

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

Кафедра №31

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишлаков

(подпись)

«22» июня 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование систем управления»

(Название дисциплины)

Код направления	27.03.04
Наименование направления/ специальности	Управление в технических системах
Наименование направленности	Управление и информатика в технических системах
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составила

доцент, к.т.н. «22» июня 2020 г

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

С.Л. Морева

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«22» июня 2020 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф. «22» июня 2020 г

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

В.Ф. Шишлаков

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 27.03.04(01)

ст. преп.

«22» июня 2020 г

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

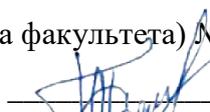
Н.В. Решетникова

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

и.о. зав. каф., к.э.н., доц. «22» июня 2020 г

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

Г.С. Армашова-Тельник

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Моделирование систем управления» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах» направленность «Управление и информатика в технических системах». Дисциплина реализуется кафедрой №31.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-1 «способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики»,

ОПК-2 «способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат»;

профессиональных компетенций:

ПК-2 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств, с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с анализом систем управления построением их математических и имитационных моделей, анализом точности моделей.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является обучение студентов основам математического моделирования, необходимых при проектировании, исследовании и эксплуатации объектов и систем автоматизации и управления, в том числе получение обучающимися необходимых знаний и навыков в области основных принципов и методов построения математических моделей объектов и систем управления, представление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в области проведения вычислительных экспериментов.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать принципы моделирования, классификацию способов представления моделей систем, приемы, методы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере, знать достоинства и недостатки различных способов представления моделей систем управления.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-1 «способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики»:

знать – историю развития науки и техники, основные положения законов естественных наук и математики;

уметь – использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

владеть навыками – применять методы математического анализа и моделирования;

иметь опыт деятельности – в области моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-2 «способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат»:

знать – сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

уметь – выявлять проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности;

владеть навыками – привлечения соответствующего физико-математического аппарата для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

иметь опыт деятельности – связанный с решением научных и производственных задач;

ПК-2 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств, с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления»:

знать – стандартные программные средства математического моделирования процессов и объектов автоматизации и управления;

уметь – применять стандартные программные средства математического моделирования;

владеть навыками – проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств, для получения математических моделей;

иметь опыт деятельности – в области получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Теория автоматического управления;
- Математика. Математический анализ;
- Физика.

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

- Математические методы в управлении;
- Идентификация и диагностика систем управления;
- Оптимальные системы.

## 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№6	№7
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	7/ 252	3/ 108	4/ 144
<i>Из них часов практической подготовки</i>	16	11	5
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	85	51	34
лекции (Л), (час)	34	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	34	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
Экзамен, (час)	36		36
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	131	57	74
<b>Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)</b>	Зачет, Экз.	Зачет	Экз.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Классификация моделей. Общие сведения.	<b>5</b>		<b>3</b>		<b>8</b>
Тема 1.1. Моделирование как метод научного познания.	2				4
Тема 1.2. Классификация моделей и виды моделирования.	3		3		4
Раздел 2. Построение моделей.	<b>6</b>		<b>11</b>		<b>15</b>
Тема 2.1. Общая схема разработки математических моделей систем управления.	3		5		5
Тема 2.2. Принципы построения моделей систем управления по экспериментальным данным.	3		6		10
Раздел 3. Аналоговое моделирование. Имитационное моделирование. Компьютерное моделирование.	<b>6</b>		<b>20</b>		<b>34</b>
Тема 3.1. Аналоговое вычислительное моделирование систем управления.	3		10		17
Тема 3.2. Имитационное моделирование.	3		10		17
Итого в семестре:	<b>17</b>		<b>34</b>		<b>57</b>
Семестр 7					
Раздел 4. Анализ точности.	<b>4</b>		<b>6</b>		<b>14</b>
Тема 4.1. Методы анализа точности моделей.	2		3		7
Тема 4.2. Методы теории чувствительности.	2		3		7
Раздел 5. Моделирование систем с распределенными параметрами	<b>13</b>		<b>11</b>		<b>60</b>
Тема 5.1. Математическое моделирование технических систем.	5		4		20
Тема 5.2. Моделирование температурных полей.	4		4		20
Тема 5.3. Методы моделирования систем с распределенными параметрами.	4		3		20
Итого в семестре:	<b>17</b>		<b>17</b>		<b>74</b>
Итого:	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>131</b>

