

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института


С. Н. Авдеев
« 30 » 08 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Задачи оптимизации в электроэнергетике
(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

электроснабжение
(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Задачи оптимизации в электроэнергетике» является

- ознакомление с методами оптимизации, используемыми в электроэнергетике;
- установка связи общетеоретического курса математики с практическими применениями в работе будущего бакалавра в области энергетики;
- умение использовать конкретный математический аппарат для прикладных исследований.

Задачи: ознакомление с методами математического программирования, ознакомление с программным обеспечением современной вычислительной техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Задачи оптимизации в электроэнергетике» относится к дисциплинам обязательной части программы подготовки бакалавров направления «Электроэнергетика и электротехника» по профилю «Электроснабжение».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-1.1 Формулирование в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение УК-1.2 Выбор оптимального способа решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	Знает сущность задач, обеспечивающих достижение поставленной цели в рамках проекта. Умеет формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение Владеет выбором оптимального способа решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание
ПК1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения	ПК-1.1 Сбор и анализ данных для проектирования Составление конкурентно-способных вариантов технических решений ПК-1.2 Выбор целесообразного решения, подготовка разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений ПК-1.3 Взаимосвязь задач проектирования и эксплуатации	Знает, как выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений Умеет обосновать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений Владеет пониманием взаимосвязей задач проектирования и эксплуатации	КР

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Математическая модель оптимизационной задачи.	5	1-2	4				10	
2	Линейные оптимизационные задачи	5	3-6	8	6			26	Рейтинг-контроль 1
3	Транспортные задачи электроэнергетики	5	7-12	8	8			20	
4	Нелинейные оптимизационные задачи	5	13-15	8	4			18	Рейтинг-контроль 2
5	Многокритериальные оптимизационные задачи	5	16-18	8				16	Рейтинг-контроль 3
Всего за 5 семестр:				36	18			90	зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				36	18			90	зачет

Тематический план форма обучения – заочная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		

1	Математическая модель оптимизационной задачи.	8	1-2	0,5			18	
2	Линейные оптимизационные задачи	8	3-6	1	0,5		36	Рейтинг-контроль 1
3	Транспортные задачи электроэнергетики	8	7-12	1	1		30	
4	Нелинейные оптимизационные задачи	8	13-15	1	0,5		28	Рейтинг-контроль 2
5	Многокритериальные оптимизационные задачи	8	16-18	0,5			26	Рейтинг-контроль 3
Всего за 8 семестр:				4	2		138	зачет
Наличие в дисциплине КП/КР								
Итого по дисциплине				4	2		138	зачет

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Математическая модель оптимизационной задачи.

Тема 1 Основные понятия

Целевая функция. Ограничения, Граничные условия. Условная, безусловная оптимизация. Локальный, глобальный экстремумы.

Раздел 2 Линейные оптимизационные задачи

Тема 1 Двухпараметрические целевые функции.

Линейная двухпараметрическая целевая функция. Область допустимых значений. Симплекс-метод поиска оптимума.

Раздел 3 Транспортные задачи электроэнергетики

Тема 1 Математическая постановка задачи

Баланс мощностей источника, потребителя. Затраты на электрическую сеть. Удельные затраты на передачу мощностей.

Тема 2. Реализация задачи в макете MathCad.

Организация совместного учета ограничений. Визуализация решения. Организация учета переменной нагрузки потребителя

Раздел 4. Нелинейные оптимизационные задачи

Тема 1. Математическая постановка задачи.

Нелинейное программирование. Визуализация решения. Градиентные методы. Метод неопределенных множителей Лагранжа.

Тема 2. Компенсация реактивной мощности.

Целевые функции потерь мощности для радиальных и магистральных схем электроснабжения.

Раздел 5. Многокритериальные оптимизационные задачи.

Тема 1. Математическая постановка задачи

Весовая значимость критериев. Обобщенная целевая функция. Экспертная оценка.

Тема 2. Реализация задачи в макете MathCad.

Программирование алгоритмов в пакете MathCad.

Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 1. Математическая модель оптимизационной задачи.

Тема 1 Синтаксис входного языка MathCad.

Реализация математической модели оптимизационной задачи в пакете MathCad.

Раздел 2 Линейные оптимизационные задачи

Тема 1. Линейное программирование.

