

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

### Методы оптимизации инженерных решений

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение промышленных предприятий и систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Савицкий С.К. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), Savitsky\_s@mail.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6	Способен выполнять работы по разработке и исполнению технического решения по реализации энергосервисных мероприятий на объектах капитального строительства
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- сущность и задачи оптимизации, виды и методы решения оптимизационных задач
- методологию системного подхода

Должен уметь:

- выявлять проблемные ситуации, используя методы анализа, синтеза и абстрактного мышления, осуществлять поиск решений проблемных ситуаций на основе действий, эксперимента и опыта, производить анализ явлений и обрабатывать полученные результаты
- решать оптимизационные задачи с использованием ЭВМ

Должен владеть:

- технологиями выхода из проблемных ситуаций, навыками выработки стратегии действий;
- навыками использования программных продуктов для решения оптимизационных задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

- способность осуществлять технико-экономическое обоснование проектов
- готовность управлять программами освоения новой продукции и технологии

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.05.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение промышленных предприятий и систем)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 14 часа(ов), в том числе лекции - 4 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 10 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 4 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в теорию экстремальных задач. Задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Лексикографический вариант симплекс- метода.	3	1	0	4	12
2.	Тема 2. Двойственность в линейном программировании. Задачи нелинейного программирования. Общая теория двойственности.	3	1	0	2	14
3.	Тема 3. Методы синтеза алгоритмов. Преобразования и стратегии решения. Задачи вариационного исчисления.	3	1	0	2	14
4.	Тема 4. Оптимальное управление. Постановка задачи вариационного исчисления	3	1	0	2	14
	Итого		4	0	10	54

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### **Тема 1. Введение в теорию экстремальных задач. Задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Лексикографический вариант симплекс- метода.**

Предмет теории экстремальных задач. Классификация задач математического программирования. Элементы алгоритмической теории экстремальных задач. Задачи линейного программирования. Базисные решения и крайние точки линейного многогранного множества. Необходимые и достаточные условия разрешимости задачи линейного программирования. Симплексная таблица. Элементарные преобразования базиса и симплексной таблицы. Симплекс-метод. Вторая геометрическая интерпретация задачи ЛП

Конечность симплекс-метода и вырожденность задачи линейного программирования. Лексикографический вариант симплекс-метода и доказательство его конечности. Метод искусственного базиса. Модифицированный симплекс-метод. Геометрическая интерпретация симплекс- метода.

##### **Тема 2. Двойственность в линейном программировании. Задачи нелинейного программирования. Общая теория двойственности.**

Двойственность в линейном программировании. Первая теорема двойственности. Вторая теорема двойственности. Две формы двойственного симплекс-метода.

Общая теория двойственности

Основные определения теории двойственности. Общие правила составления двойственной задачи. Теоремы двойственности. Свойство взаимно двойственных задач

##### **Тема 3. Методы синтеза алгоритмов. Преобразования и стратегии решения. Задачи вариационного исчисления.**

Задачи нелинейного программирования. Необходимые условия оптимальности. Условия регулярности. Задачи выпуклого программирования. Седловые точки функции Лагранжа и теорема Куна-Таккера в нелокальной форме. Экономическая интерпретация функции Лагранжа, теории двойственности и необходимых условий Куна-Таккера.

Седловые точки функции Лагранжа и теорема Куна-Таккера в нелокальной форме. Экономическая интерпретация функции Лагранжа, теории двойственности и необходимых условий Куна-Таккера

##### **Тема 4. Оптимальное управление. Постановка задачи вариационного исчисления**

Методы синтеза алгоритмов решения конечномерных задач оптимизации. Преобразования и стратегии решения. Примеры разработки алгоритмов решения для задачи о (r|p)- центреоиде и задачи размещения и ценообразования, для задачи выпуклого программирования, для задачи смешанно целочисленного линейного программирования.