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1.	<p>Классификация моделей. Общие сведения.</p> <p>1.1. Моделирование как метод научного познания. Понятие моделирования. Классификация моделей. Использование моделирования при исследовании и проектировании сложных систем.</p> <p>1.2. Общие сведения о моделировании систем. Классификация моделей и виды моделирования. Основные положения теории подобия. Основные требования к математическим моделям систем. Этапы математического моделирования. Адекватность математических моделей. Алгоритм научных исследований с помощью математического моделирования. Основные принципы математического моделирования механических систем и процессов.</p>
2.	<p>Построение моделей.</p> <p>2.1. Общая схема разработки математических моделей систем управления. Проблемы построения математических моделей. Подобие и анализ размерностей. Модели линейных и нелинейных динамических систем. Математические модели: анализ их необходимости и достаточности.</p> <p>2.2. Принципы построения моделей систем управления по экспериментальным данным. Методы идентификации систем.</p>
3.	<p>Аналоговое моделирование. Имитационное моделирование. Компьютерное моделирование.</p> <p>3.1. Аналоговое вычислительное моделирование систем управления. Аппроксимация, интерполяция и экстраполяция функциональных зависимостей. Технические и программные средства моделирования. Масштабирование переменных. Правило выбора масштабов.</p> <p>3.2. Имитационное моделирование. Методы цифрового моделирования систем управления на ЭВМ. Методы построения имитационных моделей. Теория массового обслуживания. Модели систем массового обслуживания.</p>
4.	<p>Анализ точности. Точность, теория чувствительности.</p> <p>4.1. Методы анализа точности моделей. Методы теории чувствительности частотных характеристик. Вычислительные методы алгебры. Приемы упрощения математических моделей.</p> <p>4.2. Методы теории чувствительности частотных и временных характеристик. Математические свойства методов вычислений. Математические методы оптимизации.</p>

5.	<p>Моделирование систем с распределенными параметрами</p> <p>5.1. Математическое моделирование технических систем. Описание процессов в распределенных системах. Описание распределенных объектов дифференциальными уравнениями.</p> <p>5.2. Виды теплообмена и теплопроводность. Модели процессов переноса теплопроводности, волновых процессов. Моделирование температурных полей. Расчет температурных полей объекта управления.</p> <p>5.3. Методы моделирования систем с распределенными параметрами. Численные методы. Явные и неявные схемы. Устойчивость схемы. Дискретная модель объекта управления. Частотный анализ объектов с распределенными параметрами с помощью обычных и расширенных частотных характеристик. Построение частотных характеристик. Распределенный высокоточный регулятор.</p>
----	---

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – 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 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Топологические методы анализа и синтеза систем управления	3	1	1
2	Исследование линейной стационарной динамической системы в среде MATLAB	3	1	2
3	Моделирование систем управления в пакете SIMULINK	4	1	2
4	Исследование устойчивости системы управления	4	1	2
5	Моделирование компонент систем управления	4	1	3
6	Моделирование технологических процессов производства	4	1	3
7	Математическое описание объекта управления экспериментальными	4	1	3

	методами			
8	Разработка и расчет аналоговой модели системы управления	4	2	3
9	Имитационное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания	4	2	3
Семестр 7				
10	Анализ точности математической модели звена первого порядка. Временная область.	3	1	4
11	Анализ точности математической модели звена второго порядка. Временная область.	3	1	4
12	Моделирование теплопроводности	3	1	5
13	Моделирование сложных (многослойных) объектов (систем).	4	1	5
14	Моделирование замкнутой распределенной системы управления с распределенным высокоточным регулятором	4	1	5
Всего:		51	16	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	<b>131</b>	<b>57</b>	<b>74</b>
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	105	45	60
Подготовка к текущему контролю (ТК)	18	8	10
Оформление отчетов	8	4	4

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004 Б 91	Бураков М. В. Основы работы в Matlab: учебное пособие / М. В. Бураков; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб: Изд-во ГУАП, 2006. - 66 с.	116
	Моделирование систем управления: учебное пособие / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. А. Л. Ляшенко. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2019. - 61 с.	
	Мироновский Л. А. Введение в MATLAB: учебное пособие / Л. А. Мироновский, К. Ю. Петрова; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2006. - 163 с.	

