

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
ГГТУ им. П.О. Сухого

  
О.Д. Асенчик

"06" 04 2015 г.

Регистрационный № УД-55-02/уч.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЭНЕРГЕТИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-43 01 03 «Электроснабжение» (по отраслям)

2015 г.

Учебная программа по дисциплине «Математические задачи энергетики» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» (по отраслям) ОСВО-1-43 01 03-2013 и учебными планами специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» (по отраслям), рег. № 1 43-1-09/уч. от 12 февраля от 2014 г., № 1 43-1-39/уч. от 20 сентября 2013 г., № 1 43-1-44/уч. 21 сентября 2013г.

#### СОСТАВИТЕЛИ:

Т.В.Алферова, доцент кафедры «Электроснабжение» ГГТУ им. П.О. Сухого, кандидат технических наук, доцент;

О.М.Попова, старший преподаватель кафедры «Электроснабжение» ГГТУ им. П.О. Сухого.

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.В.Тодарев, доцент кафедры «Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П.О. Сухого, кандидат технических наук, доцент;

А.В. Жуковский, начальник Гомельского РЭС филиала «Гомельские электрические сети» РУП «Гомельэнерго»

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Электроснабжение» ГГТУ им. П.О. Сухого  
(протокол № 11 от 11.05.2015 г.);

Научно-методическим советом энергетического факультета ГГТУ им. П.О. Сухого

(протокол № 10 от 30.06.2015 г.); *ЭДЭ - 05-02/42*

Научно-методическим советом заочного факультета ГГТУ им. П.О. Сухого *ЭДЭ - 05-18/4*

(протокол № 5 от 4.06.15 г.);

Научно-методическим советом ГГТУ им. П.О. Сухого  
(протокол № 5 от 01.04.2015)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью преподавания учебной дисциплины является формирование у студентов знаний основ современных методов прикладной математики, применяемых для решения основных задач электроснабжения, как на стадии проектирования, эксплуатации, так и на стадии управления режимами электроснабжения.

Задачами изучения учебной дисциплины «Математические задачи энергетики» являются:

- получение общих сведений о системах электроснабжения как объекте математического исследования, о режимах работы и показателях, определяющих режим работы системы;
- изучение и анализ вероятностно-статистических методов в задачах электроснабжения, особенностей вероятностных расчетов в электроэнергетике;
- ознакомление с законом распределения случайных величин в электроснабжении, с представлением электрических нагрузок и напряжения как случайных величин;
- изучение и анализ методов математической статистики в электроснабжении; определение законов распределения случайных величин и их числовых характеристик на основе опытных данных;
- получение знаний о принципах расчёта основных показателей надёжности на основе типовых логических схем;
- изучение и анализ методов математического программирования, линейного и нелинейного программирования в задачах электроснабжения.

Учебная дисциплина является одной из основных, в которых закладывается и формируется фундамент профессиональной подготовки инженеров-энергетиков. Дисциплина «Математические задачи энергетики» взаимосвязана с такими учебными дисциплинами как «Математика», «Теоретические основы электротехники», «Потребители электроэнергии», «Электроснабжение промышленных предприятий», «Передача и распределение электроэнергии», «Надёжность потребителей АПК».

Знания и умения, полученные студентами при изучении учебной дисциплины «Математические задачи энергетики», необходимы для освоения последующих специальных учебных дисциплин, связанных с проектированием и эксплуатацией систем электроснабжения промышленных предприятий и организаций.

В результате изучения учебной дисциплины «Математические задачи энергетики» студент должен знать:

- особенности вероятностных расчётов в электроэнергетике;
  - расчёт числовых характеристик электрических нагрузок, элементов систем электроснабжения и напряжения в сети при вероятностном задании нагрузок узлов;
  - отыскание параметров электрических формул методом наименьших квадратов;
- уметь:

- составлять логические схемы расчёта надёжности;
- рассчитать количественные показатели надёжности электроснабжения;
- решать задачи электроснабжения, требующие поиска оптимальных решений;
- выбирать математическую модель и решать задачи выбора оптимальной конфигурации электрической сети;
- дать инженерную оценку полученных результатов расчётов показателей надёжности;

владеть:

- вероятностно-статистическими методами;
- методами математического программирования;
- методами линейного программирования (графический метод, симплексный метод);
- градиентным методом.

