

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
Политехнический институт (филиал) государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.
Аммосова» в г. Мирном

Кафедра Электроэнергетики и автоматизации промышленного производства






Рабочая программа дисциплины

Б1.В.06 Математические задачи в электроэнергетике

для программы бакалавриата
по направлению подготовки/специальности
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность программы*: [Электроэнергетика]

Форма обучения: очная

Автор(ы): Семёнов А.С., к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой ЭиАПП, МПТИ(ф)СВФУ,
as.semenov@s-vfu.ru

РЕКОМЕНДОВАНО	ОДОБРЕНО	ПРОВЕРЕНО
Заведующий кафедрой разработчика __ЭиАПП__ Семёнов А.С./  протокол № 8 от «08»апреля 2023 г.	Заведующий выпускающей кафедрой __ЭиАПП__ Семёнов А.С./  протокол № 8 от «08»апреля 2023 г.	Нормоконтроль в составе ОП пройден Специалист УМО Титова Д.Я./  «24» апреля 2023 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОП Председатель УМС Константинова Т.П./  протокол УМС №7 от «11» мая 2023 г.		Эксперт УМС Ефремова В.А./  «11» мая 2023 г.

* для дисциплин профильных модулей

Мирный 2023

1. АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.В.06 Математические задачи в электроэнергетике

Трудоемкость 4_з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Цель освоения: подготовка студентов к применению современных математических методов для решения электроэнергетических задач с ориентировкой на использование для этого средств вычислительной техники, пакетов прикладных программ.

Краткое содержание дисциплины: Основные способы записи уравнения и прямые методы их решений. Методы решения нелинейных уравнений. Устойчивость энергетических систем и применение теории вероятности в энергосистемах.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Тип задач профессиональной деятельности: проектный	ПК-1. Способен участвовать в проектировании и электрических станций и подстанций	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Знать: основные режимы работ основного оборудования систем электроснабжения; Уметь: применять и эксплуатировать электрооборудование электрических станций; Владеть: методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем	БРС

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Код дисциплины	Название дисциплины	курс изучения	Коды и наименование учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной учебной дисциплины	для которых содержание данной дисциплины выступает опорой
Б1.В.06	Математические	1	Б1.О.10 Введение в	Б1.В.07 Общая

	задачи в электроэнергетике		сквозные цифровые технологии Б1.О.14 Информатика Б1.О.16 Математика	энергетика Б1.В.12 Экономика энергетики Б1.В.19 Технологическая часть ТЭС и АЭС
--	-------------------------------	--	--	--

1.4. Язык преподавания: [русский]

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

Выписка из учебного плана:

Индекс и наименование дисциплины по учебному плану	Б1.В.06 Математические задачи в электроэнергетике	
Курс изучения	1	
Семестр(ы) изучения	2	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	ЗаО	
Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения	-	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	4	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	144	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	12	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	34	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	34	
- лабораторные работы		
- практикумы		
1.3. КСР	4	
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	72	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	-	

¹Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах								Часы СРС	
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ		КСР
Основные способы записи уравнения и прямые методы их решений	47	11		11						1	24
Методы решения нелинейных уравнений	47	11		11						1	24
Устойчивость энергетических систем и применение теории вероятности в энергосистемах	50	12		12						2	24
Всего часов	144	34		34						4	72

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Основные способы записи уравнения и прямые методы их решений

Содержание темы: Введение. Основные понятия и определения. Предмет и задачи дисциплины. Модели основных элементов энергетической системы и системы в целом. Режимы электрических систем, их устойчивость и ее виды. Уравнения узловых напряжений. Схема замещения электрических систем. Формирование и матричная запись уравнений установившегося режима электрических систем. Уравнения узловых напряжений (УУН) и их матричная запись. Матрица проводимостей. Электрическая сеть, как граф. Матрицы инцидентности. Использование матриц инцидентности при формировании и решении уравнений узловых напряжений. Прямые методы решения УУН. Метод Гаусса в алгебраической форме. Табличная форма метода Гаусса. Метод триангуляции матриц. Обращение матрицы узловых проводимостей. Решение системы линейных уравнений в обращенной форме, область применения такого подхода.

Тема 2. Методы решения нелинейных уравнений

Содержание темы: Методы решения нелинейных УУН. Способы задания нагрузки и генерации в узлах. Запись нелинейной системы уравнений узловых напряжений (УУН). Итерационные методы решения УУН. Простая и ускоренная итерация. Коэффициенты ускорения и замедления расчетов режима. Метод Ньютона. Градиентный метод и его применение в задачах электроэнергетики. Метод по параметру, его использование для оценки состояния ЭЭС.

Достоинство и недостатки методов первого и второго порядка. Оптимизация режимов ЭЭС. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Применение градиентного метода в задачах оптимизации режимов ЭЭС. Решение дифференциальных уравнений в задачах энергетики. Постановка задачи анализа переходных режимов. Аналитическое решение уравнения движения ротора. Погрешности расчета. Численные методы решения дифференциальных уравнений: последовательных интервалов, Эйлера, Рунге-Кутты четвертого порядка. Область применения. Использование синхронизирующей мощности генератора для оценки статической устойчивости. Метод площадей для анализа динамической устойчивости.

Тема 3. Устойчивость энергетических систем и применение теории вероятности в энергосистемах

Содержание темы: Методы решения систем дифференциальных уравнений для анализа устойчивости ЭЭС. Формирование и решение систем дифференциальных уравнений. Анализ возможности упрощения системы дифференциальных уравнений. Запись и решение уравнений в отклонениях. Определение устойчивости по Ляпунову. Запись системы линеаризованных уравнений на операторной плоскости и ее решение. Характеристическое уравнение и его решение. Частотные критерии оценки результирующей устойчивости в ЭЭС. Оценка статической устойчивости ЭЭС. Практические и расчетные критерии, их взаимосвязь. Использование основ теории вероятности и математической статистики в задачах электроэнергетики. Статическая обработка результатов замеров режимных параметров в энергосистеме. Уравнения парной регрессии: линейное и квадратичное. Коэффициенты корреляции. Использование уравнений регрессии в задачах прогнозирования режимных параметров и оптимизации режимов. Множественная линейная регрессия, прогнозирование графиков нагрузки энергообъектов на ее основе. Основные понятия надежности функционирования ЭЭС, виды надежности. Использование нейронных сетей, нечетких множеств в задачах управления режимами энергосистем.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

Учебным планом предусмотрены лекционные занятия – 34 ч, практические занятия – 34 ч.

При освоении дисциплины предлагается использовать следующие сочетания форм и методов учебной работы для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

Пассивная форма – реализация методом опросов, написания самостоятельных работ, контрольных работ и тестов.

Активная форма – реализация путем диалога, проведения проблемных лекций, консультаций, собеседований, слушаний рефератов.

Интерактивная форма – реализация путем проведения круглых столов, дискуссий, мозговых штурмов, анализа конкретных ситуаций, мастер-классов.

В процессе чтения лекций применяются презентации, содержащие различные виды информации: текстовую, звуковую, графическую, анимации.

Для закрепления и контроля знаний на практических занятиях производится разбор актуальных, практических задач с последующей выдачей индивидуальных заданий на выполнение расчетно-графических работ.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы² обучающихся по дисциплине

Содержание СРС

² Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Математические задачи в электроэнергетике» заключается в углубленном рассмотрении отдельных вопросов курса по имеющимся научным, периодическим изданиям, статистической информации, а так же с использованием интернет - ресурсов. Подобные задания целесообразно использовать для групповой работы студентов под научным руководством преподавателя. Они представляют собой начальную форму самостоятельного научного исследования, результаты которого могут быть представлены в виде сообщений на текущих практических занятиях и выступать в качестве одного из элементов промежуточной аттестации по данной дисциплине.