Постановка задачи вариационного исчисления. Сильный и слабый экстремумы. Необходимые условия экстремума для простейших задач вариационного исчисления. Принцип максимума Понтрягина. Линейная задача оптимального быстрогодействия. Необходимость и достаточность принципа максимума. Теоремы о числе переключений.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-6 , УК-1	1. Введение в теорию экстремальных задач. Задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Лексикографический вариант симплекс- метода. 2. Двойственность в линейном программировании Задачи нелинейного программирования. Общая теория двойственности. 3. Методы синтеза алгоритмов. Преобразования и стратегии решения. Задачи вариационного исчисления. 4. Оптимальное управление Постановка задачи вариационного исчисления
2	Лабораторные работы	ПК-6 , УК-1	1. Введение в теорию экстремальных задач. Задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Лексикографический вариант симплекс- метода. 2. Двойственность в линейном программировании Задачи нелинейного программирования. Общая теория двойственности. 3. Методы синтеза алгоритмов. Преобразования и стратегии решения. Задачи вариационного исчисления. 4. Оптимальное управление Постановка задачи вариационного исчисления
3	Письменное домашнее задание	УК-1	1. Введение в теорию экстремальных задач. Задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Лексикографический вариант симплекс- метода. 2. Двойственность в линейном программировании Задачи нелинейного программирования. Общая теория двойственности. 3. Методы синтеза алгоритмов. Преобразования и стратегии решения. Задачи вариационного исчисления. 4. Оптимальное управление Постановка задачи вариационного исчисления
	<b>Зачет</b>	ПК-6, УК-1	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 3**

## Текущий контроль

### 1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4

1. Предмет теории экстремальных задач.
2. Классификация задач математического программирования.
3. Элементы алгоритмической теории экстремальных задач.
4. Задачи линейного программирования.
5. Базисные решения и крайние точки линейного многогранного множества.
6. Необходимые и достаточные условия разрешимости задачи линейного программирования.
7. Симплексная таблица.
8. Элементарные преобразования базиса и симплексной таблицы.
9. Симплекс-метод.
10. Вторая геометрическая интерпретация задачи ЛП
11. Конечность симплекс-метода и вырожденность задачи линейного программирования.
12. Лексикографический вариант симплекс-метода и доказательство его конечности.
13. Метод искусственного базиса. Модифицированный симплекс-метод. Геометрическая интерпретация симплекс- метода.
14. Двойственность в линейном программировании
15. Первая теорема двойственности.
16. Вторая теорема двойственности.
17. Две формы двойственного симплекс-метода.
18. Общая теория двойственности
19. Задачи нелинейного программирования.
20. Необходимые условия оптимальности.
21. Условия регулярности.
22. Задачи выпуклого программирования.
23. Седловые точки функции Лагранжа и теорема Куна-Таккера в нелокальной форме.
24. Экономическая интерпретация функции Лагранжа, теории двойственности и необходимых условий Куна-Таккера.
25. Методы синтеза алгоритмов решения конечномерных задач оптимизации.
26. Преобразования и стратегии решения.
27. Постановка задачи вариационного исчисления.
28. Сильный и слабый экстремумы.
29. Необходимые условия экстремума для простейших задач вариационного исчисления.
30. Принцип максимума Понтрягина.
31. Линейная задача оптимального быстродействия.
32. Необходимость и достаточность принципа максимума.
33. Теоремы о числе переключений.

### 2. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3, 4

Лабораторная работа 1.

Задачи оптимизации. Линейное программирование. Симплекс-метод.

1. Что такое линейное программирование (ЛП)?
2. Дайте геометрическую интерпретацию постановки задачи линейного программирования.
3. Дайте определение основной теоремы линейного программирования.
4. Сколько базисных переменных находится в решении задач ЛП?
5. Дайте описание графического способа решения задач ЛП с двумя и многими переменными.
6. В чем заключается идея симплекс-метода?
7. В чем отличие прямого, двойственного и двухэтапного симплекс- алгоритмов?
8. Как по оптимальной симплекс-таблице:
  - а) определить решение прямой и обратной (двойственной) задачи ЛП;
  - б) оценить единственность решения задачи ЛП;
  - в) сделать анализ модели на чувствительность изменения коэффициентов в целевой функции и ограничений по ресурсам?
9. Дайте определения теорем двойственности для ЗЛП.
10. Дайте экономическую интерпретацию теорем двойственности.

