

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

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ЭФ

В.И. Полищук

## **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): **Электротехнологии и надежность электрооборудования**

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

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	А.А. Грибанов
Согласовал	Зав. кафедрой «ЭПП»	С.О. Хомутов
	руководитель направленности (профиля) программы	И.В. Белицын

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.	Диагностика изоляции электрооборудования, Надежность электрооборудования в системах электроснабжения и технологических системах, Технический сервис и эксплуатация электроустановок
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.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **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. Для изучения данной дисциплины профессиональные базы данных и информационно-справочные системы не требуются.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Microsoft Office
3	OpenOffice
4	Windows
5	Антивирус Kaspersky
6	Яндекс.Браузер

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	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**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
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».