Учебная программа разработана на основе компетентностного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте по специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» (по отраслям) ОСВО-1-43 01 03-2013.

В рамках учебной программы требуются следующие академические, социально-личностные и профессиональные компетенции:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- уметь работать в команде;
- создавать условия для соответствия действующим стандартам, правилам и нормам, используя показания технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления тепловой и электрической энергии;
- в составе группы специалистов осуществлять выбор оптимальных режимов эксплуатации энергетических объектов (систем) для повышения технико-экономических показателей режимов их работы;
- анализировать и оценивать собранные данные;
- работать с научной, технической и патентной литературой в области энергетики и смежных областях.

Общее количество часов, отводимое для изучения учебной дисциплины – 170 часов, в том числе аудиторных 64 часа для дневной формы обучения; 14 часов для заочной полной формы обучения; 12 часов для заочной сокращенной формы обучения. Трудоемкость учебной дисциплины – 4,5 зачетные единицы.

Формы получения высшего образования: дневная, заочная полная, заочная сокращенная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам, формы текущей аттестации по учебной дисциплине приведены в таблице

Виды занятий и формы контроля	Дневное отделение	Заочное отделение (полная форма)	Заочное отделение (сокращенная форма)
Курс	3	3	3, 4
Семестр	5	5, 6	6, 7
Лекции (часов)	32	6	6
Практические занятия (часов)	16	4	4
Лабораторные занятия (часов)	16	4	2
Экзамен (семестр)	5	6	7
Тестирование (семестр)	-	6	7
Всего аудиторных часов	64	14	12

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Вероятностно-статистические методы в задачах электроснабжения

Тема 1.1. Введение. Задачи курса, его содержание и связь со специальными дисциплинами

Общие сведения о системах электроснабжения. Режим работы систем электроснабжения. Показатели, определяющие режим работы систем. Задачи, возникающие при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения. Система электроснабжения как объект математического исследования. Роль прикладной математики в решении задач электроснабжения.

Тема 1.2. Применение вероятностно-статистических методов в задачах электроснабжения

Случайные явления и процессы в системах электроснабжения. Особенности вероятностных расчетов в электроэнергетике. Основные понятия и определения теории вероятностей. Случайные события. Независимые и зависимые события. Совместные и несовместные события. Полная группа событий. Правила сложения и умножения вероятностей для совместных и несовместных событий. Формула полной вероятности.

### Тема 1.3. Случайные величины

Непрерывные и дискретные случайные величины. Закон распределения случайных величин в электроснабжении. Числовые характеристики и теоремы о числовых характеристиках случайных величин. Статистический ряд, многоугольник распределения. Функция и плотность распределения. Электрическая нагрузка, напряжение как случайные величины. Определение числовых характеристик, электрических нагрузок, элементов систем электроснабжения и напряжения в сети при вероятностном задании нагрузок узлов.

### Тема 1.4. Общие сведения о случайных функциях и процессах

Характеристики случайных функций. Электрическая нагрузка и напряжение как случайные процессы. Применение методов математической статистики в электроснабжении. Задачи математической статистики. Отыскание параметров электрических формул методом наименьших квадратов. Статистические критерии. Определение законов распределения случайных величин и их числовых характеристик на основе опытных данных.

