МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «20» июня 2023 г.
протокол № 5

Рабочая программа дисциплины

Переходные процессы в электроэнергетических системах

Закреплена за кафедрой	**Кафедра автоматизированных и информационных систем управления**
Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль	Электропривод и автоматика
Квалификация	**Бакалавр**
Форма обучения	**Очная**
Общая трудоемкость	**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Формы контроля в семестре:
в том числе:		экзамен 5
аудиторные занятия	51	
самостоятельная работа	93	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5		Итого	
Вид занятий	УП	РП	РП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого:	180	180	180	180

Год набора 2023 г.

Программу составил:
доцент каф. АИСУ,
кандидат технических наук, доцент
Боева Людмила Михайловна

Должность,уч.ст., уч.зв ФИО полностью *подпись*

Рабочая программа дисциплины

Переходные процессы в электроэнергетических системах

наименование

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2023 года набора:
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,
Профиль: Электропривод и автоматика, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 20.06.2023 г., протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Автоматизированных и информационных систем управления

наименование кафедры

Протокол от «24» мая 2023 г. № 03.

и.о. зав. кафедрой АИСУ Д. А. Полещенко

аббревиатура наименования кафедры *подпись* *И.О. Фамилия*

«24» мая 2023 г.

Руководитель ОПОП ВО
и.о. зав. кафедрой АИСУ, кандидат
технических наук, доцент Д. А. Полещенко

должность, уч.ст., уч.зв. *подпись* *И.О. Фамилия*

«24» мая 2023 г.

1.ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
Цели освоения дисциплины: базовая теоретическая и практическая подготовка инженера электротехнической специальности в области расчета и анализа электромагнитных переходных процессов на уровне, необходимом для проектировании и эксплуатации электрических сетей, грамотного выбора и проверки электрооборудования по условиям короткого замыкания, выбора уставок и оценки возможного действия релейной защиты и автоматики, определения влияния токов нулевой последовательности линий электропередачи на линии связи, выбора заземляющих устройств. *Результаты обучения:* *Знать:* теоретические и физические аспекты электромагнитных переходных процессов; аналитические и практические методы расчета токов короткого замыкания в электрических сетях, методы определения режимов при обрыве одной или двух фаз, методы определения устойчивости поведения в переходных процессах электрических машин и узлов нагрузок. *Уметь:* описывать и объяснять электромагнитные процессы в электрических сетях и устройствах; обоснованно выбирать и грамотно применять методы расчета и анализа электрических сетей в переходных режимах; применять теоретические знания в области электротехники для решения конкретных практических задач по выбранному направлению подготовки. *Владеть:* навыками расчета и анализа электромагнитных переходных процессов при проектировании и эксплуатации электрических сетей; навыками моделирования электротехнических устройств и электромагнитных процессов в них; методикой использования программных средств и применения современной вычислительной техники для решения электротехнических задач; методикой принятия решений по обеспечению нормальных условий работы электрооборудования.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Электротехника
2.1.2	Электроника
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Системы управления электроприводами
2.2.2	Технологические объекты автоматизации

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
УК-4: Способен: **- осуществлять поиск литературы, критически используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации;** **- осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации;** **- осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области**	
Знать:	УК-4-З1: знать профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности
Уметь:	УК-4-У1: уметь осуществлять анализ ситуаций для решения проблем в профессиональной области
УК-5: Способен демонстрировать: **- практические навыки для решения задач и реализации проектов, в области, соответствующей профилю подготовки;** **- знания требований безопасности жизнедеятельности, безопасности окружающей среды, экономические и технологические ограничения в области, соответствующей профилю подготовки;** **- знание экономических, организационных и управленческих вопросов (управление проектом, управление рисками и управление изменениями и др.)**	
Знать:	УК-5-З1: знать законодательные и нормативно-правовые акты по электробезопасности
Владеть:	УК-5-В1: владеть навыками решения конкретных практических задач в области, соответствующей профилю подготовки
ПК-1: Способен: **—рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности;** **—применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;** **—оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования;** **—составлять и оформлять типовую техническую документацию;** **—определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности;** **—обеспечивать требуемые режимы работы объектов профессиональной деятельности и заданные параметры технологического процесса;** **—участвовать в выполнении ремонтов оборудования по заданной методике;** **—составлять заявки на оборудование и запасные части и подготавливать техническую документацию на ремонт.**	
Уметь:	ПК-1- У1: уметь рассчитывать режимы работы электроэнергетического оборудования
Владеть:	ПК-1-В1: владеть навыками применения технических средств диагностики электроэнергетического оборудования;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	**Наименование разделов и тем /вид занятия/**	**Семестр**	**Часов**	**Компетен-ции**	**Литература и**	**Примечание**

