

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

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Методы оптимизации Б1.О.10

Направление подготовки: 09.03.01 - Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки: Автоматизированные системы обработки информации и управления

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: на базе СПО

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Маврин В.Г.

**Рецензент(ы):** Валиев Р.А.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Макарова И. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Маврин В.Г. (Кафедра сервиса транспортных систем, Автомобильное отделение), VGMavrin@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
ОПК-9	Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач.

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- основные понятия теорий выпуклого анализа, математического программирования, вариационного исчисления и минимизации функций;
- теоретические основы постановки задач выпуклого, линейного и нелинейного программирования, вариационного исчисления;
- методы одномерной и многомерной оптимизации;
- градиентные методы нахождения экстремумов функции многих переменных;
- метод Лагранжа для нахождения экстремума функции в задачах с ограничениями.

Должен уметь:

- формулировать постановку задачи выбора оптимального решения;
- решать стандартные задачи математического программирования и вариационного исчисления;
- анализировать полученные результаты, интерпретировать их в терминах исходной задачи;
- использовать математическую символику для выражения количественных и качественных отношений объектов;
- применять методы условной и безусловной минимизации функций.

Должен владеть:

- навыками построения оптимизационных задач в сфере предстоящей профессиональной деятельности;
- навыками выбора и обоснования методов решения оптимизационных задач.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника (Автоматизированные системы обработки информации и управления)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2 курсе в 3, 4 семестрах.

### 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 18 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 12 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 153 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 3 семестре; экзамен в 4 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. Основные понятия. Постановка и классификация задач оптимизации	3	2	0	0	16
2.	Тема 2. Функция одной переменной. Задача безусловной оптимизации функции одной переменной	3	2	0	0	16
3.	Тема 3. Функция многих переменных. Безусловная многомерная оптимизация.	4	0	0	2	28
4.	Тема 4. Задача условной оптимизации. Задачи с ограничениями	4	0	0	2	25
5.	Тема 5. Линейное программирование	4	0	0	2	20
6.	Тема 6. Квадратичное программирование	4	1	0	3	20
7.	Тема 7. Численные методы оптимизации унимодальных функций. Пассивный метод поиска минимума унимодальной функции	4	1	0	3	28
	Итого		6	0	12	153

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Введение. Основные понятия. Постановка и классификация задач оптимизации

Цели и задачи курса. Основные термины и определения (функционал, множество функций, задачи математического программирования и др.). Математическая модель объекта и ее свойства. Понятие критерия оптимальности и функции цели. Постановка и классификация задач оптимизации. Классификация методов оптимизации. Существование глобального решения

###### Тема 2. Функция одной переменной. Задача безусловной оптимизации функции одной переменной

Функция одной переменной. Необходимое условие локальной оптимальности. Достаточное условие локальной оптимальности. Определение точек локальных и глобальных экстремумов функции одной переменной. Задача безусловной оптимизации функции одной переменной. Численные методы минимизации функции одной переменной: метод деления отрезка пополам; метод золотого сечения; метод Ньютона; метод касательных

###### Тема 3. Функция многих переменных. Безусловная многомерная оптимизация.

Функция многих переменных. Необходимое условие локальной оптимальности. Критерий Сильвестра. Определение точек локальных экстремумов функции многих переменных. Безусловная многомерная оптимизация. Численные методы безусловной многомерной оптимизации: градиентный метод (метод наискорейшего спуска); метод покоординатного спуска

###### Тема 4. Задача условной оптимизации. Задачи с ограничениями

Задача условной оптимизации. Необходимое условие локальной оптимальности. Достаточное условие локальной оптимальности. Алгоритм определения точек условных локальных экстремумов. Условия регулярности. Определение точек условных локальных экстремумов. Задачи с ограничениями. Функция Лагранжа. Метод Факторов. Методы проекции градиента

