

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра энергетики и транспорта

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.03 «ОПЕРАТИВНОЕ ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И
НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы «Электроэнергетические системы»

Автор(ы): д-р техн. наук, доцент,
профессор А.М. Зюзев

Одобрена на заседании кафедры энергетики и транспорта. Протокол от «10» ноября 2022 г. №4.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности научно-методической комиссией института ИПО РГППУ. Протокол от «14» ноября 2022 г. №3.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Оперативное диспетчерское управление и надежность электроэнергетических систем»: формирование систематизированных знаний в области оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике и надежности электроэнергетических систем, методов ее расчета и анализа, средств ее обеспечения, обоснованное понимание роли надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем и их объектов, приобретение магистрантами навыков исследования надежности электроэнергетических систем и электрических сетей и обеспечения требуемого уровня надежности.

Задачи:

- изучение современного состояния оперативно-диспетчерского управления и надежности электроэнергетических систем (ЭЭС) и технологических нарушений в них, основных методов достижения заданного уровня надежности, экономических аспектов надежности;
- освоение основных методов расчета и анализа структурной и режимной надежности ЭЭС, их подсистем и объектов, обеспечения требуемого уровня надежности;
- формирование профессиональных навыков по решению проблемы надежности при проектировании и эксплуатации ЭЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Оперативное диспетчерское управление и надежность электроэнергетических систем» относится к формируемой участниками образовательных отношений части учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Методы исследования электроэнергетических сетей и систем.
2. Методология научного исследования.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Современные методы проектирования электроэнергетических и технологических объектов.
2. Управление качеством электроэнергии.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:



- ПК-2 Способен определять эффективные режимы работы объектов профессиональной деятельности, планировать и управлять режимами работы объектов профессиональной деятельности;
- ПК-3 Способен проектировать объекты профессиональной деятельности и организовывать работу по их проектированию;
- ПК-4 Способен осуществлять организацию, управлять деятельностью и выполнять работы по эксплуатации и ремонту объектов профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Роль надежности в проектировании и эксплуатации объектов и систем электроэнергетики;
32. Модели надежности;
33. Показатели и характеристики электроэнергетических установок и систем;
34. Современные методы расчета показателей надежности в электроэнергетике;
35. Методы определения экономических ущербов от низкой надежности;
36. Способы и средства повышения надежности систем электроэнергетики.

Уметь:

- У1. Применять модели надежности электроустановок и систем электроэнергетики;
- У2. Составлять схемы замещения для расчета и анализа их надежности;
- У3. Определять количественные показатели надежности типовых схем распределительных устройств, электроустановок и систем;
- У4. Применять современные методы расчета надежности при проектировании и эксплуатации систем электроэнергетики;
- У5. Определять ущербы от перерывов в электроснабжении и ограничении мощности потребителей;
- У6. Применять методы и средства повышения надежности систем электроэнергетики.

Владеть:

- В1. Навыками расчета показателей структурной и функциональной надежности объектов электроэнергетики;
- В2. Навыками выбора оптимальных для рассматриваемой системы моделей и методов расчета надежности;
- В3. Навыками анализа структурной и функциональной надежности систем электроэнергетики в эксплуатации;
- В4. Навыками определения ограничений мощности и недоотпусков электроэнергии в случае выхода из строя объектов электроэнергетики;
- В5. Навыками выбора видов резервирования и способов повышения надежности в рассматриваемой системе электроэнергетики.



4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.), семестр изучения – 3, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	3 сем.
Кол-во часов	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	144
Контактная работа, в том числе:	36
Лекции	12
Практические занятия	24
Самостоятельная работа студента	108
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Экзамен	3 сем.

**Распределение трудоемкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.			СРС
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	
1. Основные понятия и характеристики надежности в электроэнергетике	3	48	4	8	-	36
2. Модели надежности элементов, объектов и систем электроэнергетики	3	48	4	8	-	36



3. Методы расчета показателей надежности систем электроэнергетики	3	48	4	8	-	36
---	---	----	---	---	---	----

**Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин

Раздел 1. Основные понятия и характеристики надежности в электроэнергетике

1.1. Введение. Проблемы надежности в электроэнергетике. Понятие «надежность» в электроэнергетике, основные определения. Классификация отказов. Классификация каскадных аварий в электроэнергетических системах (ЭЭС). Общие критерии оценки надежности. Предмет и задачи дисциплины. Современные аспекты надежности в электроэнергетике.

1.2. Относительность понятия «элемент» и «система» в расчетах надежности. Показатели надежности: единичные и комплексные. Задачи обеспечения надежности в электроэнергетике. Причины повреждений основных элементов электрических станций, электрических сетей, ЭЭС.

Раздел 2. Модели надежности элементов, объектов и систем электроэнергетики

2.1. Факторы, нарушающие надежность электроэнергетических систем и их подсистем, и их математическое описание. Модели внезапных отказов. Модели постепенных отказов.

2.2. Модели отказов электроустановок. Модели отказов последовательно и параллельно соединенных элементов в смысле надежности. Модели электрических нагрузок в расчетах надежности ЭЭС.

2.3. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы. Модель состояний Маркова, применение графов в качестве моделей. Составление структурных схем, графов возможных состояний. Модель нерезервированной схемы из n элементов (последовательное соединение элементов). Модель системы из резервируемых восстанавливаемых элементов (параллельное соединение элементов).

2.4. Модель надежности системы с восстановлением и профилактикой (системы с последовательным соединением элементов, системы с резервированием элементов). Марковские модели восстановления и оценки готовности электроэнергетических систем и их подсистем.

Раздел 3. Методы расчета показателей надежности систем электроэнергетики

3.1. Современные методы расчета и анализа надежности электроэнергетических систем и электроустановок. Общая характеристика



методов. Метод путей и минимальных сечений. Структурный анализ и формальные приемы декомпозиции сложных схем.

3.2. Показатели надежности относительно узлов нагрузки ЭЭС. Вероятностные методы расчета надежности ЭЭС: таблично-аналитический, структурно-аналитический, структурно-вероятностный, таблично-логический, метод деревьев отказов, топологические методы расчета.

3.3. Понятие о структурной надежности схем электроэнергетических систем. Определение состояния полного отказа и безотказной работы схемы. Понятие о функциональной надежности. Оценка недоотпуска электроэнергии в системе с помощью модели состояния и режимов ЭЭС. Вероятности послеаварийных состояний сложных схем, расчет недоотпуска электроэнергии вследствие ограничения режимов в послеаварийных состояниях.

3.4. Анализ надежности различных схем электрических сетей. Определение надежности типовых схем РУ подстанций. Анализ надежности в ремонтных режимах. Объемы резервирования ЭЭС для обеспечения рационального уровня надежности электроснабжения потребителей. Виды резервов. Ущерб от ограничений мощности и перерывов в электроснабжении. Задачи обеспечения надежности в условиях эксплуатации электрических сетей и ЭЭС. Средства и методы повышения надежности ЭЭС.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Технологии проведения занятий в форме диалогового общения, которые переводят образовательный процесс в плоскость активного взаимодействия обучающегося и педагога. Обучающийся занимает активную позицию и перестает быть просто слушателем семинаров или лекций. Технологии представлены: групповыми дискуссиями, конструктивный совместный поиск решения проблемы, тренинг (микрообучение и др.), ролевые игры (деловые, организационно-деятельностные, инновационные, коммуникативные и др.).

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии, при которых организация образовательного процесса, основывается на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией. Используются для поддержки самостоятельной работы обучающихся с использованием электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), телекоммуникационных технологий, педагогических программных средств и др.

3. Игровые технологии основаны на теории активного обучения, для которых характерно применение имитационных и неимитационных технологий. Используется для проведения практических, семинарских и лабораторных занятий.



4. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Основная литература

1. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учеб. / А.Н. Дорохов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93594>. — Загл. с экрана.

2. Васильева, Т.Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. — 152 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63231>. — Загл. с экрана.

3. Малафеев, С.И. Надежность электроснабжения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.И. Малафеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91070>. — Загл. с экрана.

4. Аполлонский, С. М. Надежность и эффективность электрических аппаратов : учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1130-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167900>



6.2 Дополнительная литература

1. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87584>. — Загл. с экрана.

2. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56607>. — Загл. с экрана.

3. Юркевич, В. В. Надежность и диагностика технологических систем : учебник для вузов [Гриф Минобразования РФ] / В. В. Юркевич, А. Г. Схиртладзе. - Москва : Академия, 2011. - 295 с.

4. Зубарев, Ю. М. Основы надежности машин и сложных систем : учебник / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-8114-5183-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134345>

6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотека. Режим доступа: <http://stratum.pstu.as.ru>
3. Публичная электронная библиотека. Режим доступа: <http://www.plib.ru/>

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Офисная система Office Professional Plus.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.



2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
3. Помещения для самостоятельной работы.
4. Лаборатория моделирования электромеханических систем.