					электронные ресурсы	
1.1	**Раздел 1. Общие сведения о переходных процессах и их моделировании** 1.1. Основные понятия и определения 1.2. Математическое моделирование **Раздел 2. Математические модели элементов ЭЭС** 2.1. Синхронные машины 2.2. Трансформаторы и автотрансформаторы 2.3. Линии электропередачи 2.4. Нагрузка 2.5. Синхронные двигатели 2.6. Асинхронные двигатели 2.7. Токоограничивающие и шунтирующие реакторы 2.8. Система электроснабжения 2.9. Влияние отдельных элементов ЭЭС на параметры переходного режима /Лек/	5	2	УК-4-З1 УК-5-З1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л 2.4	
1.2	Математическое моделирование отдельных элементов ЭЭС /Пр/	5	2	УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.3	Моделирование ЭЭС /Лр/	5	2	УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.1 Л1.2 Л 2.1	
2.1	**Раздел 3. Общие указания к расчетам токов КЗ** 3.1. Основные сведения о КЗ 3.2. Составление схем замещения и расчет их параметров 3.3. Преобразование схем замещения /Лек/	5	2	УК-4-З1 УК-5-З1	Л1.1 Л1.2	
2.2	Составление схем замещения и расчет их параметров /Пр/	5	2	УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.3	
2.3	Преобразование схем замещения /Лр/	5	2	УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.2 Л 2.1	
3.1	**Раздел 4. Трехфазное КЗ в электрической сети** 4.1. Трехфазное КЗ в простейшей цепи, питаемой от шин неизменного напряжения 4.2. Наибольшее действующее значение полного тока 4.3. Эквивалентная постоянная времени 4.4. Трехфазное КЗ на зажимах генератора без автоматического регулирования возбуждения 4.5. Трехфазное КЗ на зажимах генератора с автоматическим регулированием возбуждения 4.6. Установившийся режим КЗ /Лек/	5	2	УК-4-З1 УК-5-З1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л2.2 Л2.3	
3.2	Расчет начального сверхпереходного и ударного токов КЗ /Пр/	5	2	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
3.3	Моделирование трехфазного КЗ в электрической сети /Лр/	5	2	УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л 2.1	
3.4	**Самостоятельное изучение материала по разделу 5 «Электромагнитные переходные процессы в дальних**	5	33	УК-4-З1 УК-5-З1	Л1.1 Л1.2 Э1	

	электропередачах и их влияние на действие защиты» 1. Метод расчета параметров периодических свободных составляющих 2. Схемы дальних электропередач 3. Периодические свободные составляющие при КЗ в дальней электропередаче 4. Метод защиты дальних электропередач и ее отстройка от свободных составляющих /Ср/					
4.1	**Раздел 6. Несимметричные аварийные режимы в электроэнергетических системах** 6.1. Метод симметричных составляющих 6.2. Параметры элементов ЭЭС обратной и нулевой последовательностей 6.3. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей 6.4. Однократная поперечная несимметрия 6.5. Однократная продольная несимметрия 6.6. Сложные виды несимметрии /Лек/	5	2	УК-4-З1 УК-5-З1	Л1.4	
4.2	Расчет однократной продольной несимметрии /Пр/	5	2	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.3	
4.3	Моделирование распределения симметричных составляющих в электрической системе /Лр/	5	2	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л 2.1	
5.1	**Раздел 7. Режимы при замыканиях на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью в электроустановках до 1 кВ** 7.1. Замыкание фазы на землю в сети с изолированной нейтралью 7.2. Компенсация емкостного тока замыкания фазы на землю /Лек/	5	2	УК-4-З1 УК-5-З1	Л1.4	
5.2	Расчет токов КЗ в установках до 1000 В /Пр/	5	2	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.3	
5.3	Компенсация емкостного тока замыкания фазы на землю /Лр/	5	2	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л 2.1	
6.1	**Раздел 8. Ограничение токов КЗ** 8.1. Максимальные уровни токов КЗ 8.2. Средства ограничения токов КЗ 8.3. Оптимизация режима заземления нейтралей в электрических сетях 8.4. Координация уровней токов КЗ и параметров электрооборудования /Лек)/	5	2	УК-4-З1 УК-5-З1		
6.2	Оптимизация режима заземления нейтралей в электрических сетях /Пр/	5	2	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.3 Л1.4	

6.3	Оптимизация структуры и параметров сети (схемные решения) /Лр/	5	2	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.3 Л1.4 Л 2.1	
6.4	**Самостоятельное изучение материала по теме 9 «Система мониторинга переходных режимов»** 1. Технология векторного измерения параметров режима ЭЭС 2. Система мониторинга переходных режимов в энергообъединении ЕЭС/ОЭС 3. Задачи, решаемые с помощью СМПР /Ср/	5	30	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л2.2 Л2.3 Л 2.4 Э1	
7.1	**Раздел 10. Устойчивость электроэнергетических систем** 10.1. Основные понятия и определения 10.2. Допущения, принимаемые при анализе устойчивости 10.3. Задачи расчета устойчивости ЭЭС 10.4. Статическая устойчивость простейшей системы 10.5. Уравнение движения ротора генератора 10.6. Характеристика мощности явнополюсного генератора 10.7. Характеристика мощности генератора с АРВ 10.8. Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой 10.9. Расчет собственных и взаимных проводимостей 10.10. Статическая устойчивость сложных систем 10.11. Статическая устойчивость нагрузки 10.12. Методические указания по анализу статической устойчивости 10.13. Утяжеление исходного режима ЭЭС /Лек/	5	2	УК-4-З1 УК-5-З1	Л1.1 Л1.2	
7.2	Применение метода малых колебаний для анализа статической устойчивости сложных систем /Пр/	5	2	УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.3	
7.3	Анализ статической устойчивости ЭЭС /Лр/	5	2	УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.1 Л1.2 Л 2.1	