###### Тема 5. Линейное программирование

Линейное программирование. Основная задача линейного программирования. Основная задача линейного программирования с ограничениями-неравенствами. Геометрическое толкование задач линейного программирования. Основная теорема. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Примеры задач на линейное программирование

###### Тема 6. Квадратичное программирование

Квадратичное программирование. Условия Куна-Таккера. Условия дополняющей нежесткости. Метод искусственных переменных. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом с учетом условий дополняющей нежесткости. Вспомогательная задач линейного программирования. Симплекс-метод. алгоритм решения задачи КП

### **Тема 7. Численные методы оптимизации унимодальных функций. Пассивный метод поиска минимума унимодальной функции**

Численные методы оптимизации унимодальных функций. Основные понятия и обозначения. Пассивный метод поиска минимума унимодальной функции. Активный метод поиска минимума унимодальной функции. Метод дихотомии (половинного деления). Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения. Алгоритмы поиска минимума унимодальной функции

### **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".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

### **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>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Письменная работа	ОПК-1 , ОПК-9	1. Введение. Основные понятия. Постановка и классификация задач оптимизации 2. Функция одной переменной. Задача безусловной оптимизации функции одной переменной

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Устный опрос	ОПК-1 , ОПК-9	1. Введение. Основные понятия. Постановка и классификация задач оптимизации 2. Функция одной переменной. Задача безусловной оптимизации функции одной переменной
<b>Семестр 4</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ОПК-1 , ОПК-9	3. Функция многих переменных. Безусловная многомерная оптимизация. 4. Задача условной оптимизации. Задачи с ограничениями 5. Линейное программирование 6. Квадратичное программирование 7. Численные методы оптимизации унимодальных функций. Пассивный метод поиска минимума унимодальной функции
2	Контрольная работа	ОПК-1 , ОПК-9	3. Функция многих переменных. Безусловная многомерная оптимизация. 4. Задача условной оптимизации. Задачи с ограничениями 5. Линейное программирование 6. Квадратичное программирование 7. Численные методы оптимизации унимодальных функций. Пассивный метод поиска минимума унимодальной функции
3	Устный опрос	ОПК-1 , ОПК-9	3. Функция многих переменных. Безусловная многомерная оптимизация. 4. Задача условной оптимизации. Задачи с ограничениями 5. Линейное программирование 6. Квадратичное программирование 7. Численные методы оптимизации унимодальных функций. Пассивный метод поиска минимума унимодальной функции
	<b>Экзамен</b>	ОПК-1, ОПК-9	

## 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>					
Письменная работа	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.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован 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. Продemonстрирован 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.	2
<b>Семестр 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован 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. Продemonстрирован 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.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	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. Письменная работа**

Темы 1, 2

1. Алгоритм симплекс-метода с корректным видом базиса.
2. Алгоритм симплекс-метода без корректного вида базиса.
3. Алгоритм симплекс-метода без корректного вида базиса с искусственными переменными.
4. Симплекс множителя. Обращенный базис. Обновление симплекс множителей.
5. Алгоритм модифицированного симплекс-метода.
6. Модифицированный двойственный симплекс-метод.
7. Модифицированный метод с искусственными переменными.
8. Модифицированный двойственный симплекс-метод с искусственными переменными.
9. Добавление ограничения в модифицированный симплекс-метод.
10. Особый случай: Допустимая область не существует.

**2. Устный опрос**

Темы 1, 2

1. Цели и задачи курса. Основные понятия.
2. Функция одной переменной. Необходимое условие локальной оптимальности.
3. Существование базисных допустимых решений (БДР).
4. Тожественность БДР и вершин множества допустимых решений.
5. Совпадение решения задачи ЛП с вершиной допустимого множества.
6. Приведение задачи ЛП к канонической форме для базиса.
7. Симплекс-метод при известном базисном допустимом решении.
8. Алгоритм симплекс-метода при известном БДР. Организация вычислений.
9. Симплекс-метод без порождения начального БДР.
10. Симплекс-метод с порождением БДР.

**Семестр 4**



## Текущий контроль

### 1. Письменная работа

Темы 3, 4, 5, 6, 7

1. Функция многих переменных. Необходимое условие локальной оптимальности.
2. Задача условной оптимизации. Необходимое условие локальной оптимальности. Достаточное условие локальной оптимальности. Условия регулярности. Определение точек условных локальных экстремумов.
3. Линейное программирование. Основная задача линейного программирования. Основная задача линейного программирования с ограничениями-неравенствами.
4. Квадратичное программирование. Условия Куна-Таккера.
5. Выпуклые множества. Теорема о строгой отделимости точки от выпуклого множества. Теорема об отделимости точки от выпуклого множества.
6. Критерий выпуклости дифференцируемой функции нескольких переменных. Критерий выпуклости дважды дифференцируемой функции нескольких переменных.
7. Численные методы оптимизации унимодальных функций. Основные понятия и обозначения.
8. Пассивный метод поиска минимума унимодальной функции
9. Активный метод поиска минимума унимодальной функции.
10. Метод Фибоначчи.

### 2. Контрольная работа

Темы 3, 4, 5, 6, 7

- 1 Нахождение точек локального и глобального экстремумов функции одной переменной.
- 2 Нахождение точек локального и глобального экстремумов функции многих переменных.
- 3 Нахождение точек локального экстремума функции при наличии ограничений.
- 4 Решение задач линейного программирования.
- 5 Решение задач квадратичного программирования.
- 6 Нахождение минимума функции с помощью пассивного поиска.
- 7 Нахождение минимума функции методом дихотомии.
- 8 Нахождение минимума функции методом Фибоначчи.
- 9 Нахождение минимума функции методом золотого сечения.
10. Поиск глобального минимума методом сканирования

### 3. Устный опрос

Темы 3, 4, 5, 6, 7

1. Математическая модель объекта и ее свойства. Понятие критерия оптимальности и функции цели. Постановка и классификация задач оптимизации. Классификация методов оптимизации. Существование глобального решения
2. Достаточное условие локальной оптимальности. Определение точек локальных и глобальных экстремумов функции одной переменной. Задача безусловной оптимизации функции одной переменной. Численные методы минимизации функции одной переменной: метод деления отрезка пополам; метод золотого сечения; метод Ньютона; метод касательных
3. Безусловная многомерная оптимизация. Численные методы безусловной многомерной оптимизации: градиентный метод (метод наискорейшего спуска); метод покоординатного спуска
4. Задачи с ограничениями. Функция Лагранжа. Метод Факторов. Методы проекции градиента
5. Геометрическое толкование задач линейного программирования. Основная теорема.
6. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Примеры задач на линейное программирование
7. Метод искусственных переменных. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом с учетом условий дополняющей нежесткости
8. Метод дихотомии (половинного деления).
9. Метод золотого сечения
10. Критерий Сильвестра. Определение точек локальных экстремумов функции многих переменных.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Точки экстремумов функции.
2. Экстремумы функции.
3. Нижняя и верхняя грани функции.
4. Минимизирующая последовательность.
5. Последовательность, сходящаяся к непустому множеству.
6. Локальные экстремумы функции.
7. Унимодальные функции.
8. Метод деления отрезка пополам.
9. Метод золотого сечения.
10. Метод Фибоначчи.
11. Симметричные методы поиска минимума.
12. Классический метод поиска точек экстремумов функции.

13. Пассивные и активные методы поиска точек минимума.
14. Порядок метода поиска точек минимума.
15. Метод ломаных.
16. Метод касательных.
17. Метод парабол.
18. Метод равномерного поиска.
19. Метод множителей Лагранжа с ограничениями - равенствами.
20. Выпуклые и строго выпуклые функции.
21. Аффинное множество.
22. Сумма и разность множеств.
23. Сильно выпуклые функции.
24. Градиентный метод.
25. Метод наискорейшего спуска.
26. Овражный метод.
27. Метод Ньютона.
28. Проекция точки на множество.
29. Метод адаптивного случайного поиска.
30. Метод наилучшей пробы.
31. Метод покоординатного спуска.
32. Метод конфигураций.
33. Метод сопряженных направлений.
34. Метод проекции градиента.
35. Метод условного градиента.
36. Метод штрафных функций.
37. Метод барьерных функций.
38. Общий метод множителей Лагранжа.
39. Субградиент и субдифференциал функции.
40. Метод проекции субградиента.
41. Метод эллипсоидов.
42. Модифицированный метод Ньютона.
43. Демпфированный метод.
44. Метод Левендерга ? Марквардта.
45. Решение простейших задач оптимального управления.
46. Примеры задач вариационного исчисления.

#### 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>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
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.	2	10
<b>Семестр 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
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.	3	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01037-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/350985>

Лесин, В.В. Основы методов оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 344 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/86017>. ? Загл. с экрана.

Методы оптимизации: Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей / Бабенышев С.В. - Железногорск:ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 122 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/912642>

### 7.2. Дополнительная литература:

Васильев Ф. П. Методы оптимизации. [Электронный ресурс] / Ф. П. Васильев. - Москва : МЦНМО, 2011. - Кн. 1. - 620 с. - ISBN 978-5-94057-707-2. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/9304/#1>.

Васильев Ф. П. Методы оптимизации. [Электронный ресурс] / Ф. П. Васильев. - Москва : МЦНМО, 2011. - Кн. 2. - 434 с. - ISBN 978-5-94057-708-9. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/9305/#1>.

Пантелеев А. В Методы оптимизации. Практический курс [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва: Логос, 2011. - 424 с. - ISBN 978-5-98704-540-4. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=469213>.

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

Методы оптимизации (курс лекций) -

[http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B\\_%D0%BE%D0%](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%BE%D0%)

