

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 и электрохозяйства**  
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)  
Электроснабжение

Форма обучения: заочная

Год набора: 2018

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр                      | 8          | Итого      |
|------------------------------|------------|------------|
| Форма контроля               | Зачет      |            |
| Вид занятий                  |            |            |
| Лекции                       | 4          | 4          |
| Лабораторные                 |            |            |
| Практические                 | 8          | 8          |
| Руководство: курсовые работы |            |            |
| Промежуточная аттестация     | 0,25       | 0,25       |
| Контактная работа            | 12,25      | 12,25      |
| Самостоятельная работа       | 92         | 92         |
| Контроль                     | 3,75       | 3,75       |
| <b>Итого</b>                 | <b>108</b> | <b>108</b> |

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 ВО и учебного плана направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» декабря 2023 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «12» сентября 2017 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

Д 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<br>(код и наименование)            | Индикаторы достижения компетенций<br>(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<br>(раздел)   | Вид<br>учеб-<br>ной ра-<br>боты | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)  | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля (наиме-<br>нование оценочного<br>средства) |
|--|---------------------------------|---|---------|--------------|-------|----------------|---|
| 1. Применение ос-<br>новных теорем<br>теории вероятно-<br>стей в электро-<br>энергетике.                             | Лек.                            | 1.1. Теория вероятностей как аппарат для изучения случайных явлений. Случайные события. Основные теоремы теории вероятностей. Определение вероятностей сложных случайных событий в электро-энергетике.<br>1.2. Применение методов теории вероятностей для оценки надежности работы сложных схем.  | 8       | 1            | -     | -              |   |
|  | Пр.                             | Решение задач по модулю № 1.  | 8       | 2            | -     | -              | 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.   | 8       | 14           | -     | -              |   |
| 2. Случайные ве-<br>личины, законы<br>распределения,<br>числовые характе-<br>ристики в задачах<br>электроэнергетики. | Лек.                            | 2.1. Дискретные и непрерывные случай-<br>ные величины. Способы их описания.<br>Числовые характеристики. Примеры из<br>электроэнергетики.<br>2.2. Основные законы распределения,<br>применяемые в задачах электроэнергети-<br>ки. Нормальное распределение. Показа-<br>тельный закон для расчёта надёжности<br>работы устройств. Время безотказной ра- | 8       | 1            | -     | -              |   |

| Модуль<br>(раздел)   | Вид<br>учеб-<br>ной ра-<br>боты | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)   | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля (наиме-<br>нование оценочного<br>средства)    |
|--|---------------------------------|--|---------|--------------|-------|----------------|--|
|  |                                 | боты.<br>2.3. Многомерные случайные величины.<br>Стохастическая связь в электроэнергети-<br>ке. Ковариация. Коэффициент корреля-<br>ции.   |         |              |       |                |  |
|  | Пр.                             | Решение задач по модулю № 2.   | 8       | 2            | -     | -              | Оценка решения<br>практических задач и<br>проверка усвоения<br>материала |
|  | Ср.                             | Изучение конспектов лекций. Изучение<br>теоретического материала по учебникам и<br>учебным пособиям с подготовкой ответов<br>на вопросы. Подготовка к практическим<br>занятиям.  | 8       | 20           | -     | -              |  |
| 3. Применение ме-<br>тодов математиче-<br>ской статистики<br>для решения задач<br>электроэнергетики. | Лек.                            | 3.1. Статистические данные. Вариацион-<br>ные ряды. Их характеристики. Теория вы-<br>борочного метода. Построение довери-<br>тельных интервалов в случае большой и<br>малой выборок.<br>3.2. Обработка результатов измерений в<br>электроэнергетике. Приложение стати-<br>стических методов для оценки качества<br>электроэнергии. | 8       | 1            | -     | -              |  |
|  | Пр.                             | Решение задач по модулю № 3.   | 8       | 2            | -     | -              | Оценка решения<br>практических задач и<br>проверка усвоения<br>материала |
|  | Ср.                             | Изучение конспектов лекций. Изучение   | 8       | 20           | -     | -              |  |

| Модуль<br>(раздел)                       | Вид<br>учеб-<br>ной ра-<br>боты | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)  | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля (наиме-<br>нование оценочного<br>средства) |
|--|---------------------------------|---|---------|--------------|-------|----------------|---|
|  |                                 | теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям.  |         |              |       |                |   |
| 4. Проверка статисти-<br>ческих гипотез. | Лек.                            | 4.1. Статистические гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Алгоритм проверки гипотезы. Установление теоретического закона распределения случайной величины по опытному распределению в задачах электроэнергетики. Критерий Пирсона. | 8       | 0,5          | -     | -              |   |
|  | Пр.                             | Решение задач по модулю № 4.  | 8       | 1            | -     | -              | 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.   | 8       | 18           | -     | -              |   |
| 5. Корреляцион-<br>ный анализ.           | Лек.                            | 5.1. Однофакторный корреляционный анализ. Применение в задачах прогнозирования электропотребления, управления качеством электроэнергии и др   | 8       | 0,5          | -     | -              |   |
|  | Пр.                             | Решение задач по модулю № 5.  | 8       | 1            | -     | -              | Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала       |

| Модуль<br>(раздел) | Вид<br>учеб-<br>ной ра-<br>боты | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)   | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля (наиме-<br>нование оценочного<br>средства) |
|--------------------|---------------------------------|--|---------|--------------|-------|----------------|---|
|                    | Ср.                             | Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям.  | 8       | 18           | -     | -              |   |
|                    | 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".) | 8       |              | -     | -              |   |
|                    |                                 | Контроль   | 8       | 3,75         | -     | -              |   |
|                    | ПА                              | Сдача зачета   | 8       | 0,25         | -     | -              |   |
| <b>Итого:</b>      |                                 |  |         | <b>108</b>   |       |                |   |

## **5. Образовательные технологии**

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;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение ИДЗ;
- 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  |
|---------|---|---|
| 8       | ПК-1 (ПК-1.5)                                 | Решение задач по разделам 1-5<br>Опрос по теоретическому материалу<br>Выполнение ИДЗ<br>Тестовые задания № 1-500<br>Вопросы для зачета № 1-44 |

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

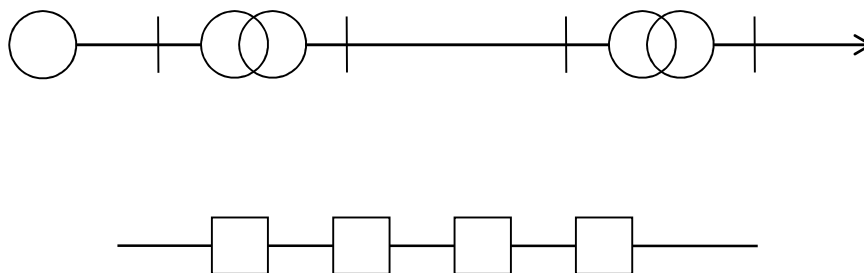
#### 7.2.1. Задачи

##### Краткое описание и регламент выполнения

На практических занятиях используются задачи практикума (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  $q_{\Gamma} = 2 \cdot 10^{-3}$ ,  $q_{T1} = 5 \cdot 10^{-5}$ ,  $q_{\text{Л}} = 2 \cdot 10^{-3}$ ,  $q_{T2} = 4 \cdot 10^{-5}$ . 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.



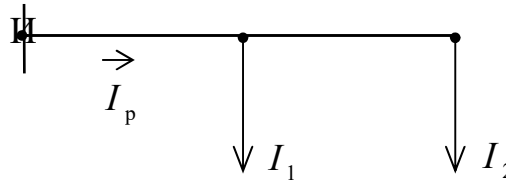
Блок-схема рассматриваемой системы передачи электроэнергии приведена на рисунке. Согласно теореме умножения вероятностей, вероятность безотказной работы системы:

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

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.

### 7.2.2. 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 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
- 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

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

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

Студенты выполняют индивидуальное домашнее задание (ИДЗ), 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**

ИДЗ выполняется в письменной форме, оформляется в формате А4 и содержит расчетную, графическую части и обобщающий вывод. Студентам выдаются методические указания к ИДЗ, где прописывается формулировка варианта, приводится задание и образец выполнения. Схемы, рисунки, графики, диаграммы должны быть выполнены в соответствии с ЕСКД.

#### **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.



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

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 8

| №<br>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>№<br/>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  | «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

| №<br>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

| №<br>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

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 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.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : [link.springer.com](https://link.springer.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : [sciencedirect.com](https://sciencedirect.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 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 | Стол ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор, процессор, жалюзи |

| №<br>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  |
|----------|--|--|
|          | занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.(Э-609)   |  |
| 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-211) | Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный , стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский , стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи. |
| 3        | Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)   | Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет  |