

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ЭФ  
Полищук

В.И.

## **Рабочая программа дисциплины**

**Код и наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.1.1 «Моделирование и прогнозирование состояния электрооборудования»**

**Код и наименование направления подготовки (специальности): 13.04.02  
Электроэнергетика и электротехника**

**Направленность (профиль, специализация): Синтез систем автоматического управления электроприводами**

**Статус дисциплины: элективные дисциплины (модули)**

**Форма обучения: очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
<b>Разработал</b>	доцент	А.А. Грибанов
	доцент	А.Б. Дорш
<b>Согласовал</b>	Зав. кафедрой «ЭиАЭП»	Т.М. Халина
	руководитель направленности (профиля) программы	М.В. Халин

г. Барнаул

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-1	Способен осуществлять анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований	ПК-1.1	Применяет методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности
		ПК-1.2	Применяет методы и средства исследования заданных показателей объектов профессиональной деятельности

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	16	0	16	112	43

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Форма обучения: очная

Семестр: 2

## Лекционные занятия (16ч.)

1. Общие сведения о моделировании объектов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,5] Формирование способности осуществлять анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований: Цель и задачи курса. Метрологическая состоятельность. Основные виды моделирования. Естественно-научные основы техники. Основные этапы математического моделирования. Опасность приписывания техническому объекту свойств его математической модели. Основные свойства математических моделей. Классификация математических моделей.
2. Математические модели простейших типовых элементов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,5] Формирование способности осуществлять анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований: Математические модели электрические двухполюсников. Активные и пассивные двухполюсники. Мгновенные и комплексные значения физических величин. Частотные характеристики. Виды соединения элементов. Электромеханические аналогии.
3. Математические модели в форме линейных алгебраических уравнений. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5] Формирование способности осуществлять анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований: Общий вид системы линейных алгебраических уравнений. Область применения. Основные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
4. Математические модели в форме нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3,4,5] Формирование способности осуществлять анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований: Нелинейные алгебраические уравнения. Трансцендентные уравнения. Методы решения нелинейных уравнений. Методы численного решения уравнений. Методы отделения корней. Методы уточнения корней.
5. Математические модели в форме дифференциальных уравнений. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,5] Формирование способности осуществлять анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований: Линейное дифференциальное уравнение. Линейная стационарная модель. Линейная нестационарная модель. Нелинейные модели. Решение математических моделей в классе обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы решения дифференциальных уравнений. Математические модели для систем с распределёнными параметрами.
6. Детерминированные и стохастические математические модели. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,5] Формирование способности осуществлять анализ состояния и динамики показателей качества объектов

деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований: Детерминированные системы. Подходы к исследованию физических систем. Внутренние и внешние случайные факторы. Влияние случайных факторов. Целесообразность использования детерминированной модели. Вероятностные характеристики. Стохастическая математическая модель. Гауссовский случайный процесс. Свойства нормального распределения. Случайный процесс и случайная последовательность.

7. Математические модели в форме передаточных функций. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,5] Формирование способности осуществлять анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований: Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Передаточная функция в форме изображений Лапласа. Передаточная функция в операторной форме. Элементарные звенья и их виды. Виды соединений звеньев. Необходимый и достаточный критерии устойчивости. Алгебраические и частотные критерии устойчивости.

8. Прогнозирование технического состояния электрооборудования. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,5,6,7,8,9] Формирование способности осуществлять анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований: Прогнозирование и его задачи. Основные методы прогнозирования состояния электрооборудования.

#### Практические занятия (16ч.)

1. Математические модели линейных электрических цепей. {творческое задание} (2ч.)[1,3,4,5] Формирование способности применять методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности: Решение задач по обобщённому уравнению состояния. Решение задач с использованием узлового уравнения. Решение задач с использованием контурного уравнения.

2. Математические модели электрических цепей с нелинейными элементами. {творческое задание} (2ч.)[1,3,4,5] Формирование способности применять методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности: Основы решения нелинейных уравнений. Способы отделения корней. Методы уточнения корней.

3. Математическое моделирование переходных процессов в электрооборудовании {творческое задание} (2ч.)[1,3,4,5] Формирование способности применять методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности: Общие положения. Условия задания. Описание методов численного решения задачи Коши и методов численного интегрирования. Решение задачи Коши.

4. Составление моделей электромагнитных процессов в форме передаточных функций. {творческое задание} (4ч.)[1,3,4,5] Формирование способности применять методы анализа состояния и динамики показателей качества

- объектов профессиональной деятельности: Устойчивость и её виды. Элементарные звенья системы. Правила преобразования структурных схем системы. Обратные связи в схемах. Необходимые и достаточные условия устойчивости. Получение характеристического уравнения системы. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости.
5. Составление математических моделей в форме систем с распределёнными параметрами. {творческое задание} (2ч.) [1,3,4,5] Формирование способности применять методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности: Схема замещения электрооборудования с обмотками. Волновые характеристики. Телеграфное уравнение.
6. Решение задач прогнозирования на основе сглаживания временных рядов с помощью скользящих средних. {творческое задание} (2ч.) [1,3,4,5,6,7,8,9] Формирование способности применять методы и средства исследования заданных показателей объектов профессиональной деятельности: Метод Бокса-Дженкинса ARMA.
7. Применение прогнозирования на основе авторегрессии. {творческое задание} (2ч.) [1,3,4,5,6,7,8,9] Формирование способности применять методы и средства исследования заданных показателей объектов профессиональной деятельности: Способы аппроксимации. Процессы авторегрессии. Способы прогнозирования ресурса.

#### Самостоятельная работа (112ч.)

1. Изучение теоретического материала.(41ч.) [3,4,5,6,7,8,9] Изучение материалов лекций, учебников и учебных пособий, других информационных источников.
  2. Выполнение расчётного задания.(15ч.) [2,3,4,5] Проведение расчётов в соответствии с заданием.
  3. Подготовка к защите расчётного задания.(20ч.) [2,3,4,5] Изучение материала по конспекту лекций, учебникам и учебным пособиям в соответствии с контрольными вопросами для защиты.
  4. Подготовка к сдаче экзамена.(36ч.) [1,2,3,4,5,6,7,8,9] Проработка материалов аудиторных занятий и информационных источников.
5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Грибанов, А. А. Решение задач по моделированию и

прогнозированию состояния электрооборудования: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по курсу «Моделирование и прогнозирование состояния электрооборудования» для студентов магистратуры направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» / А.А. Грибанов ; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул, 2020. – 107 с. – Текст: электронный. – Режим доступа : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gribanov-a-a-epp-602098df85b27.pdf>

2. Грибанов, А. А. Моделирование режимов работы электрооборудования : Учебно-методическое пособие к выполнению расчётного задания (контрольной работы) по курсу «Моделирование и прогнозирование состояния электрооборудования» для студентов магистратуры направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» / А.А. Грибанов ; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул, 2020. – 37 с. – Текст : электронный. – Режим доступа : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gribanov-a-a-epp-602097c1afe7c.pdf>

## 6. Перечень учебной литературы

### 6.1. Основная литература

3. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 192 с. – ISBN 978-5-8114-1424-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/76825> (дата обращения: 25.12.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация : учебное пособие / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 292 с. – ISBN 978-5-8114-2168-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/103190> (дата обращения: 25.12.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Лыкин, А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие / А.В. Лыкин. – 3-е изд. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 227 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767> (дата обращения: 25.12.2020). – ISBN 978-5-7782-2262-5. – Текст : электронный.

### 6.2. Дополнительная литература

6. Дубяго, М.Н. Совершенствование методов диагностики и прогнозирования электроизоляционных материалов систем энергоснабжения / М.Н. Дубяго, Н.К. Полуянович ; Южный федеральный университет. –

Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. – 194 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598610> (дата обращения: 25.12.2020). – Библиогр.: с. 139 - 150. – ISBN 978-5-9275-3374-9. – Текст : электронный.

7. Валеев, Н.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование : учебное пособие / Н.Н. Валеев, А.В. Аксянова, Г.А. Гадельшина ; Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010. – 160 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270575> (дата обращения: 25.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-0862-6. – Текст : электронный.

8. Манусов, В.З. Нейронные сети: прогнозирование электрической нагрузки и потерь мощности в электрических сетях. От романтики к прагматике / В.З. Манусов, С.В. Родыгина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 303 с. : ил., табл. – (Монографии НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574859> (дата обращения: 25.12.2020). – Библиогр. с. 294-296. – ISBN 978-5-7782-3745-2. – Текст : электронный.

**7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

9. Центр по проектированию и повышению надежности электрооборудования. – Режим доступа : <https://transform.ru/index.shtml>

**8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

**9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная

сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Национальная электронная библиотека (НЭБ) – свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

#### **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».