГУАП, 2005	

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

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

URL адрес	Наименование
<a href="http://e.lanbook.com/books">http://e.lanbook.com/books</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 749-7 от 22.11.2016
<a href="http://znanium.com/bookread">http://znanium.com/bookread</a>	Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 075-7 от 20.02.2016
<a href="https://docs.exponenta.ru/matlab/index.html">https://docs.exponenta.ru/matlab/index.html</a>	Документация MATLAB на русском языке
<a href="https://exponenta.ru/news/cifrovaya-obrabotka-signalov">https://exponenta.ru/news/cifrovaya-obrabotka-signalov</a>	Лекция "Цифровая обработка сигналов" (30 записей)
<a href="https://exponenta.ru/news/osnovy-linejnoj-algebry">https://exponenta.ru/news/osnovy-linejnoj-algebry</a>	Лекция "Основы линейной алгебры" (7 записей)

#### 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
1	Пакет программ Microsoft Office (включая пакет Microsoft Office Visio)
2	Пакет программ для моделирования и решения задач технических вычислений MathWorks MATLAB
3	Пакет программ для моделирования, символьных вычислений и визуализации полученных решений PTC Mathcad
4	Программа для проектирования и документирования баз данных Erwin Data Modeler
5	Программа для моделирования информационных систем BPwin

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
1	Сайт Библиотеки ГУАП ( <a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a> )
2	Базы данных Федерального Института Промышленной Собственности для проведения патентного поиска ( <a href="https://www.fips.ru/iiss/">https://www.fips.ru/iiss/</a> )
3	Библиотека ГОСТов и нормативных документов ( <a href="http://libgost.ru">http://libgost.ru</a> )

## 9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс для проведения лабораторных работ	14-33

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности

компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

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

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	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	Понятие модели. Объекты, цели и задачи моделирования. Классификация методов моделирования.	ПК-1.3.1

2	Связь моделирования с различными науками. Компьютерные и математические модели. Регрессионные, имитационные, качественные модели.	ПК-1.3.1
3	Принципы системного подхода в моделировании. Система как объект исследования. Классификация систем. Способы и методология описания систем.	ПК-1.3.1
4	Принципы имитационного моделирования и примеры моделей. Понятие адекватности модели. Обобщенный алгоритм построения модели. Цель моделирования. Постановка задачи. Описание в документации.	ПК-3.У.1
5	Построение концептуальной модели. Формализация содержательной части модели. Основные этапы моделирования. Пример и обоснование	ПК-2.3.1
6	Алгоритмизация процессов функционирования моделируемой системы. Оптимизация структуры. Расчет параметров модели. Принятие решений по результатам модели. Решение задач и обоснование решений	ПК-2.У.1
7	Общая методология построения математических моделей. Подобие, общие аналогии. Примеры	ПК-4.3.1
8	Теория эксперимента. Классификация подобий. Теорема Ньютона-Бертрана. Пример использования	ПК-1.3.1
9	r-теорема. Коэффициент подобия. Необходимые и достаточные условия подобия объектов. Пример использования	ПК-1.3.1
10	Квазиподобие, эквивалентное подобие, алгоритмическое подобие, кибернетическое подобие. Примеры. Методы определения коэффициентов подобия.	ПК-2.3.1
11	Принцип максимального правдоподобия математических моделей. Уравнение правдоподобия. Задача на формирование уравнения правдоподобия	ПК-4.3.1
12	Сущность планирования эксперимента. Математический аспект. Задача на планирование эксперимента, обоснование этапов	ПК-4.В.1
13	Формальная классификация моделей. Стохастические модели. Параметрические и непараметрические модели. Решение задач по классификации моделей	ПК-2.У.1
14	Детерминированные модели. Непрерывные и дискретные модели. Решение задач на определение типа моделей, построение схем моделей	ПК-3.3.1
15	Модели процессов управления. Замкнутые и незамкнутые контуры. Решение задач на построение модели	ПК-3.У.1
16	Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению. Понятие решения одного автономного дифференциального уравнения. Решение задач	ПК-2.У.1
17	Линейные и нелинейные модели. Свойства и примеры построения	ПК-3.У.1
18	Содержательные и формальные модели. Свойства и примеры построения.	ПК-3.У.1
19	Регрессионные модели. Имитационные модели. Примеры построения, решение задач по формированию моделей	ПК-2.3.1
20	Качественные модели. Важнейшие качественные свойства исследуемой системы – решение задач по заданному	ПК-1.У.1

	образу	
21	Стационарное состояние (состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Методы оценки устойчивости. Решение линейного дифференциального уравнения. Решение задач	ПК-3.3.1
22	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений. Фазовая плоскость. Фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины.	ПК-4.3.1
23	Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Типы особых точек: УЗЕЛ, СЕДЛО, ФОКУС, ЦЕНТР.	ПК-1.3.1
24	Общие понятия теории множеств. Свойства множеств. Формальный язык описания выражений. Формальное описание исследуемой системы	ПК-2.У.1
25	Кортежи. Представление множеств обобщёнными кодами. Обобщённый код. Элементарный код. Формирование описаний тестовых моделей	ПК-3.У.1
26	Декартово произведение множеств. Решение задач и объяснение результатов	ПК-4.В.1
27	Теория отношений. Основные понятия и определения. Основные свойства отношений. Примеры	ПК-1.3.1
28	Понятие об исчислении высказываний. Алфавит. Определение формул. Задачи на составление алфавита и формул	ПК-2.У.1
29	Определение правил вывода. Система основных тавтологий (законов) исчисления высказываний. Решение задач на основе правил вывода	ПК-2.У.1
30	Метод дедуктивного логического вывода. Решение задач, с построением блок-схем решения	ПК-1.У.1
31	Методика индуктивного логического вывода. Решение задач, с построением блок-схем решения	ПК-1.У.1
32	Представление высказываний и отношений обобщенными кодами. Решение задач по представлению обобщенными кодами в технической документации	ПК-3.У.1
33	Логические функции. Определения и формы представления логических функций. Примеры	ПК-1.3.1
34	Алгоритмы и алгоритмические процессы. Основные понятия и определения. Математические модели алгоритмических процессов. Примеры	ПК-3.3.1
35	Показатели качества алгоритмов и алгоритмических процессов. Задачи на построение схем	ПК-3.У.1
36	Основные понятия теории динамических систем. Предельные множества. Аттракторы. Странные аттракторы.	ПК-1.3.1
37	Динамический хаос. Линейный анализ устойчивости траекторий. Диссипативные системы. Устойчивость хаотических решений. Размерность странных аттракторов.	ПК-1.3.1
38	Объектно-классификационное моделирование сложных систем. Использование технологии объектно-ориентированного моделирования. Пространство идентификаторов объектов.	ПК-3.3.1
39	Состояние объекта. Пространство состояний объекта.	ПК-3.У.1

	Документальное описание пространства состояний исследуемого объекта	
40	Моделирование отношений между объектами и классами объектов. Решение задач	ПК-1.У.1
41	Теоретико-множественная модель класса объектов. Примеры	ПК-1.3.1
42	Структурное моделирование. Основные понятия и определения. Решение задач по построению схем	ПК-3.3.1
43	Функциональное моделирование. Основные понятия и определения. Решение задач по построению схем	ПК-3.3.1
44	Компьютерное моделирование. Основные понятия и определения. Отражение результатов моделирования в документации	ПК-4.У.1
45	Аналитическое моделирование. Основные понятия и определения. Корректировка моделей	ПК-1.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
1	Модель БТС искусственного кровоснабжения человека во время операции
2	Модель БТС контроля транспорт питательных веществ, поступающих в организм животного
3	Модель автоматической системы регулирования транспорт кислорода в летательных аппаратах
4	Модель автоматического управления сократительной деятельностью сердца инвазивного кардиостимулятора
5	Модель аппарата контроля капиллярного кровоснабжения
6	Модель автоматического регулятора артериального и венозного потоков
7	Моделирование очистительных процессов в организме с использованием искусственной почки
8	Адаптационные модель системы обеспечения микроклимата для длительного автономного пребывания человека в замкнутом пространстве
9	Модель БТС коррекции слухового восприятия
10	Модель БТС коррекции зрительного восприятия
11	Модель БТС коррекции тактильного восприятия
12	Моделирование БТС электростатического подавления болевого синдрома у человека
13	Модель аппарата обеспечивающего восстановление функций условного рефлекса
14	Моделирование функций опорно-двигательного аппарата
15	Моделирование утраченных функций зрительного восприятия
16	Моделирование утраченных функций слухового восприятия
17	Модель человеко-машинного взаимодействия
18	Моделирование аппарата восстановления функций вестибулярного аппарата
19	Моделирование процесса мониторинга заболевания человека