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Основные способы записи уравнения и прямые методы их решений	Подготовка к выполнению практических работ. Подготовка к контрольной работе. Конспект	24	Контрольный тест по пройденным темам
2	Методы решения нелинейных уравнений	Подготовка к выполнению практических работ. Подготовка к контрольной работе по модулям 1 и 2. Выполнение РГР. Конспект	24	Контрольный тест по пройденным темам
3	Устойчивость энергетических систем и применение теории вероятности в энергосистемах	Подготовка к выполнению практических работ. Подготовка к контрольной работе по модулю 3. Выполнение РГР. Конспект	24	Контрольный тест по пройденным темам
	Всего часов		72	

Практические занятия

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Основные способы записи уравнения и прямые методы их решений	Запись уравнений узловых напряжений, приведение к виду, удобному для решения; Решение системы уравнений табличным методом Гаусса.	11	Сдача практической работы
2	Методы решения нелинейных уравнений	Обращение матрицы узловых проводимостей; Формирование нелинейной системы уравнений узловых напряжений, решение методами простой и ускоренной итерации;	11	Сдача практической работы
3	Устойчивость энергетических систем и применение теории вероятности в энергосистемах	Решение нелинейной системы УУН градиентным методом; Решение системы уравнений методом Ньютона; Оценка устойчивости по критериям	12	Сдача практической работы
	Всего часов		34	

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Руководящими документами для студентов при изучении дисциплины служат учебная программа, методические указания преподавателя для выполнения контрольной работы, составленные с таким расчетом, чтобы помочь студентам организовать самостоятельную работу и облегчить усвоение дисциплины.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является зачет с оценкой.

Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Посещение занятий	10	15
Сдача РГР	10	15
Сдача практических работ	10	15
Контрольный тест	15	25
Количество баллов для допуска к экзамену (min-max)	45	70

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций		
			Уровень освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-1. Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач	Знать: основные режимы работ основного оборудования систем электроснабжения; Уметь: применять и эксплуатировать электрооборудование электрических станций; Владеть: методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем	Высокий	ответ полный и правильный на основании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком; ответ самостоятельный	отлично
			Базовый	ответ достаточно полный и правильный на основании изученных материалов; материал изложен в определенной логической последовательности	хорошо

	проектирования и эксплуатации			сти, при этом допущены две-три незначительные ошибки	
			Минимальный	имеются достаточно существенные замечания и недостатки по отчету, требующие значительных затрат времени на исправление; умение (навык) сформировано на минимально допустимом уровне.	удовлетворительно
			Не освоены	имеются многочисленные существенные замечания и недостатки, которые не могут быть исправлены; умение (навык) не сформирован.	неудовлетворительно

6.2. Примерные контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Вопросы для самоконтроля

Данные вопросы предназначены для подготовки студентов к ЗаО по теоретической части обучения. Для удобства они представлены в разрезе основных разделов курса, представленных выше. При поиске ответов на вопросы студенту необходимо не только ознакомиться с лекционным материалом, но и самостоятельно найти ответы в рекомендуемой литературе или иных информационных источниках. Все это позволит отработать навыки поиска и систематизации информации, выделения ключевых материалов, их анализа и научного осмысления.

Раздел 1.

1. Что понимается под электроэнергетической системой (ЭЭС)?
2. Каковы режимы работы ЭЭС?
3. Каковы основные этапы расчета ЭЭС?
4. Из чего состоит порядок формирования расчетной схемы ЭЭС?
5. Назовите возможные варианты схем замещения для источников электрической энергии.
6. Чем определяется постановка задачи расчета режима функционирования ЭЭС?
7. Перечислите факторы, обуславливающие специфику функционирования ЭЭС?

Раздел 2.

1. Что понимается под схемой замещения электрической системы?
2. Назовите возможные варианты схем замещения для потребителей

электрической энергии.