8.1	**Раздел 11. Динамическая устойчивость ЭЭС** 11.1. Анализ динамической устойчивости простейшей системы графическим методом 11.2. Динамическая устойчивость при КЗ на линии 11.3. Предельный угол отключения КЗ 11.4. Анализ трехфазного кз графическим методом 11.5. Решение уравнения движения ротора генератора. Метод последовательных интервалов 11.6. Динамическая устойчивость сложных систем 11.7. Динамическая устойчивость двигателей нагрузки 11.8. Пуск двигателей 11.9. Самозапуск двигателей 11.10. Автоматическое повторное включение и автоматическое включение 11.11. Методические указания к расчету динамической устойчивости /Лек/	5	2	УК-4-З1 УК-5-З1	Л1.1 Л1.2 Л 2.4	
8.2	Анализ трехфазного кз графическим методом /Пр/	5	2	УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.3	
8.3	Анализ динамической устойчивости ЭЭС /Лр/	5	2	УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.1 Л1.2 Л 2.1	
9.1	**Раздел 12. Регулирование частоты и перетоков мощности в энергосистемах** 13.1. Баланс мощности энергосистемы 13.2. Частотные статические характеристики энергосистемы 13.3. Виды регулирования частоты и перетоков мощности 13.4. Требования к качеству регулирования частоты /Лек/	5	1	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л 2.4	
9.2	Анализ частотной статической характеристики энергосистемы /Пр/	5	1	УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.3	
9.3	Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности /Лр/	5	1	УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1	Л1.1 Л1.2 Л 2.1	
9.4	**Самостоятельное изучение материала по разделу 13 «Мероприятия по повышению устойчивости ЭЭС»** 1. Мероприятия, связанные с изменением параметров основных элементов системы 2. Дополнительные устройства для повышения устойчивости 3. Режимные мероприятия по повышению устойчивости 4. Повышение устойчивости средствами автоматического противоаварийного управления /Ср/	5	30	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1- У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л2.2 Л2.3 Э1	
	Часы на контроль /Контроль/.	5	36	УК-4-З1 УК-5-З1 УК-4-У1 УК-5-В1 ПК-1- У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л2.2 Л2.3 Э1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену

5.1.1. Перечень вопросов, используемых при формировании экзаменационных билетов
(УК-4-31, УК-5-31) [Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4]
(промежуточный контроль успеваемости)

1.Определение понятий: режим работы системы, параметры режима и параметры системы, электромагнитные и электромеханические переходные процессы.
2.Режимы электроэнергетических систем.
3.Основные этапы математического моделирования.
4. Влияние отдельных элементов ЭЭС на параметры переходного режима
5.Причины возникновения и последствия КЗ
6.Назначение расчетов токов КЗ и основные допущения, принимаемые при расчетах
7.Трехфазное КЗ в простейшей цепи, питаемой от шин неизменного напряжения
8.Наибольшее действующее значение полного тока
9.Эквивалентная постоянная времени
10.Трехфазное КЗ на зажимах генератора без автоматического регулирования возбуждения
11.Трехфазное КЗ на зажимах генератора с автоматическим регулированием возбуждения
12.Установившийся режим КЗ
13.Расчет начального сверхпереходного и ударного токов КЗ
14.Параметры элементов ээс обратной и нулевой последовательностей (синхронная машина, трансформаторы и автотрансформаторы, воздушные и кабельные линии)
15.Влияние удельной проводимости многолетнемерзлого грунта на удельные параметры линий электропередачи
16.Асинхронные двигатели и обобщенная нагрузка
17.Однократная поперечная несимметрия
18.Сравнение токов различных видов кз
19.Однократная продольная несимметрия
20.Сложные виды несимметрии
21.Схемы дальних электропередач
22.Периодические свободные составляющие при КЗ в дальней электропередаче
23.Метод защиты дальних электропередач и ее отстройка от свободных составляющих
24.Замыкание фазы на землю в электрической сети с изолированной нейтралью
25.Компенсация емкостного тока замыкания фазы на землю
26.Максимальные уровни токов КЗ
27.Средства ограничения токов КЗ
28.Стационарное или автоматическое деление сети
29. Токоограничивающие устройства
30.Трансформаторы с расщепленной обмоткой низкого напряжения
31.Оптимизация режима заземления нейтралей в электрических сетях
32.Координация уровней токов КЗ и параметров электрооборудования
33.Допущения, принимаемые при анализе устойчивости ЭЭС
34.Задачи расчета устойчивости ЭЭС
35.Статическая устойчивость простейшей системы
36.Уравнение движения ротора генератора
37.Характеристика мощности явнополюсного генератора
38.Характеристика мощности генератора с АРВ
39.Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой
40. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой системы методом малых колебаний
41.Статическая устойчивость нагрузки
42.Действительный предел мощности
43. Статическая устойчивость двигателей нагрузки
44. Вторичные критерии устойчивости нагрузки
45.Методические указания по анализу статической устойчивости
46.Утяжеление исходного режима ЭЭС
47.Анализ динамической устойчивости ЭЭС простейшей системы графическим методом
48.Динамическая устойчивость ЭЭС при КЗ на линии
49.Предельный угол отключения КЗ
50.Анализ трехфазного КЗ графическим методом
51.Решение уравнения движения ротора генератора. Метод последовательных интервалов
52.Динамическая устойчивость сложных систем
53.Динамическая устойчивость двигателей нагрузки

54.Динамическая устойчивость асинхронного двигателя
55.Динамическая устойчивость синхронного двигателя
56.Возникновение асинхронного режима в электроэнергетических системах
57.Установившийся асинхронный режимы в ЭЭС
58.Ликвидация асинхронного режима в ЭЭС
59.Задачи, решаемые с помощью системы мониторинга переходных режимов в энергообъединении ЕЭС/ОЭС
60.Частотная статическая характеристика энергопотребления (нагрузки)
61.Частотная статическая характеристика генерации
62.Совмещенная частотная статическая характеристика энергосистемы
63.Первичное регулирование частоты и перетоков мощности
64.Вторичное регулирование частоты и перетоков мощности
65.Третичное регулирование частоты и перетоков мощности
66.Требования к качеству регулирования частоты
67.Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности
68.Мероприятия по повышению устойчивости ЭЭС, связанные с изменением параметров основных элементов системы
69.Устройства управляемых линий переменного тока
70.Сопротивления, включенные в нейтраль трансформатора
71.Электрическое торможение генераторов
72.Установки продольной компенсации
73.Режимные мероприятия по повышению устойчивости
74.Повышение устойчивости средствами автоматического противоаварийного управления

5.1.2 Перечень тем практических заданий,
используемых при формировании экзаменационных билетов
(УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1- У1, ПК-1-В1) [Л1.1, Л1.2, Л1.4, Л2.1, Л2.3]

(промежуточный контроль успеваемости)

1.Математические модели отдельных элементов ЭЭС (синхронные машины, трансформаторы и автотрансформаторы, линии электропередачи, нагрузка, синхронные двигатели, асинхронные двигатели)
2.Расчет параметров схем замещения ЭЭС
3.Преобразование схем замещения ЭЭС
4.Система относительных единиц
5.Приведение параметров схемы к основной ступени напряжения
6.Анализ трехфазного КЗ в электрической сети
7.Расчет начального сверхпереходного и ударного токов КЗ
8.Метод симметричных составляющих
9.Моделирование распределения симметричных составляющих в электрической системе
10.Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей
11.Расчет однократной продольной несимметрии
12.Метод расчета параметров периодических свободных составляющих
13.Применение метода малых колебаний для анализа статической устойчивости сложных систем
14.Расчет собственных и взаимных проводимостей
15.Решение уравнения движения ротора генератора.
16.Метод последовательных интервалов
17.Расчет токов КЗ
18.Оптимизация режима заземления
19.Анализ трехфазного кз графическим методом
20.Анализ динамической устойчивости ЭЭС
21.Анализ статической устойчивости ЭЭС
22.Анализ частотной статической характеристики энергосистемы

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В процессе изучения дисциплины выполняются:

семестр 5

- **РГЗ по индивидуальным вариантам**:

1. Расчет трехфазного КЗ в сложной электрической системе (УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1- У1).
2. Метод симметричных составляющих. (УК-4-У1,УК-5-З1,В1, ПК-1- У1,).

- лабораторные работы:

Лабораторная работа 1 Моделирование ЭЭС (2 часа) (УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1)
Лабораторная работа 2 Преобразование схем замещения (2 часа) (УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1)
Лабораторная работа 3 Моделирование трехфазного КЗ в электрической сети (2 часа) (УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1-У1)

Лабораторная работа 4 Моделирование распределения симметричных составляющих в электрической системе (2 часа) (УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1- У1)
Лабораторная работа 5 Компенсация емкостного тока замыкания фазы на землю(2 часа) УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1- У1)
Лабораторная работа 6 Оптимизация структуры и параметров сети (схемные решения) (2 часа) ((УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1- У1)
Лабораторная работа 7 Анализ статической устойчивости ЭЭС (2 часа) (УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1)
Лабораторная работа 8 Анализ динамической устойчивости ЭЭС (2 часа) (УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1)
Лабораторная работа 9 Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности (1 час) (УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1).

Вопросы для проведения устного опроса на практических занятиях и при защите РГЗ
(текущий контроль успеваемости)
5 семестр

Раздел 1. Общие сведения о переходных процессах и их моделировании (УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1)

1. Дайте определение понятиям: режим работы системы, параметры режима и параметры системы, электромагнитные и электромеханические переходные процессы.
2. Перечислите виды режимов электроэнергетических систем.
3. Перечислите основные этапы математического моделирования.

Раздел 2. Математические модели элементов ЭЭС (УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1)

1. Что такое обобщенный вектор трехфазной системы, какова его роль при анализе режимов работы электрической машины?
2. Какими уравнениями описывается переходный процесс в синхронной машине?
3. Какие схемы замещения явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин существуют в расчетах переходных процессов?
4. Перечислите основные параметры синхронной машины и объясните их физический смысл.
5. Что такое форсировка возбуждения и как она осуществляется?
6. Какие системные функции выполняет регулирование возбуждения «сильного действия»?
7. Как в расчетах переходных процессов представляются трансформаторы и линии электропередач?
8. Назовите способы представления нагрузок в расчетах переходных процессов.
9. Какие схемы представления двигателей существуют в расчетах токов КЗ и устойчивости?
10. Оцените роль элементов электроэнергетической системы в формировании переходного процесса.

Раздел 3. Общие указания к расчетам токов КЗ (УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1)

1. Дайте определение таким понятиям, как простое замыкание на землю, металлическое КЗ, продольная и поперечная несимметрия.
2. Какова вероятность КЗ в электроэнергетических системах?
3. Перечислите наиболее часто встречающиеся причины возникновения КЗ.
4. Каковы наиболее тяжелые последствия КЗ?
5. Для каких целей проводятся расчеты КЗ?
6. Что такое принципиальная и расчетная схемы замещения, в чем состоит их отличие?
7. Каковы основные достоинства системы относительных единиц?
8. Что такое точное и приближенное приведение параметров схемы?
9. Каковы достоинства введения коэффициентов трансформации в базисные напряжения?
10. Перечислите основные допущения, которые могут приниматься при расчетах переходных процессов, и объясните влияние каждого допущения на точность расчета.