Методы оптимизации онлайн - <https://math.semestr.ru/optim/optim-manual.php>

самоучитель по MathCad - <http://itmu.vsuet.ru/Posobija/MathCAD/INDEX.HTM>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. В ходе подготовки к занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p>
лабораторные работы	<p>Практическая работа заключается в выполнении обучающихся под руководством преподавателя комплекса учебных заданий направленных на усвоение теоретических основ учебного предмета, приобретение навыков и опыта практической деятельности, овладения современными методами практической работы с применением компьютерных средств, современных информационных и коммуникационных технологий. В ходе выполнения практической работы обучающиеся ведут записи и отвечают на поставленные вопросы или выполняют предложенные задания.</p> <p>При выполнении практической работы обучающийся должен продемонстрировать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>? знание теоретического материала и умение использовать его для решения практических задач;</li><li>? умение работать с учебной литературой в традиционной и электронной форме;</li><li>? умения и навыки использования компьютеров;</li><li>? умение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм в ходе выполнения лабораторной работы.</li></ul> <p>Практическая работа выполняется под руководством преподавателя или самостоятельно. Задания разрабатываются преподавателем, и представляются обучающим.</p> <p>Аттестация по практической работе производится на основании выполненных записей в конспекте и ответов на поставленные вопросы или выполнения предложенных заданий. Аттестация по практической работе выставляется по сто бальной шкале.</p> <p>Порядок выполнения практической работы</p> <p>2. Преподаватель:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>разрабатывает задание на работу, требования по его выполнению;</li><li>осуществляет контроль над ее выполнением;</li><li>оценивает результат работы, учитывая степень выполнения задания, степень сформированности у обучающегося необходимых умений и навыков.</li></ul> <p>2. Обучающийся :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>? выполняет лабораторную работу по полученному заданию под руководством преподавателя;</li><li>? сдает отчет на проверку;</li><li>? защищает работу.</li></ul>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов (СРС) – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется образовательным стандартом, действующими учебными планами по образовательным программам различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.</p> <p>Планируемые результаты грамотно организованной СРС предполагают: усвоение знаний, формирование профессиональных умений, навыков и компетенций будущего специалиста; закрепление знания теоретического материала практическим путем; воспитание потребности в самообразовании; максимальное развитие познавательных и творческих способностей личности; побуждение к научно-исследовательской работе; повышение качества и интенсификации образовательного процесса; формирование интереса к избранной профессии и овладению ее особенностями; осуществление дифференцированного подхода в обучении. применение полученных знаний и практических навыков для анализа ситуации и выработки правильного решения, для формирования собственной позиции, теории, модели. Достижение планируемых результатов позволит придать инновационный характер современному образованию, а, следовательно, решить задачи его модернизации. Реализация СРС осуществляется в соответствии с графиком СРС по каждой учебной дисциплине. Выбор учебных заданий определяется учебным планом по направлению подготовки.</p>
письменная работа	<p>К выполнению письменных работ можно приступать только после изучения соответствующей темы (раздела, подраздела). При выполнении письменных работ необходимо соблюдать следующие общие требования: - при написании конспекта, письменных ответов на вопросы, рефератов, эссе и т.п. текст не должен дословно повторять текст учебника (учебного пособия), Интернет-ресурса или инструкции; - текст необходимо писать грамотно, разборчиво, шрифтом 3 или 4; - графический материал оформлять в соответствии с ГОСТом.</p>
устный опрос	<p>Для подготовки к устному опросу студенту необходимо ознакомиться с материалом, посвященным теме занятия, в учебнике или другой рекомендованной литературе, записях с лекционного занятия, выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения, составить тезисы выступления по отдельным проблемным аспектам.</p>
контрольная работа	<p>Контрольная работа – самостоятельный труд студента, который способствует углубленному изучению пройденного материала.</p> <p>Цель выполняемой работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- получить специальные знания по выбранной теме;</li> </ul> <p>Основные задачи выполняемой работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;</li> <li>2) выработка навыков самостоятельной работы;</li> <li>3) выяснение подготовленности студента к будущей практической работе;</li> </ol> <p>Весь процесс написания контрольной работы можно условно разделить на следующие этапы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) выбор темы и составление предварительного плана работы;</li> <li>б) сбор научной информации, изучение литературы;</li> <li>в) анализ составных частей проблемы, изложение темы;</li> <li>г) обработка материала в целом.</li> </ol> <p>Тема контрольной работы выбирается студентом самостоятельно</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Экзамены, как основные формы итогового контроля качества подготовки студентов, занимают важное место в учебном процессе. Предназначены для определения степени достижения учебных целей по конкретной дисциплине, систематизации и обобщения знаний, формирования умений и навыков, их применения в практической деятельности. Контрольные занятия имеют большое значение не только в учебной, но и в методической работе. Проверка результатов обучения в ходе экзамена является средством выявления прочности усвоения программного материала, свидетельством эффективности применяемых методических приемов, содержания используемых учебных пособий. Анализируя уровень знаний и умений студентов, преподаватель имеет возможность устранять недостатки в педагогической деятельности, совершенствовать методическое мастерство.</p> <p>Итоговый контроль представляется весьма сложной психолого-педагогической проблемой. В процессе экзамена устанавливается активное межличностное общение преподавателя (членов экзаменационной комиссии) и студента, от направленности которого зависит реализация интеллектуального и морально-психологического потенциала обучаемого. Требовательная и, вместе с тем, доброжелательная обстановка, характеризующаяся тактичностью и взаимным уважением, создадут благоприятные условия для достижения целей контрольного занятия.</p>

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

Освоение дисциплины "Методы оптимизации" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

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

Освоение дисциплины "Методы оптимизации" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

## **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 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника" и профилю подготовки Автоматизированные системы обработки информации и управления .