20	Модель метода автоматизированного исследования психической устойчивости личности к внешним воздействиям
21	Модель контроля утомляемости
22	Моделирование приборного управления целенаправленной деятельностью человека
23	Модель системы автоматического обнаружителя эмоционального стресса
24	Модель БТС для изучения психофизиологической реакции человека на внешние раздражители
25	Моделирование процесса реабилитации пациентов в послеоперационный период
26	Генетика. Современное модельное представление информационного программирования биообъектов
27	Модели систем исследования информационного обмена в организме
28	Модели нейросетевого распознавания образов и их применение в медицинских исследованиях
29	Применение нейронных сетей в биологических моделях
30	БТС моделирования личности
31	Модель регуляции функционального состояния методом биологической обратной связи
32	Модель имитации функций печени
33	Функции легких и их модель в БТС искусственного лёгкого
34	Моделирование системы мониторинга выживания животных при воздействии природных факторов

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
1	Контрольная работа по разделу 1: основные понятия в теории моделирования
2	Контрольная работа по разделу 2: специфика моделирования живых систем
3	Контрольная работа по разделу 3: общая методология построения математических моделей
4	Контрольная работа по разделам 4,5,6: моделирование динамических систем, имитационные модели, колебания в биологических системах

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 корректно обрабатывать полученный 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:

- ведение лекционного занятия с представлением основных схем и понятий при демонстрации слайдов презентации;
- выделение основных определений темы занятия под запись обучающихся;
- разбор основных схем, структур лекционного материала, с устным опросом обучающихся по процессу установления связей между рассматриваемыми элементами схем.

11.2. 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.

Лабораторные занятия должны проводиться в специализированной лаборатории, соответствующей санитарно-гигиеническим нормам, требованиям безопасности и технической эстетике. Материальное обеспечение должно соответствовать современному уровню проведения модельных экспериментов в области прикладной информатики и здравоохранения.

Количество оборудованных лабораторных мест должно быть необходимым для достижения поставленных целей обучения и достаточным для обеспечения обучаемым условий комфортности.

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. Отметка за лабораторную работу ставится после её устной защиты. При невыполнении одной или нескольких лабораторных работ из перечня без уважительной причины обучающийся не может рассчитывать на отметку выше «хорошо». Полученный в ходе лабораторной работы программный код и отчёт по лабораторной работе передаются преподавателю в электронной форме до защиты. Непредставление программного кода лабораторной работы и отчёта в электронной форме служит основанием для отказа преподавателем принимать защиту лабораторной работы, а также для аннулирования отметки о выполнении лабораторной работы, если данные материалы не будут представлены студентом впоследствии.

Права, ответственность и обязанности обучающегося:

1. На лабораторном занятии обучающийся 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 обучающимся работы в течение занятия в полном объеме и с надлежащим качеством, оговоренным в методических указаниях по проведению лабораторных работ;

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

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

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

5. К выполнению лабораторной работы допускаются обучающиеся, подтвердившие готовность в объеме требований, содержащихся в методических

указаниях к лабораторной работе и (или) в устных предварительных указаниях преподавателя;

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

7. Обучающийся несет ответственность за:

- пропуск лабораторной работы 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 лабораторной работы обучающийся должен:

- продемонстрировать знание методики выполнения работы и моделей, используемых 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. Титульный лист;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения по теме работы;
4. Методика выполнения работы;
5. Описание полученных результатов с прикреплением результатов в графической форме;
6. Программный код с комментариями к проводимым операциям и преобразованиям;
7. Анализ результатов работы;
8. Выводы по работе.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

*Титульный лист* является первой страницей любой научной работы и для конкретного вида работы заполняется по определенным правилам. Для лабораторной работы титульный лист оформляется следующим образом.

В верхнем поле листа указывают полное наименование учебного заведения и кафедры, на которой выполнялась данная работа.

В среднем поле указывается вид работы, в данном случае лабораторная работа с указанием курса, по которому она выполнена, и ниже ее название. Название лабораторной работы приводится без слова *тема* и в кавычки не заключается.

Далее ближе к правому краю титульного листа указывают фамилию, инициалы, курс и группу учащегося, выполнившего работу, а также фамилию, инициалы, ученую степень и должность преподавателя, принявшего работу.

В нижнем поле листа указывается место выполнения работы и год ее написания (без слова *год*).

*Цель работы* должна отражать тему лабораторной работы, а также конкретные задачи, поставленные студенту на период выполнения работы. По объему цель работы в зависимости от сложности и многозадачности работы составляет от нескольких строк до 0,5 страницы.

*Краткие теоретические сведения по теме работы.* В этом разделе излагается краткое теоретическое описание изучаемого в работе явления или процесса, приводятся также необходимые расчетные формулы. Материал раздела не должен копировать содержание методического пособия или учебника по данной теме, а ограничивается изложением основных понятий и законов, расчетных формул, таблиц, требующихся для дальнейшей обработки полученных экспериментальных результатов. Объем литературного обзора не должен превышать 1/3 части всего отчета.

*Методика выполнения работы.* В этом разделе описывается порядок действий, направленных на достижение результата лабораторной работы. Большое значение имеет точность формулировок и обоснование логической последовательности операций, производимых в конкретной лабораторной работе.

*Описание полученных результатов с прикреплением результатов в графической форме.* В данном разделе описываются полученные результаты с комментариями обучающегося, направленными на интерпретацию полученных результатов. Приводятся результаты в удобной для восприятия графической форме.

*Программный код с комментариями к проводимым операциям и преобразованиям.* Приводится программный код, сопровождаемый комментариями к основным операциям и преобразованиям. Для успешной защиты лабораторной работы обучающийся должен по требованию преподавателя интерпретировать тот или иной фрагмент программного кода по требованию преподавателя.

*Анализ результатов работы.* Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

*Выводы по работе.* В выводах кратко излагаются результаты работы: полученные экспериментально или теоретически значения физических величин, их зависимости от условий эксперимента или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

Отчет по лабораторной работе оформляется на писчей бумаге стандартного формата А4 на одной стороне листа, которые сшиваются в скоросшивателе или переплетаются. Допускается оформление отчета по лабораторной работе только в электронном виде средствами Microsoft Office, рукописные отчёты и/или рукописные дополнения в отчёт преподаватель имеет право не принимать.

Если по специальному лабораторному практикуму требуется оформить в конце семестра общий отчет по всему циклу лабораторных работ, посвященных исследованию одного и того материала разными методами, оформляются также и отдельные отчеты по каждой работе цикла по мере их выполнения. На основе отчетов по каждой работе в конце семестра оформляется итоговый отчет, в котором основное внимание должно быть уделено анализу результатов, полученных в разных лабораторных работах.

### 11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению курсовой работы

Курсовая работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой работа направлена на обучение практике проведения научного исследования с позиции системного анализа и правилам оформления полученных результатов исследования.

Курсовая работа позволяет обучающемуся:

– систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в

соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;

– применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;

– углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;

– сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;

– приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;

– сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;

– сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;

– развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;

– развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;

– сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Курсовая работа (КР) по курсу «Моделирование систем» (МС) – это систематизированное самостоятельное исследование в рамках существующей биотехнической системы (БТС) и/или оценка качества проектирования существующей БТС и/или детальное изучение существующей БТС, представленное так, как если бы обучающийся сам участвовал в её разработке. В особых случаях по договорённости с руководителем КР допускается самостоятельное научное исследование и проектирование в интересах разработки оригинальных и перспективных научных проектов и работ.

#### Структура пояснительной записки курсовой работы

В состав пояснительной записки курсовой работы обязательно входят:

1. Титульный лист установленного образца;
2. Введение;
3. Основная часть;
4. Заключение.

