

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель ректора по развитию УП

Заведующий кафедрой

«Электроснабжение и электротехника»

\_\_\_\_\_ А.Н. Ярыгин

\_\_\_\_\_ В.В. Вахнина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Б1.В.ДВ.05.01

(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические задачи электроэнергетики и электрохозяйства

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

Электроснабжение

(направленность (профиль))

Форма обучения: заочная

Распределение часов дисциплины по курсам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	3						
Часов по РУП	108						
Виды контроля на курсах	Экзамены	Зачеты		Курсовые проекты	Курсовые работы	Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
		4					
	№№ курса						
	1	2	3	4	5	6	Итого
ЗЕТ по курсам				3			3
Лекции				4			4
Лабораторные							
Практические				8			8
Контактная работа				12			12
Сам. работа				92			92
Контроль				4			4
Итого				108			108

Тольятти, 2016

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**



Отсутствует



Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «Электроснабжение и электротехника» (протокол заседания № 2 от «23» сентября 2015 г.).



Рецензент

\_\_\_\_\_  
(должность, ученое звание, степень)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» декабря 2021 г.**

**Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:**

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник учебно-методического управления

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Л.Р. Хамидуллова

(И.О. Фамилия)

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**  
**Б1.В.ДВ.05.01 Математические задачи электроэнергетики и электрохозяйства**  
(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

---

**1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)**

Цель – подготовить студентов к использованию вероятностных и статистических методов для решения практических задач в области электроэнергетики.

Задачи:

1. Научить студентов применять аппарат прикладной математики для решения современных инженерных задач.
2. Сформировать у студентов навыки по использованию математических методов в задачах электроэнергетики для расчёта надёжности работы сложных электрических схем и для оценки показателей качества электроэнергии.
3. Сформировать у студентов профессиональные компетенции

**2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть, дисциплины по выбору).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – «Высшая математика», «Информатика», «Теоретические основы электротехники», «Показатели и контроль качества электрической энергии», «Общая энергетика».

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – «Релейная защита электроэнергетических систем», «Электрические станции и подстанции», «Системы электроснабжения промышленных предприятий», «Системы электроснабжения городов», «Моделирование систем электроснабжения».

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2)	Знать: вероятностные и статистические методы для решения задач практики; основные приложения этих методов в задачах электроэнергетики, для расчёта надёжности работы сложных электрических схем и для оценки показателей качества электроэнергии
	Уметь: уверенно применять вероятностно- статистические методы для решения инженерных задач в области электроэнергетики; формулировать соответствующие инженерные задачи на языке теории случайных величин и случайных процессов
	Владеть: приёмами упорядочивания и обработки статистических данных; навыками по использованию распределений случайных величин и соответствующих функций распределения
- способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3)	Знать: основные законы электротехники
	Уметь: использовать основные законы электротехники при составлении и анализе электрических
	Владеть: базовыми навыками моделирования электрических элементов для исследования различных электрофизических процессов

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
- способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3)	Знать: методы анализа и сбора информации, правила работы с технической информацией по подбору оборудования, способы нормирования и формы представления характеристик оборудования
	Уметь: анализировать полученные данные и составлять электрические схемы при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности, выбирать необходимое оборудование
	Владеть: общей методологией разработки и использования нормативных и технических документов

### Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
1. Применение основных теорем теории вероятностей в электроэнергетике.	1.1. Предмет и содержание дисциплины. Назначение вероятностно- статистических расчетов в электроэнергетике. 1.2. Теория вероятностей как аппарат для изучения случайных явлений. Случайные события. 1.3. Основные теоремы теории вероятностей. Определение вероятностей сложных случайных событий в электроэнергетике. 1.4. Применение методов теории вероятностей для оценки надежности работы сложных схем.
2. Случайные величины, законы распределения, числовые характеристики в задачах электроэнергетики.	2.1. Дискретные и непрерывные случайные величины. Способы их описания. Числовые характеристики. Примеры из электроэнергетики. 2.2. Основные законы распределения, применяемые в задачах электроэнергетики. Нормальное распределение. 2.3 Показательный закон для расчёта надёжности работы устройств. Время безотказной работы. 2.4. Многомерные случайные величины. Стохастическая связь в электроэнергетике. Ковариация. Коэффициент корреляции.
3. Применение методов математической статистики для решения задач электроэнергетики.	3.1. Статистические данные. Вариационные ряды. Их характеристики. 3.2. Теория выборочного метода. Построение доверительных интервалов в случае большой и малой выборок. 3.3. Обработка результатов измерений в электроэнергетике. Приложение статистических методов для оценки качества электроэнергии
4. Проверка статистических гипотез.	4.1. Статистические гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Алгоритм проверки гипотезы. 4.2. Установление теоретического закона распределения случайной величины по опытному распределению в задачах электроэнергетики. Критерий Пирсона.
5. Корреляционный анализ.	5.1. Однофакторный корреляционный анализ. 5.2. Применение в задачах прогнозирования электропотребления, управления качеством электроэнергии и др.

**Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 3 ЗЕТ.**

**Разработчики программы:**

доцент, доцент, к.т.н.

В.Н. Кузнецов

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Математические задачи электроэнергетики и электрохозяйства»

(наименование дисциплины (учебного курса))

Курс изучения: **4**

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименование оценочного сред- ства)	Рекомен- дуемая ли- тература (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лаборатор- ных, практических занятий, методы обучения, реализую- щие применяемую образовательную технологию	в ча- сах	Формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Применение основных теорем теории вероятно- стей в электро- энергетике.	1.1. Предмет и содер- жание дисциплины. Назначение вероят- ностно- статистиче- ских расчетов в элек- троэнергетике. 1.2. Теория вероятно- стей как аппарат для изучения случайных явлений. Случайные события. 1.3. Основные теоре- мы теории вероятно- стей. Определение вероятностей слож- ных случайных собы- тий в электроэнерге- тике. 1.4. Применение ме- тодов теории вероят- ностей для оценки надежности работы сложных схем.	0,5		2	+	Проблемная лек- ция, информаци- онная лекция, практическое за- нятие в групповой форме	16	Изучение теорети- ческого материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой отве- тов на вопросы. Подготовка к прак- тическим занятиям	Проектор Ноутбук Экран	Оценка решения практических работ и провер- ка усвоения ма- териала	№ 1 (осн) 1-4 (доп)
2. Случайные ве- личины, законы	2.1. Дискретные и непрерывные случай-	0,5		2	+	Проблемная лек- ция, информаци-	20	Изучение теорети- ческого материала	Проектор Ноутбук	Оценка решения практических	№ 1 (осн) 1-4 (доп)

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименование оценочного сред- ства)	Рекомен- дуемая ли- тература (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лаборатор- ных, практических занятий, методы обучения, реализую- щие применяемую образовательную технологию	в ча- сах	Формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
распределения, числовые характеристики в задачах электроэнергетики.	ные величины. Способы их описания. Числовые характеристики. Примеры из электроэнергетики. 2.2. Основные законы распределения, применяемые в задачах электроэнергетики. Нормальное распределение. 2.3 Показательный закон для расчёта надёжности работы устройств. Время безотказной работы. 2.4. Многомерные случайные величины. Стохастическая связь в электроэнергетике. Ковариация. Коэффициент корреляции.					онная лекция, практическое занятие в групповой форме		по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям	Экран	работ и проверка усвоения материала	
3. Применение методов математической статистики для решения задач электроэнергетики.	3.1. Статистические данные. Вариационные ряды. Их характеристики. 3.2. Теория выборочного метода. Построение доверительных	1		2	+	Проблемная лекция, информационная лекция, практическое занятие в групповой форме	22	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к прак-	Проектор Ноутбук Экран	Оценка решения практических работ и проверка усвоения материала	№ 1 (осн) 1-4 (доп)

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименование оценочного сред- ства)	Рекомен- дуемая ли- тература (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лаборатор- ных, практических занятий, методы обучения, реализую- щие применяемую образовательную технологию	в ча- сах	Формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	интервалов в случае большой и малой вы- борок. 3.3. Обработка ре- зультатов измерений в электроэнергетике. Приложение стати- стических методов для оценки качества электроэнергии							тическим занятиям			
4. Проверка ста- тистических ги- потез.	4.1. Статистические гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Алгоритм про- верки гипотезы. 4.2. Установление теоретического закона распределения слу- чайной величины по опытному распреде- лению в задачах элек- троэнергетики. Кри- терий Пирсона.	1		1	+	Проблемная лек- ция, информаци- онная лекция, практическое за- нятие в групповой форме	20	Изучение теорети- ческого материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой отве- тов на вопросы. Подготовка к прак- тическим занятиям	Проектор Ноутбук Экран	Оценка решения практических работ и провер- ка усвоения ма- териала	№ 1 (осн) 1-4 (доп)
5. Корреляцион- ный анализ.	5.1. Однофакторный корреляционный ана- лиз. 5.2. Применение в задачах прогнозиро- вания электропотреб-	1		1		Проблемная лек- ция, информаци- онная лекция, практическое за- нятие в групповой форме	14	Изучение теорети- ческого материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой отве- тов на вопросы.	Проектор Ноутбук Экран	Оценка решения практических работ и провер- ка усвоения ма- териала	№ 1 (осн) 1-4 (доп)

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименование оценочного сред- ства)	Рекомен- дуемая ли- тература (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лаборатор- ных, практических занятий, методы обучения, реализую- щие применяемую образовательную технологию	в ча- сах	Формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	ления, управления качеством электро- энергии и др.							Подготовка к прак- тическим занятиям			
Итого:		4		8			92				
		108									

## 5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Оценка ответов по теоретической части	Необходимо посещение лекционных и практических занятий	«зачтено»	Студент ответил на все контрольные вопросы, выполнил практическое задание
Оценка выполнения практических заданий		«не зачтено»	Студент не ответил на контрольные вопросы, не выполнил практическое задание

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Зачет	Для допуска к зачету необходимо выполнение всех форм текущего контроля	«зачтено»	Студент обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросу; выполнил и защитил индивидуальное домашнее задание
		«не зачтено»	Студент не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения; не выполнил или не защитил индивидуальное домашнее задание



## 6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

*Данный раздел не предусмотрен учебным планом.*

## 8. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Студенты выполняют индивидуальное домашнее задание, включающее проведение расчётов и построение графиков.

Тема: «Статистическая обработка результатов измерений коэффициента искажения синусоидальности напряжения». Выполняется по вариантам. (Связь с курсом «Показатели и контроль качества электрической энергии»).

## 9. Вопросы к зачету

№ п/п	Вопросы
1.	Случайные события.
2.	Операции над событиями.
3.	Классическое и эмпирическое определения вероятности.
4.	Теорема о вероятности суммы несовместных событий.
5.	Теорема о вероятности произведения событий.
6.	Независимые события.
7.	Теорема о вероятности суммы совместных событий.
8.	Теорема о полной вероятности и теорема Байеса.
9.	Схема Бернулли.
10.	Приближения для схемы Бернулли.
11.	Определение вероятностей сложных случайных событий в электроэнергетике.
12.	Применение методов теории вероятностей для оценки надежности работы сложных схем.
13.	Надежность при последовательном соединении.
14.	Надежность при параллельном соединении.
15.	Надежность при комбинированном соединении.
16.	Дискретные и непрерывные случайные величины.
17.	Способы описания случайных величин.
18.	Числовые характеристики случайных величин.
19.	Примеры случайных величин из электроэнергетики
20.	Основные законы распределения, применяемые в задачах электроэнергетики.
21.	Нормальное распределение.
22.	Показательный закон для расчёта надёжности работы устройств.
23.	Время безотказной работы.
24.	Многомерные случайные величины.
25.	Стохастическая связь в электроэнергетике.
26.	Ковариация. Коэффициент корреляции.
27.	Функция случайных переменных и случайные процессы в электроэнергетике.
28.	Характеристики и классификация случайных процессов.
29.	Виды преобразований случайных процессов в системах. Преобразование стационарного случайного процесса линейной системой.
30.	Применение теории случайных процессов при решении задач электроэнергетики.
31.	Статистические данные. Вариационные ряды.

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы</b>
32.	Характеристики вариационного ряда.
33.	Теория выборочного метода.
34.	Построение доверительных интервалов в случае большой выборки.
35.	Построение доверительных интервалов в случае малой выборки.
36.	Обработка результатов измерений в электроэнергетике.
37.	Приложение статистических методов для оценки качества электроэнергии.
38.	Статистические гипотезы.
39.	Ошибки первого и второго рода.
40.	Алгоритм проверки гипотезы.
41.	Установление теоретического закона распределения случайной величины по опытному распределению в задачах электроэнергетики.
42.	Критерий Пирсона.
43.	Однофакторный корреляционный анализ.
44.	Применение корреляционного анализа в задачах электроэнергетики.

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 10.1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	1. Применение основных теорем теории вероятностей в электроэнергетике.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-3	Решение задач. Выполнение расчётно- графической работы.
2.	2. Случайные величины, законы распределения, числовые характеристики в задачах электроэнергетики.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-3	Решение задач. Выполнение расчётно- графической работы.
3.	3. Применение методов математической статистики для решения задач электроэнергетики.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-3	Решение задач. Выполнение расчётно- графической работы.
4.	4. Проверка статистических гипотез.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-3	Решение задач. Выполнение расчётно- графической работы.
5.	5. Корреляционный анализ.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-3	Решение задач. Выполнение расчётно- графической работы.
6.	Итоговое тестирование через Центр тестирования	ОПК-2, ОПК-3, ПК-3	Тест

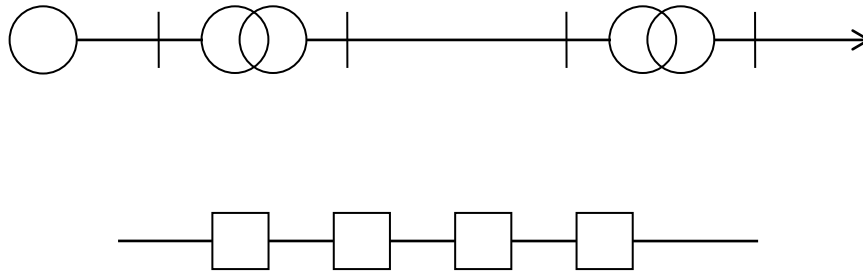
### 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 10.2.1. Задачи

На практических занятиях используются задачи практикума [8] (Математические задачи энергетики : практикум / ТГУ ; каф. "Электроснабжение и электротехника").

**Пример 1.** Система передачи электроэнергии потребителю состоит (см. рисунок) из генератора Г, повышающего трансформатора Т1, линии электропередачи Л и понижающего трансформатора Т2. Вероятности повреждения элементов передачи  $q_{\Gamma} = 2 \cdot 10^{-3}$ ,  $q_{T1} = 5 \cdot 10^{-5}$ ,  $q_{Л} = 2 \cdot 10^{-3}$ ,  $q_{T2} = 4 \cdot 10^{-5}$ . Требуется определить вероятность того, что потребитель не получит электроэнергию из-за повреждения системы, считая события повреждения элементов независимыми друг от друга.

Решение. Для безотказной работы системы необходимо, чтобы генератор, повышающий и понижающий трансформаторы и линия электропередач работали безотказно. Таким образом, сложное событие – безотказная работа системы – имеет место при совмещении четырех составляющих его простых событий.



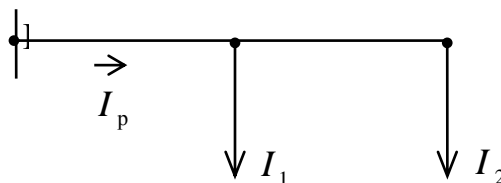
Блок-схема рассматриваемой системы передачи электроэнергии приведена на рисунке. Согласно теореме умножения вероятностей, вероятность безотказной работы системы:

$$p = \prod_{i=1}^4 p_i = \prod_{i=1}^4 (1 - q_i) = (1 - 2 \cdot 10^{-3})(1 - 5 \cdot 10^{-5})(1 - 2 \cdot 10^{-3})(1 - 4 \cdot 10^{-5}).$$

Повреждение системы является противоположным событием безотказной ее работе. Поэтому

$$q = 1 - p \approx \sum_{i=1}^4 q_i = 2 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 10^{-3} + 4 \cdot 10^{-5} = 0,00409.$$

**Пример 2.** Независимые случайные величины токов  $I_1$ ,  $I_2$  потребителей П1 и П2 подчиняются нормальным законам распределения.



Для нагрузки в П1 известно математическое ожидание  $M[I_1] = 300$  А и среднеквадратичное отклонение нагрузки  $\sigma_{I_1} = 50$  А. Среднеквадратичное отклонение нагрузки П2  $\sigma_{I_2} = 100$  А, а вероятность того, что  $I_2 > 600$  А, равна 0,02275. Требуется определить расчётную нагрузку головного участка линии  $I_p$ , вероятность превышения которой составляет 0,00135.

**Решение.** Нагрузка на головном участке линии равна сумме нагрузок случайных величин потребителей П1 и П2. При сложении случайных величин с нормальными законами распределения в результате также получается нормальный закон. Числовые характеристики его определяются по правилу сложения числовых характеристик. В данном случае неизвестно математическое ожидание нагрузки П2. Определим его. По условию задачи  $P(I_2 > 600) = 0,02275$ , поэтому запишем:

$$P(I_2 > 600) = 1 - F(600) = 1 - 0,5 - 0,5 \cdot \Phi\left(\frac{600 - M(I_2)}{100}\right) = 0,02275;$$

откуда  $\Phi\left(\frac{600 - M(I_2)}{100}\right) = 0,9545$  и  $\frac{600 - M(I_2)}{100} = \Phi^{-1}(0,9545)$ . По таблице

значений функции Лапласа находим  $\Phi^{-1}(0,9545) = 2$ , откуда  $M(I_2) = 400$  А.

Параметры закона распределения нагрузки головного участка:

$$M(I) = M(I_1) + M(I_2) = 300 + 400 = 700 \text{ А};$$

$$D(I) = D(I_1) + D(I_2) = 2500 + 10000 = 12500 \text{ А}^2; \sigma_I = \sqrt{D(I)} = 112 \text{ А}.$$

Расчетная нагрузка головного участка линии, вероятность превышения которой 0,00135:

$$P(I > I_p) = 1 - F(I_p) = 0,5 - 0,5 \cdot \Phi\left(\frac{I_p - M(I)}{\sigma_I}\right) = 0,00135;$$

$$\frac{I_p - 700}{112} = \Phi^{-1}(0,9973) = 3; \quad I_p = 1036 \text{ А}.$$

**Пример 3.** Случайная величина отклонений напряжения  $\delta U$  у потребителей электроэнергии подчиняется нормальному закону распределения с параметрами  $M[\delta U] = 0,5\%$  и  $\sigma_{\delta U} = 2\%$  и плотностью распределения

$$\varphi(\delta U) = \frac{1}{\sigma_{\delta U} \cdot \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[\delta U - M(\delta U)]^2}{2\sigma_{\delta U}^2}}.$$

Определить вероятность попадания случайной величины  $\delta U$  в интервалы:  $[1; 1,5]\%$ ,  $[5; 6]\%$ .

Решение. Для интервала  $[1; 1,5]\%$  имеем:

$$\begin{aligned} P(\delta U_1 \leq \delta U \leq \delta U_2) &= P(1 \leq \delta U \leq 1,5) = \\ &= \frac{1}{2} \left( \Phi\left(\frac{\delta U_2 - M(\delta U)}{\sigma_{\delta U}}\right) - \Phi\left(\frac{\delta U_1 - M(\delta U)}{\sigma_{\delta U}}\right) \right) = \\ &= \frac{1}{2} \left( \Phi\left(\frac{1,5 - 0,5}{2}\right) - \Phi\left(\frac{1 - 0,5}{2}\right) \right) = \frac{1}{2} (0,3829 - 0,1974) = 0,09275. \end{aligned}$$

Вероятность попадания в интервал  $[5; 6]\%$  вычисляется аналогично:  $P(5 \leq \delta U \leq 6) = 0,0092$ .

**Пример 4.** Рассчитать безотказность работы батареи статических конденсаторов, состоящей из 10 одинаковых конденсаторов, включенных последовательно в электрической схеме, если интенсивность отказов одного конденсатора составляет 0,01 раз в год.

Решение. Интенсивность отказов батареи:  $\lambda_{\Sigma} = n \cdot \lambda = 10 \cdot 0,01 = 0,1$  раз в год. Вероятность безотказной работы в течение года:  $P_{\Sigma}(t) = e^{-0,1 \cdot 1} = 0,9048$ . Вероятность отказа в

течение года:  $Q_{\Sigma}(t) = 1 - P_{\Sigma}(t) = 1 - 0,9048 = 0,0952$ . Среднее время безотказной работы батареи:  $T = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{0,1} = 10$  лет.

#### Критерии оценки:

1-балл решение одной задачи, 2-балла решение одной задачи и ответы по лекционному материалу.

#### 10.2.2. Опрос по теоретическому материалу

Опрос по теоретическому материалу при проверке выполнения отдельных пунктов расчётно-графической работы и обсуждение полученных результатов.

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент ответил больше чем на половину вопросов;
- оценка «не зачтено» - если студент ответил на половину или меньше вопросов.

#### 10.2.3. Типовые тестовые задания:

1. Статистической вероятностью появления события  $A$  называют:

- Частоту
- Частость
- Накопленную частость
- Накопленную частоту

2. Модой  $Mo(X)$  случайной величины  $X$  называется:

- Её наиболее вероятное значение
- Её наибольшее значение
- Её наименее вероятное значение
- Её наименьшее значение
- Её среднее значение

3. Квантиль уровня 0,5 – это:

- Математическое ожидание
- Дисперсия
- Мода
- Медиана

4. Случайная величина  $X$  распределена по нормальному закону с параметрами:

$\mu = 12,5$ ;  $\sigma = 2$ . Определить границы интервала, содержащего 99,73% данных.

- (16,5; 18,5)
- (6,5; 18,5)
- (12,5; 14,5)
- (8,5; 14,5)

5. Случайная величина  $X$  распределена по нормальному закону с параметрами:  
 $a = 12,5$ ;  $\sigma = 2$ . Определить границы интервала, содержащего 95,45% данных.
- (10,5; 14,5)
  - (6,5; 18,5)
  - (12,5; 14,5)
  - (8,5; 16,5)
6. Случайная величина  $X$  распределена по нормальному закону с параметрами:  
 $a = 12,5$ ;  $\sigma = 2$ . Определить границы интервала, содержащего 68,27% данных.
- (10,5; 14,5)
  - (6,5; 18,5)
  - (12,5; 14,5)
  - (8,5; 16,5)
7. Надёжность системы – это свойство системы, состоящее в том, что:
- Система может быть восстановлена после отказа
  - Все элементы системы являются восстанавливаемыми
  - Система в течение установленного времени будет работать без отказов
  - Система в течение установленного времени будет работать надёжно
  - Система в течение установленного времени будет иметь только частичные отказы
8. Отказ – событие, заключающееся в нарушении:
- Рыночной цены изделия
  - Правил эксплуатации
  - Работоспособности технического средства
  - Среднего времени восстановления
  - Среднестатистической оценки объекта
  - Вероятности безотказной работы
9. Безотказность – это свойство оборудования непрерывно сохранять
- Ремонтопригодность
  - Вероятность восстановления работоспособности
  - Степень потери полезных свойств
  - Работоспособное состояние в течение некоторого времени
  - Коэффициент технического использования
10. Дайте определение свойству изделия сохранять работоспособность в течение заданного времени:
- Долговечность.
  - Безотказность
  - Ремонтопригодность.
  - Сохраняемость
11. Если  $T$  – случайная величина времени работы элемента до отказа, то функция надёжности является для неё:
- Функцией распределения
  - Вероятностью безотказной работы
  - Плотностью вероятности

- Условной плотностью вероятности при условии, что до этого отказ не возник
- Средним временем безотказной работы
- Дисперсией времени безотказной работы

12. Если  $T$  – случайная величина времени работы элемента до отказа, то частота отказов является для неё:

- Функцией распределения
- Вероятностью безотказной работы
- Плотностью вероятности
- Условной плотностью вероятности при условии, что до этого отказ не возник
- Средним временем безотказной работы
- Дисперсией времени безотказной работы

13. Если  $T$  – случайная величина времени работы элемента до отказа, то интенсивность отказов является для неё:

- Функцией распределения
- Вероятностью безотказной работы
- Плотностью вероятности
- Условной плотностью вероятности при условии, что до этого отказ не возник
- Средним временем безотказной работы
- Дисперсией времени безотказной работы

14. Для вероятности отказа справедливы соотношения:

- ☐  $q(t) = 1 - F(t)$
- ☐  $q(t) = P(T \geq t)$
- ☐  $q(t) = F(t)$
- ☐  $q(t) = P(T < t)$
- ☐  $q(t) = \varphi(t)$
- ☐  $q(t) = F'(t)$
- ☐  $q(t) = \frac{\varphi(t)}{1 - F(t)}$
- ☐  $q(t) = \int_0^{+\infty} t \cdot \varphi(t) dt$

15. Для вероятности безотказной работы справедливы соотношения:

- ☐  $p(t) = 1 - F(t)$
- ☐  $p(t) = P(T \geq t)$
- ☐  $p(t) = F(t)$
- ☐  $p(t) = P(T < t)$
- ☐  $p(t) = \varphi(t)$



- $p(t) = F'(t)$
- $p(t) = \frac{\varphi(t)}{1 - F(t)}$
- $p(t) = \int_0^{+\infty} t \cdot \varphi(t) dt$

16. При последовательном соединении  $n$  элементов вероятность безотказной работы всей схемы равна:

- $p_{\Sigma}(t) = \sum_{i=1}^n p_i(t)$
- $p_{\Sigma}(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t)$
- $p_{\Sigma}(t) = 1 - \sum_{i=1}^n p_i(t)$
- $p_{\Sigma}(t) = 1 - \prod_{i=1}^n p_i(t)$
- $p_{\Sigma}(t) = 1 - \sum_{i=1}^n (1 - p_i(t))$
- $p_{\Sigma}(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i(t))$

17. При параллельном соединении  $n$  элементов вероятность безотказной работы всей схемы равна:

- $p_{\Sigma}(t) = \sum_{i=1}^n p_i(t)$
- $p_{\Sigma}(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t)$
- $p_{\Sigma}(t) = 1 - \sum_{i=1}^n p_i(t)$
- $p_{\Sigma}(t) = 1 - \prod_{i=1}^n p_i(t)$
- $p_{\Sigma}(t) = 1 - \sum_{i=1}^n (1 - p_i(t))$
- $p_{\Sigma}(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i(t))$

18. Если  $\tau$  – среднее время безотказной работы одного из  $n$  одинаковых элементов, соединённых последовательно и подчиняющихся экспоненциальному закону надёжности, то среднее время безотказной работы всей схемы равно:

- ☐  $\tau_{\Sigma} = \frac{n \tau}{2}$
- ☐  $\tau_{\Sigma} = n \tau$
- ☐  $\tau_{\Sigma} = \frac{\tau}{2n}$
- ☐  $\tau_{\Sigma} = \frac{\tau}{n}$

19. Вариационным рядом называют:

- ☐ Совокупность вариантов, ранжированных в возрастающем или убывающем порядке
- ☐ Функциональный ряд из различных элементов
- ☐ Числовой ряд из различных элементов
- ☐ Числовой ряд с убывающими членами ряда

20. Ранжирование – это:

- ☐ нахождение наибольшего и наименьшего значений
- ☐ нахождение наиболее часто встречающегося значения
- ☐ расположение вариантов в порядке возрастания
- ☐ расположение вариантов в порядке убывания

## **11. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины**

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Математические задачи электроэнергетики и электрохозяйства», используются следующие образовательные технологии:

- лекции с использованием мультимедийного оборудования;
- практические занятия с устным опросом студентов и закреплением теоретического материала; выполнение задания в соответствии с инструкциями и методическими указаниями преподавателя, получение результата;
- выполнение расчётно-графической работы;
- индивидуальные и групповые консультации по вопросам курса;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям.

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

### 12.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум и др.)	Количество в библиотеке
1	Шилова З. В. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / З. В. Шилова, О. И. Шилов. - Саратов : Ай Пи Ар Букс, 2015. - 157 с.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

А.М. Асаева

(И.О. Фамилия)

### 12.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
1	Бородин А. Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики [Электронный ресурс] : [учебное пособие] / А. Н. Бородин. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 255 с.	Учебное пособие	ЭБС "Лань"
2	Степкина Ю. В. Надежность электроснабжения : практикум для решения задач / Ю. В. Степкина; ТГУ ; каф. "Электроснабжение и электротехника". - Изд. 2-е ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2011. - 35 с. : ил. - Библиогр.: с. 34. - 13-20	Практикум	47
3	Свешников А. А. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Свешников ; под общ. ред. А. А. Свешникова. - Изд. 5-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 446 с.	Учебное пособие	ЭБС "Лань"
4	Буре В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : [учебник] / В. М. Буре, Е. М. Парилина. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 416 с.	Учебник	ЭБС "Лань"

- другие фонды:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное посо- бие, учебно- методическое пособие, прак- тикум, аудио-, видеопособия и др.)	Место хранения (методиче- ский кабинет кафедры, го- родские биб- лиотеки и др.)
1	Математические задачи энергетики : практикум / ТГУ ; каф. "Электроснабжение и электротехника". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2015. - 35 с.	Практикум	Методиче- ский кабинет кафедры (электрон- ный ресурс)

### 12.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- 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.

### 12.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standart	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно
3	MathCAD	15	Акт п/п от 21.07.2009г. (Гос. Контракт № 487 от 28.05.2009г.), срок действия - бессрочно

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
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 кон-	Столы ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра	445020 Самарская область, г. Тольятти, ул. Ушакова, 57, позиция по ТП № 18, 6 этаж, (Э-609)	85,7	114

№ п/п	Наименование оборудо- ванных учебных кабин- тов, лабораторий, мастер- ских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, ма- стерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	сультаций. Учебная ауди- тория для проведения заня- тий текущего контроля и промежуточной аттеста- ции.				
2.	Лаборатория "Энергосбе- режение и энергосберега- ющие технологии". Учеб- ная аудитория для прове- дения занятий семинарско- го типа. Учебная аудитория для курсового проектиро- вания (выполнения курсо- вых работ). Учебная ауди- тория для проведения групповых и индивидуаль- ных консультаций. Учеб- ная аудитория для прове- дения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические че- тырехместные, стол пре- подавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), компьютерные Столы, лабораторные стенды, экран проектора, проек- тор, вводной автомат электроэнергии, компью- тер в сборе, промышлен- ный компьютер в сборе.	445020 Самарская область, г. Тольятти, ул. Ушакова, 57, позиция по ТП № 3, 6 этаж, (Э-610)	50,1	20
3	Компьютерный класс. По- мещение для самостоя- тельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых ра- бот). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных кон- сультаций. Учебная ауди- тория для проведения заня- тий текущего контроля и промежуточной аттеста- ции.	Столы ученические, сту- лья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет	445020 Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул. Белорусская, д.14, позиция по ТП № 48, 4 этаж, (Г-401)	84,8	16