

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Магистерская программа «Электроэнергетические системы, сети,  
электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность»  
РПД Б1.В.ДВ.01.01 «Устойчивость и надежность электроэнергетических систем»



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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«ННУ «МЭИ» в г. Смоленске  
В.В. Рожков  
« 10 » 20 21 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **УСТОЙЧИВОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Магистерская программа «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность»

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года

Форма обучения: очная

Год набора: 2022


Смоленск

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Магистерская программа «Электроэнергетические системы, сети,  
электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность»  
РПД Б1.В.ДВ.01.01 «Устойчивость и надежность электроэнергетических си-  
стем»




Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от «28» февраля 2018 г. № 147

**Программу составил:**

Д.т.н., профессор \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ В.П. Кавченков  
« 27 » сентября 2021 г.


Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетические системы»  
« 29 » сентября 2021 г., протокол № 2

**Заведующий кафедрой «Электроэнергетические системы»:**

 \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Р.В. Солопов \_\_\_\_\_  
подпись ФИО  
« 08 » октября 2021 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

 \_\_\_\_\_ зам. начальника УУ \_\_\_\_\_ Е.В. Зуева \_\_\_\_\_  
подпись ФИО  
« 08 » октября 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины: подготовка обучающихся к проектной деятельности по направлению подготовки 13.04.02. «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусматриваемых ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков, в том числе:

изучение понятийного аппарата дисциплины, свойств и количественных показателей устойчивости и надежности электроэнергетических систем (ЭЭС), основных теоретических положений и методов их расчета и анализа;

привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач, умений использования современных методов исследования и прогнозирования надежности ЭЭС и их элементов;

владение прогрессивными методами повышения устойчивости и надежности функционирования ЭЭС при их проектировании, сооружении и эксплуатации.

### **Задачи:**

изучение основных нормативных документов, регламентирующих требования к уровню надежности ЭЭС и систем электроснабжения потребителей электроэнергии; современных методов экспериментальных исследований и технической диагностики показателей надежности и основных положений технико-экономической оптимизации надежности ЭЭС;

овладение навыками планирования и постановки задач количественной оценки надежности и устойчивости ЭЭС с учетом её структуры и состава элементов;

развитие способностей и умений формировать, обрабатывать и анализировать информацию о техническом состоянии надежности ЭЭС и их элементов; определять эффективные производственно-технологические режимы устойчивой работы ЭЭС и надежной работы оборудования электрических станций и электрических сетей;

владение современными методами расчета показателей надежности и устойчивости ЭЭС и их элементов и прогрессивными методами обеспечения надежной работы ЭЭС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Устойчивость и надежность электроэнергетических систем относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Б1.В.02 Современные устройства релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем

Б1.В.04 Электропередачи и вставки постоянного тока

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

Б2.В.03(П) Проектная практика

Б2.В.04(Пд) Преддипломная практика

Б3.01 Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

ФТД.01 Методология научного творчества

### 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

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-3. Способен формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства расчета, моделирования и автоматизации при проектировании электрических сетей и электроэнергетических систем	ПК-3.1 Формулирует технические задания при решении учебных задач проектирования электрических сетей и электроэнергетических систем	Знает: свойства и количественные показатели устойчивости и надежности электроэнергетических систем, обеспечивающие их эффективное функционирование. Умеет: применять теоретические знания для исследования и прогнозирования надежности ЭЭС и их элементов. Владеет: навыками использования современных методов расчета и основных положений технико-экономической оптимизации надежности и устойчивости ЭЭС.
	ПК-3.2 Разрабатывает и использует средства расчета, моделирования и автоматизации при решении учебных задач проектирования электрических сетей и электроэнергетических систем	Знает: основные положения нормативных документов, регламентирующих требования к уровню надежности электрических сетей и электроэнергетических систем. Умеет: применять современные методы расчета и моделирования показателей надежности и устойчивости электрических сетей и электроэнергетических систем. Владеет: навыками применения методов и средств технической диагностики для анализа технического состояния электрооборудования электрических сетей и электроэнергетических систем.



**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>лекционные занятия 17 шт. по 2 часа:</p> <p>Тема 1. Вероятностные и статистические модели в задачах надежности и устойчивости ЭЭС.</p> <p>1.1. Основные понятия и модели теории вероятности в задачах надежности и устойчивости ЭЭС.</p> <p>1.2. Случайные величины и их типовые распределения, используемые при исследовании надежности и устойчивости ЭЭС.</p> <p>1.3. Основные задачи статистического оценивания и анализа показателей надежности.</p> <p>1.4. Критерии и оценки стохастической связи в задачах электроэнергетики.</p> <p>Тема 2. Основные положения и свойства надежности и устойчивости ЭЭС.</p> <p>2.1. Основные понятия и свойства надежности и устойчивости ЭЭС.</p> <p>2.2. Виды устойчивости ЭЭС и их влияние на работу ЭЭС.</p> <p>Тема 3. Основные показатели и методы расчета надежности ЭЭС.</p> <p>3.1. Основные показатели безотказности.</p> <p>3.2. Основные показатели восстанавливаемости ЭЭС.</p> <p>3.3. Расчет надежности системы. Общие положения. Метод структурного анализа.</p> <p>3.4. Расчет надежности восстанавливаемой системы.</p> <p>Тема 4. Техничко-экономическая оценка и нормирование надежности и устойчивости ЭЭС.</p> <p>4.1. Техничко-экономическая оценка надежности. Понятие ущерба при перерывах электро-снабжения потребителей. Виды ущербов и их оценка.</p> <p>4.2. Нормирование надежности и устойчивости ЭЭС.</p> <p>Тема 5. Методы и средства обеспечения надежности электрических сетей и электроэнергетических систем.</p> <p>5.1. Классификация методов и средств обеспечения надежности при проектировании, производстве и эксплуатации ЭЭС.</p> <p>5.2. Методы повышения надежности ЭЭС. Резервирование. Виды и методы расчета. Организация технического обслуживания и ремонта.</p> <p>5.3. Надежность оборудования ЭЭС. Анализ причин отказов. Техническая диагностика электроэнергетического оборудования.</p> <p>Тема 6. Виды, методы и средства обеспечения устойчивости ЭЭС.</p> <p>6.1. Устойчивостепособность как свойство надежности ЭЭС. Виды устойчивости. Количественные показатели и методы расчета статической устойчивости ЭЭС.</p> <p>6.2. Обеспечение динамической устойчивости ЭЭС.</p>
2	<p>лабораторные работы 8 шт. по 2 часа:</p> <p>2.1. Оценка линейной стохастической связи и построение уравнения линейной регрессии зависимости времени восстановления электроснабжения потребителей от удаленности точки повреждения ВЛ 10кВ от места дислокации ОВБ.</p> <p>2.2. Оценка нелинейной стохастической связи между средним временем безотказной работы (временем горения) ламп накаливания и напряжением электрической сети.</p> <p>2.3. Статистическая оценка и анализ показателей надежности элементов ЭЭС с использованием статистической функции вероятности отказа.</p> <p>2.4. Изучение особенностей построения и использования гистограммы для оценки показателей надежности элементов ЭЭС.</p> <p>2.5. Расчет и анализ показателей надежности ЭЭС при активном и пассивном резервировании ее элементов.</p>

	<p>2.6. Построение и анализ планов контрольных испытаний элементов ЭЭС на надежность.</p> <p>2.7. Анализ и расчет показателей статической устойчивости ЭЭС на примере простейшей системы электропередачи.</p> <p>2.8. Анализ и расчет показателей динамической устойчивости ЭЭС на примере простейшей системы электропередачи.</p>
3	<p>практические занятия 8 шт. по 2 часа:</p> <p>3.1. Применение вероятностных моделей о случайных событиях в задачах надежности ЭЭС.</p> <p>3.2. Использование классических законов распределения дискретных случайных величин для оценки надежности ЭЭС.</p> <p>3.3. Использование классических законов распределения непрерывных случайных величин для оценки надежности ЭЭС.</p> <p>3.4. Задачи оценки показателей безотказности невосстанавливаемых систем.</p> <p>3.5. Расчет показателей безотказности и восстанавливаемости электрических сетей и электроэнергетических систем.</p> <p>3.6. Оценка комплексных и технико-экономических показателей надежности ЭЭС.</p> <p>3.7. Задачи расчета и анализа статической устойчивости ЭЭС.</p> <p>3.8. Задачи расчета и анализа динамической устойчивости ЭЭС.</p>
4	<p>расчетно-графическая работа: Определение показателей надежности электроэнергетических систем.</p>
5	<p>Самостоятельная работа студентов:</p> <p>Тема 1. Вероятностные и статистические модели в задачах надежности и устойчивости ЭЭС. Изучение основных положений теории вероятностей и математической статистики. Овладение навыками применения классической теории для решения практических задач оценки надежности ЭЭС и ее элементов. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, опросу и контрольным работам на практических занятиях.</p> <p>Тема 2. Основные положения и свойства надежности и устойчивости ЭЭС. Изучение и анализ свойств надежности и устойчивости ЭЭС. Овладение навыками использования различных свойств надежности ЭЭС для ее описания и комплексной характеристики. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, опросу и контрольным работам на практических занятиях.</p> <p>Тема 3. Основные показатели и методы расчета надежности ЭЭС. Изучение правил формирования показателей безотказности и восстанавливаемости ЭЭС. Овладение прикладными методами расчета надежности сложных систем и метода структурного анализа. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, опросу и контрольным работам на практических занятиях.</p> <p>Тема 4. Технико-экономическая оценка и нормирование надежности и устойчивости ЭЭС. Изучение базовой модели технико-экономического анализа надежности ЭЭС и видов ущербов при перерывах электроснабжения потребителей. Освоение методов расчета ущербов и способов их снижения при выполнении расчетно-графической работы. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, опросу и контрольным работам на практических занятиях.</p> <p>Тема 5. Методы и средства обеспечения надежности электрических сетей и электроэнергетических систем. Изучение методов и средств обеспечения надежности при проектировании, производстве и эксплуатации ЭЭС. Анализ причин отказов, методов технической диагностики, технического обслуживания и ремонта электроэнергетического оборудования.</p>

<p>Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, опросу и контрольным работам на практических занятиях.                  Тема 6. Виды, методы и средства обеспечения устойчивости ЭЭС. Изучение видов устойчивости. Овладение навыками расчета количественных показателей статической и динамической устойчивости ЭЭС. Выполнение и защита расчетно-графической работы, лабораторных работ, опросу и контрольным работам на практических занятиях.</p>
---

**Текущий контроль:** тестирование по темам «Вероятностные и статистические модели в задачах надежности и устойчивости ЭЭС», «Основные показатели и методы расчета надежности ЭЭС», «Виды, методы и средства обеспечения устойчивости ЭЭС»; опрос на лекциях и практических занятиях, защита лабораторных работ, контроль выполнения и защита расчетно-графической работы.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятости 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	Консультации по курсовой работе.	Индивидуальные и групповые консультации Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «online».

5	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).
6	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.

### **Оценочные средства текущего контроля**

Примеры вопросов по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями для защиты расчетно-графической работы:

1. Какие показатели используются для оценки безотказности ЭЭС и их элементов.
2. Какие показатели характеризуют восстанавливаемость систем электроснабжения и их элементов.
3. В чем принципиальная разница между вероятностью восстановления и вероятностью безотказной работы системы.
4. В чем смысл комплексных показателей надежности систем электроснабжения и их элементов.
5. Какие показатели используются для оценки надежности ЭЭС. Чем они отличаются от показателей надежности систем электроснабжения и их элементов.
6. В чем состоит главное достоинство экспоненциального закона распределения при оценке показателей надежности.
7. Какие законы распределения кроме экспоненциального применяются в задачах исследования надежности ЭЭС.
8. Чему равна вероятность безотказной работы системы в момент времени, равный среднему времени безотказной работы при экспоненциальном, нормальном и распределении Вейбулла.
9. Какой смысл с точки зрения теории вероятностей имеет относительное время перерыва электроснабжения.
10. Перечислите допущения и упрощения, принятые в данном расчете.
11. Какие бывают ущербы при повреждениях и отключениях в системах электроснабжения.
12. Какие элементы системы электроснабжения обладают наибольшей (наименьшей) надежностью.
13. Как надежность элементов электрической системы зависит от напряжения, мощности?
14. Как повысить надежность системы электроснабжения.

15. Какой вариант системы электроснабжения является лучшим по технико-экономическим показателям.
16. Какие методы резервирования применяются в системах электроснабжения, какова их эффективность.
17. Как связаны между собой различные показатели безотказности.
18. Как связаны между собой различные показатели восстанавливаемости.

### **Оценочные средства промежуточной аттестации**

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен

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

1. Основные модели теории вероятностей для оценки случайных событий.
2. Случайные величины и их характеристики. Примеры из электроэнергетики.
3. Законы распределения дискретных случайных величин. Интегральная функция распределения. Использование в задачах надежности ЭЭС.
4. Законы распределения непрерывных случайных величин и их использование в задачах оценки надежности ЭЭС.
5. Виды статистических оценок случайных величин. Примеры.
6. Интервальные оценки параметров ЭЭС.
7. Статистическая функция распределения и её сглаживание. Критерий А.Н. Колмогорова.
8. Гистограмма и её сглаживание. Критерий К. Пирсона. Применение в задачах надежности ЭЭС.
9. Определение стохастической связи между параметрами. Уравнение регрессии.
10. Коэффициенты корреляции и детерминации. Их использование в задачах оценки устойчивости и надежности ЭЭС.
11. Понятие надежности ЭЭС. Свойства надежности. Определения.
12. Классификация отказов. Примеры из электроэнергетики.
13. Основные показатели безотказности невосстанавливаемых объектов и их статистическая оценка.
14. Основные показатели надежности восстанавливаемых объектов и их определение.
15. Основные показатели ремонтпригодности и долговечности.
16. Комплексные показатели надежности. Коэффициенты готовности, простоя и технического использования.
17. Дополнительные показатели надежности ЭЭС: дефицит мощности в системе, величина недоотпуска электроэнергии, модифицированный индекс надежности.
18. Основные этапы расчета надежности системы. Метод анализа последовательно-параллельной структуры.
19. Расчет показателей надежности последовательной структуры невосстанавливаемой системы.
20. Расчет надежности параллельной структуры невосстанавливаемой системы. Эффективность нагруженного резервирования.
21. Расчет надежности сложной структуры с использованием формулы полной вероятности.
22. Показатели надежности последовательной структуры восстанавливаемых систем.
23. Расчет показателей надежности восстанавливаемой системы с параллельной структурой. Среднее время восстановления параллельной структуры и его оценка.

24. Расчет надежности сложных структур с использованием теории массового обслуживания.
25. Расчет надежности сложных структур методом статистического моделирования.
26. Классификация и характеристика различных видов резервирования.
27. Эффективность активного резервирования: нагруженный, ненагруженный и облегченный резерв,
28. Скользящее и пассивное резервирование. Сравнение с другими видами резервирования.
29. Техничко-экономическая оценка и оптимизация надежности ЭЭС. Общие положения.
30. Нормирование надежности. Основные документы. Объекты нормирования.
31. Категории надежности электроприемников, уровни нормирования.
32. Методы обеспечения надежности ЭЭС и электроэнергетического оборудования при проектировании.
33. Расчет надежности методом «нагрузка-прочность».
34. Оснащенность ЭЭС средствами РЗА и их влияние на надежность.
35. Новые технологии в системах электроснабжения. Распределенная генерация с использованием возобновляемых источников энергии.
36. Методы обеспечения надежности ЭЭС и электроэнергетического оборудования при производстве (сооружении). Общая характеристика.
37. Испытания электрооборудования на надежность в нормальных и форсированных режимах.
38. Контрольные испытания на надежность. Общие положения. Примеры.
39. Характеристика методов повышения надежности ЭЭС при эксплуатации.
40. Организация ТОР: правила, принципы, стратегия, классификация
41. Классификация технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования.
42. Стратегии технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования.
43. Виды ремонтов энергетического оборудования.
44. Организация технической диагностики электрооборудования: цели и задачи, категории и периодичность контроля.
45. Классификация методов и средств технической диагностики электрооборудования.
46. Методы акустической, вибрационной диагностики и тепловизионного контроля электрооборудования. Примеры
47. Хроматографический метод технической диагностики электрооборудования. Примеры.
48. Надежность энергетического электрооборудования электрических станций.
49. Надежность энергетического электрооборудования электрических сетей: трансформаторов, воздушных и кабельных линий.
50. Надежность коммутационных аппаратов, сборных шин и устройств РЗА.
51. Виды устойчивости ЭЭС: характеристика и методы расчета.
52. Статическая устойчивость. Пределы передаваемой мощности. Коэффициент запаса статической устойчивости.
53. Статическая устойчивость. Влияние АРВ генераторов.
54. Расчет динамической устойчивости ЭЭС. Метод площадей. Определение запаса динамической устойчивости.
55. Методы повышения статической устойчивости ЭЭС.
56. Методы повышения динамической устойчивости ЭЭС.

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».
«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 выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему 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 выполнившему 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 самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными 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 зачет 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 зачет 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. Кавченков В.П. Элементы и модели теории вероятностей и математической статистики и надежность электроэнергетических систем.-Смоленск, Изд. «Универсум». 2015.-180с.

2. Васильев И.Е. Надежность электроснабжения. [Электронный ресурс]: учебное пособие.- М.: Издательский дом МЭИ, 2019.

3. Шабад В.К. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. Учебник.-М.: Академия. 2013,-194с.

### **Дополнительная литература.**

1. Определение показателей надежности электроэнергетических систем. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Устойчивость и надежность электроэнергетических систем». [Для магистров по направлению «Электроэнергетика и электротехника»] / В.П. Кавченков, Л.И. Долецкая. Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске. -Смоленск. 2017.-19 с.

2. Свешников А.Д. Прикладные методы теории вероятностей (электронный учебник для магистров) Изд. Лань. 2012, 430 с.
3. Малофеев С.И. Надежность электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Изд. «Лань», 2018. - 368 с.
4. Надежность электроэнергетических систем и сетей. Электротехнический портал. РФ/ [nadegnost-elektro-energetich-sistem.htm/](http://nadegnost-elektro-energetich-sistem.htm/).

#### **Список авторских методических разработок.**

1. Кавченков В.П. Элементы и модели теории вероятностей и математической статистики и надежность электроэнергетических систем: - Смоленск, Изд. «Универсум». 2015. - 180с.
2. Определение показателей надежности электроэнергетических систем. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Устойчивость и надежность электроэнергетических систем». [Для магистров по направлению «Электроэнергетика и электротехника»] / В.П. Кавченков, Л.И. Долецкая. Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске. -Смоленск. 2017.-19 с.
3. Кавченков В.П. Комплект лекций по дисциплине «Устойчивость и надежность электроэнергетических систем» в формате мультимедийных презентаций расположен на ресурсах кафедры электроэнергетических систем.
4. Кавченков В.П. Задачи для практических занятий по курсу «Устойчивость и надежность электроэнергетических систем». В формате PDF расположены на ресурсах кафедры электроэнергетических систем.
5. Кавченков В.П. Контрольные тесты по курсу «Устойчивость и надежность электроэнергетических систем». В формате PDF расположены на ресурсах кафедры электроэнергетических систем.
6. Кавченков В.П. Лабораторные работы по курсу «Устойчивость и надежность электроэнергетических систем». В формате PDF расположены на ресурсах кафедры электроэнергетических систем.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в докум енте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения изменения в данный эк- земпляр	Дата введения изменения
	изме- нен- ных	заме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ван- ных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10