Графический метод оптимизации двухпараметрической линейной функции

Раздел 3. Транспортные задачи электроэнергетики

Тема 1 Транспортная задача с фиксированными мощностями нагрузки.
 Оптимизация системы электроснабжения с 2 источниками и 4 потребителями.
 Тема 2 Транспортная задача с переменными мощностями нагрузки.
 Оптимизация системы электроснабжения с 2 источниками и 4 потребителями.
 Раздел 4 Нелинейные оптимизационные задачи
 Тема 1 Однопараметрические нелинейные оптимизационные задачи
 Поиск экстремумов однопараметрической нелинейной задачи
 Тема 2 Двухпараметрические нелинейные оптимизационные задачи
 Поиск экстремумов двухпараметрической нелинейной задачи
 Тема 3 Оптимизация компенсации реактивной мощности.
 Оптимизация компенсации реактивной мощности для схем электроснабжения.
 Раздел 5. Многокритериальные оптимизационные задачи.
 Тема 1. Многопараметрические задачи с ограничениями и граничными условиями.
 Задача оптимального распределения активной мощности генерации между ТЭС энергосистемы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль № 1.

1. Что такое целевая функция?
2. Как математически записывается целевая функция?
3. Как задаются граничные условия при решении оптимизационных задач?
4. Как задаются начальные условия при решении оптимизационных задач?
5. Что такое глобальный экстремум функции?
6. Что такое локальный экстремум функции?
7. В чем заключается алгоритм решения оптимизационной задачи?
8. В чем особенности однопараметрических и двухпараметрических целевых функций?
9. Где находится экстремум двухпараметрической функции при условии соблюдения нескольких линейных ограничений?
10. В чем заключаются особенности поиска экстремумов для линейных и нелинейных целевых функций?
11. Как математически сформулировать понятие экстремума нелинейной функции?
12. Для чего нужны начальные приближения при поиске экстремума?
13. Что из себя представляет алгоритм поиска глобального экстремума?
14. Как формулируются граничные условия неотрицательности переменных?
15. Из чего складывается область допустимых значений двухпараметрической целевой функции?

Рейтинг-контроль № 2.

1. Как формулируется задача линейного программирования?
2. Как графически определить область допустимых значений переменных целевой функции?
3. Что такое линии равного уровня целевой функции?
4. Где находится оптимальное решение оптимизационной задачи относительно многогранника ограничений?

5. В чем заключается идея симплекс-метода при решении задач линейного программирования?
6. Что такое базисная переменная при решении задач линейного программирования?
7. Что такое свободная переменная при решении задач линейного программирования?
8. В чем заключается смысл транспортной задачи применительно к электроэнергетике?
9. Как определить количество переменных в транспортной задаче применительно к электроэнергетике?
10. В чем заключается смысл граничных условий транспортной задачи применительно к электроэнергетике?
11. Какие балансы учитываются при решении транспортной задачи применительно к электроэнергетике?
12. Куда должна стремиться целевая функция при оптимизации транспортной задачи?
13. Каковы особенности формулировки транспортной задачи применительно к электрическим сетям?
14. Что такое транзитный узел схемы электрической сети?
15. Что означает транзит мощности в транспортной задаче?

Рейтинг-контроль № 3.

1. Что такое компенсация реактивной мощности потребителя?
2. Какие электротехнические устройства используются в качестве компенсаторов реактивной мощности?
3. Из каких составляющих складывается баланс денежных затрат на компенсацию реактивной мощности?
4. Каков критерий оптимальности при компенсации реактивной мощности в электросети?
5. Как выглядит целевая функция, учитывающая суммарные затраты на установку устройств компенсации и потери активной мощности в схеме?
6. Приведите пример простейшей магистральной схемы электроснабжения.
7. Приведите пример простейшей радиальной схемы электроснабжения.
8. Приведите пример простейшей схемы компенсации реактивной мощности.
9. Как располагаются потребители при радиальной и магистральной схемах электроснабжения?
10. Каковы ограничения при работе электросети с учетом компенсации реактивной мощности?
11. Как выглядит целевая функция, учитывающая затраты на потери активной мощности в схеме?
12. Какие ограничения распространяются на суммарную мощность источников реактивной мощности?
13. В чем измеряются реактивные нагрузки узлов схемы электроснабжения?
14. Что такое градиент целевой функции?
15. Как проявляются условия неопределенности оптимизационных задач?

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к зачету.

1. Математическая модель оптимизационной задачи.
2. Понятие целевой функции.
3. Ограничения в математических моделях.
4. Граничные условия в математических моделях.

5. Методы математического программирования.
6. Методы линейного программирования.
7. Методы нелинейного программирования.
8. Параметрический анализ в оптимизации.
9. Структурный анализ в оптимизации.
10. Многокритериальный анализ в оптимизации.
11. Графическое решение задачи линейного программирования.
12. Постановка транспортной задачи в электроснабжении.
13. Метод потенциалов при решении транспортной задачи.
14. Учет пропускной способности линий в транспортной задаче.
15. Транзит мощности в транспортной задаче.
16. Задачи безусловной оптимизации.
17. Задачи условной оптимизации.
18. Графическое представление задачи нелинейного программирования.
19. Компенсация реактивной мощности в схеме электроснабжения.
20. Общая характеристика градиентных методов.
21. Метод покоординатного спуска.
22. Метод проектирования градиента.
23. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
24. Задача оптимального распределения активной мощности.
25. Задача оптимального распределения компенсирующих устройств.
26. Целочисленное программирование.
27. Двоичное программирование.
28. Дискретное программирование.
29. Стохастическое программирование.
30. Математические модели стохастических задач.
31. Детерминированный эквивалент целевой функции.
32. Условия неопределенности оптимизационных задач.
33. Задачи многокритериальной оптимизации.
34. Оптимизация по обобщенной целевой функции.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов заключается в освоении компьютерных технологий, в изучении математических пакетов MathCad и MATLAB. Контроль за выполнением СРС проводится на практических занятиях и учитывается при рейтинг-контролях. Самостоятельная работа студентов обеспечена учебно-методическими материалами:

- методическими указаниями по выполнению практических работ по дисциплине «Задачи оптимизации в электроэнергетике»,
- учебной литературой по программированию в математических пакетах MathCad и MATLAB;
- Интернет-ресурсами.

Вопросы для СРС:

1. Как учитываются балансы мощности транспортной задачи при решении в MathCad?
2. Как определить глобальный экстремум целевой функции?
3. Какие параметры передаются в функцию Minimize?
4. Как записывается целевая функция в MathCad?
5. Как организовать ввод матрицы в MathCad?
6. Как организовать вывод графика в MathCad?
7. Как записать комментарий в рабочем поле MathCad?

8. Как организовать решение системы алгебраических уравнений в MathCad?
9. Как привязать единицу измерения к переменной в MathCad?
10. Как описать область ограничений целевой функции в MathCad?
11. Как формируется область совместно решаемых уравнений в MathCad?
12. Как задаются начальные приближения в MathCad?
13. Как организовать вызов функции Minimize MathCad?
14. Как организовать вызов функции Maximize MathCad?
15. Как организовать вывод результатов расчетов при использовании функции Minimize MathCad?

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Андрианов Д.П., Максимов Ю.П. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Оптимизация систем электроснабжения». – Владимир: ВлГУ	2015	http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4454/1/00585.doc
2. Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация / Г.М. Островский, Ю.М. Волин. – М.: БИНОМ	2015	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325443.html
3. Матюнина Ю.В. и др. Электроснабжение потребителей и режимы. -М.: Изд. дом МЭИ	2013	http://www.studentlibrary.ru/book/МPEI196.html
Дополнительная литература		
1. Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. –М.: ДМК-Пресс	2010	https://vlsu.bibliotech.ru/?SearchType=User@BasicSearchString=MathCad@ViewMode=false@Packind=O@Page=1
2. Бурман А.П. и др. Управление потоками электроэнергии. и повышение эффективности электроэнергетических систем . - М.: Изд. дом МЭИ	2012	http://www.studentlibrary.ru/book/МPEI172.html
3. Конюхова Е.А. Электроснабжение. - М.: Изд. дом МЭИ	2014	http://www.studentlibrary.ru/book/МPEI229.html .

6.2. Периодические издания

1. «Электрические станции»
2. «Энергетик»

6.3. Интернет-ресурсы


1. <http://radiomaster.ru/>
2. <http://nickolay.info/study/mathcad>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 520-3, 517-3).

Для выполнения практических работ студенты могут воспользоваться компьютерным классом кафедры ЭтЭн (лаб 519-3) с использованием офисного ПО Microsoft Office 2007.

Для выполнения практических расчетных заданий студенты могут воспользоваться математическими пакетами MathCad 14 и MATLAB R2010b.


Рабочую программу составил _____ Андрианов Д.П., доцент 
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) __ Нач. ПО ООО «МФ-Электро» Чебрякова Ю.С. 
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры: Электротехника и электроэнергетика

Протокол № 01 от 30.08.2021 года
Заведующий кафедрой _____ Бадалян Н.П. 
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления _____

Протокол № 1 от 30.08.2021 года
Председатель комиссии _____ Бадалян Н.П., зав. кафедрой ЭтЭн 
(ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

НАИМЕНОВАНИЕобразовательной программы направления подготовки код и наименование ОП, направленность:
наименование (указать уровень подготовки)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой _____ / _____

*Подпись**ФИО*