

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

д.т.н. проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишляков

(подпись)

 «28» мая 2019 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические методы исследований»

(Название дисциплины)

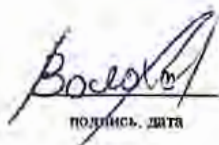
Код направления	16.03.01
Наименование направления/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Доц., к.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись дата

22.05.2019

М.А. Волохов  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32  
« 22 » мая 2019 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

проф., д.т.н., проф.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись дата

22.05.2019

А.Л. Ронкин  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 16.03.01(01)

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

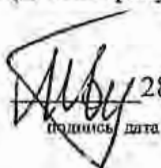
  
подпись дата

28.05.2019

М.В. Бураков  
инициалы, фамилия

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

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

  
подпись дата

28.05.2019

М.В. Бураков  
инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Математические методы исследований» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 16.03.01 «Техническая физика» направленность «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-2 «способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности»;

профессиональных компетенций:

ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с:

- способами математического описания технических устройств и систем;
- численными методами решения уравнений динамики электромеханических устройств;
- оптимизацией электромеханических устройств и систем;
- линейным программированием;
- планированием экстремальных экспериментов;
- моделированием электромеханических преобразователей энергии.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студентов

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний по математическим методам исследования электротехники, электромеханики и энергетики, а также умения использовать эти методы, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в математических моделях, методах математического исследования, свойствах и характеристиках устройств и систем. Уровень освоения должен позволять студентам находить подходы к проектированию оптимально функционирующих устройств и систем.

### 1.2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин: «Математический анализ», «Информатика», «Теория автоматического управления», «Электротехника», «Электрические машины», «Электрический привод».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин, таких как «Основы теории переходных процессов и устойчивости», «Автоматизация расчета и проектирования электромеханических устройств», «Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств», а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-2 «способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности»:

знать - методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

уметь – применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач обеспечения надежности в электроэнергетике и электротехнике;

владеть навыками - решения задач обеспечения надежности в электроэнергетике и электротехнике;

иметь опыт деятельности – по применению методов математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач обеспечения надежности в электроэнергетике и электротехнике.

ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и

сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»:

знать - методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проведения стандартных и сертификационных испытаний технологических процессов и изделий;

уметь – применять методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проведения стандартных и сертификационных испытаний технологических процессов и изделий;

владеть навыками - исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проведения стандартных и сертификационных испытаний технологических процессов и изделий;

иметь опыт деятельности – в области исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проведения стандартных и сертификационных испытаний технологических процессов и изделий.

## 2. 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
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	3/ 108	3/ 108
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <b>В том числе</b>	51	51
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа</b> , всего	57	57

<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен ( <b>Зачет, Дифф. зач, Экз.</b> )	Зачет	Зачет
---	-------	-------

### 3. Содержание дисциплины

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

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

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Л (час)	ПЗ	ЛР	КП	СРС	
Семестр №6						
Раздел 1. Методы оптимизации в электромеханике	4	8			20	
Тема 1.1. Методы оптимизации функций одной переменной.	1					
Тема 1.2. Прямые методы оптимизации функций k переменных	1					
Тема 1.3. Градиентные методы оптимизации	1					
Раздел 2. Планирование экстремальных экспериментов	4	8			15	
Тема 2.1. Метод планирования Бокса-Вилсона.						
Тема 2.2. Примеры решения задач электромеханики методом						

планирования экстремальных экспериментов						
Раздел 3. Линейное программирование (ЛП)	4	8			7	
Тема 3.1. Методы ЛП. Целочисленное ЛП.	2					
Тема 3,2. Примеры решения инженерных задач методом ЦЛП.	2					
Раздел 4. Способы математического описания динамических систем. Численные методы решения задач динамики электромеханических систем.	2	4			8	
Раздел 5. Математическое моделирование электромагнитных процессов в электрических машинах	3	6			7	

### 3.2 Содержание разделов и тем лекционного курса, общей трудоемкостью - 17 (час)

Раздел 1.	Методы оптимизации в электромеханике.
Тема 1.1. Методы оптимизации функций одной переменной.	Постановка задачи оптимизации. Определения. Метод оптимизации, основанный на применении необходимого условия наличия оптимума. Методы деления интервала: метод деления интервала пополам, метод «золотого сечения». Методы оптимизации с

	использованием производной функции.
Тема 1.2. Прямые методы оптимизации функций к переменных.	Необходимые и достаточные условия наличия оптимума функций к переменных. Симплекс – метод оптимизации. Метод покоординатного изменения переменных, модификация метода (алгоритм Хука – Дживса). Алгоритм оптимизации, основанный на полиномиальной аппроксимации функций. Алгоритм Пауэлла, использующий полиномиальную аппроксимацию функций.
Тема 1.3. Градиентные методы оптимизации.	Классический градиентный метод оптимизации (метод Коши). Модификация метода – метод крутого восхождения. Метод Ньютона, модификация метода (метод Марквардта). Методы приближенного вычисления составляющих градиента функции.
Раздел 2.	Планирование экстремальных экспериментов.
Тема 2.1. Метод планирования Бокса-Вилсона.	Постановка задачи планирования экстремальных экспериментов. Построение матрицы планирования. Расчет коэффициентов регрессии. Оценка адекватности модели функции отклика. Выбор независимых переменных (факторов) при решении задач электромеханики по методу планирования.
Тема 2.2.	Примеры решения задач электромеханики методом планирования экстремальных экспериментов. Решение задачи оптимизации асинхронного двигателя по величине ударного тока, ударного момента и времени разгона при пуске. Решение задачи оптимизации импульсного вращающегося трансформатора для индикатора кругового обзора радиолокационных станций.
Раздел 3.	Линейное программирование (ЛП).
Тема 3.1.	Методы ЛП. Целочисленное ЛП. Постановка задачи ЛП. Метод ЛП Гаусса. Симплекс – метод ЛП. Особенности целочисленного ЛП.
Тема 3.2.	Примеры решения инженерных задач методом ЦЛП. Решение задачи максимизации прибыли предприятия, оснащенного автоматизированной



	измерительно-диагностической системой.
Раздел 4.	Способы математического описания динамических систем. Численные методы решения задач динамики электромеханических систем. Описание непрерывных динамических систем с помощью дифференциальных уравнений, передаточных функций, полиномиальное описание, описание в пространстве состояний, описание с помощью сигнальных графов. Связь различных видов описаний. Особенности описаний различных видов. Универсальность описания динамических систем с помощью дифференциальных уравнений. Описание дискретных динамических систем. Численные методы решения дифференциальных уравнений электромеханических систем. Пример решения уравнений электропривода постоянного тока численным методом Эйлера.
Раздел 5.	Математическое моделирование электромагнитных процессов в электрических машинах. Дифференциальные уравнения асинхронного двигателя, их преобразование к виду, удобному для решения. Численное решение уравнений. Исследование на модели переходных процессов асинхронного двигателя.

### 3.3 Практические занятия общей трудоемкостью 34 час.

Наименование тем практических занятий и их трудоемкость представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий, трудоемкость 34 час.	Форма практических занятий
Семестр № 6			
1	1	Решение задач оптимизации различными методами (8 час.)	Решение задач на ПЭВМ
2	3	Решение задачи целочисленного линейного программирования (4 час.)	Решение задачи в

			аудитории
3	1, 4	Исследование функций на оптимум и решение дифференциальных уравнений устройств электромеханики в среде LabView (10 час.)	Решение задач на ПЭВМ
4	2	Исследование ЭП постоянного тока на Simulink –модели (8 час.)	Решение задач на ПЭВМ

**3.4 Лабораторные занятия – не предусмотрены.**

**3.5 Курсовое проектирование - не предусмотрено.**

**3.6 Самостоятельная работа студента общей трудоемкостью 57 (час)**

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4- Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)	27	27
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

Темы теоретического материала для самостоятельного изучения и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Темы теоретического материала для самостоятельного изучения и их трудоемкость

Темы на самостоятельное изучение и их трудоемкость	Итого (час) в семестре
<b>Семестр № 6</b>	
<p><b>Раздел 2. Тема: Способы сокращения трудоемкости метода планирования экспериментов. Метод случайного баланса.</b> Трудоемкость – 15 час.</p> <p><b>Раздел 4. Выбор шага интегрирования при применении численных методов в задачах электромеханики.</b> Трудоемкость – 7 час.</p> <p><b>Раздел 5. Тема: Математическая модель асинхронного двигателя в синхронно вращающихся координатных осях.</b> Трудоемкость – 8 час.</p>	30

**Расчетно-графическое задание (РГЗ) общей трудоемкостью 27 час.**

Тематика РГЗ: Решение на ПЭВМ задачи оптимизации функции одной переменной различными методами. Сравнение методов.

**4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);**

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в перечне рекомендуемой литературы.

**5. Перечень основной и дополнительной литературы**

**5.1. Основная литература**

Перечень основной литературы приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных)

		экземпляров)
621.314. – К65	Копылов И.П. Электромеханические преобразователи энергии. – М.: Энергия, 1973. – 263 с.	3
6П2.125 – Э45	Соколов М.М. и др. Электромагнитные переходные процессы в асинхронном электроприводе. – М.: Энергия, 1967. – 146 с.	3
6П2.12 – А19	Аветисян Дж. А., Соколов В.С., Хан В.Х. Оптимальное проектирование электрических машин на ЭВМ. – М.: Энергия, 1976. – 216 с.	4
519.12 – А31	Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Химия, 1976. – 279 с.	5
6П2.1 – И25	Копылов И.П., Ивоботенко Б.А. Планирование эксперимента в электромеханике. – М.: Высшая школа, 1975. – 342 с.	3
519.6.8 – Г47	Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. – М.: Мир, 1985. - 509 с.	3
519.6.8 – Р36	Реклейтис Г., Рейвиндран А., Регсдел К. Оптимизация в технике. В двух книгах. – М.: Мир, 1986. – 349 с.. 320 с.	9
519. 6.8 – Х37	Хемминг Р. Численные методы. – М.: Наука, 1972. – 400 с.	5
004 – М64	Мироновский Л.А., Петрова К.Ю. Введение в MatLab. Учебное пособие. СПб.: ГУАП, 2006, 164 с.	100

## 5.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
------	-------------------------------------	-------------------------------------

		(кроме электронных экземпляров)
621.313 – К67	Копылов И.П. Применение вычислительных машин в инженерно-экономических расчетах. – М. Высшая школа, 1980. – 263 с.	3
621.313 – К66	Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин.: Учебное пособие. – М. Высшая школа, 2001, 327 с.	5
	Волохов М.А., Ярыгин О.Н. Моделирование электропривода манипуляторов. Методические указания к лабораторным работам.- ГУАП, СПб, 1990 – 20 с.	30
	Волохов М.А., Голландцев Ю.А. Моделирование асинхронных двигателей. Методические указания к лабораторным работам. – СПб : ГУАП, 1991 – 34 с.	30

**6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины**

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

**7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**7.1. Перечень программного обеспечения**

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 7.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Состав материально-технической базы представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-28
2	Компьютерный класс	21-23

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

9.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 12

Таблица 12 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов к зачету

9.2. 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-2 «способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности»	
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
1	Математика. Математический анализ
1	Дискретная математика
2	Химия

2	Математика. Математический анализ
3	Прикладная механика
3	Теоретическая механика
3	Электротехника
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Прикладная механика
4	Электротехника
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Электроника
5	Теория автоматического управления
5	Электроника
6	Математические методы исследований
6	Теория автоматического управления
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
7	Теория автоматического управления
7	Идентификация и диагностика систем
8	Электротехника оборудования АЭС
ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»	
3	Материаловедение
3	Теоретическая механика
4	Метрология, стандартизация и сертификация
5	Теория физических полей
6	Экспериментальные методы исследований
6	Физические методы получения информации
6	Математические методы исследований
6	Схемотехника средств контроля
7	Микропроцессорные устройства систем управления
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
7	Электромагнитная совместимость
8	Накопители электромагнитной энергии
8	Электромехатронные системы и комплексы
8	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
8	Электротехника оборудования АЭС

9.3. 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>

#### 9.4. 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
	Учебным планом не предусмотрено

##### 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.	Линейное программирование в электромеханике. Графический метод ЛП.
2.	ЛП: метод Гаусса
3.	Симплекс-метод ЛП.
4.	Целочисленное ЛП. Пример решения задачи оптимизации накопителя энергии методом ЦЛП.
5.	Метод оптимизации функции одной переменной основанный на необходимом условии оптимума.
6.	Метод оптимизации делением интервала пополам.
7.	Метод золотого сечения.
8.	Метод полиномиальной аппроксимации и оптимизация с помощью этого метода.
9.	Методы касательных, хорд, средней точки.
10.	Симплекс-метод оптимизации.
11.	Метод покоординатного изменения переменных.
12.	Метод оптимизации Хука-Дживса.
13.	Градиентные методы оптимизации: классический градиентный; метод крутого восхождения.
14.	Градиентные методы оптимизации Коши, Ньютона, Марквардта.
15.	Численное определение составляющих градиента.
16.	Метод планирования экстремальных экспериментов. Три задачи метода. Метод планирования Бокса- Вилсона: вид уравнения регрессии.
17.	Построение матрицы планирования.
18.	Расчетные формулы для определения коэффициентов регрессии.
19.	Оценка значимости коэффициентов регрессии и адекватности линейной модели функции отклика.
20.	Планирование 2-го порядка.

21.	Оптимизация по Боксу-Вилсону.
22.	Численный метод Эйлера.
23.	Численные методы Рунге-Кутта 2-го и 4-го порядков.
24.	Многошаговые численные методы.
25.	Алгоритм автоматического выбора шага интегрирования.
26.	Пример решения диф. уравнений ЭП постоянного тока методом Эйлера.
27.	Уравнение асинхронной ЭП с частотным управлением.
28.	Преобразование трехфазного АД в эквивалентный двухфазный.
29.	Уравнение АД в фазовых не преобразованных координатах.
30.	Преобразование уравнений АД к неподвижной координатной системе.
31.	Математическая модель асинхронного ЭП с частотным управлением (уравнения в неподвижных координ. осях)
32.	Решение уравнений асинхронного ЭП численным методом Эйлера.
33.	Описание ЛДС с помощью дифференциальных уравнений. Полиномиальное описание систем по Хевисайду.
34.	Описание ЛДС с помощью передаточных функций.
35.	Описание ЛДС с помощью весовых функций. Пример описания.
36.	Описание ЛДС в пространстве состояний. Пример описания.
37.	Описание ЛДС с помощью сигнальных грифов. Пример описания.
38.	Описание многомерных ЛДС. Описание нелинейных ДС.
39.	Описание дискретной ЛДС разностными уравнениями и дискретной передаточной функцией.
40.	Описание дискретных ЛДС: дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование.

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.	Напишите необходимые и достаточные условия наличия оптимума функций одной переменной.
2.	Напишите необходимые и достаточные условия наличия оптимума функций $k$ переменных.
3.	Напишите выражение для градиента многомерной функции. Вектор составляющих градиента, матрица Гессе.
4.	Напишите формулы для численного определения составляющих градиента.
5.	Чем отличается классический градиентный метод оптимизации от метода крупного восхождения?
6.	Сформулируйте теорему Вейерштрассе об аппроксимации.
7.	Нарисуйте алгоритм автоматического выбора шага интегрирования.
8.	Чем отличаются явный и неявный методы численного решения дифференциальных уравнений?
9.	Чем отличаются одношаговые и многошаговые методы численного решения дифференциальных уравнений? Перечислите достоинства и недостатки многошаговых методов.
10.	Дайте графическое пояснение для явного и неявного методов Эйлера.
11.	Дайте графическое пояснение для метода Рунге-Кутты второго

	порядка.
12.	Перечислите методы линейного программирования (ЛП). Поясните идеи методов.
13.	Составьте матрицу планирования Бокса - Вилсона для $k = 4$ .
14.	Каким образом делается оценка значимости коэффициентов регрессии и адекватности линейной модели функции отклика?
15.	В каких случаях следует прибегать к планированию второго порядка?
16.	С какой целью при создании математической модели АД прибегают к эквивалентному преобразованию трехфазной машины к двухфазной?
17.	В чем смысл преобразования уравнений АД в естественных координатных осях к уравнениям в других координатных осях. Дайте варианты преобразования.
18.	Нарисуйте статическую и динамическую механические характеристики АД. Поясните разницу между ними.
19.	Перечислите способы математического описания линейных и динамических систем (ЛДС). Поясните разницу между ними.
20.	Поясните, почему описание ЛДС с помощью дифференциальных уравнений является универсальным.

9.5. 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 программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний в области математических методов исследования устройств и систем электротехники, электромеханики и энергетики, а также умения и навыков использования этих методов, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в математических моделях, методах математического исследования, свойствах и

характеристиках устройств и систем. Уровень освоения должен позволять студентам находить подходы к проектированию оптимально функционирующих устройств и систем.

### **10.1. 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 только в том, чтобы получить достаточную информацию по теме, но также 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 – математических методов исследования в электромеханике, 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 интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- обучение методической обработке материала (выделение главных мыслей и положений, получение конкретных выводов);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала для лучшего раскрытия отдельных тем.

Структура представления лекционного материала:

- в каждом разделе даются теоретические сведения, необходимые для его понимания и освоения;
- рассматриваются примеры решения задач применительно к устройствам и системам электромеханики, закрепляющие полученные теоретические знания.

### **11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса. Практические занятия заключаются в выполнении

обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практических занятий является привитие обучающимся умений и навыков практической исследовательской и проектной деятельности в области электромеханики.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками исследования и проектирования устройств и систем электромеханики;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимися заданий практические занятия могут рассматриваться как:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (имитационное моделирование);
- в неинтерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач).

### **11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы.**

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

Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала, выполнение расчетно-графического и домашнего заданий. Виды самостоятельной работы, её трудоёмкость приведены в таблице 6 данной РПД.

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

Методические материалы, направляющие самостоятельную работу обучающихся, приведены в списках основной и дополнительной литературы.

#### **11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя зачет – форму 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 программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой