

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

Б1.В.ДВ.01.01  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математические задачи электроэнергетики**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)  
Электроснабжение

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	6	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	18	18
Лабораторные		
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	34,25	34,25
Самостоятельная работа	73,75	73,75
Контроль		
<b>Итого</b>	108	108

Рабочую программу составил(и):

доцент, доцент, к.т.н., Кузнецов В.Н.

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

*(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 ВОи учебного плана  
направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

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

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3от «26» сентября 2019 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Информатика», «Теоретические основы электротехники», «Показатели и контроль качества электрической энергии», «Общая энергетика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Релейная защита систем электроснабжения», «Системы электроснабжения промышленных предприятий», «Системы электроснабжения городов».

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов	ПК-1.5 Применяет систему автоматизированного проектирования для разработки проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов	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; методы анализа и сбора информации, правила работы с технической информацией по подбору оборудования
		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; анализировать полученные данные при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности
		Владеть: приёмами упорядочивания и обработки статистических данных; навыками по использованию распределений случайных величин и соответствующих функций распределения; базовыми навыками моделирования электрических элементов для исследования различных электрофизических процессов

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
1. Применение ос- новных теорем теории вероятно- стей в электро- энергетике.	Лек.	Теория вероятностей как аппарат для изу- чения случайных явлений. Случайные со- бытия. Основные теоремы теории вероят- ностей. Определение вероятностей слож- ных случайных событий в электроэнерге- тике.	6	2	-	-	
	Пр.	Решение задач по теме лекции № 1.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	Применение методов теории вероятностей для оценки надежности работы сложных схем.	6	2	-	-	
	Пр.	Решение задач по теме лекции № 2.	6	2	9	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям.	6	16	-	-	
2. Случайные ве- личины, законы распределения, числовые характе- ристики в задачах	Лек.	Дискретные и непрерывные случайные величины. Способы их описания. Число- вые характеристики. Примеры из электро- энергетики.	6	2	-	-	
	Пр.	Решение задач по теме лекции № 3.	6	2	3	-	Оценка решения

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
электроэнергетики.							практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	Основные законы распределения, приме- няемые в задачах электроэнергетики. Нормальное распределение. Показатель- ный закон для расчёта надёжности работы устройств. Время безотказной работы.	6	2	-	-	
	Пр.	Решение задач по теме лекции № 4.	6	2	9	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	Многомерные случайные величины. Сто- хастическая связь в электроэнергетике. Ковариация. Коэффициент корреляции.	6	2	-	-	
	Пр.	Решение задач по теме лекции № 5.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям.	6	20	-	-	
3. Применение ме- тодов математиче- ской статистики для решения задач	Лек.	Статистические данные. Вариационные ряды. Их характеристики. Теория выбо- рочного метода. Построение доверитель- ных интервалов в случае большой и ма-	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
электроэнергетики.		лой выборок..					
	Пр.	Решение задач по теме лекции № 6.	6	2	9	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	Обработка результатов измерений в элек- троэнергетике. Приложение статистиче- ских методов для оценки качества элек- троэнергии.	6	2	-	-	
	Пр.	Решение задач по теме лекции № 7.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям.	6	17	-	-	
4. Проверка статисти- ческих гипотез.	Лек.	Статистические гипотезы. Ошибки пер- вого и второго рода. Алгоритм проверки гипотезы. Установление теоретического закона распределения случайной величи- ны по опытному распределению в задачах электроэнергетики. Критерий Пирсона.	6	2	-	-	
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим	6	8	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
		занятиям.					
5. Корреляцион- ный анализ.	Лек.	Однофакторный корреляционный анализ. Применение в задачах прогнозирования электропотребления, управления качеством электроэнергии и др	6	2	-	-	
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям.	6	7	-	-	
	ИДЗ	Индивидуальное домашнее задание, включающее проведение расчётов и построение графиков. Тема: "Статистическая обработка результатов измерений коэффициента искажения синусоидальности напряжения". (Связь с курсом "Качество электрической энергии".)	6	-	35	-	
	Псщ.	Посещение аудиторных занятий	6	-	17	-	
	ТИ	Итоговый тест по курсу через ЦТ	6	2	100	-	
<b>Итого:</b>				<b>108</b>	<b>100</b>		

### Схема расчета итогового балла

Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2.

## **5. Образовательные технологии**

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Математические задачи электроэнергетики», 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;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение расчётно-графической работы;
- проведение семинара с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся;
- 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, 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 вопросы, 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. 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 углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов. При подготовке к практическим занятиям 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.

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, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).



## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

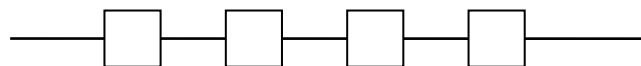
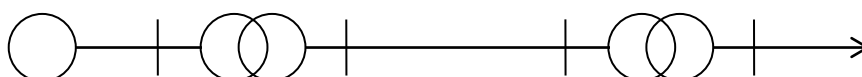
Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
6	ПК-1 (ПК-1.5)	Решение задач по разделам 1-5 Опрос по теоретическому материалу Выполнение расчётно- графической работы Тестовые задания № 1-500 Вопросы для зачета № 1-44

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

#### 7.2.1. Задачи

**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  $q_{\Gamma} = 2 \cdot 10^{-3}$ ,  $q_{T1} = 5 \cdot 10^{-5}$ ,  $q_{\text{Л}} = 2 \cdot 10^{-3}$ ,  $q_{T2} = 4 \cdot 10^{-5}$ . Требуется определить вероятность того, что потребитель не получит электроэнергии 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.



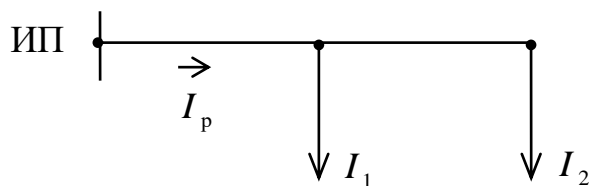
Блок-схема рассматриваемой системы передачи электроэнергии приведена на рисунке. Согласно теореме умножения вероятностей, вероятность безотказной работы системы:

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

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.

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

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

#### **Критерии оценки:**

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

### **7.2.2.Опрос по теоретическому материалу**

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

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 контрольных вопросов;
- оценка «не зачтено» - если студент ответил на половину или меньше контрольных вопросов.

### **7.2.3. 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:  
 $\mu = 12,5$ ;  $\sigma = 2$ . 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:  
 $\mu = 12,5$ ;  $\sigma = 2$ . 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
- Ремонтпригодность
  - 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
  - Ремонтпригодность.
  - 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

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

Задание выполняется письменно. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

**Критерии оценки:**

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

**7.2.4. Банк тестовых заданий и регламент проведения тестирований****Банк тестовых заданий для проведения тестирований**

Название банка тестовых заданий	Кол-во заданий в банке тестовых заданий	Разработчики
Математические задачи электроэнергетики и электрохозяйства	500	Кузнецов В.Н.

**Краткое описание и регламент выполнения**

Название банка тестовых заданий	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Номера и наименования разделов теста	Кол-во заданий в разделе	Время на тестирование, мин.
Итоговый тест по курсу через ЦТ (Математические задачи электроэнергетики и электрохозяйства, тест, итоговый)	20	Тема 1.1 Случайные величины. Применение для анализа процессов в электроэнергетике	8	45
		Тема 1.2 Методы обработки статистических данных в электроэнергетике. Точечная и интервальная оценка параметров случайных величин	7	
		Подтема 1.3.1 Задачи по теме 1.1. Более простые	2	
		Подтема 1.3.2 Задачи по теме 1.1. Более сложные	1	
		Подтема 1.3.3 Задачи по теме 1.2	2	

**Критерии оценки:**

Каждое правильно выполненное тестовое задание оценивается в 5 баллов. Ответ на тестовое задание вносится в окно или выбирается из предложенных четырех вариантов. Суммарно при прохождении тестирования студент может набрать 100 баллов.

**7.2.5. 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»).

**Краткое описание и регламент выполнения**

Задание выполняется письменно. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

**Критерии оценки:**

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

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

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 6

№ п/п	Вопросы к зачету
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.
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.

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачету</b>
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.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

<b>Семестр</b>	<b>Форма проведения промежуточной аттестации</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>	
7	зачет (по накопительному рейтингу)	«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; защитил реферат
		«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 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	Шилова З.В.	Теория вероятностей и математическая статистика	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPRbooks»

### 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	Бородин А.Н.	Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики	Учебное пособие	2011	ЭБС "Лань"
2	Степкина Ю.В.	Надежность электроснабжения : практикум для решения задач	Практикум	2011	47
3	Свешников А.А.	Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций	Учебное пособие	2013	ЭБС "Лань"
4	Буре В.М.	Теория вероятностей и математическая статистика	Учебник	2013	ЭБС "Лань"
5	Кузнецов В.Н.	Математические задачи энергетики	Практикум	2015	Методический кабинет кафедры

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

- WebofScience [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016. – Режим доступа : [apps.webofknowledge.com](https://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : [scopus.com](https://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : [elibrary.ru](https://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- SpringerLink [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : [link.springer.com](https://link.springer.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- ScienceDirect [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : [sciencedirect.com](https://sciencedirect.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridgeuniversitypress [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018 . – Режим доступа : [cambridge.org](https://cambridge.org). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : [neicon.ru/resources/archive](https://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	Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
2	Office Standard	Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно
3	MathCAD	Акт п/п от 21.07.2009г. (Гос. Контракт № 487 от 28.05.2009г.), срок действия - бессрочно

### 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 консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточ-	Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи.

№ 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
	ной 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)	Столы ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор, процессор, жалюзи
3	Компьютерный класс. Учебная аудитория для практических работ. 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 Лаборатория Цифровое моделирование в электроэнергетике. (Э-601)	Экран, проектор, ПК, двухместные парты, трехместные столы, стулья ученические, стол для конференций.
4	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет