

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

Б1.В.ДВ.05.01
(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: 2018

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 | | |
| Итого | 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 ВО и учебного плана направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2022 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

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 учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|--|---------|--------------|-------|----------------|---|
| 1. Применение основных теорем теории вероятностей в электроэнергетике. | Лек. | Теория вероятностей как аппарат для изучения случайных явлений. Случайные события. Основные теоремы теории вероятностей. Определение вероятностей сложных случайных событий в электроэнергетике. | 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 величины, законы распределения, числовые характеристики в задачах | Лек. | Дискретные и непрерывные случайные величины. Способы их описания. Числовые характеристики. Примеры из электроэнергетики. | 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 стати- стических 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 | - | |
| Итого: | | | | 108 | 100 | | |

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

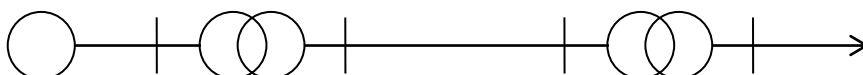
| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|---|--|
| 6 | ПК-1 (ПК-1.5) | Решение задач по разделам 1-5 Опрос по теоретическому материалу Выполнение расчётно- графической работы Тестовые задания № 1-500 Вопросы для зачета № 1-44 |

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.



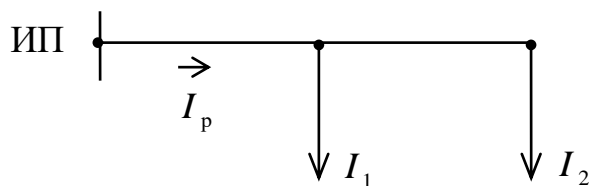
Блок-схема рассматриваемой системы передачи электроэнергии приведена на рисунке. Согласно теореме умножения вероятностей, вероятность безотказной работы системы:

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

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 δU 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 δU 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 τ – 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. |

| № п/п | Вопросы к зачету |
|------------------|--|
| 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

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|----------------|--|--------------------------------|--|
| 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. – 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.;
- SpringerLink [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- ScienceDirect [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridgeuniversitypress [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|-------|-----------------|--|
| 1 | Windows | 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- | Столы ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор, процессор, 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-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 |