Раздел 4. Трехфазное КЗ в электрической сети (УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1- У1)

1.Что такое шины бесконечной мощности?
2.Каков физический смысл постоянной времени?
3.Каковы условия возникновения ударного тока?
4.Что такое действующее значение ударного тока?
5.Дайте определение понятия эквивалентной постоянной времени.
6.Каковы особенности переходного режима синхронной машины с АРВ?
7.Что такое режим нормального напряжения и предельного возбуждения?

Раздел 5. Электромагнитные переходные процессы в дальних электропередачах и их влияние на действие

защиты (УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1**,** ПК-1- У1, ПК-1-В1) [Л 2.1]

1. Какие существуют основные схемы выполнения дальних электропередач?
2. Каковы особенности переходных процессов в электропередачах большой протяженности?
3. На чем основан метод расчета свободных составляющих в дальних электропередачах?
4. Каков характер изменения частот и амплитуд свободных составляющих при КЗ в дальних электропередачах?
5. Как осуществляется отстройка защиты линии дальней электропередачи от свободных составляющих?

Раздел 6. Несимметричные аварийные режимы в электроэнергетических системах (УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1**,** ПК-1- У1)

1. В чем достоинства и недостатки метода симметричных составляющих при его применении к расчетам несимметричных режимов в электроэнергетических системах?
2. Каковы особенности представления различных элементов электроэнергетической системы в расчетах несимметричных режимов?
3. Что такое начало и конец схем замещения различных последовательностей?
4. Представьте алгоритм расчета тока несимметричного КЗ.
5. В чем состоит принцип составления комплексных схем замещения?
6. Каковы соотношения между токами различных КЗ в месте замыкания?
7. Представьте алгоритм расчета однократной продольной несимметрии.
8. Что понимается под термином «сложные виды несимметрии», каков подход к их расчету?

Раздел 7. Режимы при замыканиях на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью и электроустановках до 1 кВ (УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1**,** ПК-1- У1)

1. В чем состоят особенности режимов КЗ сетей с изолированной нейтралью?
2. Что такое тепловой спад тока?
3. Какой вид замыкания называется простым замыканием на землю?
4. Для чего нужна компенсация тока простого замыкания и как она осуществляется?
5. Какова цель перекомпенсации?
6. Каковы особенности расчетов токов КЗ в сетях до 1000 В?
7. Как определяются минимальный и максимальный токи КЗ в сети до 1000 В?

Раздел 8. Ограничение токов КЗ (УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1**,** ПК-1- У1, ПК-1-В1

1. Назовите причины роста уровней токов КЗ в электрических сетях.
2. Какие средства и решения применяются для ограничения токов КЗ?
3. В чем состоит оптимизация режима заземления нейтралей в электрической сети?
4. Что такое координация уровней токов КЗ и параметров электрооборудования?
5. Каковы тенденции изменения уровней токов КЗ в процессе развития электрической системы

Раздел 9. **Система мониторинга переходных режимов (**УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1**,** ПК-1- У1, ПК-1-В1)

1. В чем суть технологии векторного измерения параметров режима электроэнергетической системы?
2. Назовите основные характеристики СМПР ЕЭС/ОЭС.
3. По каким признакам производится идентификация аварийного режима?
4. Каковы основные направления использования СМПР в режиме off-line?
5. Опишите процедуру верификации динамической модели с помощью СМПР.
6. Каковы основные направления использования СМПР в режиме реального времени

Раздел 10. Устойчивость электроэнергетических систем (УК-4-У1,УК-5-В1**,** ПК-1- У1)

1. Что такое статическая, динамическая и результирующая устойчивость электроэнергетической системы?
2. Что такое пропускная способность элемента системы?
3. Каковы задачи и цели расчета устойчивости электрических систем?
4. Как оценить статическую устойчивость простейшей и сложной систем?
5. Как влияет АРВ на статическую устойчивость?
6. Что такое самораскачивание?
7. В чем состоит физическая сущность собственных и взаимных проводимостей?
8. Какими критериями оценивается статическая устойчивость нагрузки?
9. Каковы запасы статической устойчивости?
10. Что такое утяжеление режима? Для чего оно применяется?

Раздел 11 . Динамическая устойчивость ЭЭС (УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1)

1. Перечислите основные методы расчета динамической устойчивости.
2. В чем суть графического метода анализа динамической устойчивости?
3. Что такое предельный угол отключения КЗ?
4. Какие методы решения уравнения движения ротора генератора используются при анализе динамической устойчивости?
5. Приведите алгоритм расчета динамической устойчивости сложных систем.
6. Как оценивается динамическая устойчивость двигателей нагрузки?
7. Каковы особенности режима пуска двигателей?
8. Что такое самозапуск двигателей?
9. Какие расчетные возмущения принимаются при оценке динамической устойчивости?
10. Каковы нормируемые длительности КЗ в сетях различных напряжений?

Раздел 12 Регулирование частоты и перетоков мощности в энергосистемах (УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1**,** ПК-1- У1, ПК-1-В1)

1. Что такое саморегулирование энергосистемы по частоте?
2. Что такое сальдо внешних перетоков?
3. В чем суть регулирующего эффекта нагрузки по частоте?
4. Что такое крутизна частотной характеристики и в чем ее физический смысл?
5. Как определить статизм турбоагрегата?
6. Что такое первичное регулирование частоты? Какие виды первичного регулирования существуют?
7. Определите вторичное регулирование частоты и перетоков мощности.
8. Как определить величину минимального резерва вторичного регулирования?
9. Что такое третичное регулирование мощности?
10. Каковы требования к качеству регулирования частоты?
11. В чем отличие статического и астатического регулирования частоты?
12. Назовите задачи системы АРЧМ.

Раздел 13. Мероприятия по повышению устойчивости ЭЭС (УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1**,** ПК-1- У1, ПК-1-В1)

1. Каковы основные требования к мероприятиям ло улучшению устойчивости электрических систем?
2. В чем суть мероприятий, основанных на улучшении параметров основных элементов электроэнергетической системы?
3. Какова роль устройств FACTS в повышении устойчивости?
4. Каковы дополнительные мероприятия по улучшению устойчивости?
5. Назовите режимные мероприятия по улучшению устойчивости.
6. Какие функции ПА служат повышению устойчивости?
7. Перечислите виды управляющих воздействий системы ПА.

Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ
(текущий контроль успеваемости)
Семестр 5

Лабораторная работа 1 Моделирование ЭЭС
(УК-4-У1,УК-5-В1**,** ПК-1- У1) [Л1.1, Л1.2, Л 2.1]

1). Составить математические модели элементов ЭЭС:

- Синхронные машины
- Трансформаторы и автотрансформаторы
- Линии электропередачи
- Нагрузка
- Синхронные двигатели
- Асинхронные двигатели
- Токоограничивающие и шунтирующие реакторы

2). Объяснить влияние отдельных элементов ЭЭС на параметры переходного режима

Лабораторная работа 2 Преобразование схем замещения
(УК-4-У1,УК-5-В1**,** ПК-1- У1) [Л1.2 , Л 2.1]

1. Назвать причины возникновения и последствия КЗ
2. Перечислить основные допущения, принимаемые при расчетах токов КЗ
3. Каков порядок составления схем замещения и расчет их параметров?
4. Система относительных единиц
5. Какова методика приведения параметров схемы к основной ступени напряжения?
6. Каков порядок преобразования схем замещения?

Лабораторная работа 3 Моделирование трехфазного КЗ в электрической сети
(УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1- У1) [Л 2.1]

1. Трехфазное КЗ в простейшей цепи, питаемой от шин неизменного напряжения
2. Определение наибольшего действующего значения полного тока
3. Расчет эквивалентной постоянной времени
4. Трехфазное КЗ на зажимах генератора без автоматического регулирования возбуждения
5. Трехфазное КЗ на зажимах генератора с автоматическим регулированием возбуждения
6. Определение установившегося режима КЗ
7. Расчет начального сверхпереходного и ударного токов КЗ

Лабораторная работа 4 Моделирование распределения симметричных составляющих в электрической системе
(УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1- У1) [Л 2.1]

1. В чем суть метода симметричных составляющих?
2. Перечислите параметры элементов ЭЭС (синхронная машина, трансформаторы и автотрансформаторы, воздушные и кабельные линии) обратной и нулевой последовательностей
3. Составьте схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей
4. Каков алгоритм расчета тока несимметричного КЗ?
5. Как составляются комплексные схемы замещения?
6. Сравните токи различных видов КЗ
7. Как распределяются симметричные составляющие в электрической системе?
8. Однократная продольная несимметрия (разрыв одной фазы, разрыв двух фаз, несимметрия от включения сопротивлений)
9. Каков алгоритм расчета однократной продольной несимметрии?
10. Дайте определение и пояснение сложных видов несимметрии (двойное кз на землю, однофазное кз с разрывом фазы).

Лабораторная работа 5 Компенсация емкостного тока замыкания фазы на землю
(УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1- У1)[Л2.1]

1. Перечислите особенности режимов КЗ сетей с изолированной нейтралью.
2. Объясните режим замыкания фазы на землю в сети с изолированной нейтралью
3. Как осуществляется компенсация емкостного тока замыкания фазы на землю
4. Какой вид замыкания называется простым замыканием на землю?
5. Для чего нужна компенсация тока простого замыкания и как она осуществляется?
6. Какова цель перекомпенсации?
7. Перечислите особенности расчетов токов КЗ в сетях до 1000 В

Лабораторная работа 6 Оптимизация структуры и параметров сети (схемные решения)
(УК-4-З1,УК-4-У1,УК-5-З1,УК-5-В1, ПК-1- У1) [Л1.3,Л1.4,Л 2.1]

1. Назовите максимальные уровни токов КЗ.
2. Перечислите средства ограничения токов КЗ.
3. В чем состоит цель оптимизации структуры и параметров сети (схемные решения)?
4. В чем суть стационарного или автоматического деления сети?
5. Перечислите токоограничивающие устройства.
6. Как осуществляется оптимизация режима заземления нейтралей в электрических сетях?
7. Как осуществляется координация уровней токов КЗ и параметров электрооборудования?

Лабораторная работа 7 Анализ статической устойчивости ЭЭС

(УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1) [Л1.1,Л1.2,Л 2.1]

1. Перечислите допущения, принимаемые при анализе устойчивости ЭЭС.
2. В чем заключается задача расчета устойчивости ЭЭС?
3. Определение статической устойчивости простейшей системы.
4. Запишите уравнение движения ротора генератора.
5. Как рассчитываются собственные и взаимные проводимости?
6. Чем определяется статическая устойчивость сложных систем?
7. Перечислите и поясните методы исследования статической устойчивости простейшей нерегулируемой системы
8. Перечислите и поясните методы анализа статической устойчивости сложных систем.
9. Каковы критерии статической устойчивости нагрузки?
10. В чем заключается утяжеление исходного режима ЭЭС?

Лабораторная работа 8 Анализ динамической устойчивости ЭЭС
(УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1) [Л1.1, Л1.2, Л 2.1]

1. Перечислите методы анализа динамической устойчивости простейшей системы.
2. Чем определяется динамическая устойчивость при КЗ на линии?
3. Что такое предельный угол отключения КЗ?
4. Суть графического метода анализа трехфазного КЗ.
5. Суть метода последовательных интервалов.
6. Как оценивается динамическая устойчивость сложных систем?
7. Как оценивается динамическая устойчивость двигателей нагрузки?
8. Как оценивается динамическая устойчивость асинхронного двигателя?
9. Как оценивается Динамическая устойчивость синхронного двигателя?
10. Назовите особенности пуска двигателей.

Лабораторная работа 9 Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности
(УК-4-У1,УК-5-В1, ПК-1- У1) [Л1.1, Л1.2, Л 2.1]

1. В чем состоит баланса мощности энергосистемы ?
2. Суть саморегулирования энергосистемы по частоте.
3. Перечислите частотные статические характеристики энергосистемы.
4. Назовите виды регулирования частоты и перетоков мощности.
5. Какие требования предъявляются к качеству регулирования частоты?
6. В чем отличие статического и астатического регулирования частоты?
7. Как осуществляется автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности?

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса по разным разделам из перечня вопросов, используемых при формировании экзаменационных билетов, и задание по теме из перечня тем, используемых при формировании экзаменационных билетов.

Примеры экзаменационных билетов:

Билет 1

1. Трехфазное КЗ на зажимах генератора без автоматического регулирования возбуждения
2. Совмещенная частотная статическая характеристика энергосистемы
3. Задача. Оптимизация режима заземления

4. **Билет 2**

1. Оптимизация режима заземления нейтралей в электрических сетях
2. Периодические свободные составляющие при КЗ в дальней электропередаче
3. Задача. Анализ динамической устойчивости ЭЭС

Примеры заданий для экзамена

Задача 1

Электрическая цепь состоит из последовательно соединенных реактора с сопротивлением X_{LR} = 0,45 Ом при номинальном токе $I_{ном}$ = 1000 А и номинальном напряжении $U_{ном}$ = 10 кВ и кабеля длиной l = 1,8 км, погонное индуктивное сопротивление которого $X_{пог}$ = 0,08 Ом/км. Определить индуктивное сопротивление элементов цепи

в относительных единицах при номинальных условиях реактора.

Задача 2. Составить схему замещения для расчетной схемы рис.1.1, выразив параметры ее элементов в именованных и относительных единицах; при этом сделать точное и приближенное приведения параметров.

Исходные данные:

генератор G: $P_{ном}$ = 63 МВт; $U_{ном}$ = 10,5 кВ; $\cos\varphi_{ном}$ = 0,8; $X_{*d(ном)}$ = 0,17; $E''_{(0)}$ = 11кВ;

трансформатор $T1$: $S_{ном}$ = 80 МВ·А; n = 121/10,5 кВ; $u_к$ = 10,5 %;

трансформатор $T2$: $S_{ном}$ = 40 МВ·А; n = 110/11 кВ; $u_к$ = 10,5 %;

линия W: l = 70 км; $X_{пог}$ = 0,4 Ом/км;

реактор LR типа РБ-10-1000-0,45.

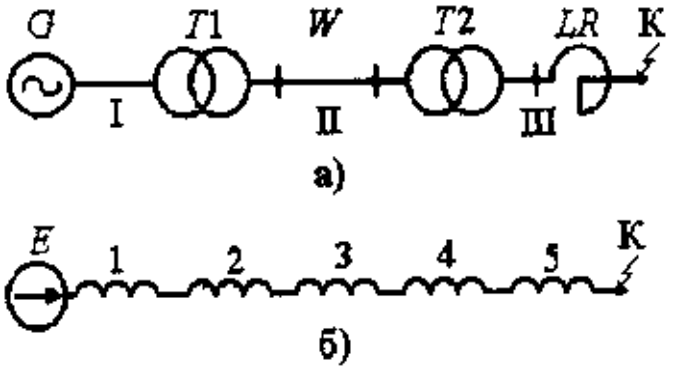

Рис. а - расчетная схема; б - схема замещения

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

Формой промежуточной аттестации в 5 семестре является экзамен

5.4.1. Текущий контроль успеваемости

Оценивание выполнения РГЗ

Оценка	Критерии оценивания
«Зачтено»	Все задания РГЗ выполнены без ошибок, либо с непринципиальными ошибками, не влияющими на физическую суть результата
«Не зачтено»	РГЗ не выполнено полностью, либо выполнены не все задания, либо в решении допущены существенные ошибки, неисправленные после собеседования с преподавателем

Оценивание выполнения и защиты лабораторных работ

Оценка	Критерии оценивания
«Зачтено»	Обучающийся полностью выполнил экспериментальную часть лабораторной работы, обработал и оформил ее результаты, дал ответы на контрольные вопросы, либо полностью выполнил экспериментальную часть лабораторной работы, однако допустил непринципиальные ошибки при обработке ее результатов или в ответах на контрольные вопросы, устраненные после обсуждения с преподавателем и другими обучающимися
«Не зачтено»	Экспериментальная часть лабораторной работы выполнена не полностью, либо имеются принципиальные ошибки при обработке ее результатов или в ответах на контрольные вопросы

Оценивание решения задач на практических занятиях

Оценка	Критерии оценивания
«Зачтено»	Обучающийся полностью выполнил и объяснил решение задачи, либо выполнил решение задачи, но не может аргументировать свое решение, либо выполняет решение задачи, однако допускает непринципиальные ошибки, устраняемые после обсуждения хода решения с преподавателем и другими обучающимися
«Не зачтено»	Обучающийся не может решить задачу

5.4.2 Промежуточная аттестация

Семестр 5

Система оценивания экзамена

Оценка		Результат формирования компетенции
5	«Отлично»	Компетенции сформированы
4	«Хорошо»	
3	«Удовлетворительно»	
2	«Неудовлетворительно»	Компетенции не сформированы

Критерии оценивания ответов обучающихся при проведении экзамена

«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
Обучающийся дал подробный, развёрнутый ответ на оба теоретических вопроса экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы, продемонстрировав всестороннее систематическое и глубокое освоение материала дисциплины, знание как основной, так и дополнительной учебной литературы по курсу, а также правильно решил практическую задачу	Обучающийся дал правильный ответ на оба теоретических вопроса экзаменационного билета, продемонстрировав освоение материала дисциплины, знание основной учебной литературы по курсу, а также решил практическую задачу, допустив непринципиальные ошибки	Обучающийся дал правильный, но неполный ответ на оба теоретических вопроса экзаменационного билета, продемонстрировав знание основного материала дисциплины и знакомство с основной учебной литературой по курсу; при решении задачи были допущены ошибки, исправленные после замечаний преподавателя	На один из теоретических вопросов экзаменационного билета, либо на оба ответ не был дан или содержит принципиальные ошибки. Обучающийся демонстрирует незнание большей части материала дисциплины, незнаком с учебной литературой по курсу; практическая задача не решена, либо её решение является принципиально неверным

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Пилипенко, В.Т.	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах : учебно-методическое пособие / В.Т. Пилипенко	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330565 .	Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2014
Л 1.2	Котова, Е.Н.	Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебно-методическое пособие / Е.Н. Котова, Т.Ю. Паниковская	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» ;URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275810 . – ISBN 978-5-7996-1254-2.	Екатеринбург Федеральный университет имени Б. Н. Ельцина, 2014
Л 1.3	Армеев Д.В. , Гусев Е.П. , Долгов А.П. и др.	Переходные процессы в электрических системах: сборник задач	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436254 – ISBN 978-5-7782-2498-8.	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014.
Л 1.4	Кобелев, А.В.	Режимы работы	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Тамбов :

		электроэнергетических систем : учебное пособие / А.В. Кобелев ;	. URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444929 ISBN 978-5-8265-1411-5. –	Тамбовский государственный технический университет, 2015
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Библиотека**	**Издательство, год**
Л 2.1	Кононов Ю.Г., Кононова Н.Н.,. Костюков Д.А, Рыбасова О.С.и др.	Электроэнергетические системы и сети: лабораторный практикум	ЭБС «Университетская библиотека онлайн– URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494692	Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет, 2017
Л 2.2	Филиппова Т.А.	Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»– URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574714 – ISBN 978-5-7782-3589-2.	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017
Л 2.3	Русина А.Г.	Режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебное пособие	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576756 -ISBN 978-5-7782-2695-1.	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016.
Л 2.4	Русина А.Г. , Филиппова Т.А. , Арестова А.Ю. и др. ;	Электроэнергетические системы и управление ими : учебное пособие	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574692 ISBN 978-5-7782-3703-2. .	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018.
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1		Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: http://window.edu.ru		
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1		Microsoft Windows		
П 2		Microsoft office		
П 3		PTC Mathcad Express(свободно распространяемое программное обеспечение)		
П 4		7- Zip (свободно распространяемое программное обеспечение)		
П 5		Kaspersky Endpoint Security		
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И. 1		- LMS Canvas (приказ НИТУ «МИСиС» № 387 о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном процессе ЭОР») https://lms.misis.ru/		
И. 2		- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/		
И. 3		- Федеральный портал «Российское образование»: http://edu.ru		
И. 4		- Открытое образование: http://openedu.ru		
И. 5		- Российская государственная библиотека: http://www.rsl.ru		
И. 6		- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: http://biblioclub.ru		
И. 7		- Электронная библиотека НИТУ МИСИС: http://elibrary.misis.ru		
И. 8		- Университетская информационная система РОССИЯ: https://uisrussia.msu.ru/		
И. 9		- Электронная библиотека РГБ: диссертации: http://diss.rsl.ru/?menu=disscatalog/		

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

414	Лаборатория промышленной электроники	Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: — компьютер-моноблок - 8 шт.; — лабораторный стенд по практикуму «схемотехника» компьютер-моноблок - моноблок asus eeetop 1602 atom - 4 шт.; — доска; — проектор; — лабораторный стенд «электроника» - 5 шт.; — комплект учебной мебели на 25 посадочных мест.
306	Кабинет для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: — проектор; — доска; — экран настенный; — компьютер – 6 шт.; — комплект учебной мебели на 20 человек. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучение по дисциплине проводится в течение 5 семестра и организуется в соответствии с настоящей программой.

Промежуточный контроль успеваемости осуществляется в виде экзамена.

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем:

— устного опроса студентов при проведении практических занятий,
— самостоятельного решения задач на практических занятиях,
— выполнения и защиты расчетно-графических заданий,
— выполнения и защиты лабораторных работ.

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды деятельности:

- работу с лекционным материалом, предусматривающую проработку лекционных материалов и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор учебной литературы с использованием библиотечных и электронных образовательных ресурсов, источников информации в сети «Интернет» по изучаемой теме дисциплины;
- освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к лабораторным работам;
- выполнение расчетно-графических заданий;
- подготовку к экзамену.

Все виды учебной деятельности (выполнение лабораторных работ, расчетно-графических и практических заданий, курсовой работы) обеспечены методическими пособиями и материалами.