

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

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

## 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) Мышкина И.Ю.

**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-2	Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основы построения математических моделей задач оптимизации, классификацию задач и методы оптимизации;

теоретические основы и численные алгоритмы решения задач линейного и нелинейного программирования.

Должен уметь:

представлять формализованные и содержательные постановки задач конечномерной оптимизации; совершенствовать и применять современный математический аппарат теории оптимизации для решения прикладных задач, решать задачи оптимизации с применением пакетов для научных и инженерных расчетов.

Должен владеть:

навыками применения современного математического аппарата теории оптимизации для решения прикладных задач;

навыками использования инструментальных средств систем компьютерной математики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.09 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика ()" и относится к вариативной части.

Осваивается на 4 курсе в 7 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 90 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 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. Общая постановка задачи оптимизации и основные положения.	7	4	0	0	10
2.	Тема 2. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.	7	4	0	8	10
3.	Тема 3. Численные методы поиска безусловного экстремума.	7	6	0	10	10
4.	Тема 4. Необходимые и достаточные условия условного экстремума.	7	6	0	8	10
5.	Тема 5. Численные методы поиска условного экстремума.	7	6	0	10	10
6.	Тема 6. Задачи линейного программирования.	7	6	0	10	0
7.	Тема 7. Динамическое программирование.	7	4	0	8	4
	Итого		36	0	54	54

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Общая постановка задачи оптимизации и основные положения.

Введение. Роль методов оптимизации. Объекты оптимизации и критерии оптимальности. Формулировка и классификация задач оптимизации. Формулировка задачи вариационного исчисления. Экстремумы. Локальный и глобальный минимум. Поверхность уровня функции. Линии уровня. Градиент. Матрица Гессе. Выпуклая функция.

##### Тема 2. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.

Постановка задачи и основные определения. Необходимые условия экстремума первого порядка. Необходимые условия экстремума второго порядка. Достаточные условия экстремума. Критерий проверки достаточных условий экстремума (критерий Сильвестра). Критерий проверки необходимых условий экстремума второго порядка. Примеры решения задач.

##### Тема 3. Численные методы поиска безусловного экстремума.

Принципы построения численных методов поиска безусловного экстремума. Методы нулевого порядка. Методы одномерной минимизации (постановка задачи и стратегии поиска, методы одномерного поиска, методы деления интервала пополам, метод золотого сечения, метод дихотомии, метод квадратичной интерполяции).

Методы первого порядка. Методы второго порядка. Скорость сходимости метода оптимизации.

##### Тема 4. Необходимые и достаточные условия условного экстремума.

Постановка задачи и основные определения. Особенности решения задач условной оптимизации. Функция Лагранжа. Условный экстремум при ограничениях типа равенств. Условный экстремум при ограничениях типа равенств. Теорема Куна-Таккера. Условный экстремум при смешанных ограничениях. Примеры решения задач.

### Тема 5. Численные методы поиска условного экстремума.

Принципы построения численных методов поиска условного экстремума. Методы последовательной безусловной оптимизации и метод возможных направлений. Методы последовательной безусловной оптимизации (метод штрафных функций, метод барьерных функций, комбинированный метод штрафных функций, метод множителей, метод точных штрафных функций).

### Тема 6. Задачи линейного программирования.

Примеры задач линейного программирования (ЛП). Формы записи задач ЛП. Графическое решение задач ЛП. Свойства задач ЛП. Понятие о симплекс-методе. Алгоритм симплекс-метода. Определение начального допустимого базисного решения. Метод минимизации невязок. Поиск оптимального решения. Метод искусственного базиса. Транспортная задача ЛП (Т-задача). Определение начального опорного решения и оптимального решения Т-задачи. Двойственная задача.

### Тема 7. Динамическое программирование.

Общая задача динамического программирования. Принцип оптимальности. Алгоритм решения задачи динамического программирования. Задача об оптимальном маршруте. Задача о распределении ресурсов. Задача о ранце. Задача календарного планирования трудовых ресурсов. Стохастическая задача распределения ресурсов.