*Введение* содержит следующие обязательные пункты, которые должны быть отражены в тексте Отчёта КР:

- Актуальность, заканчивающаяся Проблемой и Гипотезой преодоления (решения Проблемы);
- Объект и Предмет исследования (детального изучения, проектирования);
- Цель и задачи;
- Применяемые методы и инструменты исследования (детального изучения, проектирования);
- Структура.

*Основная часть* должны состоять как минимум из 3 Глав:

*Глава 1. Обзор достижений в области Объекта и Предмета КР* – должна убедительно показать понимание обучающимся прикладной области знаний, с которой он/она ознакомились в соответствии с выбранным направлением работы.

Рекомендуемые параграфы данной главы следующие:

- Термины, понятия и определения прикладной области знаний. Описывать следует только те элементы, которые упоминаются и/или используются в тексте КР. Дана краткая историческая справка эволюции *Объекта* исследования;
- Классификация БТС в прикладной области знаний. Здесь представляется блок-схема или табличная форма классификации с кратким описанием каждого блока. В конце параграфа должно быть явное (!) указание на объект, содержащий *Предмет* КР;
- Описание аналогов и прототипа Предмета КР. Кратко описываются найденные аналоги (наиболее близкие по свойствам системы, процессы) *Предмета* КР (3-4 не более). Закончить следует указанием прототипа и более подробным описанием его свойств, сходных (соответствующих) *Предмету* КР;
- Концепция Предмета КР. Коротко пунктами изложить собственное мнение (видение) пути решения поставленных задач;
- Выводы. Нумерованным списком представить проделанную работу.

*Глава 2. – Моделирование Предмета КР* – здесь необходимо продемонстрировать полученные знания в области моделирования биологических, медицинских и экологических систем, понимание сущности процессов и умение системно описать *Предмет* КР.

Рекомендуемые параграфы данной главы следующие:

- Статическое описание Предмета КР или Структура Предмета КР как БТС. Дается описание состава и свойств *Предмет* КР. Проводится анализ системы. Здесь должна быть представлена структурная схема *Предмета* КР. Отдельно рассмотрен (отражён) биологический и технический (измерительный) компоненты системы (процесса). Описаны основные связи БТС;
- Динамическое описание потоков (массы, энергии, информации) Предмета КР. Описаны режимы (возможные сценарии) его работы. Дано описание параметров биологической, медицинской или экологической системы - *Предмета* КР. Названы известные и предполагаемые факторы. Представлено вербальное описание основных рассматриваемых функций системы в рамках *Предмета* КР. Перечислены известные ограничения значений рассмотренных параметров;
- Математическая модель Предмета КР. На основании предшествующих параграфов представлено обоснование выбора математического инструмента описанию *Предмета* КР с указанием вида математического моделирования по шкале классификации (!). Выполнен переход к формализованному, символическому описанию *Предмета* КР. Показана параметрическая связь со свойствами оригинала системы. Показаны ограничения полученной математической модели и их связь с ограничением параметров оригинала;
- Алгоритмическая модель Предмета КР. Дано описание процессов (сценариев функционирования) в виде схем-алгоритмов (или графов состояний) *Предмета* КР;
- Программная модель Предмета КР. Выполнено объектно-ориентированное описание динамических процессов моделируемой системы - *Предмета* КР в виде классов с описанием атрибутов и методов. Представлены листинги программ на выбранном языке программирования;
- Выводы. Нумерованным списком представить проделанную работу.

*Глава 3. – Эксперимент.* Здесь осуществляется подготовка к эксперименту. Описываются его этапы. Обоснование и выбор типа эксперимента по шкале классификации (!). Описываются полученные данные.

Рекомендуемые параграфы данной главы следующие:

- Планирование эксперимента. Представлен порядок проводимых манипуляций при подготовке и выполнении экспериментальных работ;
- Описание используемых экспериментальных методов. Описаны используемые аналитические, физические (натурные) методы получения данных от оригинала и его модели;
- Описание полученных результатов и их анализ. Выполнен анализ результатов исследований. Дана оценка адекватности модели по выбранному критерию подобия (!). Сделаны выводы по результатам проведённого анализа;
- Выводы.