3. Составить схему замещения электрической системы и сформулировать основные этапы ее получения.

4. Что такое матрица инцидентий первого рода? Какую связь она отражает?

5. Какое правило формирования матрицы инцидентий первого рода?

6. Что такое матрица инцидентий второго рода? Какую связь она отражает?

7. Какое правило формирования матрицы инцидентий второго рода?

Раздел 3.

1. Что собой представляют матрицы режимных параметров?

2. Каким образом составляется матричная форма записи закона Ома?

3. Из чего состоит матричная форма записи 1ого закона Кирхгофа? Что она позволяет делать?

4. Из чего состоит матричная форма записи 2ого закона Кирхгофа? Для чего она нужна?

Контрольный тест:

1. Матрица, устанавливающая связь между ветвями и контурами схемы называется матрицей

- 1) инцидентий первого рода
- 2) проводимостей ветвей
- 3) режимных параметров
- 4) инцидентий второго рода

2. Матрица, устанавливающая связь между ветвями и узлами схемы – это

- 1) матрица инцидентий первого рода
- 2) матрица проводимостей узлов
- 3) диагональная матрица сопротивлений ветвей

3. Матрица, характеризующая узловую режимный параметр – это

- 1) диагональная матрица проводимостей ветвей
- 2) диагональная матрица сопротивлений ветвей
- 3) матрица задающих ветвей

4. Матрица, характеризующая контурный режимный параметр – это

- 1) матрица контурных токов
- 2) диагональная матрица проводимостей ветвей
- 3) матрица контурных э.д.с.

5. К базовым задачам электроэнергетики относятся

- 1) анализ установившихся режимов
- 2) проектирование
- 3) эксплуатация
- 4) расчет установившихся режимов

6. Базовые задачи электроэнергетики решаются на следующих этапах создания ЭЭС

- 1) анализ
- 2) проектирование
- 3) расчет
- 4) эксплуатация ЭЭС

7. Диагональные миноры должны быть положительными в случае устойчивости системы в методе

- 1) Михайлова
- 2) Ляпунова
- 3) Гурвица

8. Диагональная матрица проводимостей ветвей является матрицей режимных параметров по контурам
- 1) верно
 - 2) неверно
9. ЭЭС включает в себя следующие элементы
- 1) умножающие
 - 2) преобразующие
 - 3) потребляющие
 - 4) измеряющие
 - 5) передающие
 - 6) вырабатывающие
 - 7) распределяющие
10. Графическим методом расчета устойчивости энергетической системы является метод
- 1) Ляпунова
 - 2) Гурвица
 - 3) Михайлова
11. Функционирование ЭЭС характеризуется следующими факторами
- 1) динамизмом
 - 2) простотой
 - 3) непрерывностью процессов производства, распределения и потребления электроэнергии
 - 4) статичностью
 - 5) сложностью структурных связей
 - 6) наличием системных особенностей
12. Функционирование ЭЭС характеризуется
- 1) режимом работы ЭЭС
 - 2) установившимся режимом
 - 3) статичностью системы
 - 4) динамизмом системы
13. Состояние ЭЭС, когда параметры системы на рассматриваемом интервале времени сохраняются неизменными или изменяются достаточно медленно называется
- 1) динамизмом системы
 - 2) статичностью системы
 - 3) режимом работы ЭЭС
 - 4) установившимся режимом
14. Состояние системы в любой момент времени или на некотором интервале времени называется
- 1) режимом работы ЭЭС
 - 2) установившимся режимом
 - 3) динамизмом системы
 - 4) статичностью системы
15. В процессе эксплуатации ЭЭС расчет установившихся режимов позволяет
- 1) оперативно управлять работой
 - 2) выбрать параметры
 - 3) прогнозировать работу
 - 4) уточнить параметры
16. Параметры, характеризующие работу ЭЭС
- 1) напряжения в различных точках системы
 - 2) потери мощности
 - 3) токи в ее элементах
 - 4) потоки энергии
 - 5) температура проводов

- 6) количество трансформаторов
17. Основными этапами расчета установившегося режима работы ЭЭС являются
- 1) анализ точности полученных результатов
 - 2) установление температурного состояния трансформаторов
 - 3) проведение расчета установившегося режима на компьютере
 - 4) составление схемы замещения электрической машины
 - 5) выбор метода расчета
 - 6) составление алгоритма и программы расчета
 - 7) предварительное преобразование и переход к расчетной схеме ЭЭС
 - 8) формирование уравнений состояния с учетом структуры исходной схемы
18. Совокупность схем замещения отдельных элементов ЭЭС, соединенных в той же последовательности, что и в реальной схеме называется схемой замещения
- 1) электроэнергетической системы
 - 2) электродвигателей
 - 3) трансформаторов
 - 4) генераторов
19. Принципиальная схема любой ЭЭС включает в себя следующие группы элементов
- 1) потребители энергии
 - 2) накопители энергии
 - 3) маховики
 - 4) источники энергии
 - 5) электрические сети
20. Проверка точности расчета при расчете установившихся режимов ЭЭС осуществляется в методах
- 1) Зейделя
 - 2) Гурвица
 - 3) Гаусса
21. Проверка устойчивости системы осуществляется в методе
- 1) Зейделя
 - 2) Гурвица
 - 3) Гаусса
22. Корневым методом проверки устойчивости ЭЭС является метод
- 1) Ляпунова
 - 2) Гурвица
 - 3) Михайлова
23. Схемы замещения элементов электрической сети представляют собой
- 1) индуктивности L_i
 - 2) сопротивления Z_i
 - 3) емкости C_i

Вопросы для зачета с оценкой

1. Уравнение движения ротора.
2. Обращение матрицы.
3. Простая итерация.
4. Метод Ньютона для решения нелинейной задачи.
5. Градиентный метод в задачах оптимизации.
6. Понятие о стохастической связи. Множественная регрессия.
7. Характеристическое уравнение и его корни.
8. Алгебраический метод Гаусса.
9. Метод Ньютона, его достоинства и недостатки.
10. Метод Эйлера, его вывод, погрешности.
11. Оценка устойчивости по критериям.

12. Решение систем дифференциальных уравнений.
13. Прямые методы (область применения).
14. Табличный метод Гаусса.
15. Критерий статической устойчивости.
16. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
17. Алгебраическая форма метода Гаусса.
18. Ускоренная итерация.
19. Решение дифференциального уравнения с постоянной правой частью.
20. Корни характеристического уравнения.
21. Прогнозирование нагрузки энергообъектов.
22. Определение устойчивости по Ляпунову.
23. Метод Эйлера, область его применения.
24. Парная линейная и квадратичная регрессия. Область применения.
25. Решение системы дифференциальных уравнений в отклонениях.
26. Метод триангуляции. Достоинства и недостатки методов первого порядка.
27. Условие сходимости итерационного процесса.
28. Анализ переходных режимов ЭЭС (постановка задачи).
29. Метод последовательных интервалов.
30. Численное решение дифференциальных уравнений.
31. Коэффициент корреляции. Его смысл.
32. Оценка устойчивости по корням характеристического уравнения.
33. Система нелинейных дифференциальных уравнений в задачах управления режимами (постановка задачи).
34. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка, область его применения.
35. Основные виды надежности ЭЭС.
36. Использование нейронных сетей при прогнозировании нагрузки в ЭЭС.
37. Нечеткие представления при регулировании параметров ЭЭС.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний производится на основе баллов БРС текущего контроля (максимум 100 баллов). Экзамен проводится в виде теста или ответа на вопросы по билетам. Цель экзамена – оценка уровня освоения теоретического и практического материала.

В ходе подготовки к экзамену студент, в первую очередь, должен систематизировать знания, полученные в ходе изучения дисциплины. При этом следует руководствоваться рабочей программой, определяющей объем и содержание материала, которые необходимо усвоить для успешной сдачи зачета. Следует внимательно ознакомиться не только с конспектами лекций, но также и с рекомендованной основной и дополнительной литературой. Ответ на экзамене должен быть довольно кратким, четким (5 минут) но при этом студент должен полностью ответить на вопрос. Ответ должен включать в себя краткий анализ актуальности вопроса.

Оценивается не только глубина знания, но и умение использовать в ответе практический материал из сегодняшней действительности, связанной, прежде всего, с профессиональной подготовкой студента.

Оценка «отлично, хорошо и удовлетворительно» ставится на экзамене студентам, уровень знаний которых соответствует требованиям, установленным программой учебного курса. Оценки «неудовлетворительно» ставятся студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала. экзамен проводится в устной форме.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины³

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	НБ СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
Основная литература⁴				
1	Семенов А.С. Основы моделирования электротехнических и электромеханических систем учебно-методическое пособие М.: Перо, 2016		17	
2	Лыкин А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов учебное пособие Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013		17	http://www.iprb-bookshop.ru/45384
3	Любченко, В.Я. Применение математического моделирования в задачах электроэнергетики учебное пособие Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018		17	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574837
Дополнительная литература				
1	Семенов А.С. Моделирование автоматизированного электропривода учебно-методическое пособие М.: Спутник+, 2012		10	
2	Семенов А.С. Программа MATLAB учебно-методическое пособие М.: Спутник+, 2012		15	
3	Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин учебник М.: Высшая школа, 2001	МО	15	

³ Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

⁴ Рекомендуется указывать не более 3-5 источников (с грифами).

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

- Elibrary.ru – Научная электронная библиотека.
- <http://www.iprbookshop.ru/45384>
- <http://www.iqlib.ru/Интернет-библиотека образовательных изданий>, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.№ 414)

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: Модульный учебный комплекс «Промышленная автоматика «Siemens» (настольное исполнение) (16 шт): Рабочее место: Стол компьютер KST-1/08; Стул -VISY (9 шт), Лабораторный стенд "Средства автоматизации и управления" (импеданс) (1 шт.), Комплект Проектор BenQ Panasonic и интерактивная доска Classic Solution (1 шт.), Стол (8 шт), Стул (12 шт).

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

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине⁵

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, видеофильмов);
- использование специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством Moodle.
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, методических разработок и учебных пособий;
- закрепление теоретического материала путем выполнения индивидуальных расчетно-графических работ
- подготовка и защита презентаций студентами

10.2. Перечень программного обеспечения

Предоставление телематических услуг доступа к сети интернет (договор №3101/2020 от 01.02.2020 г. на оказание услуг по предоставлению телематических услуг доступа к сети Интернет с «Мирнинские кабельные сети (МКС)» лице ИП Клещенко Василия Александровича. Срок действия документа: 1 год); Пакет локальных офисных программ для работы с документами (лицензия №62235736 от 06.08.2013 г. АО «СофтЛайн Интернет Трейд» на право использование программ для ЭВМ: Microsoft (Windows, Office). Срок действия документа: бессрочно) Лицензионное антивирусное программное обеспечение (лицензия №№280E-201026-063024-583-1308 от 26.10.2020 г. ЗАО «Лаборатория Касперского». Срок действия документа: с "26" октября 2020 г. по "03" ноября 2021 г.); Программа для ЭВМ: Годовая подписка на ZOOM Бизнес на 30 организаторов (договор №88 от 22.09.2020г. с ООО «Айтек Инфо» на передачу прав использования программного обеспечения. Срок действия документ: 1 год (копия)).

⁵В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

10.3. Перечень информационных справочных систем
Использование на занятиях электронных изданий, мультимедиа лекций.