## 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 7</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-2	2. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума. 3. Численные методы поиска безусловного экстремума. 4. Необходимые и достаточные условия условного экстремума. 5. Численные методы поиска условного экстремума. 6. Задачи линейного программирования. 7. Динамическое программирование.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Отчет	ПК-2	2. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума. 3. Численные методы поиска безусловного экстремума. 4. Необходимые и достаточные условия условного экстремума. 5. Численные методы поиска условного экстремума. 6. Задачи линейного программирования. 7. Динамическое программирование.
3	Устный опрос	ПК-2	1. Общая постановка задачи оптимизации и основные положения.
	<b>Экзамен</b>	ПК-2	

**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 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
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.	1
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	2
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.	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**

Приложение. Развёрнутое содержание оценочных средств - в прикреплённом файле [F292865479/Metod\\_Dinam\\_Progr\\_broshyura .pdf](https://www.fileship.com/292865479/Metod_Dinam_Progr_broshyura.pdf)

**Семестр 7**

**Текущий контроль**

**1. Лабораторные работы**

Темы 2, 3, 4, 5, 6, 7

Лабораторная работа ♦1. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.

Лабораторная работа ♦2. Методы минимизации для функции одной переменной.

Лабораторная работа ♦3. Безусловная оптимизация. Многомерная оптимизация. Методы нулевого порядка.

Лабораторная работа ♦4. Безусловная оптимизация. Многомерная оптимизация. Методы первого порядка.

Лабораторная работа ♦5. Безусловная оптимизация. Многомерная оптимизация. Методы второго порядка.

Лабораторная работа ♦6. Необходимые и достаточные условия условного экстремума.

Лабораторная работа ♦7. Численные методы поиска условного экстремума. Метод штрафных функций.

Лабораторная работа ♦8. Численные методы поиска условного экстремума. Метод барьерных функций.

Лабораторная работа ♦9. Решение задач линейного программирования симплексным методом.

Лабораторная работа ♦10. Решение транспортной задачи линейного программирования.

Лабораторная работа ♦11-14. Динамическое программирование.

Развернутое описание лаб. работ 11-14 в прикреплённом файле Метод\_Динам\_Прогр(брошюра).pdf.

Механизм оценивания лабораторных работ:

1) 90-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено в полном объеме. Проявлена отличная теоретическая подготовка, при защите отчета получены ответы на все поставленные вопросы, проявлено глубокое понимание применяемых подходов, моделей и методов. Разработанная программа работает без ошибок, объем тестовых примеров достаточен. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.

2) 70-90% от максимального числа баллов

Задание выполнено в полном объеме. В отчете присутствуют все требуемые разделы, некоторые разделы

описаны не слишком подробно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка, при защите отчета получены ответы практически на все поставленные вопросы, проявлено хорошее понимание применяемых подходов, моделей и методов. Разработанная программа работает без ошибок, объем тестовых примеров не достаточен. Необходимые навыки и умения практически полностью освоены. Результат лабораторной работы достаточно полно соответствует её целям.

3) 40-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено в достаточном объеме. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка, при защите отчета получены ответы на часть поставленных вопросов, проявлено удовлетворительное понимание применяемых подходов, моделей и методов. Разработанная программа работает с незначительными ошибками, объем тестовых примеров не достаточен. Необходимые навыки и умения не полностью освоены. Результат лабораторной работы не полностью соответствует её целям.

4) 0-40% от максимального числа баллов

Задание выполнено не в полном объеме. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка, при защите отчета не получены ответы на большую часть поставленных вопросов, проявлено неудовлетворительное понимание применяемых подходов, моделей и методов. Разработанная программа работает со значительными ошибками, объем тестовых примеров не достаточен. Необходимые навыки и умения не полностью освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.

## 2. Отчет

Темы 2, 3, 4, 5, 6, 7

Отчет по каждому заданию должен соответствовать следующей структуре:

1. Цель работы.
2. Постановка задачи.
3. Краткие теоретические сведения.
4. Описание реализуемого метода.
5. Алгоритм решения задачи. Блок-схема или словесный алгоритм.
6. Листинг программы.
7. Комментарии к программе.
8. Контрольный тест. Подраздел содержит наборы исходных данных и полученные в ходе выполнения программы результаты.
9. Достоинства и недостатки используемых методов.
10. Выводы по лабораторной работе.

Примерные вопросы к отчету:

1. Общая постановка задачи оптимизации.
2. Необходимые и достаточные условия условного и безусловного экстремума.
3. Общие принципы построения численных методов поиска условного и безусловного экстремума.
4. Методы одномерной минимизации.
5. Методы многомерной минимизации.
6. Скорость сходимости используемых численных методов оптимизации.
7. Понятие плохо обусловленной задачи оптимизации.
8. Решение задач оптимизации с помощью пакета Matlab. Стандартные функции.
9. Решение задач оптимизации средствами MS Excel.
10. Классификация задач и методов оптимизации.

Механизм оценивания отчета:

1) 7-10 баллов

Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. В отчете присутствуют все требуемые разделы в достаточном объеме. В работе проведен анализ достоинств и недостатков используемых методов. Оформление соответствует требованиям.

2) 4-6 баллов

Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. В отчете присутствуют не все требуемые разделы в достаточном объеме. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.

3) 2-3 баллов

Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Использованные источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.



4) 0-1 балла

Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Использованные источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. В отчете присутствуют не все требуемые разделы, объем отчета является недостаточным. Работа не самостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.

**3. Устный опрос**

Тема 1

Примерные вопросы:

Общая постановка задач оптимизации. Роль методов оптимизации. Объекты оптимизации и критерии оптимальности. Классификация задач оптимизации. Формулировка задачи вариационного исчисления. Экстремумы. Локальный и глобальный минимум. Поверхность уровня функции. Линии уровня. Градиент. Матрица Гессе. Выпуклая функция.

Механизм оценивания ответов при устном опросе:

1) 5 баллов

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.

2) 3-4 баллов

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.

3) 2-3 баллов

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.

4) 0-1 балла

Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

**Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Общая постановка задачи оптимизации. Роль методов оптимизации.
2. Классификация методов оптимизации.
3. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.
4. Принципы построения численных методов поиска безусловного экстремума.
5. Методы нулевого порядка. Методы одномерной минимизации (постановка задачи и стратегии поиска, методы деления интервала пополам).
6. Методы нулевого порядка. Методы одномерной минимизации (постановка задачи и стратегии поиска, метод золотого сечения).
7. Методы нулевого порядка. Методы одномерной минимизации (постановка задачи и стратегии поиска, метод дихотомии).
8. Методы нулевого порядка. Методы одномерной минимизации (постановка задачи и стратегии поиска, метод квадратичной интерполяции).
9. Одномерная минимизация. Методы, использующие информацию о производной целевой функции.
10. Многомерная безусловная оптимизация. Методы нулевого порядка.
11. Метод деформируемого многогранника.
12. Метод конфигураций (Хука-Дживса).
13. Многомерная безусловная оптимизация. Методы первого порядка.
14. Многомерная минимизация. Методы градиентного спуска.
15. Многомерная безусловная оптимизация. Методы второго порядка.
16. Многомерная безусловная оптимизация. Метод Ньютона.
17. Скорость сходимости метода оптимизации.
18. Необходимые и достаточные условия условного экстремума. Условный экстремум при ограничениях типа равенств.
19. Необходимые и достаточные условия условного экстремума. Условный экстремум при ограничениях типа неравенств.
20. Необходимые и достаточные условия условного экстремума. Условный экстремум при смешанных ограничениях.
21. Принципы построения численных методов поиска условного экстремума. Методы последовательной

безусловной оптимизации и метод возможных направлений.

22. Методы последовательной безусловной оптимизации (метод штрафных функций, метод барьерных функций).
23. Задача линейного программирования (ЛП). Формы записи задач ЛП.
24. Графическое решение задач ЛП. Свойства задач ЛП.
25. Понятие о симплекс-методе. Алгоритм симплекс-метода.
26. Целочисленное программирование.
27. Общая задача динамического программирования. Принцип оптимальности. Алгоритм решения задачи динамического программирования.
28. Динамическое программирование. Задача об оптимальном маршруте.
29. Динамическое программирование. Задача о распределении ресурсов.
30. Динамическое программирование. Задача о ранце.

#### **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 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
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.	1	35
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	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	5
<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 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)

Википедия - <http://ru.wikipedia.org/wiki>

Консультационный центр MATLAB - [matlab.exponenta.ru](http://matlab.exponenta.ru)

Образовательный математический сайт - [exponenta.ru](http://exponenta.ru)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Во время лекционных занятий студенту рекомендуется вести краткий конспект, фиксируя основные теоретические положения изучаемых разделов дисциплины.</p> <p>В качестве источников получения теоретических и справочных сведений лекции можно рассматривать как первичный, однако не единственный источник. Помимо лекций студент должен активно и самостоятельно работать с литературными источниками, источниками в сети Интернет.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Лекции проводятся в режиме видеособрания в соответствии с учебным расписанием.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Задачи, решаемые в ходе лабораторного практикума, рассчитаны на применение теоретических знаний, получаемых при освоении лекционного материала по определенной теме. При этом при решении каждой последующей задачи, как правило, требуются знания предыдущих тематических разделов лекционного курса, и навыки, полученные при решении предыдущих задач.</p> <p>Рекомендуемая схема выполнения задания к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ознакомление с заданием.</li> <li>2. Изучение необходимого теоретического материала по предметной области задачи.</li> <li>3. Проработка необходимого теоретического материала, связанного с разработкой алгоритма.</li> <li>4. Изучение примеров решения аналогичных задач.</li> <li>5. Разработка алгоритма.</li> <li>6. Проработка необходимого теоретического материала, связанного с программной реализацией алгоритма решения задачи.</li> <li>7. Создание проекта приложения и кодирование алгоритма на языке программирования.</li> <li>8. Отладка и тестирование программы.</li> </ol> <p>Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем текста программы (при необходимости, алгоритма), ее работоспособности при различных исходных данных. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся работы программы, а также соответствующего лекционного материала и предметной области задачи (если есть).</p> <p>Неспособность студента грамотно объяснить принципы работы его программы, особенности алгоритма являются поводом для преподавателя усомниться в авторстве программы. Наличие корректно работающей и качественно оформленной программы не являются гарантией высокой оценки.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации по лабораторным работам и их проверка проводятся в режиме видеособрания в соответствии с учебным расписанием. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа по дисциплине заключается в следующем: доработка лабораторных работ, изучение теоретического материала на основе изучения конспектов лекций и рекомендованных учебников и учебных пособий, подготовка экзамену.</p> <p>При работе с литературой следует в первую очередь обращаться к основной литературе по дисциплине, причем работа с литературными источниками и источниками сети Интернет должна проводиться систематически, в процессе этой работы студент должен стараться получить полное представление об интересующих его вопросах, особенно, если возникли трудности в понимании какой-то темы.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием, согласованным с преподавателям.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
отчет	<p>После выполнения всех заданий каждой лабораторной работы должен быть подготовлен отчет в текстовом процессоре MS Word. Отчет должен содержать все разделы, указанные в пункте 6.3 настоящей программы, а именно:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цель работы.</li> <li>2. Постановка задачи.</li> <li>3. Краткие теоретические сведения.</li> <li>4. Описание реализуемого метода.</li> <li>5. Алгоритм решения задачи. Блок-схема или словесный алгоритм.</li> <li>6. Листинг программы.</li> <li>7. Контрольный тест. Подраздел содержит наборы исходных данных и полученные в ходе выполнения программы результаты.</li> <li>8. Достоинства и недостатки используемых методов.</li> <li>9. Выводы по лабораторной работе.</li> </ol> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Файл отчета обучающиеся размещают на странице с соответствующим заданием, защита отчета осуществляется в режиме видеособрания.</p>
устный опрос	<p>После изучения некоторых разделов дисциплины проводится устный опрос. Для подготовки к опросу студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, в случае необходимости обращаясь к рекомендованной по дисциплине литературе.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Устный опрос проводится в режиме видеособрания на практических занятиях в соответствии с учебным расписанием.</p>
экзамен	<p>При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции и результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных работ. В случае возникновения трудностей в понимании какой-либо темы следует обратиться к литературе по тематике дисциплины, рекомендованной преподавателем. В каждом билете на экзамене содержатся два вопроса. Если баллы за работу в семестре низкие (менее 30 баллов), на экзамене может быть предложено практическое задание, соответствующее тематике лабораторных работ.</p> <p>Для успешного ответа на экзамене студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- корректно и в достаточном объеме осветить данные теоретические вопросы - продемонстрировать знания как лекционного материала, так и материала из литературных источников;</li> <li>- корректно ответить на вопросы, задаваемые в ходе устного опроса по тематике полученных вопросов;</li> <li>- предоставить корректно выполненную работу, результаты выполнения которой соответствуют практическому заданию;</li> <li>- ответить на вопросы преподавателя, касающиеся непосредственно технологии выполнения задания;</li> <li>- свободно ориентироваться в терминологии тех тем (разделов) дисциплины, к которым принадлежат полученные теоретические вопросы и практическое задание.</li> </ul> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. В этом случае экзамен проводится в форме тестирования, время проведения - 1 час 30 минут, тест содержит 40-50 вопросов.</p> <p>Преподаватель на собрании (в режиме видеосвязи) или форуме, по результатам проверки тестов, вправе задавать обучающимся дополнительные вопросы, а также задавать задачи и давать практические задания по программе дисциплины.</p>