*Заключение.* Приведены общие выводы о проделанной работе. Дана собственная оценка качества самостоятельной работы. Приведены аргументы и дана оценка степени достижения поставленной цели и задач КР. Сделаны предложения перспективы развития выполненной работы.

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Оформление курсовой работы проводится согласно правилам оформления отчётов научно-исследовательских работ на основе следующей нормативной базы:

- I. СТРУКТУРА И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ (ГОСТ 7.32-2017)
- II. СТАДИИ РАЗРАБОТКИ (ГОСТ 19.102-77)
- III. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ (ГОСТ 19.402-78)
- IV. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ (ГОСТ 19.401-78)
- V. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ (ГОСТ 19.301-79)

Язык пояснительной записки курсовой работы должен быть четким, ясным, изложение – логичным и последовательным. Следует избегать громоздких предложений, повторов и т.д. Не применяются сокращения, кроме общепринятых сокращений. Все грамматические, стилистические ошибки тщательно выверяются и исправляются. Графические материалы должны быть наглядными. Диаграммы и графики выполняются с соблюдением масштаба.

Каждая таблица в тексте должна иметь общий заголовок, номер, четкое обозначение строк и столбцов. В тексте дается анализ таблицы, в котором не повторяются приводимые в таблице показатели, а даются заключения и обобщения из ее материалов. Подписи под диаграммами и графиками должны четко и полностью объяснять отраженные на них явления. Дается общая нумерация рисунков, диаграмм и отдельно – нумерация таблиц.

Пояснительная записка к курсовой работе оформляется на одной стороне листа А4, листы скрепляются. Титульный лист оформляется по установленному образцу (см. Сайт ГУАП). Содержание начинается со второй страницы. Наименование разделов содержания должно точно соответствовать наименованию разделов курсовой работы. Нумерация страниц начинается с третьей, первая страница – титульный лист, вторая – лист с содержанием. Каждый раздел курсовой работы начинается в пояснительной записке с новой страницы.

Текст пояснительной записки к курсовой работе выполняется шрифтом 14 TimesNewRoman, выравнивание по ширине, заголовки – жирный шрифт 14, межстрочный интервал – 1,5. Используются листы бумаги формата А4 с полями: левое – 2,5; правое – 1,5; верхнее 2,0; нижнее – 2,0. Текст печатается на одной стороне листа. При компоновке текста с иллюстрациями должно соблюдаться рациональное заполнение страниц.

Нумерация страниц выполняется внизу страницы от центра, титульный лист (первая страница) не нумеруется.

11.4. 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).

11.5. 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 успеваемости проводится на основе результатов написания контрольных работ по каждой из рассмотренных тем лекционных занятий. Контрольные работы направлены на развитие творческого подхода к анализу представленных задач и направлены на формирование умения составлять адекватные модели с учётом индивидуального подхода каждого обучающегося.

Также предполагается вид контрольной работы в виде устного теоретического опроса, который отражает фактическое владение обучающимся теоретическими сведениями и определениями по дисциплине.

По результатам защиты лабораторных работ выставляются оценки, отражающие степень понимания обучающимся рассмотренной темы.

Курсовая работа принимается по частям в соответствии с указанной структурой (раздел 11.3), за каждый раздел выставляется отметка.

Вся совокупность отметок определяет рейтинг обучающегося внутри группы. Обучающиеся, имеющие низкий рейтинг внутри группы по результатам выполнения заданий, не могут получить отметки «отлично» и «хорошо» на основе результатов одного из заданий или дополнительного задания в конце семестра. Для получения отметок «хорошо» и «отлично» необходимо своевременное выполнение всех контрольных мероприятий и отсутствие пропусков контрольных работ без уважительных причин.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- 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».

Дифференцированный зачёт по дисциплине выставляется на основе всей совокупности контрольных мероприятий в течение семестра. Обязательным условием прохождения зачёта является сдача всех контрольных мероприятий в установленные преподавателем сроки. Невыполнение заданий и лабораторных работ в установленные сроки, а также выполнение в установленные сроки работ, которые характеризуются низким качеством выполнения и/или невозможностью обучающимся объяснить полученные результаты ведёт к исключению вариантов оценивания результатов индивидуальной промежуточной аттестации на «отлично» или «хорошо».

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