## Раздел 2. Показатели и схемы расчёта надёжности

### Тема 2.1. Основные показатели теории надёжности

Применение формулы полной вероятности для определения вероятностей отказа и безотказной работы сложных систем. Качественные определения основных показателей надёжности. Количественные показатели надёжности. Аналитическая взаимосвязь основных показателей надёжности. Расчетные формулы показателей надёжности, их упрощение. Полная и расчетная диаграммы состояния объекта расчета надёжности.

### Тема 2.2. Количественные показатели восстановления

Аналитическая взаимосвязь количественных показателей восстановления. Численные значения показателей надёжности и восстановления элементов систем электроснабжения. Понятие о дифференциальных уравнениях Колмогорова.

### Тема 2.3. Логические схемы расчета надёжности

Безотказность и отказ электрического оборудования систем электроснабжения. Типовые логические схемы расчета надёжности; обособленный объект, последовательное соединение объектов; параллельно-последовательное соединение объектов; последовательно-параллельное соединение объектов; мостиковое соединение объектов.

### Тема 2.4. Частные случаи типовых логических схем расчета надёжности

Правило Рябинина. Основные показатели надёжности систем с различным соединением восстанавливаемых элементов.

Раздел 3. Методы математического программирования в задачах электроснабжения

### Тема 3.1. Применение методов математического программирования в задачах электроснабжения

Задачи электроснабжения, требующие поиска оптимальных решений. Определение основных понятий математического программирования. Исследование операций. Множество допустимых решений. Ограничения на элементы решения. Целевая функция. Критерии оптимальности. Классификация методов оптимизации, области применения.

### Тема 3.2. Методы линейного программирования

Общая постановка задачи и ее геометрическая интерпретация. Симплексный метод решения задач линейного программирования. Применение методов линейного программирования для решения задач о выборе оптимальной конфигурации электрической сети при проектировании систем электроснабжения. Общая характеристика задачи выбора оптимальной конфигурации электрической сети. Математическая модель задачи выбора оптимальной конфигурации электрической сети.

### Тема 3.3. Задачи нелинейного программирования

Формулировка задачи и ее геометрическая интерпретация. Выпуклые функции и множества. Локальные и глобальные экстремумы. Необходимые и достаточные условия существования локального минимума целевой функции. Градиентный метод. Динамическое планирование. Область применения и содержание метода. Принцип оптимальности Белмана.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ДЛЯ ДНЕВНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1.	Вероятностно-статистические методы в задачах электроснабжения	12	12	14		
1.1	Введение. Задачи курса, его содержание и связь со специальными дисциплинами	2				Экзамен
1.2	Применение вероятностно-статистических методов в задачах электроснабжения	2	4	4		Экзамен, защита л/р
1.3	Случайные величины	4	6	6		Экзамен, защита л/р
1.4	Общие сведения о случайных функциях и процессах	4	2	4		Экзамен, защита л/р
2.	Показатели и схемы расчёта надёжности	12		2		
2.1	Основные показатели теории надёжности	4				Экзамен
2.2	Количественные показатели восстановления	4				Экзамен
2.3	Логические схемы расчета надёжности	2		2		Экзамен, защита л/р
2.4	Частные случаи типовых логических схем расчета надёжности	2				Экзамен
3.	Методы математического программирования в задачах электроснабжения	8	4			
3.1	Применение методов математического программирования в задачах электроснабжения	3				Экзамен
3.2	Методы линейного программирования	3	4			Экзамен
3.3	Задачи нелинейного программирования	2				Экзамен
	Всего	32	16	16		



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1.	Вероятностно-статистические методы в задачах электроснабжения	3	3	4(2)		
1.1	Введение. Задачи курса, его содержание и связь со специальными дисциплинами	0,5				Экзамен, тест
1.2	Применение вероятностно-статистических методов в задачах электроснабжения	1,5	1			Экзамен, тест
1.3	Случайные величины	1	1	4(2)		Экзамен, защита л/р
1.4	Общие сведения о случайных функциях и процессах		1			Экзамен, тест
2.	Показатели и схемы расчета надёжности	1				
2.1	Основные показатели теории надёжности	0,5				Экзамен, тест
2.2	Количественные показатели восстановления					Экзамен, тест
2.3	Логические схемы расчета надёжности	0,5				Экзамен, тест
2.4	Частные случаи типовых логических схем расчета надёжности					Экзамен, тест
3.	Методы математического программирования в задачах электроснабжения	2	1			
3.1	Применение методов математического программирования в задачах электроснабжения	1				Экзамен, тест
3.2	Методы линейного программирования	0,5	1			Экзамен, тест
3.3	Задачи нелинейного программирования	0,5				Экзамен, тест
	Всего	6	4	4(2)		

Примечание: в скобках указано количество лабораторных работ для заочной сокращённой формы обучения.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Электрические системы. Математические задачи энергетики. Под ред. В.А. Веникова. – М.: Высшая школа, 1981.
2. Вентцель Е.С. Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. – М.: Радио и связь, 1983.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988. –208 с.

## Дополнительная литература

1. 1 Блок В.М. Электрические сети и системы. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Электроэнергетические системы в примерах и задачах. Под ред. В.А. Веникова. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Колесникова И.Н., Круглякова Д.В. Статистика – Минск: Высшейшая школа, 2011. -285с.
4. Шундалов Б.М. Статистика. Общая теория. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. -288с.
5. Математические задачи электроэнергетики [Электронный ресурс]: практикум по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-43 01 03 "Электроснабжение (по отраслям)" дневной и заочной форм обучения / Т.В. Алфёрова, О.М. Попова; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого", Кафедра "Электроснабжение". - Гомель: ГГТУ, 2012. - 50 с.

– Режим доступа: <https://elib.gstu.by/>. – Дата доступа: 2012.

6. Математические задачи электроэнергетики [Электронный ресурс]: курс лекций по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-43 01 03 "Электроснабжение (по отраслям)" дневной и заочной форм обучения / Т.В. Алфёрова, О.М. Попова; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого", Кафедра "Электроснабжение". - Гомель: ГГТУ, 2013. - 107 с.

– Режим доступа: <https://elib.gstu.by/>. – Дата доступа: 2013.

7. Математические задачи электроэнергетики: пособие по одноименной дисциплине для студентов спец. 1-43 01 03 "Электроснабжение" дневной и заочной форм обучения. / О.М. Попова, Т.В. Алфёрова, А.А. Алферов; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого", Кафедра "Электроснабжение". - Гомель : ГГТУ, 2015. - 65 с.

– Режим доступа: <https://elib.gstu.by/>. – Дата доступа: 2015.

8. Математические задачи электроэнергетики: курс лекций для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» дневной и заочной форм обучения/ Т.В.Алфёрова, О.М.Попова; кафедра «Электроснабжение». – Гомель: ГГТУ, 2006.

9. Математические задачи электроэнергетики: практическое руководство и задания к контрольной работе по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» заочной формы обучения/ Т.В.Алфёрова, О.М.Попова, С.В.Петюкевич; кафедра «Электроснабжение». – Гомель: ГГТУ, 2005.

*Средства диагностики результатов учебной деятельности*

Оценка уровня знаний студентов производится по десятибалльной шкале.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий.

- защита выполненных и оформленных лабораторных работ;
- устный и письменный опрос во время практических занятий;
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- сдача экзамена.

#### Примерный перечень лабораторных занятий

1. Теоремы теории вероятности. Определение вероятностей отказа и безотказной работы схем электроснабжения.
2. Последовательность независимых испытаний как модель повреждаемости однотипных элементов система. Формула Бернулли.
3. Статистические критерии и их применение.
4. Случайные величины в энергетике. Числовые характеристики случайных величин. Показатели вариации.
5. Корреляционный анализ случайных величин.
6. Регрессионный анализ случайных величин.
7. Составление логических схем надежности эл. системы электроснабжения.
8. Определение числовых характеристик случайной функции по одной реализации.

### Примерный перечень тем практических занятий

1. Определение вероятностей сложных событий
2. Числовые характеристики случайных величин
3. Выравнивание статистических рядов
4. Применение критериев согласия при проверке гипотез
5. Задачи линейного программирования

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения

### Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы

1. Законы распределения случайных величин.
2. Линейная регрессия.
3. Определение вероятностей, подчиняющихся нормальному закону распределения.
4. Стохастическая связь. Нелинейная регрессия.
5. Определение вероятностей, подчиняющихся равномерному закону распределения.
6. Обработка экспериментальных данных
7. Определение вероятностей по закону Пуассона.
8. Стационарные и нестационарные случайные функции.
9. Электрическая система. Элементы, структура, режимы работы. Показатели, определяющие режимы работы системы.
10. Определение вероятностей, подчиняющихся биномиальному закону распределения.
11. Расчётные формулы показателей надежности, их упрощение и область применения.
12. Основные понятия теории вероятностей.
13. Полная и расчетная диаграммы состояний объекта расчета надежности.
14. Основные закономерности задачи линейного планирования.
15. Количественные показатели восстановления.
16. Вероятность события. Определение вероятностей сложных событий в энергетике.
17. Расчётные формулы показателей восстановления.
18. Связи между событиями.
19. Системы случайных величин и их характеристики. Функция и плотность распределения системы случайных величин.
20. Каноническая форма задачи линейного планирования.
21. . Формула Бернулли. Общие случаи определения вероятностей повреждения оборудования.
22. Числовые характеристики системы двух случайных величин.

23. Случайные величины в энергетике. Дискретные, непрерывные случайные величины.
24. Реальные соединения элементов в схемах при расчётах надёжности.
25. Числовые характеристики случайных величин.
26. Типовые логические схемы расчета надёжности.
27. Рекуррентное соотношение метода динамического планирования.
28. Статистический ряд, многоугольник распределения вероятностей.
29. Количественные показатели надёжности.
30. Понятия о методах нелинейного планирования.
31. Симплекс-метод решения задачи линейного планирования.
32. Аналитическая взаимосвязь основных показателей надёжности.
33. Метод дифференциальных уравнений Колмогорова.
34. Определение характеристик эргодической стационарной случайной функции по одной реализации.
35. Методы линейного планирования.
36. Правило Рябинина.
37. Принцип оптимальности Белмана на примере задачи.
38. Общие сведения о случайных функциях и процессах.
39. Характеристики случайных функций.
40. Градиентный метод решения задачи нелинейного планирования.
41. Эргодическое свойство случайных функций.
42. Симплекс-таблица задачи линейного планирования.
43. Корреляционный и регрессионный анализ случайных величин.
44. Частные случаи типовых логических схем расчета надёжности.
45. Метод дифференциальных уравнений Колмогорова.
46. Метод динамического планирования. Область применения и содержание.
47. Особенности решения задачи нелинейного планирования.
48. Логические схемы расчета надёжности.
49. Выравнивание статистических рядов.
50. Общая постановка задачи нелинейного планирования.
51. Понятия об управлении. Принципы исследования операций и основные понятия.
52. Критерии согласия (Пирсона, Колмогорова,  $\tau$  - критерий).
53. Геометрическая интерпретация задачи линейного планирования.
54. Задачи электроснабжения, требующие поиска оптимальных решений.
55. Классификация методов оптимизации
56. Регрессионный анализ результатов измерений.

57. Функция и плотность распределения вероятностей.
58. Модели, применяемые для решения задач оптимизации.
59. Общая постановка задачи линейного планирования
60. Качественные определения основных показателей надежности.

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухого

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Передача и распределение электроэнергии	Электроснабжение	Согласовано	№ 11 от 11.05.2015
2. Электроснабжение промышленных предприятий	Электроснабжение	Согласовано	№ 11 от 11.05.2015