#### 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.

### **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 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

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

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

#### Основная литература:

1. Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1887-9. - URL : <https://e.lanbook.com/book/67460>. - Текст : электронный.
2. Лесин В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 344 с. - ISBN 978-5-8114-1217-4. - URL : <https://e.lanbook.com/book/86017>. - Текст : электронный.
3. Колбин В. В. Специальные методы оптимизации : учебное пособие / В. В. Колбин. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-1536-6. - URL : <https://e.lanbook.com/book/41015>. - Текст : электронный.

#### Дополнительная литература:

1. Васильев Ф. П. Методы оптимизации. Кн.1: учебное пособие / Ф. П. Васильев. - Москва : МЦНМО, 2011. - 624 с. - ISBN 978-5-94057-707-2. - URL : <https://e.lanbook.com/book/9304>. - Текст : электронный.
2. Васильев Ф. П. Методы оптимизации. Кн.2 : учебное пособие / Ф. П. Васильев. - Москва : МЦНМО, 2011. - 434 с. - ISBN 978-5-94057-708-9. - URL : <https://e.lanbook.com/book/9305>. - Текст : электронный.
3. Сухарев А. Г. Курс методов оптимизации: учебное пособие / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - Москва : Физматлит, 2011. - 384 с. - ISBN 978-5-9221-0559-0. - URL : <https://e.lanbook.com/book/2330>. - Текст : электронный.
4. Бесов О. В. Лекции по математическому анализу : учебник / О. В. Бесов. - Москва : Физматлит, 2014. - 480 с. - ISBN 978-5-9221-1506-3. - URL : <https://e.lanbook.com/book/59678>. - Текст : электронный.
5. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учебное пособие / И. Л. Акулич. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 352 с. - ISBN 978-5-8114-0916-7. - URL : <https://e.lanbook.com/book/2027>. - Текст : электронный.
6. Окулов С. М. Динамическое программирование : учебное пособие / С. М. Окулов, О. А. Пестов. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2020. - 299 с. - ISBN 978-5-00101-683-0. - Текст : электронный. - URL : <https://e.lanbook.com/book/135554>. - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.09 Методы оптимизации

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

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

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

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.