

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Верисокин Александр Евгеньевич

Должность: И.о. декана факультета нефтегазовой инженерии

Дата подписания: 18.06.2026 13:18:46

Уникальный программный ключ:

fd7a4d68f83235300c43c0b6f10966ab195e1d00

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
нефтегазовой инженерии,
кандидат технических наук
Верисокин А.Е.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Надежность электроэнергетических систем

Направление подготовки
Направленность (профиль)
Год начала обучения
Форма обучения
Реализуется в семестре

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Электроэнергетические системы и сети
2026
очная
6

Разработано

Доцент кафедры
автоматизированных
электроэнергетических систем
и электроснабжения, кандидат
технических наук
Петров А.В.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель курса заключается в выработке у студентов умений и навыков работы со статистическими и вероятностными методами оценки надежности, расчета основных показателей надежности ЭЭС, априорной оценки надежности систем на стадии проектирования, использования математических моделей и методов количественных расчетов надежности электроэнергетических систем, определения экономических аспектов надежности и нормирования надежности, обучении работе со специализированной справочной литературой.

Задачей изучения дисциплины является освоение методик статистической оценки и анализа надежности действующего электрооборудования и установок, прогнозирование надежности оборудования и установок, нормирования уровня надежности, испытаний на надежность, расчета и анализа надежности с использованием вероятностных моделей, оптимизации технических решений по обеспечению надежности при проектировании ЭЭС.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Надежность электроэнергетических систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается в 6 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2 Способен проводить обоснование проектных решений в области электроэнергетики	ИД-1 _{ПК-2} . Демонстрирует знание по выбору электрооборудования и проверке его технических параметров в процессе эксплуатации подстанций и линий электропередачи	Знает физические основы анализа надежности электроэнергетических систем. Рассчитывает показатели уровня надежности электроэнергетических систем. Определяет уровень схемной надежности энергоснабжения и выбора резерва генерирующих мощностей в энергосистеме
ПК-5. Способен участвовать в организации процесса эксплуатации электроэнергетических систем	ИД-1 _{ПК-5} . Демонстрирует знания по проверке технических параметров электрооборудования в процессе его эксплуатации ИД-2 _{ПК-5} . Демонстрирует знание организации технического обслуживания и ремонта электроэнергетических систем	Использует методы синтеза электроэнергетических систем и сетей по заданному уровню надежности, способы формирования моделей в задачах оценки надежности электроэнергетических систем. Использует методы анализа, моделирования и расчетов режимов сложных систем, изделий, устройств и установок электроэнергетического и электротехнического назначения с использованием современных компьютерных технологий и

		специализированных программ. Имеет навыки построения математических моделей энергосистем для определения схемной и режимной надежности энергосистем с учетом организации технического обслуживания и ремонта.
--	--	---

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля *

Объем занятий: всего: 3 з.е. 108 акад.ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	54
Лекции/из них практическая подготовка	36/0
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	0/0
Практических занятий/из них практическая подготовка	18/0
Самостоятельная работа	54
Формы контроля	
Экзамен	-
Зачет	-
Зачет с оценкой	да
Контрольная работа	да

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма				Формы текущего контроля успеваемости ¹
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	Основы теории надежности электрических систем. Развитие науки о надежности электрических систем. Ее особенности и задачи.	ИД-1ПК-2	2			3	Собеседование
2	Случайные события. Основные понятия и определения. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Теорема гипотез (формула Байеса). Темы практических занятий: ПЗ 1 Статистическая оценка показателей надежности неремонтируемых объектов ПЗ 2 Расчет надежности с использованием метода пространства состояний	ИД-1ПК-5, ИД-2ПК-5	2	2		3	Собеседование

¹ Текущий контроль успеваемости студентов может осуществляться в следующих формах: собеседование, контрольная работа, коллоквиум, защита лабораторной работы, реферата, доклада, проекта, творческой работы, тестирование и др. Содержание форм текущего контроля успеваемости и рекомендации к их подготовке установлены в методических указаниях к практическим работам/лабораторным работам.»

3	Классификация случайных величин. Числовые характеристики случайных величин. Начальные и центральные моменты.	ИД-1ПК-5, ИД-2ПК-5	2			3	Собеседование
4	Модели отказов элементов ЭЭС. Статистика повреждений элементов ЭС враспределительных сетях. Причины отказов основных элементов ЭС. Темы практических занятий: ПЗ 3 Использование формулы полной вероятности при оценке надежности	ИД-1ПК-5, ИД-2ПК-5	2	2		3	Собеседование
5	Функциональная надёжность электрических систем. Расчёт надёжности электрической сети по недоотпуску электроэнергии. Расчёт эквивалентных характеристик надёжности работы электрических сетей при оценке ущерба. Практическое занятие № 4. Использование формулы Байеса при оценке надежности	ИД-1ПК-2.	2			3	Собеседование
6	Основы режимной надежности энергосистем. Общая характеристика средств повышения устойчивости и противоаварийного управления. Противоаварийное управление в схеме станция- система.	ИД-1ПК-2.	2			3	Собеседование
7	Функциональная надёжность в схеме станция-система. Расчёт функциональной надёжности в объединении из двух ЭС со слабой связью Практическое занятие № 5. Расчет надежности систем с последовательным соединением элементов	ИД-1ПК-2.	2	2		3	Собеседование
8	Критерии режимной надёжности и их нормирование. Обеспечение режимной (функциональной) надёжности системообразующих сетей ЭС.	ИД-1ПК-5, ИД-2ПК-5	2			3	Собеседование

9	Проектные и эксплуатационные задачи надежности. Выбор структуры генерирующей мощности. Выбор величины установленной генерирующей мощности и величины аварийных резервов, планирование режимов генерирующей мощности. Выбор структуры и величины оперативного резерва в энергосистеме.	ИД-1ПК-2.	2			3	Собеседование
10	Расчет структурной надежности. Схемы замещения по надежности. Метод пространства состояний. Расчет надежности при последовательном и параллельном соединении элементов. Практическое занятие № 6. Расчет надежности систем с параллельным соединением элементов Практическое занятие № 7. Расчет надежности систем со смешанным соединением элементов	ИД-1ПК-5	2	2		3	Собеседование
11	Расчет надежности с учетом процесса восстановления. Показатели надежности восстанавливаемых элементов (объектов, систем). Показатели надежности системы, состоящей из независимых элементов. Основные показатели ремонтпригодности элементов ЭС. Основы расчета вероятностных характеристик процесса восстановления с применением элементов теории массового обслуживания. Практическое занятие № 8. Расчет надежности системы по данным об отказах элементов Практическое занятие № 9. Расчет надежности системы при общем резервировании Практическое занятие № 10. Расчет надежности системы при раздельном резервировании	ИД-1ПК-5, ИД-2ПК-5	2	2		3	Собеседование

12	Основные понятия и показатели надёжности воздушных линий электропередачи. Надёжность двухцепных ВЛ. Надёжность ЛЭП с последовательно соединёнными элементами. Надёжность ЛЭП с параллельным соединением элементов. Надёжность ВЛ с параллельным соединением элементов при ненагруженном резерве. Практическое занятие № 11. Определение оптимального количества резервных элементов в системах с многократным резервированием	ИД-1ПК-5	2	2		3	Собеседование
13	Методы получения информации о надёжности ВЛ. Статические методы обработки информации о надёжности ВЛ и оборудования ЭС. Статическая оценка законов распределения отказов ВЛ и оборудования ЭС. Практическое занятие № 12. Расчет надёжности системы при ненагруженном резерве Практическое занятие № 13. Определение закона распределения случайной величины наработки на отказ	ИД-1ПК-2.	2	2		3	Собеседование
14	Подбор теоретического закона распределения СВ об отказах. Критерии согласия для оценки надёжности элементов ЭС. Доверительные интервалы при статистической оценке параметров надёжности. Практическое занятие № 14. Использование критериев согласия для оценки гипотезы о законе распределения случайной наработки на отказ Практическое занятие № 15. Расчет надёжности системы с учетом преднамеренных отключений без учета взаимного влияния элементов	ИД-1ПК-2.	2			3	Собеседование
15	Математические модели надёжности систем. Единичные показатели надёжности. Основной и экспоненциальный законы надёжности. Комплексные показатели надёжности. Практическое занятие № 16. Расчет надёжности системы с учетом преднамеренных отключений с учетом взаимного влияния элементов	ИД-1ПК-2.	2	2		3	Собеседование

16	Преднамеренные отключения. Влияние преднамеренных отключений на показатели надежности без учета взаимного влияния элементов. Учет взаимного влияния элементов при преднамеренных отключениях. Практическое занятие № 17. Оценка вероятности состояний систем массового обслуживания с отказами Практическое занятие № 18. Оценка вероятности состояний систем массового обслуживания с ожиданием	ИД-1 _{ПК-5} , ИД-2 _{ПК-5}	2	2		3	Собеседование
17	Технологические особенности обеспечения надежности в электрических системах. Свойства электрических систем, влияющие на надёжность их работы. Схемы соединения ЭС и их надёжность. Надёжность работы объединенной ЭС.	ИД-1 _{ПК-2} .	2			3	Собеседование
18	Устройства управления режимом ЭС, влияющие на её надёжность. Показатели качества энергии, влияющие на надёжность.	ИД-1 _{ПК-2} .	2			3	Собеседование
	ИТОГО за семестр		36	18		54	
	ИТОГО		36	18		54	

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);

- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Лыкин, А. В.; Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие / А.В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 227 с. - <http://biblioclub.ru/>. - ISBN 978-5-7782-2262-5

2. Калинин, В. Ф.; Надёжность систем электроснабжения Электронный ресурс : Учебное пособие / В. Ф. Калинин, А. В. Кобелев, С. В. Кочергин. - Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2011. - 81 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-8265-1042-1

3. Шилова, З. В.; Теория вероятностей и математическая статистика Электронный ресурс : Учебное пособие / З. В. Шилова, О. И. Шилов. - Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. - 158 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Хорольский, В. Я. Надёжность электроснабжения : учеб. пособие для вузов / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов. - Москва : Форум, 2014. - 126 с. : ил., табл. ; 21. - Библиогр.: с. 123-124. - ISBN 978-5-91134-796-3

2. Воропай, Н. И. (1943-). Надёжность систем электроснабжения : конспект лекций / Н.И. Воропай ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Иркутский гос. техн. ун-т, Ин-т

систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сиб. отд-ния Рос. акад. наук. – Новосибирск : Наука, 2006. – 205 с. : ил. ; 20. – Библиогр.: с. 181 (12 назв.). – ISBN 5-02-032545-7 (полный текст)

3. Секретарев, Ю. А. Надежность электроснабжения Электронный ресурс : Учебное пособие / Ю. А. Секретарев. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. - 105 с. - Книга находится в премиум- версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-7782-1517-7

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю):

1. Методические указания к контрольной работе по дисциплине «Надежность электроэнергетических систем». СКФУ, 2026.

2. Методические указания к организации самостоятельной работы по дисциплине «Надежность электроэнергетических систем». СКФУ, 2026.

3. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Надежность электроэнергетических систем». СКФУ, 2026.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

1. <http://catalog.ncfu.ru> – электронные каталоги Ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО.

2. <http://www.biblioclub.ru> – электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».

3. <http://www.iprbookshop.ru/> – ЭБС «IPRbooks».

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1	http://catalog.ncfu.ru – электронные каталоги Ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО.
2	http://www.biblioclub.ru – электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
3	http://www.iprbookshop.ru/ – ЭБС «IPRbooks».
4	https://e.lanbook.com/ – ЭБС «Лань».

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Альт Рабочая станция К
3	Альт «Сервер»
4	Пакет офисных программ - Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
--------------------	---

Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает

представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.