

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

2.1.8.1(Ф)

Компьютерное моделирование и математический анализ в  
энергетике

Учебный план: ФА242.30-12\_23-14.plx

Кафедра: 21 Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Научная специальность: 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Уровень образования: подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
4	УП	12	24	72	3	Зачет
	РПД	12	24	72	3	
Итого	УП	12	24	72	3	
	РПД	12	24	72	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)"

Составитель (и):

Доктор технических наук, профессор

Пеленко В.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области энергетики, связанные с освоением методов компьютерного моделирования и математического анализа систем электроэнергетики при проектировании и эксплуатации, современными математическими алгоритмами расчета показателей качества систем электроэнергетики, тенденциями развития методов математического компьютерного моделирования.

### 1.2 Задачи дисциплины:

1. Рассмотреть проблемные вопросы и алгоритмы компьютерного моделирования систем энергетики.
2. Рассмотреть основные положения математического анализа, применительно к электроэнергетическим системам.
3. Изучить математические алгоритмы и прикладное программное обеспечение для осуществления, контроля и прогнозирования показателей качества систем электроэнергетики при проектировании и эксплуатации.
4. Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.

### 1.3 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Знания и умения, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена и написании диссертационной работы

Педагогическая практика

Методология проведения исследования и методика написания диссертации

Современные информационные технологии в науке

## 2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Знать:** 1. Основы компьютерного моделирования при исследовании рабочих процессов объектов электроэнергетики и при разработке новых методов исследований;  
2. Основы методологии научных исследований на базе компьютерного моделирования процессов эксплуатации систем и объектов электроэнергетики;  
3. Основные алгоритмы решения задач математического анализа в интересах фундаментальных исследований в актуальных вопросах современной тепло- и электроэнергетики;  
4. Способы применения алгоритмов решения задач математического моделирования и анализа для научного исследования объектов электроэнергетики.

**Уметь:** 1. Использовать методы компьютерного моделирования систем и объектов электроснабжения для исследований процессов в системах электроэнергетики;  
2. Использовать методы математического анализа при исследовании процессов эксплуатации систем и объектов электроснабжения;  
3. Разрабатывать алгоритмы построения компьютерных моделей для сложных технических систем при аналитическом исследовании объектов электроэнергетики;  
4. Анализировать существующие методы исследований в системах электроснабжения;  
5. Формулировать и решать задачи математического моделирования и анализа систем и объектов электроэнергетики промышленных предприятий;  
6. Анализировать полученные результаты научных исследований.

**Владеть:** 1. Навыками компьютерного моделирования систем и объектов электроэнергетики при решении задач исследований в современной тепло- и электроэнергетике;  
2. Навыками компьютерного моделирования с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;  
3. Навыками решения задач математического анализа;  
4. Навыками компьютерного моделирования систем и объектов электроэнергетики при самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

### 3 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Теоретические основы математического моделирования объектов электроэнергетики.	4				0
Тема 1. Общие понятия по математическому моделированию. Классификация математических моделей. Выбор математического аппарата. Структура математических моделей.		1	2	6	
Тема 2. Характеристики математических моделей. Особенности сбора и обработки статистической информации для математического моделирования. Динамические и статистические модели технологических процессов электросетей.		1	2	6	
Раздел 2. Решение задач математического анализа в энергетике.					0
Тема 3. Особенности сбора и обработки эксплуатационной информации для решения задач математического анализа. Особенности сбора и обработки эксплуатационной информации для объектов промышленной энергетики. Особенности получения числовых характеристик по результатам обработки эксплуатационной информации. Оценка точности и надежности полученных результатов.		1	2	6	
Тема 4. Решение задач математического анализа в энергетике. Общие понятия и классификация задач математического анализа. Алгоритмы решения задач регрессионного и дисперсионного анализа для объектов промышленной электроэнергетики для оценки качества.		1	2	6	
Раздел 3. Моделирование эксплуатационных характеристик объектов промышленной электроэнергетики.					0
Тема 5. Математическое моделирование эксплуатационных характеристик ТЭЦ и ТЭС. Основные характеристики ТЭЦ и ТЭС. Особенности моделирования эксплуатационных характеристик ТЭЦ и ТЭС.		1	2	6	

<p>Тема 6. Математическое моделирование эксплуатационных характеристик основных элементов ТЭЦ и ТЭС. Основные элементы ТЭЦ и ТЭС. Характеристика основных элементов ТЭЦ и ТЭС. Особенности моделирования эксплуатационных характеристик основных элементов ТЭЦ и ТЭС.</p>	1	2	6	
<p>Раздел 4. Моделирование показателей качества объектов промышленной электроэнергетики при проектировании.</p>				
<p>Тема 7. Общие понятия и классификация показателей качества. Особенности моделирования основных показателей качества объектов промышленной электроэнергетики при проектировании. Моделирование показателей качества с использованием уравнений Колмогорова.</p>	1	2	6	0
<p>Тема 8. Особенность разработки математических моделей для оценки надежности объектов электроэнергетики при проектировании. Особенности разработки математических моделей. Математические модели для оценки надежности объектов электроэнергетики. Математические модели для оценки надежности объектов электроэнергетики при проектировании.</p>	1	2	6	
<p>Раздел 5. Моделирования показателей качества объектов промышленной электроэнергетики при эксплуатации.</p>				
<p>Тема 9. Математические модели технического обслуживания объектов электроэнергетики. Виды математических моделей. Характеристика математических моделей технического обслуживания объектов электроэнергетики с целью дальнейшей автоматизации.</p>	1	2	6	0
<p>Тема 10. Математическое моделирование требуемого количества ЗИП для обеспечения эффективного функционирования объектов энергетики. Комплект ЗИП. Номенклатура ЗИП. Математические модели для расчета требуемого количества ЗИП. Метод статистического моделирования для формирования требуемого количества ЗИП.</p>	1	2	6	
<p>Раздел 6. Компьютерное моделирование объектов промышленной электроэнергетики.</p>				
<p>Тема 11. Особенности компьютерных программ для моделирования процессов эксплуатации. Классификация компьютерных программ объектно-программного ориентирования. Основные особенности компьютерных программ Visual-Basic, Turbo-Pascal.</p>	1	2	6	0

Тема 12. Разработка математических моделей процессов эксплуатации объектов электроэнергетики для компьютерного моделирования. Моделирование процессов эксплуатации основных элементов и объектов промышленной электроэнергетики. Компьютерное моделирование объектов электроэнергетики. Составление алгоритмов для создания компьютерных моделей объектов электроэнергетики. Разработка компьютерных моделей объектов промышленной энергетики.	1	2	6	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	12	24	72	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	36		72	

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 4.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 4.1.1 Показатели оценивания

Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
1. Демонстрирует достаточные знания по основам математического и компьютерного моделирования при исследовании рабочих процессов объектов электроэнергетики. 2. Обладает необходимыми навыками решения задач математического анализа. 3. Имеет достаточные навыки при использовании методов компьютерного моделирования систем и объектов электроснабжения для исследований процессов в системах электроэнергетики.	1. Вопросы устного опроса. 2. Практико-ориентированные задания.

##### 4.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить тот или иной адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении задания, использует в ответе материал монографической литературы. Знает принцип работы тепловой электрической станции, знает принцип работы каждого элемента в отдельности, отлично знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен быстро и грамотно оценить влияние внешних условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга. Владеет методиками расчета электрических схем.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами решения задач.
Не зачтено	Не знает принцип работы тепловой электрической станции, не знает перечень основного оборудования. Не	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью

	знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭЦ. Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	математического аппарата реализовать ее решение.
--	--	--

## 4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 4.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 4	
1	Цели и назначение математического моделирования в электроэнергетике.
2	Классификация математических моделей. Основные определения.
3	Этапы математического моделирования объектов энергетики.
4	Требования к математическим моделям.
5	Статические и динамические математические модели. Критерии оптимизации математических моделей.
6	Однофакторные и многофакторные математические модели.
7	Проверка математических моделей на адекватность.
8	Алгоритм решения задач дисперсионного анализа для объектов электроэнергетики.
9	Алгоритм решения задач регрессионного анализа для объектов электроэнергетики.
10	Методы оценки показателей безотказности энергетических объектов с помощью математических моделей.
11	Математическое моделирование электроэнергетических систем с помощью Марковских процессов.
12	Математическое моделирование электроэнергетических систем с помощью структурных схем. Структурная схема сложных электроэнергетических систем с горячим резервированием.
13	Математическое моделирование электроэнергетических систем с помощью структурных схем. Структурная схема сложных электроэнергетических систем с холодным резервированием.
14	Структурная схема ТЭЦ.
15	Основные особенности моделирования объектов и систем электроэнергетики при проектировании.
16	Математическое моделирование энергетических показателей электростанции.
17	Математическое моделирование экономических показателей электростанции.
18	Математическое моделирование эксплуатационных показателей электростанции.
19	Структурная схема ТЭС.
20	Моделирование показателей качества объектов электроэнергетики с помощью уравнений Колмогорова.
21	Особенности разработки математических моделей для оценки надежности.
22	Математические модели технического обслуживания объектов энергетики.
23	Математическое моделирование для оценки надежности сложных технических систем.
24	Марковские процессы.
25	Математическое моделирование потребного количества ЗИП для обеспечения эффективного функционирования объектов энергетики.
26	Оценка надежности линий электропередач при проектировании.
27	Программы объемного программного обеспечения для решения задач компьютерного моделирования объектов электроэнергетики.
28	Использование компьютерных программ Visual-Basic, Turbo-Pascal для моделирования объектов ТЭ.
29	Разработка компьютерных моделей для основных элементов ТЭЦ.
30	Основные этапы разработки моделей линий электропередач электроэнергетики при компьютерном моделировании.

### 4.2.2 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Оценить значения вероятности безотказной работы объекта электроэнергетики: точечное значение, с учетом значения доверительной вероятности, нижнее и верхнее значение диапазона изменения численных значений показателя.

$N=250$ ;  $N_{ОТК}= 50$ .

2. Сколько рассматривается элементов при математическом моделировании типичного генератора? Разработать план математического моделирования  $2^3$ .

#### 4.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

##### 4.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

##### 4.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  + Письменная  + Компьютерное тестирование  Иная

##### 4.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1. Возможность пользоваться калькулятором;
2. Время на подготовку ответа на зачете 30 минут.

### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Авдюнин, Е. Г.	Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/86602.html">http://www.iprbookshop.ru/86602.html</a>
Казиев В. М.	Введение в анализ, синтез и моделирование систем	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/52188.html">http://www.iprbookshop.ru/52188.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Тупик, Н. В.	Компьютерное моделирование	Саратов: Вузовское образование	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79639.html">http://www.iprbookshop.ru/79639.html</a>

#### 5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека ВШТЭ- [http://nizrp.narod.ru/ebmu\\_m.htm](http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm).
2. Электронная библиотека СПбГУПТД <http://www.iprbookshop.ru>, ЭБС «IPRbooks».

#### 5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
Delphi  
MicrosoftOfficeProfessional 2013

#### 5.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду