

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.02

(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Надежность систем электроснабжения**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)  
Техническое и информационное обеспечение интеллектуальных систем электроснабжения

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	2	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные		
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	32,25	32,25
Самостоятельная работа	75,75	75,75
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

Рабочую программу составил(и):  
доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», доцент, к.т.н., Черненко Ю.В.  
*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана  
направления подготовки  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры  
«Электроснабжение и электротехника»

---

(протокол заседания № 2 от «08» сентября 2021 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель – сформировать знания об основах теории надежности и устойчивости, влиянии возмущающих факторов на движение любой материальной системы, основах физических явлений, происходящих в электроэнергетических системах при воздействии возмущающих факторов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Управление качеством электроэнергии систем электроснабжения», «Автоматизация управления системами электроснабжения 1», «Современные системы построения и управления релейной защитой».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», выпускная квалификационная работа.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2 Способен управлять деятельностью по эксплуатации объектов электроэнергетики	ПК-2.1. Проводит анализ статистики, формирует заключение об эксплуатационном состоянии электрооборудования, причинах отклонений от НТД, выдает рекомендации по созданию наиболее надежной схемы электрических соединений объектов электроэнергетики	Знать: методы анализа статистической информации, методы определения показателей надежности
		Уметь: разрабатывать рекомендации по созданию наиболее надежной схемы электрических соединений объектов электроэнергетики, вырабатывать рекомендации по устранению или уменьшению степени влияния отказов элементов в системах электроснабжения
		Владеть: навыками формирования заключения об эксплуатационном состоянии электрооборудования, причинах отклонений от НТД, методиками проведения анализа возникающей проблемы в области надежности систем электроснабжения

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1 Количественная оценка показателей надежности	Лек	1.1.Основные понятия и определения. 1.2. Показатели надежности элементов 1.3. Законы распределения, используемые в теории надежности 1.4. Показатели надежности восстанавливаемых элементов	2	4	-	-	-
	Ср	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы	2	6	-	-	-
Раздел 2 Структурная надежность схем электроснабжения	Лек	2.1. Структурные схемы расчета надежности систем 2.2. Последовательное и параллельное соединение элементов 2.3. Надежность систем при постоянном раздельном резервировании 2.4. Определение минимального числа резервных элементов	2	2	-	-	-
	Пр	Решение задач по тематике лекционного материала	2	8	-	-	Оценка выполнения практических заданий. Устный доклад.
	Ср	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям с решением задач.	2	14	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 3 Методы расчета показателей надежности восстанавливаемых элементов	Лек	3.1. Потоки отказов и восстановлений 3.2. Марковские случайные процессы. 3.3. Расчет показателей надежности восстанавливаемых элементов 3.4. Методы определения надежности	2	4	-	-	-
	Пр	Решение задач по тематике лекционного материала	2	2	-	-	Оценка выполнения практических заданий. Устный доклад.
	Ср	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям с решением задач.	2	20	-	-	-
Раздел 4 Экспериментальные исследования	Лек	4.1. Характеристика эксперимента. 4.2. Классификация экспериментальных исследований 4.3. Характеристика статистической информации.	2	2	-	-	-
	Пр	Решение задач по тематике лекционного материала	2	2	-	-	Оценка выполнения практических заданий. Устный доклад.
	Ср	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы Подготовка к практическим занятиям с решением задач.	2	16	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 5 Применение теории надежности к решению эксплуатационных задач	Лек	5.1. Классификация причин отказов электрооборудования. Выбор электрооборудования по техническим характеристикам. 5.2. Методы определения надежности. Методы испытаний и методы наблюдений.	2	4	-	-	-
	Пр	Решение задач по тематике лекционного материала	2	4	-	-	Оценка выполнения практических заданий. Устный доклад.
	Ср	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы Подготовка к практическим занятиям с решением задач.	2	19,75	-	-	-
	ПА	Сдача зачета	2	0,25	-	-	Вопросы к зачету
<b>Итого:</b>				<b>108</b>	-		

## **5. Образовательные технологии**

Для оценки знаний, умений и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Надежность систем электроснабжения», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические занятия с устным опросом обучающихся и закреплением теоретического материала;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение практических задач, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов. На практических занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия.

В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач).

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
2	ПК-2 (ПК-2.1)	Типовые задачи №1-7 Доклад к практическому занятию № 1-10 Вопросы к зачету №№ 1-32

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Типовые задачи

##### 9.2.1. Практические задания

###### Типовая задача

Определить для трансформатора с высшим напряжением 110 кВ следующие показатели надежности: а) вероятности безотказной работы, появления отказа и частоту отказов для момента времени  $t = 6$  месяцев; б) среднюю наработку на отказ. Интенсивность отказов трансформатора  $\lambda = 0,014 \text{ год}^{-1}$ .

###### Типовая задача

Проводилось наблюдение за работой пяти однотипных элементов. Было зарегистрировано время безотказной работы элемента 1 – 250 суток, элемента 2 – 295 суток, элемента 3 – 340 суток, элемента 4 – 210 суток, элемента 5 – 190 суток. Определить среднее время безотказной работы и интенсивность отказов элементов данного типа.

###### Типовая задача

За наблюдаемый период эксплуатации электротехнической установки было зафиксировано 9 отказов. Время восстановления составило:  $t_1 = 10$  минут,  $t_2 = 15$  минут,  $t_3 = 20$  минут,  $t_4 = 30$  минут,  $t_5 = 40$  минут,  $t_6 = 16$  минут,  $t_7 = 18$  минут,  $t_8 = 12$  минут,  $t_9 = 1$  час. Определите среднее время восстановления установки.

###### Типовая задача

Среднее время безотказной работы системы в период нормальной эксплуатации равно 100 часов. Вычислите вероятность застать систему в исправном состоянии в момент времени  $t = 10$  часов.

###### Типовая задача

Коэффициент готовности одной из подсистем в период нормальной эксплуатации равен 0,8. Среднее время восстановления ее составляет 60 часов. Найдите вероятность застать систему в исправном состоянии в момент времени  $t = 15$  часов.

###### Типовая задача

Определите среднее время безотказной работы объекта, имеющего экспоненциальное распределение, чтобы вероятность безотказной работы была равна 0,9 в течение времени  $t = 200$  часов.

###### Типовая задача



Найти вероятность безотказной работы, вероятность отказа установки, имеющей экспоненциальное распределение, для момента времени  $t=24$  месяца, зная, что среднее время безотказной работы установки равно 20 лет.

#### **Краткое описание и регламент выполнения**

Задание выполняется письменно во время практического занятия. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

#### **Критерии оценки:**

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если задача решена правильно или решена с незначительными ошибками;
- отметка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задача не решена и/или допущены грубые ошибки.

#### **7.2.2. Темы докладов**

№ п/п	Темы докладов
1	Определение вероятностей отказов элементов и системы любой конфигурации в целом
2	Применение формулы полной вероятности при определении вероятности нормальной работы схемы
3	Применение методов структурного анализа к вопросам определения вероятностей отказа и безотказной работы электроэнергетических систем
4	Определение показателей надежности схем сетей различной конфигурации с различным соединением по надежности оборудования электрических сетей
5	Определение показателей структурной и функциональной надежности
6	Расчет показателей надежности узлов нагрузки электроэнергетической системы и недоотпуска электроэнергии с учетом и без учета ограничений пропускной способности элементов электрических сетей
7	Оценка влияния конденсаторных батарей на устойчивость нагрузки энергосистемы
8	Нормативные требования к устойчивости энергосистемы при возмущениях
9	Оценка динамической устойчивости узлов нагрузки
10	Влияние режима работы генератора на устойчивость энергосистемы

#### **Краткое описание и регламент выполнения**

Устный доклад на практическом занятии, направленный на закрепление пройденного материала. Доклады заслушиваются как правило в начале практического занятия, обучающиеся участвуют в обсуждении по теме доклада и задают вопросы докладчику.

#### **Критерии оценки:**

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта; подготовлена видеопрезентация с количеством слайдов, достаточным для раскрытия темы;
- отметка «не зачтено» - если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы, не подготовлена видеопрезентация или видеопрезентация не содержит требуемого количества слайдов, не информативна и не соответствует теме исследования.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 2

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Надежность, работоспособное состояние, отказ.
2	Вероятность отказа, частота отказов.
3	Интенсивность отказов, среднее время безотказной работы
4	Законы распределения, используемые в теории надежности
5	Показатели надежности восстанавливаемых элементов
6	Последовательное соединение элементов
7	Параллельное соединение элементов
8	Надежность систем при постоянном общем резервировании (схема замещения)
9	Надежность систем при постоянном раздельном резервировании (схема замещения)
10	Ординарный поток отказов (восстановлений)
11	Стационарный поток отказов (восстановлений)
12	Пуассоновские потоки событий
13	Марковские случайные процессы
14	Граф состояний системы
15	Последовательное соединение восстанавливаемых элементов
16	Параллельное соединение восстанавливаемых элементов
17	Методы определения надежности
18	Прогнозирование надежности
19	Экспериментальный метод
20	Расчет надежности
21	Сетевые структуры
22	Статическая устойчивость системы. Практические критерии устойчивости
23	Динамическая устойчивость системы
24	Анализ динамической устойчивости при включении цепи
25	Устойчивость СЭС при внешних воздействиях
26	Оценка динамической устойчивости системы методом площадей
27	Оценка динамической устойчивости системы методом последовательных интервалов
28	Классификация управляющих воздействий
29	Динамическая устойчивость узлов нагрузки
30	Классификация мероприятий, повышающих устойчивость электроэнергетических систем
31	Требования, предъявляемые к режимам электроснабжения
32	Нормативные требования к устойчивости

#### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
2	Зачет (устно)	«зачтено»	Обучающийся обладает глубокими и прочными знаниями

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
			программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросу; защитил реферат
		«не зачтено»	Обучающийся не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения, не защитил реферат

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Хорольский В. Я., Таранов М. А.	Надежность электроснабжения	Учебное пособие	2019	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Малафеев С. И.	Надежность электроснабжения	Учебное пособие	2022	ЭБС "Лань"
3	Васильев И. Е.	Надежность электроснабжения	Учебник	2019	ЭБС "Консультант студента"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Платов В. И.	Расчет показателей надежности систем электрооборудования	Учебно-методическое пособие	2015	Репозиторий ТГУ
2	Помогаев Ю. М.	Практикум по электроснабжению «Надежность и режимы»	Учебное пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"
3	Степкина Ю. В.	Надежность электроснабжения	Практикум	2011	Репозиторий ТГУ

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	MathCAD	Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09), бессрочная
4	MATLAB & Simulink	652/2014 от 07.07.2014, бессрочная

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных	Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи.

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211)	
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-609)	Стол�ы ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор, процессор, жалюзи
3	Лаборатория "Электрооборудование станций и подстанций предприятий". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Э-203)	Экран, столы ученические двухместные , стулья ученические, стол преподавательский , стул преподавательский, доска аудиторная (меловая) , стенды универсальный лабораторный, стенд демонстрационный., стол компьютерный одноместный, ПК, жалюзи
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Стол�ы, стулья, компьютеры
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Стол�ы, стулья, компьютеры