

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)


(подпись)

«27» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

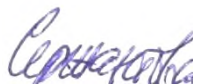
«Математические основы теории энергетических систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	13.03.02
Наименование направления подготовки	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	очно-заочная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составила

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


(подпись, дата)

М.В. Сержантова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«26» июня 2024 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 32

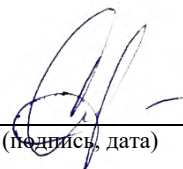
К.Т.Н., доц.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

С.В. Солёный
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

ст. преподаватель
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Математические основы теории энергетических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

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

ПК-2 «Способен участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическими методами и программными средствами математического моделирования электротехнических устройств электроэнергетических систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, семинары, самостоятельная работа обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Основной целью изучения дисциплины является подготовка студентов в области применения современных математических методов и программных средств математического моделирования инженерно-технических систем на основе алгебры матриц, теории графов, численных методов и вероятностно-статистического анализа; приобретение необходимых знаний для самостоятельного проведения исследований, связанных с решением научно- инженерных задач; овладение современными навыками организации и проведения математического моделирования; развитие навыков выбора оптимальных методов решения электротехнических задач с учетом неопределенности схождения численных методов и особенностей их реализации на ЭВМ.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности	ПК-2.Д.1 осуществляет обработку и анализ научно-технической информации ПК-2.Д.3 обрабатывает результаты экспериментов

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ;
- Электротехника.

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

- Основы теории переходных процессов и устойчивости;
- Контроль и диагностика электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов.

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
		№5
1	2	3

Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	17	17
в том числе:		
лекции (Л), (час)		
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	55	55
Вид промежуточной аттестации: 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 5					
Раздел 1. Основные теоретические положения и роль математического моделирования в создании сложных технических объектов. Тема 1.1. Основные понятия и роль математического моделирования в создании сложных технических объектов. Тема 1.2. Методология моделирования. Постановка задач оптимизации		4			10
Раздел 2. Методы моделирования компонентов электронных и электротехнических схем. Тема 2.1. Построение математической модели. Тема 2.2. Обобщенное уравнение состояния		3			15
Раздел 3. Методы синтеза и исследования моделей электротехнических устройств. Тема 3.1. Метод узловых напряжений. Тема 3.2. Метод контурных токов.		3			10

Раздел 4. Особенности математического моделирования инженерно-физических объектов. Тема 4.1 Математические модели для анализережимов электрической цепи. Тема 4.2. Применение метода простой итерации		4			10
Раздел 5. Математические методы оптимизациихарактеристик схем. Тема 5.1. Применение метода ускоренной итерации (метод Зейделя). Тема 5.2. Решение систем нелинейных алгебраических уравнений. Применение методаНьютона.		3			10
Итого в семестре:		17			55
Итого	0	17	0	0	55

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
	Учебным планом не предусмотрено

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5					
1	Теория графов. Аналитическое представление электрической схемы для расчета на ЭВМ.	Практическая работа	1	1	1
2	Построение математической модели электрических схем	Практическая работа	2	2	2
3	Составление обобщенного уравнения состояния электрической цепи.	Практическая работа	2	3	3
4	Алгоритм метода узловых проводимостей.	Практическая работа	2	3	4
5	Применение метода контурных токов для	Практическая работа	2	3	5

	решения инженерно-физических задач.				
6	Метод Гаусса для решения системы линейных алгебраических уравнений	Практическая работа	2	4	6
7	Применение метода простой итерации.	Практическая работа	2	4	7
8	Применение метода ускоренной итерации (метод Зейделя).	Практическая работа	2	5	8
9	Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона.	Практическая работа	1	5	9
1	Теория графов. Аналитическое представление электрической схемы для расчета на ЭВМ.	Практическая работа	1	1	1
Всего			17		

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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	25	25
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	13	13
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	12	12
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной	5	5

аттестации (ПА)		
	Всего:	55 55

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)
	<p>Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Ф. Шаталов, И. Н. Воротников, М. А. Мастепаненко и др. – Ставрополь: АГРУС, 2014. – 140 с. - ISBN 978-5-9596-1059-3. - Режим доступа: www.stgau.ru/company/personal/user/17173/files/lib/Моделирование_в_электроэнергетике/Моделирование_в_электроэнергетике.pdf</p>	
	<p>Методы и средства научных исследований: Учебник/А.А.Пижурин, А.А.Пижурин (мл.), В.Е.Пятков - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 264 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-010816-2. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=502713</p>	

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
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий
8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Компьютерный класс	31-04
2	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21

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;

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

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для дифф. зачета	Код индикатора
1.	Определите основные понятия математической модели:целевая функция, ограничения, граничные условия.	ПК-2.Д.1
2.	Приведите алгоритм решения электроэнергетической задачи по методу узловых напряжений.	ПК-2.Д.3
3.	Приведите алгоритм решения контурного уравнения методом простой итерации.	ПК-2.Д.1
4.	Метод Ньютона для решения нелинейной задачи.	ПК-2.Д.3
5.	Градиентный метод в задачах оптимизации.	ПК-2.Д.1
6.	Понятие о стохастической связи. Множественная регрессия.	ПК-2.Д.3
7.	Характеристическое уравнение и его корни.	ПК-2.Д.1
8.	Алгебраический метод Гаусса.	ПК-2.Д.3
9.	Метод Ньютона, его достоинства и недостатки.	ПК-2.Д.1
10.	Метод Эйлера, его вывод, погрешности.	ПК-2.Д.3

11.	Оценка устойчивости по критериям.	ПК-2.Д.1
12.	Коэффициент корреляции. Его смысл.	ПК-2.Д.3
13.	Прямые методы (область применения).	ПК-2.Д.1
14.	Табличный метод Гаусса.	ПК-2.Д.3
15.	Запишите функцию Лагранжа и необходимые условия ее экстремума.	ПК-2.Д.1
16.	Метод неопределенных множителей Лагранжа.	ПК-2.Д.3
17.	Алгебраическая форма метода Гаусса.	ПК-2.Д.1
18.	Ускоренная итерация.	ПК-2.Д.3
19.	Решение дифференциального уравнения с постоянной правой частью.	ПК-2.Д.1
20.	Корни характеристического уравнения.	ПК-2.Д.3
21.	Прогнозирование нагрузки энергообъектов.	ПК-2.Д.1
22.	Определение устойчивости по Ляпунову.	ПК-2.Д.3
23.	Метод Эйлера, область его применения.	ПК-2.Д.1
24.	Парная линейная и квадратичная регрессия. Область применения.	ПК-2.Д.3
25.	Запишите функцию Лагранжа и необходимые условия ее экстремума.	ПК-2.Д.1
26.	Метод неопределенных множителей Лагранжа.	ПК-2.Д.3

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

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

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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	Что такое электрическая система? а) электрическая часть энергетической системы, вырабатывающих, преобразующих, передающих, распределяющих и потребляющих электрическую энергию б) отдельные составляющие явлений в элементах системы в) состояние системы в любой момент времени или на некотором интервале времени	ПК-2.Д.3
2	Какие режимы системы существуют? а) установившейся режим б) нормальный режим в) ненормальный режим г) аварийный режим д) послеаварийный режим е) переходный режим	ПК-2.Д.1
3	Сопоставьте термины и определения 1. Граф сети 2. Подграф сети 3. Путь графа	ПК-2.Д.3

	4. Связанный граф 5. Дерево а. разомкнутая часть замкнутой схемы, которая соединяет все ее узлы б. любая часть графа в. совокупность ребер, соединяющих две произвольные вершины г. Если две любые вершины соединяются путем д. множество вершин и ребер соединяющих некоторые пары вершин	
4	Составьте правильную последовательность алгоритма расчета установившегося режима для замкнутой сети 1. определить узловое напряжение 2. определить токи в ветвях 3. определить напряжение в узлах	ПК-2.Д.1
5	Как можно получить матрицу узловых проводимостей, выберите правильный ответ: 1 по формуле при известной первой матрице соединений 2. непосредственно из графа 3. использовать контурное уравнение	ПК-2.Д.3

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении 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 изучения конкретной учебной дисциплины;

- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Для успешного достижения учебных целей практических занятий при их организации должны выполняться следующие основные требования:

соответствие действий обучающихся ранее изученным на лекционных и практических занятиях методикам и методам;

- максимальное приближение действий студентов к реальным, соответствующим будущим функциональным обязанностям по профессии;

- поэтапное формирование умений и навыков, т.е. движение от знаний к умениям и навыкам, от простого к сложному и т.д.;

- использование при работе фактических документов, технологических карт, бланков и т.п.;

- выработка индивидуальных и коллективных умений и навыков. Основным методическим документом преподавателя при подготовке и проведении практического занятия являются методические рекомендации.

План занятия: краткое содержание (тезисы) вступительной части: проверка готовности к занятию, объявление темы, учебных целей и вопросов, инструктаж по технике безопасности, распределение по учебным местам и определение последовательности работы на них.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

11.3. 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.

В текущий контроль успеваемости входит: посещение занятий, наличие письменного конспекта, своевременная сдача и защита отчетов.

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:

– 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».

- На зачете проверяются знания студентов. На зачет выносятся:
- материалы, составляющий основную теоретическую часть данного зачетного раздела, на основе которого формируются ведущие понятия курса;
- фактический материал, составляющий основу предмета;
- решение задач, ситуаций, выполнение заданий, позволяющих судить об уровне умения применять знания;
- задания и вопросы, требующие от учащихся навыков самостоятельной работы, умений работать с учебником, пособием.
- Дифференцированный зачёт проводится по всему материалу, по итогам выставляется традиционная оценка.

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