### 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Дубаренко В. В. Математические модели механических систем как объектов управления: учебное пособие / В. В. Дубаренко, А. С. Коновалов, А. Ю. Кучмин; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2007. - 187 с.	
	Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учебное пособие / А. Ю. Ощепков. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1471-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/104954">https://e.lanbook.com/book/104954</a> (дата обращения: 18.04.2020).	

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Matlab

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

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

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену.
Зачет	Список вопросов; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-1	«способность представлять адекватную современному уровню знаний научную

картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики»	
1	Математика. Математический анализ
1	Физика
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
2	Физика
2	Математика. Математический анализ
2	Решение дифференциальных уравнений
2	Химия
3	Физика
6	Моделирование систем управления
7	Моделирование систем управления
8	Математические методы в управлении
ОПК-2 «способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат»	
1	Физика
1	Дискретная математика
1	Математика. Математический анализ
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
2	Математика. Математический анализ
2	Решение дифференциальных уравнений
2	Физика
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
3	Теоретическая механика
3	Прикладная механика
3	Физика
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Прикладная механика
6	Моделирование систем управления
7	Моделирование систем управления
8	Математические методы в управлении
ПК-2 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления»	
2	Компьютерная графика в профессиональной сфере
2	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
2	Информационные технологии
2	Автоматизация проектирования систем управления
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
5	Теория автоматического управления
5	Системное программное обеспечение

6	Теория автоматического управления
6	Теория дискретных систем управления
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
6	Моделирование систем управления
6	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
7	Теория дискретных систем управления
7	Автоматизированные информационно-управляющие системы
7	Теория автоматического управления
7	Моделирование систем управления
7	Системы с искусственным интеллектом
8	Математические методы в управлении
8	Математические методы исследований
8	Автоматизированные информационно-управляющие системы
8	Системы с искусственным интеллектом
8	Производственная преддипломная практика

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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>
$70 \leq K \leq 84$	«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>
$55 \leq K \leq 69$	«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>

$K \leq 54$	«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>
-------------	---------------------------------------	---

#### 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

##### 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1.	Понятия модель и моделирование.
2.	Виды моделей.
3.	Множественность моделей.
4.	Задачи и функции моделей.
5.	Применение моделирования при построении информационных систем.
6.	Основные положения системного подхода в моделировании.
7.	Основные понятия теории систем.
8.	Особенности математического и имитационного моделирования.
9.	Использование компьютерного моделирования при разработке информационных систем.
10.	Виды моделей систем.
11.	Особенности имитационного моделирования.
12.	Способы моделирования случайных событий.
13.	Программные комплексы моделирования.
14.	Средства автоматизации разработки моделей систем.
15.	Математические модели: анализ их необходимости и достаточности <input type="checkbox"/>
16.	Функции чувствительности временных характеристик <input type="checkbox"/>
17.	Функции чувствительности частотных характеристик
18.	Общая структура непрерывно-детерминированных моделей, методика формирования их математических моделей
19.	Конечные автоматы и шесть их характеристик
20.	Правила построения графов конечных автоматов
21.	Моделирование систем с переменными параметрами
22.	Обзор методов анализа и синтеза систем управления с распределенными параметрами.
23.	Распределенные звенья.
24.	Модальное представление систем с распределенными параметрами
25.	Математическое моделирование технических систем
26.	Виды теплообмена и теплопроводность
27.	Дискретная модель объекта управления
28.	Распределенный высокоточный регулятор
29.	Вид передаточной функции распределенного высокоточного регулятора
30.	Современные методы исследования распределенных систем управления

## 2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1.	Основные понятия теории моделирования.
2.	Сущность понятий «модель» и «моделирование»
3.	Классификация видов математического моделирования
4.	Основные проблемы моделирования АС
5.	Имитационное моделирование как специфический вид компьютерного моделирования.
6.	Различия имитационных и аналитических моделей
7.	Достоинства и недостатки имитационных моделей
8.	Основные свойства моделей
9.	Методика оценки оперативности моделирования
10.	Методика оценки достоверности результатов моделирования
11.	Оценка точности результатов моделирования
12.	Понятие адекватности модели.
13.	Принципы оценки адекватности моделей
14.	Признаки адекватности моделей
15.	Организация экспериментов с моделями
16.	Принципы построения аналоговых моделей систем управления, заданных математическими моделями.
17.	Метод структурного моделирования.
18.	Масштабирование физических переменных. Правило выбора масштабов. □
19.	Перечислите подразделы методов моделирования систем с распределенными параметрами
20.	Чем служат объекты анализа на метауровне?
21.	Что в себя включает моделирование сложных технических объектов?
22.	Что принято называть микроуровнем моделирования?
23.	Что изучается в теории теплообмена?
24.	Что является обязательным условием переноса теплоты путем теплопроводности?
25.	Что выбирают в качестве показателя оптимальности системы регулирования?
26.	Чем удобно характеризовать запас устойчивости в практических расчетах?
27.	Чем является метод расширенных частотных характеристик?
28.	Опишите построение частотных характеристик
29.	Какой вид имеет передаточная функция распределенного высокоточного регулятора?
30.	Перечислите современные методы исследования распределенных систем управления.

## 3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Системой называется: 1. Декартово пересечение множеств функций входа $X$ и функций выхода $Y$ 2. Множество функций входа $X$ 3. Множество функций выхода $Y$ 4. Нет правильного ответа
2	Все объекты управления могут быть разделены на следующие виды: 1. Линейные и нелинейные 2. С сосредоточенными и с распределенными параметрами 3. Стохастические и детерминированные 4. Квадратичные и распределенные
3	Система управления с отрицательной обратной связью: 1. Не стабилизирует регулируемую величину, а отклоняет ее к одному из крайних значений 2. Регулируемая величина вычитается из заданной, поэтому на выходе узла сравнения сигнал рассогласования уменьшается 3. Регулируемая величина изменяется независимо от сигнала рассогласования 4. С регулируемой величиной ничего не происходит
4	Классификация математических моделей 1. статические, кинетические, динамические 2. статистические, динамические 3. экзогенные, эндогенные 4. имитационные, теоретические
5	Граф это: 1. Математическая форма представления системы 2. Табличная форма представления системы 3. Комбинация математической и табличной форм системы 4. Множество точек, называемых вершинами, и множество кривых, называемых дугами
6	Передаточная функция последовательно соединенных звеньев равна 1. Разности функций звеньев 2. Сумме функций звеньев 3. Произведению функций звеньев 4. Отношению функций звеньев
7	В каких единицах откладывается по оси ординат ФЧХ? 1. Градусах 2. Децибелах 3. Октавах 4. Декадах
8	Что называется нулями передаточной функции? 1. Точки, обозначаемые на комплексной плоскости крестиком 2. Корни полинома знаменателя передаточной функции

	<p>3. Точки, обозначаемые на комплексной плоскости кружком</p> <p>4. Корни полинома числителя передаточной функции</p>
9	<p>Степень устойчивости системы характеризует</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запас устойчивости по фазе</li> <li>2. Время регулирования</li> <li>3. Перерегулирование</li> <li>4. Запас устойчивости по амплитуде</li> </ol>
10	<p>Преимуществом систем управления с обратной связью является</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Простота в математическом описании ОУ</li> <li>2. Большая инвариантность по отношению к возмущающим воздействиям</li> <li>3. Меньшая зависимость от изменения характеристик ОУ или УУ</li> <li>4. Все вышеперечисленное</li> </ol>
11	<p>Главная обратная связь отсутствует в системах с управлением</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По отклонению и производным отклонения</li> <li>2. По отклонению</li> <li>3. По возмущению</li> <li>4. По отклонению и интегралу отклонения</li> </ol>
12	<p>Система, задающее воздействие которой является известной функцией времени, называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Следящей</li> <li>2. Стабилизирующей</li> <li>3. Программной</li> <li>4. Оптимальной</li> </ol>
13	<p>В следящих системах основной является задача наиболее точного воспроизведения</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Управляющих воздействий, изменяющихся по заданному закону</li> <li>2. Возмущающих воздействий, изменяющихся по заданному закону</li> <li>3. Возмущающихся воздействий, изменяющихся по произвольному закону</li> <li>4. Управляющих воздействий, изменяющихся по произвольному закону</li> </ol>
14	<p>Отношение преобразований Лапласа выходной и входной величин системы при нулевых начальных условиях называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Передаточной функцией</li> <li>2. Переходной функцией</li> <li>3. Системной функцией</li> <li>4. Импульсной функцией</li> </ol>
15	<p>В какой системе регулирования каждому значению регулируемой величины соответствует определенное положение регулирующего органа</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Астатическое регулирование</li> <li>2. Статическое регулирование</li> <li>3. Динамическое регулирование</li> <li>4. Экстремальное регулирование</li> </ol>
16	<p>Система управления называется статической, если:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При постоянном входном воздействии ошибка управления стремится к нулю вне зависимости от величины воздействия</li> <li>2. При постоянном входном воздействии ошибка управления стремится к постоянному значению, зависящему от величины воздействия</li> <li>3. При постоянном входном воздействии сигнал на выходе объекта управления непрерывно растет с постоянной скоростью, ускорением и т.д.</li> <li>4. При постоянном входном воздействии сигнал на выходе объекта управления непрерывно снижается с постоянной скоростью, ускорением и т.д.</li> </ol>
17	<p>Какая система называется нелинейной</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система, которая не содержит звеньев и описывается нелинейным уравнением</li> <li>2. Система, которая содержит хотя бы одно звено, описываемое нелинейным</li> </ol>

	уравнением 3. Система, которая содержит несколько звеньев и описывается нелинейным уравнением. 4. Система, которая не содержит звеньев и описывается линейным уравнением
18	Как называются колебания системы, если они вызваны действием входных воздействий 1. Самостоятельными 2. Частичными 3. Вынужденными 4. Систематическими
19	Какую модель объекта управления нужно составить для оценки динамических характеристик 1. Физическую модель объекта управления 2. Математическую модель объекта управления 3. Геометрическую модель объекта управления 4. Инвариантная модель объекта управления
20	Интерпретация определения передаточной функции на языке структурных схем заключается в следующем: 1. объект управления представляется в виде дерева 2. объект управления, удовлетворяющий определению, может быть представлен совокупностью независимых блоков с комплексными передаточными коэффициентами 3. что составляющая входного воздействия, проходя через объект управления, изменяет только амплитуду пространственной моды 4. собственные функции оператора объекта могут быть представлены в виде комбинации синусов и косинусов

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Учебным планом не предусмотрено

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области математического моделирования, при проектировании, исследовании и эксплуатации объектов и систем автоматизации и управления, предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в области освоения основных принципов и методов построения математических моделей объектов и систем управления, а так же продемонстрировать навыки проведения вычислительных экспериментов.

**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 обучающимся 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:

- Классификация моделей и виды моделирования;
- Принципы построения моделей процессов и объектов автоматизации и управления;
- Математическое моделирование технических систем согласно решаемым задачам.

**Методические указания для обучающихся по прохождению 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 у 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**

Задания и требования к проведению лабораторных работ приведены в следующих источниках:

1. Ляшенко А.Л. Моделирование процессов и систем в TRACE MODE: методические указания к практическим работам / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. А. Л. Ляшенко. - Электрон. текстовые дан. - СПб. Изд-во ГУАП, 2019. - 35 с.

2. Акопов В. С. Моделирование систем в MATLAB: лабораторный практикум / В. С. Акопов; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2012. - 63 с.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчет о лабораторной работе имеет форму гипертекстового документа, содержащего цель работы, задание на лабораторную работу по вариантам, структурные динамические схемы исследованных систем, их передаточные функции с числовыми значениями параметров, расчетные и экспериментально полученные графики динамических характеристик, копия протокола работы (вводимые команды и результаты вычислений) в среде MATLAB, ответы на контрольные вопросы, а также выводы по итогам проделанной работы.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 - 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/standart/doc>.

### **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).

### **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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам 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
<b>24.06.2021</b>	<b>Внедрение практической подготовки в дисциплину</b>	<b>23.06.2021 протокол №8</b>	