

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
Политехнический институт (филиал) государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.
Аммосова» в г. Мирном

Кафедра Электроэнергетики и автоматизации промышленного производства

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01 Основы теории надежности технических объектов и систем

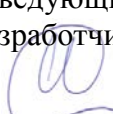
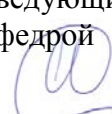

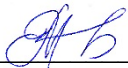
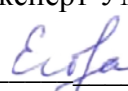
для программы специалитета

по направлению подготовки 21.05.04 Горное дело

Направленность программы: Электрификация и автоматизация горного производства

Форма обучения: очная

Автор(ы): Кугушева Наталья Николаевна, старший преподаватель кафедры ЭиАПП,
e-mail: natali_k-80@mail.ru

РЕКОМЕНДОВАНО Заведующий кафедрой разработчика  _____/ Семёнов А.С. протокол № 9 от «30» апреля 2021 г.	ОДОБРЕНО Заведующий выпускающей кафедрой  _____/Семёнов А.С. протокол № 9 от «30» апреля 2021 г.	ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОП пройден Специалист УМО/деканата  _Титова Д.Я. от «17» мая 2021 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОП Председатель УМК  /Константинова Т.П. Протокол УМК №9 от «31» мая 2021 г.		Эксперт УМК  /Егорова М.В. от «31» мая 2021 г.

Мирный 2021 г.

1. АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01 Основы теории надежности технических объектов и систем

Трудоемкость 2_з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Цель освоения: формирование систематизированных знаний о современной теории надежности в системах электроснабжения, методах расчета и анализа их надежности, обоснованное понимание роли надежности при разработке и эксплуатации систем электроснабжения, приобретение студентами навыков определения надежности систем электроснабжения, определения ущербов от перерывов электроснабжения и недоотпуска электроэнергии.

Краткое содержание дисциплины: Основные понятия и характеристики надежности электроснабжения. Модели анализа надежности элементов и систем электроснабжения. Расчетные методы анализа надежности систем электроснабжения

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Проектные изыскания	ПК-2 Способен участвовать в разработке проектов систем электропривода технологических установок и комплексов	ПК-2.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений для систем электропривода технологических установок и комплексов. ПК-2.2. Обосновывает выбор целесообразного решения. ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.	Знает существующие системы электроприводов, разработанные отечественными и зарубежными производителями. Умеет применять правила разработки системы электропривода, удовлетворяющей заданным показателям качества Владеет приемами объединения отдельных частей системы электропривода в единую систему, с заданными критериями качества	БРС Контрольные вопросы

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Код дисциплины	Название дисциплины	Семестр изуче	Коды и наименование учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается	для которых

		ния	содержание данной учебной дисциплины	содержание данной дисциплины выступает опорой
Б1.В.ДВ.0 2.01	Основы теории надежности технических объектов и систем	5	Б1.О.17 Физика Б1.О.31 Теоретические основы электротехники	Б1.О.12 Методология научных исследований Б2. Практики Б3. ГИА

1.4. Язык преподавания: [русский]

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана:

Индекс и наименование дисциплины по учебному плану	Б1.В.ДВ.02.01 Основы теории надежности технических объектов и систем	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	5	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	
Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения	-	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	2	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	72	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	36	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	17	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	17	
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	17	
- лабораторные работы		
- практикумы		
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	2	
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	36	
№3. Количество часов на экзамен (зачет с оценкой)		

¹Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах								Часы СРС	
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ		КСР (консультации)
Тема 1 Основные положения курса Основные теории надежности		2		2							4
Тема 2 Показатели надежности оборудования и установок		2		2					0,5		5
Тема 3 Надежность электроэнергетического оборудования		2		2							4
Тема 4 Генерирующая часть системы		2		2					0,5		5
Тема 5 Системообразующая и распределительная сеть		2		2							4
Тема 6 Надежность схем главных соединений электростанций и подстанций		2		2					0,5		5
Тема 7 Основы режимной надежности энергосистем		2		2					0,5		4
Тема 8 Проектные и эксплуатационные задачи надежности		3		3							5
Всего часов	72	17		17					2		36

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1 Основные положения курса. Основы теории надежности

Введение. Основные задачи курса и его связь со смежными дисциплинами. Объект, предмет и цель изучения дисциплины. Общее представление о вероятностных моделях объектов и явлений энергетики. Основные понятия и определения теории надежности: система, элемент, объект, процессы, происходящие в объекте с позиций надежности, надежность, как комплексное свойство. Отказ, поток отказов, наработка, предельное состояние, мера надежности.

Тема 2 Показатели надежности оборудования и установок

Единичные показатели. Комплексные показатели. Особенности показателей надежности устройств защиты и автоматики. Показатели, характеризующие живучесть энергосистем. Статистические оценки показателей надежности.

Тема 3 Надежность электроэнергетического оборудования

Причины отказов и показатели надежности генераторов, трансформаторов, линий, коммутационной аппаратуры, устройств релейной защиты и пр. Математические модели отказов. Способы повышения надежности оборудования при производстве, в эксплуатации, на стадии проектирования. Способы оценки надежности оборудования: статистические, расчетные, испытания на надежность.

Тема 3 Генерирующая часть системы

Виды резервов генерирующей мощности, модели надежности генерирующей части системы, ряд распределения генерирующей мощности однородной и неоднородной генерирующей части.

Тема 4 Системообразующая и распределительная сеть

Модели надежности и средства обеспечения надежности системообразующей и распределительной сети, последовательное и параллельное соединение элементов, смешанное соединение элементов, надежность групп элементов сложной структуры, учет плановых отключений при расчетах надежности групп элементов, анализ надежности групп элементов с помощью блок-схем.

Тема 5 Надежность схем главных соединений электростанций и подстанций

Факторы, определяющие надежность схем главных соединений. Табличный и таблично-логический методы расчета надежности схем распределительных устройств электростанций и подстанций. Выбор схем распределительных устройств электростанций с учетом фактора надежности. Факторы, определяющие надежность схем главных соединений подстанций. Надежность различных схем распределительных устройств. Надежность подстанций, выполненных по упрощенным схемам. Особенности моделей надежности системы релейной защиты и управления.

Тема 6 Основы режимной надежности энергосистем

Понятия о режимной надежности и требования к ней: общая характеристика средств повышения устойчивости и противоаварийного управления. Противоаварийное управление в схеме станция-система. Противоаварийное управление в объединении из двух энергосистем соизмеримой мощности, живучесть энергосистем

Тема 7 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, ущерба в электроэнергетической системе от ненадежности.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

При освоении дисциплины предлагается использовать следующие сочетания форм и методов учебной работы для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

Пассивная форма – реализация методом опросов, написания самостоятельных работ, контрольных работ и тестов.

Активная форма – реализация путем диалога, проведения проблемных лекций, консультаций, собеседований, слушаний рефератов.

Интерактивная форма – реализация путем проведения круглых столов, дискуссий, мозговых штурмов, анализа конкретных ситуаций, мастер-классов, деловых игр.

В процессе чтения лекций применяются презентации, содержащие различные виды информации: текстовую, звуковую, графическую, анимации. На практических занятиях – использование тестовых программ для закрепления и контроля знаний, работа в MatLab (программирование), применение лабораторных стендов.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Содержание СРС включает в себя:

1. Самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов) в соответствии со структурой дисциплины (модуля), составление конспектов.
2. Самостоятельное выполнение лабораторных работ.
3. Подготовка к тестированию, аудиторной контрольной работе
4. Выполнение домашних заданий
5. Подготовка к промежуточной аттестации

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Основные положения курса Основные теории надежности	Изучение теоретического материала по учебной литературе.	4	Контрольный тест по пройденным темам
2	Показатели надежности оборудования и установок	Изучение теоретического материала по учебной литературе.	5	Контрольный тест по пройденным темам
3	Надежность электроэнергетического оборудования	Изучение теоретического материала по учебной литературе.	4	Контрольный тест по пройденным темам
4	Генерирующая часть системы	Изучение теоретического материала по учебной литературе.	5	Контрольный тест по пройденным темам
5	Системообразующая и распределительная сеть	Изучение теоретического материала по учебной литературе.	4	Контрольный тест по пройденным темам
6	Надежность схем главных соединений электростанций и подстанций	Изучение теоретического материала по учебной литературе.	5	Контрольный тест по пройденным темам
7	Основы режимной надежности энергосистем	Изучение теоретического материала по учебной литературе.	4	Контрольный тест по пройденным темам
8	Проектные и эксплуатационные задачи надежности	Изучение теоретического материала по учебной литературе.	5	Контрольный тест по пройденным темам
	Всего часов		36	

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Практическое задание №1, №2	20	30
Практическое задание №3, №4, №5	15	25
Практическое задание №6, №7, №8	15	25
Контрольный тест	10	20
Количество баллов для получения зачета (min-max)	60	100

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п. 1.2.РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций		
			Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-2	<p>ПК-2.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений для систем электропривода технологических установок и комплексов.</p> <p>ПК-2.2. Обосновывает выбор целесообразного решения.</p> <p>ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.</p>	<p><i>Знать</i> общую характеристику надёжности электроэнергетических объектов; назначение показателей надёжности;</p> <p><i>Уметь</i> выбирать состав оборудования в схемах электротехнических объектов и оценивать надёжность их работы;</p> <p><i>Владеть</i> методами расчета показателей надёжности электротехнических объектов.</p>	Высокий	<p>Знает основные понятия расчета характеристик надёжности, может оценить эти показатели</p> <p>знает методики испытаний.</p> <p>Умеет оценивать основные показатели надёжности и применять статистические методы их оценки, имеет достаточные знания об испытаниях, правильно оценивает общую стратегию надёжности.</p> <p>Владеет стратегией</p>	Зачтено

				обеспечения надежности, методиками расчета ее показателей, владеет способностью оценки этих показателей, владеет методиками испытаний.	
			базовый	Знает основные понятия расчета характеристик надежности, может оценить эти показатели, но не знает методики испытаний. Умеет оценивать основные показатели надежности и применять статистические методы их оценки, имеет достаточные знания об испытаниях, но не умеет оценить общую стратегию надежности. Владеет стратегией обеспечения надежности, методиками расчета ее показателей, владеет способностью оценки этих показателей, но не владеет	зачтено

				методиками испытаний	
			Минимальный	Знает основные понятия расчета характеристик надежности, но не может оценить эти показатели. Умеет оценивать основные показатели надежности и применять статистические методы их оценки, но не имеет достаточных знаний об испытаниях. Владеет стратегией обеспечения надежности, методиками расчета ее показателей, но не владеет способностью оценки этих показателей	зачтено
			Не освоено	Имеет понятие об общих характеристиках надежности, но не знает методик их расчета. Умеет оценивать основные показатели надежности, но не умеет оценивать надежность работы	Не зачтено

				изделия Владеет стратегией обеспечения надежности, но не владеет методиками расчета ее показателей.	
--	--	--	--	--	--

6.2. Примерные контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Оцениваемый показатель (ЗУВ)	Тема (темы)	Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса)
ПК-2	<p>ПК-2.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений для систем электропривода технологических установок и комплексов.</p> <p>ПК-2.2. Обосновывает выбор целесообразного решения.</p> <p>ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.</p>	<p><i>Знать</i> общую характеристику надёжности электроэнергетических объектов; назначение показателей надёжности;</p> <p><i>Уметь</i> выбирать состав оборудования в схемах электротехнических объектов и оценивать надёжность их работы;</p> <p><i>Владеть</i> методами расчета показателей надёжности электротехнических объектов.</p>	<p>Расчёт надёжности устройств системы электроснабжения предприятия</p> <p>Расчет функциональной надёжности.</p>	<p>Расчет надёжности: устройств преобразования; задачи энергии; защиты и управления</p> <p>1. Расчет делителя напряжения. 2. Расчет надёжности уровня напряжения контактной сети. 3. Расчет показателей интенсивности отказов, наработки на отказ и коэффициент готовности эталонных объектов хозяйства электрификации и электроснабжения. 4. Расчет количества эталонных</p>

				элементов объектов электрификации и электроснабжения. 5. Расчет показателей интенсивности отказов.
--	--	--	--	---

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний производится на основе баллов БРС текущего контроля (максимум 100 баллов).

Практические занятия и контрольная работа по дисциплине – это работа, которая выполняется студентом и является совокупностью полученных результатов самостоятельного исследования теоретических положений и отработки практических навыков в период изучения дисциплины в структурных подразделениях университета.

В ходе изучения дисциплины в структурных подразделениях университета и самостоятельной работы, независимо от места ее проведения, каждый студент ведет рабочую тетрадь, в которой ведется запись заданий и полученных результатов самостоятельного исследования теоретических положений. В конце практического занятия рабочая тетрадь подписывается преподавателем.

Контрольные вопросы по дисциплине

1. Назовите главные цели курса основы теории надежности электротехнических систем?
2. На каких дисциплинах базируется курс надежности?
3. Понятие надежности оборудования, установки или системы.
4. Перечислите задачи оценки схемной и режимной надежности.
5. Понятия случайного события и случайной величины.
6. Случайные события, их частота и вероятность.
7. Понятия несовместного и совместного событий.
8. Сущность закона больших чисел и его проявления.
9. Понятия дискретной и непрерывной случайных (вероятностных) величин.
10. Представление случайной величины статистическим рядом распределения.
11. Интегральная и дифференциальная функции распределения случайной величины.
12. Понятие математического ожидания случайной величины.
13. Понятие дисперсии случайной величины.
14. Для чего рассчитываются числовые характеристики случайных величин?
15. Способы или формы представления случайных величин.
16. Кратко опишите способы графического представления случайных величин.
17. Сглаживание статистических рядов и их роль при подборе аналитических описаний распределений.
18. Суть методов сглаживания аддитивных и мультипликативных составляющих в экспериментальных данных вероятностных экспериментов.
19. Каким образом можно оценить качество аналитического описания статистического материала?
20. Понятия аварийного, ремонтного, эксплуатационного и нагрузочного резервов.

21. Представление о недоотпуске электроэнергии на примере простейшей вероятностной модели энергосистемы типа «генерация-потребление».
22. Что такое датчик случайных чисел?
23. Опишите общую схему определения недоотпуска электроэнергии методом статистических испытаний.
24. Как распределяется случайная величина нерегулярных отклонений графика нагрузки от прогнозируемого?
25. Что такое ряд распределения коэффициентов располагаемой мощности групп однотипных генераторов?
26. Что такое ряд распределения коэффициентов нерегулярных отклонений нагрузки?
27. Что такое функция распределения коэффициентов располагаемой мощности группы однотипных генераторов?
28. Что такое функция распределения коэффициентов нерегулярных отклонений нагрузки?
29. Представление о схемной надежности.
30. Понятие отказа, виды отказов.
31. Частота отказов, характерный график изменения частоты отказов в течение срока эксплуатации оборудования.
32. Представление о доверительной вероятности случайной величины.
33. Понятие времени восстановления.
34. Понятие наработки на отказ.
35. Понятие коэффициента готовности.
36. Понятие коэффициента вынужденного простоя.
37. Понятие вероятности безотказной работы.
38. Понятие частоты плановых ремонтов.
39. Понятие коэффициента планового ремонтного простоя.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	НБ СВФУ, кафедра, библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
Основная литература				
1	Семенов А.С. Основы теории надежности электротехнических систем учебное пособие М.: Перо, 2012		12	
2	Калинин, В.Ф. Надёжность систем электроснабжения учебное пособие Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011		12	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277978
Дополнительная литература				
1	Острейковский В.А. Теория надежности учебник М.: Высш. шк., 2003		5	
2	Половко А.М. Основы теории надежности учебное пособие СПб.: БХВ-Петербург, 2008		12	

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

- Elibrary.ru
- <http://e.lanbook.com> Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
- <http://iprbookshop.ru> Электронно-библиотечная система IPRbooks

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.№ 403)

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Лабораторный комплекс (1шт); Шкаф (2шт); Шкаф металлический (2шт); Стол (1шт); Доска (2шт); Доска мобильная для маркера (1шт); Доска для мела и маркера (1шт); Трибуна (1шт); Парты (9шт); Стулья (25шт); Проектор Epson EB-595Wi (1шт)

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

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине²

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование специализированных и офисных программ, информационных систем;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение: Предоставление телематических услуг доступа к сети интернет (договор №3101/2020 от 01.02.2020 г. на оказание услуг по предоставлению телематических услуг доступа к сети Интернет с «Мирнинские кабельные сети (МКС)» лице ИП Клещенко Василия Александровича. Срок действия документа: 1 год); Пакет локальных офисных программ для работы с документами (лицензия №62235736 от 06.08.2013 г. АО «СофтЛайн Интернет Трейд» на право использование программ для ЭВМ: Microsoft (Windows, Office). Срок действия документа: бессрочно); Свободный офисный пакет «Open Office»; Лицензионное антивирусное программное обеспечение (лицензия №№280Е-201026-063024-583-1308 от 26.10.2020 г. ЗАО «Лаборатория Касперского». Срок действия документа: с "26" октября 2020 г. по "03" ноября 2021 г.); Программа для ЭВМ: Годовая подписка на ZOOM Бизнес на 30 организаторов (договор №88 от 22.09.2020г. с ООО «Айтек Инфо» на передачу прав использования программного обеспечения. Срок действия документ: 1 год (копия)

10.3. Перечень информационных справочных систем
Использование на занятиях электронных изданий, мультимедиа лекций.

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 Основы теории надежности технических объектов и систем

Учебный год	Внесенные изменения	Преподаватель (ФИО)	Протокол заседания выпускающей кафедры(дата,номер), ФИО зав.кафедрой, подпись

В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.