Лабораторная работа 2.

Теория Двойственности Лагранжа

1. Формулировка двойственной задачи
2. Геометрическая интерпретация двойственной по Лагранжу задачи

3. Разрыв двойственности
4. Решение двойственной по Лагранжу задачи. Алгоритм градиентного метода.
5. Задачи линейного и квадратичного программирования.

#### Лабораторная работа 3.

Задачи нелинейного программирования. Условия оптимальности

1. В чем отличительные особенности задач нелинейного программирования от задач ЛП?
2. Дайте классификацию задач нелинейного программирования.
3. Что является необходимым условием существования экстремума для задачи безусловной оптимизации?
4. Дайте понятие седловой точки функции Лагранжа для задачи линейного программирования.
5. Запишите условия существования седловой точки функции Лагранжа (условия Куна-Таккера).
6. Покажите связь теорем Куна-Таккера для задачи нелинейного программирования и двойственности для задачи линейного программирования.
7. В чем суть метода линейной аппроксимации?
8. Чем отличается задача линейного программирования от задачи квадратического программирования?
9. Почему для решения задачи квадратического программирования можно применить симплекс-метод?
10. Опишите алгоритм решения задачи квадратического программирования на базе теоремы Куна-Таккера.
11. Что такое оптимизация?
12. В чем заключается суть градиентных методов?
13. Сформулируйте определение локального оптимума.
14. Сформулируйте определение глобального оптимума.
15. Что понимается под проектным пространством?
16. Что такое проектный параметр?
17. В чем преимущество интегрированных библиотек решения оптимизационных задач.

#### Лабораторная работа 4.

Решение задач вариационного исчисления и оптимального управления

1. Вариационное исчисление. Понятие функционала.
2. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функционала.
3. Основная лемма вариационного исчисления.
4. Вариационные задачи с закрепленными концами
5. Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случай 1).
6. Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случай 2).
7. Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случай 3).
8. Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случай 4).
9. Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случай 5)
10. Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (многомерный случай).
11. Уравнение Эйлера-Пуассона.

#### 3. Письменное домашнее задание

Темы 1, 2, 3, 4

1. Задача "Абстрактная оптимизация"
2. Задача "Математическое программирование"
3. Задача "Метод Лагранжа и условия Куна - Таккера"
4. Задача "Выпуклое программирование"
5. Задача "Линейное программирование"
6. Задача "Дискретная оптимизация"
7. Задача "Динамическое программирование"
8. Задача "Принцип максимума в управлении динамическими системами"
9. Задача "Многокритериальная оптимизация"
10. Задача "Гарантирующее планирование в условиях неопределенности"
11. Задача "Вероятностное и вероятностно гарантирующее планирование"

#### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Алгоритм метода потенциалов.
2. Выпуклые, вогнутые, псевдовыпуклые, псевдовогнутые функции
3. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
4. Геометрическая интерпретация методов динамического программирования и алгоритмы расчета
5. Геометрическая интерпретация симплекс-метода.
6. Динамическое программирование
7. Евклидово пространство
8. Задача о кратчайшем маршруте между выбранными вершинами



9. Задача о максимальном потоке
10. Использование методов целочисленного программирования в задачах сетевого планирования.
11. Классификация функций. Непрерывные, разрывные, дискретные, монотонные. унимодальные
12. Критерии (целевые функции) оптимизации
13. Линейное программирование
14. Линейные множества. Выпуклые множества
15. Метод возможных перемещений
16. Метод динамического программирования
17. Метод дихотомии (деления интервала пополам)
18. Метод дихотомии (первый метод деления отрезка пополам).
19. Метод золотого сечения
20. Метод искусственного базиса (М-метод)
21. Метод касательных
22. Метод Лагранжа
23. Метод многомерной стохастической аппроксимации
24. Метод наискорейшего спуска.
25. Метод подстановки
26. Метод проекций
27. Метод секущих
28. Метод Фибоначчи. Метод средней точки.
29. Метод штрафных функций
30. Множества (пространства), подмножества (подпространства), свойства множеств
31. Нелинейное программирование
32. Общая схема безусловной оптимизации.
33. Общая формулировка оптимизационной задачи. Глобальный и локальный экстремумы.
34. Ограничения. Классификация задач и методов оптимизации.
35. Однокритериальные и многокритериальные задачи оптимизации
36. Порождающие деревья. Задача о минимальном порождающем дереве.
37. Постановка вариационной задачи как задачи синтеза оптимального управления динамическим объектом. Критерии оптимальности
38. Постановка и структура задач поисковой оптимизации
39. Постановка обобщенной задачи оптимизации
40. Построение оптимального плана методом потенциалов
41. Принцип максимума
42. Прямой симплекс-метод.
43. Реализация сетей в трехмерном пространстве.
44. Рекуррентный метод решения задач математического программирования
45. Симплексный метод
46. Теорема о потенциалах.
47. Теорема о представлении и о существовании оптимальной точки.
48. Транспортная задача.
49. Условие Липшица
50. Условная и безусловная оптимизация. Локальный и глобальный экстремум

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 3</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	20
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	15
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	15
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Электронный ресурс - <http://window.edu.ru>

Электронный ресурс - <https://geekbrains.ru/>

Электронный ресурс - <https://openedu.ru/>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студенту рекомендуется изучение лекционного курса в разрезе учебной программы, а также самостоятельная работа по предложенному плану с использованием рекомендуемой литературы и других источников литературы по дисциплине. Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе КФУ, доступ к которой предоставлен обучающимся. При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Лабораторные работы направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений. Выполнение студентами лабораторных работ направлено на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин; формирование необходимых профессиональных умений и навыков. При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.
самостоятельная работа	Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.
письменное домашнее задание	Письменная домашняя работа - вид учебного занятия, состоящего в выполнении обучающимся письменной работы на заданную тему. Письменная домашняя работа должна способствовать формированию у студентов навыков самостоятельного научного творчества, повышению их теоретической и профессиональной подготовки, лучшему освоению учебного материала, углубленному рассмотрению содержания тем дисциплины. При выполнении письменной домашней работы обучающиеся должны показать умение работать с научной литературой, анализировать нормативно-правовые источники, делать обоснованные выводы. При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.
устный опрос	Устный опрос проводится на лабораторных занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы. При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.
зачет	На протяжении всего семестра готовиться к зачету, используя вопросы к зачету. При подготовке к зачету необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных занятиях в течение семестра. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете. При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" и магистерской программе "Электроснабжение промышленных предприятий и систем".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.05.02 Методы оптимизации инженерных решений

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение промышленных предприятий и систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Аттетков А. В. Методы оптимизации: учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - Москва : ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с. - ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01037-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/350985> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
2. Пантелеев А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва : Логос, 2011. - 424 с: ил. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/469213> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
3. Лесин В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 344 с. - ISBN 978-5-8114-1217-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/86017> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Бабенышев, С. В. Методы оптимизации: учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей / С.В. Бабенышев - Железногорск : ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 122 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/912642> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
2. Струченков В. И. Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы : Практическое пособие / В.И. Струченков - Москва : СОЛОН-Пресс, 2016. - 314 с. - ISBN 978-5-91359-191-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/905033> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
3. Федоренко, И. Я. Оптимизация и принятие решений в агроинженерных задачах : учебное пособие / И. Я. Федоренко, С. В. Морозова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-2131-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/76289> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
4. Золотарев, А. А. Методы оптимизации распределительных процессов : монография / А. А. Золотарев. - Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 160 с. - ISBN 978-5-9729-0074-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/520282> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.05.02 Методы оптимизации инженерных решений

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение промышленных предприятий и систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows