

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль «Электроснабжение»  
РПД Б1.В.ДВ.04.01 «Короткие замыкания в электроэнергетических системах»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
В.В. Рожков  
02 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КОРОТКИЕ ЗАМЫКАНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль **«Электроснабжение»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **3 года 6 месяцев**

Форма обучения: **заочная (ускоренное обучение)**

Год набора: **2025**

Смоленск

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль «Электроснабжение»  
РПД Б1.В.ДВ.04.01 «Короткие замыкания в электроэнергетических системах»



Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от «28» февраля 2018 г. № 144

**Программу составил:**

подпись

д.т.н. проф. Кавченков В.П.  
ФИО

20.01.2025 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетические системы»  
23.01.2025 г.

**Заведующий кафедрой «Электроэнергетические системы»:**

подпись

к.т.н., доцент Р.В. Солопов  
ФИО

06.02.2025 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе  
с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

зам. начальника УУ

Е.В. Зуева

ФИО

06.02.2025 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины: подготовка обучающихся к проектной и научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части необходимых знаний, умений и навыков, в том числе:

изучение правил эквивалентного представления генераторов, нагрузок и других элементов электроэнергетических систем в схемах замещения;

приобретение умений для расчета параметров электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах различного назначения;

овладение методиками практических расчетов токов короткого замыкания (КЗ) в заданный момент времени электромагнитного переходного процесса с учетом вида и места КЗ.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, который включает использование методов математического и физического моделирования для представления электроэнергетических систем и их элементов в удобном для исследования виде;

освоение основных теоретических положений и методов для описания исследуемых процессов при коротких замыканиях в системах электроснабжения, анализа вызывающих их причин и последствий;

привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач по определению токов переходного процесса при симметричных и несимметричных режимах, включая короткие замыкания, обрывы фаз и сложные повреждения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.В.01 Электрические машины

Б1.В.11 Электроснабжение

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

Б1.В.10 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Б1.В.12 Низковольтные электрические аппараты

Б1.В.ДВ.04.01 Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах

Б1.В.ДВ.04.02 Аварийные режимы в электроэнергетических системах

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
ПК-4. Готов определять параметры оборудования систем электроснабжения и режимов его работы	ПК-4.1 Применяет средства определения параметров оборудования в системах электроснабжения	Знает: методы и средства определения параметров оборудования и электроэнергетических установок в системах электроснабжения. Умеет: определять состав оборудования систем электроснабжения, его параметры и режимы работы. Владеет: методами расчета и навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета параметров оборудования и токов КЗ в системах электроснабжения.



**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>лекционные занятия 7 шт. по 2 часа:</p> <p><b>Тема 1.</b> Общие сведения об электромагнитных переходных процессах и методах их расчета. Нормативная база расчетов токов короткого замыкания (КЗ).</p> <p>1.1. Введение: общие положения, литература и нормативные документы. Понятие об электроэнергетической системе и её параметрах и режимах. Виды переходных процессов в электроэнергетических системах. Причины возникновения и последствия. Методы расчета. Основные допущения. Расчетные условия. Система относительных единиц. Составление и преобразование схем замещения.</p> <p>1.2. Переходный процесс в простейших трехфазных цепях. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи. Действующее значение тока КЗ и его отдельных составляющих. Начальный и ударный ток КЗ.</p> <p><b>Тема 2.</b> Электромагнитные переходные процессы и расчет токов КЗ при сохранении симметрии трехфазной цепи.</p> <p>2.3. Начальный момент внезапного нарушения режима. Переходные и сверхпереходные ЭДС и реактивности синхронной машины. Векторные диаграммы. Сравнение реактивностей синхронной машины. Характеристики двигателей и нагрузки в начальный момент КЗ. Практический расчет начального и ударного токов трехфазного КЗ.</p> <p>2.4. Установившийся режим короткого замыкания. Основные характеристики и параметры. Влияние и учет нагрузки. Расчет при отсутствии и наличии автоматического регулирования возбуждения.</p> <p>2.5. Практические методы расчета тока КЗ в заданный момент времени. Типовые кривые изменения периодической составляющей тока КЗ. Спрямоугольные характеристики.</p> <p><b>Тема 3.</b> Электромагнитные переходные процессы и расчет токов КЗ при нарушении симметрии трехфазной цепи.</p> <p>3.6. Методы расчета несимметричных КЗ. Общие положения. Метод симметричных составляющих (МСС). Особенности МСС, расчетные уравнения. Двухфазное, однофазное и двухфазное КЗ на землю. Схемы замещения. Основные соотношения. Векторные диаграммы токов и напряжений.</p> <p>3.7. Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексные схемы замещения. Основные соотношения и обобщения по видам КЗ. Сравнение видов КЗ. Предельные соотношения токов КЗ. Трансформация токов и напряжений различных последовательностей. Параметры элементов электрических систем прямой, обратной и нулевой последовательности: общие правила. Оценка параметров синхронных генераторов и двигателей, асинхронных двигателей, трансформаторов и реакторов. Сопротивления воздушных и кабельных линий.</p>
2	<p>лабораторные работы 4 шт. по 2 часа:</p> <p>2.1. Расчеты в системе относительных единиц.                      Определение параметров схемы замещения для дальнейших расчетов токов короткого замыкания. Представление аналитических моделей элементов энергосистемы в среде MathCAD.</p> <p>2.2. Основы имитационного моделирования электрической цепи в среде MatLAB.                      Ознакомление с методами математического имитационного моделирования электрической цепи в среде MatLAB для исследования электромагнитных переходных процессов.</p> <p>2.3. Исследование симметричного трехфазного короткого замыкания без учета влияния</p>

	<p>нагрузки.                  Расчет начального, апериодического и полного токов КЗ в начальный момент времени и установившемся режиме, определение ударного значения тока КЗ. Верификация полученных расчетных значений на модели в среде MatLAB с помощью пакета расширения – системы Simulink.</p> <p>2.4. Исследование симметричного трехфазного короткого замыкания с учетом влияния нагрузки.                  Расчет начального, апериодического и полного токов КЗ в начальный и установившейся момент времени с учетом влияния нагрузки, определение ударного значения тока КЗ. Верификация полученных расчетных значений на модели в среде MatLAB с помощью пакета расширения – системы Simulink.</p>
3	<p>практические занятия 5 шт. по 2 часа:</p> <p>3.1. Составление схем замещения электрических цепей при коротком замыкании с сохранением симметрии между фазами, ознакомление с методом относительных единиц.</p> <p>3.2. Расчет токов симметричного короткого замыкания в относительных единицах с точным и приближенным учетом коэффициента трансформации силовых трансформаторов.</p> <p>3.3. Эквивалентные преобразования разветвленных схем электроснабжения. Расчет начального и ударного тока симметричного короткого замыкания. Распределение тока по ветвям.</p> <p>3.4. Нахождение значений периодической и апериодической составляющей тока КЗ в заданный момент времени методом типовых кривых. Эквивалентное преобразование схемы замещения методом коэффициентов распределения к радиальному виду.</p> <p>3.5. Расчет токов несимметричных КЗ в заданный момент времени с использованием спрямленных характеристик.</p>
4	<p>Расчетно-графическая работа «Расчет токов короткого замыкания».</p> <p>4.1. При трехфазном КЗ: определение периодической составляющей в начальный момент переходного процесса и ее распределение по ветвям схемы, ударного коэффициента и ударного тока КЗ, периодической составляющей тока КЗ в заданный момент времени методом типовых кривых, апериодической составляющей и полного тока КЗ в заданный момент времени.</p> <p>4.2. При несимметричном КЗ: определение симметричных составляющих тока КЗ и тока в поврежденной фазе в заданный момент времени методом спрямленных характеристик, распределение тока КЗ по ветвям схемы.</p>
5	<p>Самостоятельная работа студентов:</p> <p><b>Тема 1.</b> Общие сведения об электромагнитных переходных процессах и методах их расчета. Анализ размерностей электрических величин и параметров электроэнергетической системы. Выполнение курсовой работы, использование системы относительных единиц. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, опросу и контрольным работам на практических занятиях.</p> <p><b>Тема 2.</b> Электромагнитные переходные процессы и расчет токов короткого замыкания при сохранении симметрии трехфазной цепи. Анализ и расчет токов КЗ в различные периоды переходного процесса: начальный, промежуточный и установившийся. Выполнение курсовой работы. Расчет начального, ударного и установившегося тока КЗ. Анализ и использование практических методов расчета тока КЗ в заданный момент времени: типовых кривых и спрямленных характеристик. Овладение навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для анализа и расчета токов КЗ в ЭЭС при выполнении лабораторных работ. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ опросу и контрольным работам на практических занятиях.</p>

	<p><b>Тема 3.</b> Электромагнитные переходные процессы и расчет токов КЗ при нарушении симметрии трехфазной цепи. Изучение видов несимметричных КЗ и методов их анализа и расчета. Овладение методом симметричных составляющих и правилами построения схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Применение правила эквивалентности прямой последовательности и составление комплексных схем замещения. Выполнение курсовой работы. Овладение навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для анализа и расчета токов КЗ в ЭЭС при выполнении лабораторных работ. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, опросу и контрольным работам на практических занятиях.</p> <p><b>Тема 4.</b> Электромагнитные переходные процессы в особых условиях. Изучение методик расчета токов и напряжений при разрыве одной и двух фаз. Составление комплексных схем замещения. Овладение методиками и алгоритмами расчета сложных повреждений. Выполнение и подготовка к защите курсовой работы. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, опросу и контрольным работам на практических занятиях.</p>
--	---

**Текущий контроль:** опрос на лекциях и практических занятиях по темам «Электромагнитные переходные процессы и расчет токов КЗ при сохранении и нарушении симметрии трехфазной цепи», защита лабораторных работ, контроль выполнения и защита РГР.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятий по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине. Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи —«online».
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений. Технология обучения в сотрудничестве (командная, групповая работа).
3	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология проблемного обучения на основе анализа результатов лабораторной работы: индивидуальный опрос. Допуск к лабораторной работе.
4	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дис-

		циплине).
5	Контроль	Технология устного опроса. Технология письменного контроля, в том числе тестирование.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости включает проведение контрольных работ на практических занятиях, защиту лабораторных работ и контроль выполнения расчетно-графической работы.

Примеры вопросов по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями для текущего контроля:

1. Чем отличается короткое замыкание от простого замыкания.
2. Чем различаются между собой электромагнитные, электромеханические и волновые переходные процессы в ЭЭС?
3. Как влияет взаимоиндукция на индуктивное сопротивление фаз трехфазной сети и величину тока КЗ.
4. Для чего используется вращающаяся система координат  $dq0$  в расчетах токов КЗ.
5. Какой ток называется ударным.
6. Как в расчетной схеме учитывается обобщенная нагрузка в начальный момент переходного процесса и в установившемся режиме.
7. Как в расчетной схеме учитывается обобщенная нагрузка при расчете тока КЗ методами типовых кривых и методом спрямленных характеристик.
8. Как в расчетной схеме учитываются генераторы в начальный момент переходного процесса.
9. Как в расчетной схеме учитываются генераторы с АРВ в произвольный момент переходного процесса в методе спрямленных характеристик.
10. Как в расчетной схеме учитываются генераторы с АРВ в установившемся режиме переходного процесса.
11. Как в расчетной схеме учитываются генераторы с АРВ в произвольный момент переходного процесса в методе типовых кривых.
12. Каков алгоритм расчета тока КЗ в методе типовых кривых.
13. Каков алгоритм расчета тока КЗ в методе спрямленных характеристик.
14. Как влияет увеличение «электрической» удаленности точки КЗ от генератора на длительность переходного процесса.
15. Как влияет наличие демпферных обмоток на величину начального тока КЗ генератора.
16. Как влияет наличие демпферных обмоток на длительность переходного процесса.
17. На какое дополнительное сопротивление необходимо удалить истинную точку КЗ в схеме прямой последовательности, чтобы рассчитать ток прямой последовательности особой фазы при разных видах несимметричных КЗ.
18. Какая фаза при несимметричных КЗ принимается за особую.
19. Есть ли различия и какие в схемах прямой, обратной и нулевой последовательности в зависимости от расчетного времени КЗ.
20. При каких условиях ток при трехфазном КЗ может ли быть меньше, чем при несимметричном КЗ в одной и той же точке.

21. Как влияет схема соединений обмоток трансформаторов на трансформацию симметричных составляющих токов и напряжений.
  22. Как учитывается ЭДС генераторов и нагрузок в схемах различных последовательностей.
  23. Для каких элементов ЭЭС сопротивления прямой и обратной последовательности одинаковы.
  24. Для каких элементов ЭЭС сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности одинаковы.
  25. Для каких элементов ЭЭС сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности имеют разные значения.
  26. Как взаимдукция влияет на величину индуктивных сопротивлений различных последовательностей ВЛ и КЛ.
  27. Какие условия необходимы для протекания тока КЗ нулевой последовательности при однофазном и двухфазном КЗ на землю.
- Контрольные вопросы для выполнения и защиты лабораторных работ и курсовой работы представлены в методических указаниях к этим видам работ.

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями к экзамену по дисциплине:

1. Причины возникновения электромагнитных переходных процессов и их последствия. Основные допущения в расчетах.
2. Расчет токов в начальный момент КЗ.
3. Влияние и учет нагрузок в начальный момент КЗ.
4. Электромагнитные переходные процессы в простейших трехфазных цепях.
5. Начальный момент внезапного нарушения режима синхронной машины без демпферных обмоток. Схема замещения.
6. Начальный момент внезапного нарушения режима синхронной машины с демпферными обмотками. Схема замещения.
7. Установившийся режим трехфазного КЗ. Основные параметры и соотношения.
8. Влияние и учет нагрузок в установившемся режиме КЗ.
9. Расчет установившегося режима КЗ для генераторов с автоматическим регулированием возбуждения (АРВ).
10. Ударный ток КЗ: определение, основные допущения и расчет.
11. Качественная характеристика переходного процесса при трехфазном КЗ.
12. Переходная реактивность и ЭДС синхронной машины, схема замещения и векторная диаграмма.
13. Практические методы расчета токов КЗ. Основные допущения. Метод типовых кривых.
14. Установивши режим КЗ. Критический режим работы синхронного генератора.
15. Практические методы расчета токов КЗ: метод типовых кривых.
16. Качественная характеристика переходного процесса синхронной машины с демпферными обмотками (без АРВ).
17. Постоянные времени затухания слагающих токов КЗ. Синхронная машина без демпферных обмоток. Понятие о сверхпроводящем контуре.
18. Расчет установившегося режима КЗ для генераторов с АРВ в сложных схемах.
19. Метод спрямленных характеристик. Оценка режима работы генератора.
20. Учет генераторов и нагрузок при оценке токов КЗ в различные моменты времени:  $t=0$ ;  $t=t_i$  и  $t \rightarrow \infty$ .
21. Сравнительная характеристика методов расчета токов КЗ.
22. Основные нормативные документы по расчету токов КЗ. Краткая характеристика.
23. Короткое замыкание в простейшей трехфазной цепи.

24. Практические методы расчета токов КЗ: метод спрямленных характеристик.
25. Однофазное КЗ. Векторные диаграммы в месте КЗ.
26. Векторная диаграмма синхронной машины с демпферными обмотками в начальный момент времени. Оценка ЭДС.
27. Двухфазное КЗ. Векторные диаграммы в месте КЗ.
28. Двухфазное КЗ на землю. Векторные диаграммы в месте КЗ.
29. Однократная продольная не симметрия при обрыве двух фаз. Эпюра напряжений.
30. Комплексные схемы замещения для различных видов несимметричных КЗ.
31. Предельные соотношения токов при различных видах КЗ.
32. Сопротивления различных последовательностей воздушных линий.
33. Сопротивление нулевой последовательности одноцепной трехфазной воздушной линии электропередачи. Влияние грозозащитного троса.
34. Сопротивления различных последовательностей трансформаторов при расчете КЗ.
35. Практические методы расчета несимметричных КЗ.
36. Применение метода симметричных составляющих к несимметричным процессам.
37. Правило эквивалентности прямой последовательности при расчете несимметричных КЗ.
38. Расчет начального значения тока при несимметричных КЗ.
39. Параметры обратной и нулевой последовательности элементов электрических систем. Общие правила. Примеры.
40. Правило эквивалентности прямой последовательности при однократной продольной не симметрии.
41. Однократная продольная не симметрия при обрыве одной фазы. Эпюра напряжений.
42. Сверхпереходная реактивность и ЭДС синхронного генератора. Схема замещения и векторная диаграмма.
43. Комплексные схемы замещения при однократной продольной не симметрии.
44. Алгоритм расчета несимметричных КЗ методом спрямленных характеристик.
45. Короткие замыкания в установках до 1 кВ.
46. Сравнительная характеристика методов расчета токов КЗ.
47. Трансформация симметричных составляющих токов и напряжений.
48. Простое замыкание на землю.
49. Особенности расчета токов КЗ в системах электроснабжения. Методика расчета сложных повреждений.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившего практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившего другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившего практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

Для проведения занятий лабораторного типа используется специализированная лаборатория А-208 «Систем электроснабжения», расположенная по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр., д.1, Здание энергетического института (лабораторный корпус № 2). Лаборатория оснащена специализированными лабораторными стендами для исследования физических процессов в системах электроснабжения.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

**Программное обеспечение**, необходимое для изучения дисциплины, включает пакеты программ в среде MathCAD и MatLAB.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### **для слепых и слабовидящих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

### **для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

### **для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может

проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература.

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник по спец. и напр. подготовки 13.00.00 "Электро- и теплоэнергетика", "Электроэнергетика и электротехника" / [И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев [и др.]]; Министерство образования и науки РФ, НИУ "МЭИ". -- М.: Издательство МЭИ, 2018.— 394 с.

2. Короткие замыкания и выбор электрооборудования: учебное пособие по спец. и напр. подготовки 13.00.00 "Электро- и теплоэнергетика", "Электроэнергетика и электротехника" / [И.П. Крючков [и др.]]; под ред. И.П. Крючкова, В.А. Старшинова; Министерство образования и науки РФ, НИУ "МЭИ". — М. : Издательство МЭИ, 2018 .— 439.

### Дополнительная литература.

1. Пилипенко В.Т. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: учебно-методическое пособие / В.Т. Пилипенко. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014. – 124 с.

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330565> – Текст : электронный.

2. Кавченков В.П., Каминский А.В. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие. /В.П. Кавченков, А.В. Каминский – Смоленск. Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2021. -24 с.

3. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. -М.: Энергия, 1970. - 520 с.

### Список авторских методических разработок.

1. Кавченков В.П., Каминский А.В. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических

системах»: учебное пособие. /В.П. Кавченков, А.В. Каминский – Смоленск. Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2021. -24 с.

2. Кавченков В.П., Каминский А.В. Методические указания к лабораторным работам по курсу “Переходные процессы в электроэнергетических системах“ /В.П. Кавченков, А.В. Каминский. – Смоленск ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2009. -18 с.

3. Кавченков В.П. Комплект лекций по дисциплине «Короткие замыкания в электроэнергетических системах» в формате мультимедийных презентаций расположен на ресурсах кафедры электроэнергетических систем.

4. Кавченков В.П., Каминский А.В. Практические занятия по курсу «Короткие замыкания в электроэнергетических системах». Задачи. В формате PDF расположены на ресурсах кафедры электроэнергетических систем.

5. Кавченков В.П. Контрольные тесты по курсу «Короткие замыкания в электроэнергетических системах». В формате PDF расположены на ресурсах кафедры электроэнергетических систем.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10