

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет»  
Институт математики, физики и компьютерных наук  
Кафедра прикладной математики и дифференциальных уравнений

Утверждена на заседании  
Ученого совета ИМФКН  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Протокол №\_\_

Рабочая программа дисциплины

## **Методы оптимизации**

Направление подготовки  
01.04.01 Математика

Квалификация  
магистр

Форма обучения  
очная

Улан-Удэ  
2022

## Пояснительная записка

### Цели освоения дисциплины

заложить основы теории и методов оптимизации

### Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина базируется на знаниях студентами курсов алгебры, дифференциальные уравнения и математического анализа

**В результате освоения дисциплины студент должен:**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине и индикаторы достижения компетенций.**

#### Знать:

основы теории и численных методов решения задач оптимизации

#### Уметь:

Реализовывать алгоритмически методы решения задач оптимизации

#### Владеть:

методологией и навыками решения научных и практических задач

**Планируемые результаты освоения образовательной программы:**

- ОПК-1 - Способен формулировать и решать актуальные и значимые проблемы математики
  - ОПК-1.2 - Находит и применяет соответствующие подходы, методы и средства решения математических задач
  - ОПК-1.1 - Формулирует задачи и проблемы фундаментальной и прикладной математики

**Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

№	Название разделов дисциплины	Лекция	Лабораторная работа	Самостоятельная работа
Семестр 1		12	12	84
1	Методы оптимизации	12	12	84

## Тематическое планирование курса

### Методы оптимизации

Семестр 1

#### Общая задача оптимизации

*Лекция. 2(0) ч.* Абстрактная задача об оптимуме. Глобальное решение. Минимизирующая последовательность. Задача улучшения

*Лекция. 2(0) ч.* Задача многокритериальной оптимизации. Оптимальность по Парето. Подход штрафов

*Лекция. 2(0) ч.* Задача математического программирования

*Лабораторная работа. 2(0) ч.* Некоторые сведения из математического анализа. Частные производные. Вектор-градиент. Матрица Гессе. Понятие знакоопределенности матрицы. Критерий Сильвестра

*Лабораторная работа. 2(0) ч.* Задача одномерной оптимизации. Необходимые и достаточные условия оптимальности

*Лабораторная работа. 2(0) ч.* Задача безусловной оптимизации. Необходимые и достаточные условия оптимальности

#### Численные методы конечномерной оптимизации

*Лекция. 2(0) ч.* Задача одномерной оптимизации. Унимодальные функции. Методы деления пополам, золотого сечения, трех точек

*Лекция. 2(0) ч.* Задача безусловной оптимизации. Метод покоординатного спуска. Метод покоординатного спуска в задаче с двусторонними ограничениями

*Лекция. 2 ч.* Задача математического программирования. Метод штрафных функций

*Лабораторная работа. 2(0) ч.* Методы деления пополам, золотого сечения, трех точек

*Лабораторная работа. 2(0) ч.* Метод покоординатного спуска

*Лабораторная работа. 2(0) ч.* Метод штрафных функций

*Самостоятельная работа. 12(0) ч.* Задача математического программирования. Метод нагруженных функций

*Самостоятельная работа. 12(0) ч.* Задача с ограничениями типа неравенства и линейными

ограничениями-равенствами. Метод возможных направлений  
*Самостоятельная работа.* 48(0) ч. Оптимизация на простых множествах. Метод условного градиента. Метод проекции градиента  
*Самостоятельная работа.* 12(0) ч. Классическая задача на условный экстремум. Правило множителей Лагранжа

## БРС

Семестр	Контрольные точки	Баллы
1	<b>Текущий контроль</b> в разделе «Методы оптимизации»	
	Контрольная работа	20
	Отчет СРС№1	20
	Отчет СРС№2	20
1	<b>Зачет</b>	
	Ответы на вопросы	40
Итого за семестр 1: 100		

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного процесса

### Образовательные технологии (в том числе на занятиях, проводимых в интерактивных формах).

Традиционные образовательные технологии: ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

1. Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов. Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала. Лабораторное занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды. Примеры форм учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий: Лекция «обратной связи», лекция-провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа. На занятиях применяются: при чтении лекций – информационные технологии, классические лекции; средства, повышающие активность студентов, демонстрации слайдов. Образовательная деятельность, аудиовизуальные материалы как улучшающие процесс восприятия новой информации, для управления вниманием частая смена видов деятельности.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией. Примеры форм учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий: Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

1. На лекционных занятиях студент слушает рассказ преподавателя, составляет конспект лекции. Во время лекции студенту рекомендуется делать отметки на полях тетради, касающиеся того теоретического материала, который вызвал затруднения в понимании. После лекции трудности необходимо устранить путем консультации у преподавателя или самостоятельной работы с рекомендованной учебной литературой.

2. На лабораторных занятиях студенту предлагается ряд задач и заданий по теме, прослушанной на лекции. У студента должна быть специальная тетрадь, где он записывает условия и решения аудиторных задач. Перед каждым практическим занятием студент обязан проработать соответствующий теоретический материал, используя конспекты лекций и (или) рекомендуемую учебную литературу.

### Учебно-методические материалы, в том числе методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса. Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины. Рекомендуются следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

1. Изучение конспекта прочитанной лекции в тот же день, после лекции - 10-15 минут. Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией - 10-15 минут. Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту - 1 час в неделю.

2. Подготовка к практическому занятию - 1 час. Всего в неделю - 3 часа.

3. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»). При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой по изучаемой дисциплине в библиотеке.

4. Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса. Рекомендуется использовать методические указания по изучаемой дисциплине, текст лекций преподавателя (если он имеется).

5. Рекомендации по работе с литературой. Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по изучаемой дисциплине. Литературу по дисциплине рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по дисциплине. Однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и по-пробовать ответить на них): о чем этот параграф, какие новые понятия введены, каков их смысл, сколько теорем в этом параграфе и каков их смысл «своими словами», будет ли верна теорема, если опустить некоторые условия в ее формулировке? Доказательства теорем следует не заучивать, а «понять». С этой целью рекомендуется записать идею доказательства, составить план доказательства, попробовать доказать теорему самостоятельно, может быть другим способом, сравнить доказательство теоремы в конспекте и в учебнике. При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы или графики.

6. Советы по подготовке к экзамену. Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником по изучаемой дисциплине. Кроме «заучивания» материала очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф, какие новые понятия введены, каков их смысл, сколько теорем в этом параграфе и каков их смысл «своими словами», будет ли верна теорема, если опустить некоторые условия в ее формулировке? Доказательства теорем следует не заучивать, а «понять». С этой целью рекомендуется записать идею доказательства, составить план доказательства, попробовать доказать теорему самостоятельно, может быть другим способом, сравнить доказательство теоремы в конспекте и в учебнике. При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы или графики.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине: Основная литература, Дополнительная литература, Методические разработки кафедры (учебные пособия, методические указания).

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа должна обеспечивать овладение знаниями, закрепление и систематизацию знаний, формирование умений и навыков. Технология СР включает следующие логически связанные действия студента:

- чтение текста: конспекта лекций, учебника, пособия;
- подготовка к контрольным работам;
- решение комплектов задач;
- подготовка к зачету.

- [УММ\\_методы\\_оптимизации.docx](#)

Режим доступа: [https://my.bsu.ru/content/file/5/54/547/101840\\_umm\\_optimalnoe\\_upravlenie.docx](https://my.bsu.ru/content/file/5/54/547/101840_umm_optimalnoe_upravlenie.docx)

## **Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

По данной дисциплине разработано учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся и размещено в электронной информационно-образовательной среде университета (личном кабинете студента).

- [Методич.рек.к\\_CPC\\_MO.docx](#)

Режим доступа: [https://my.bsu.ru/content/file/5/54/547/101837\\_metodich.rek.k\\_srs\\_mo.docx](https://my.bsu.ru/content/file/5/54/547/101837_metodich.rek.k_srs_mo.docx)

## **Оценочные средства**

По данной дисциплине разработаны оценочные средства, критерии их оценивания, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

- [ФОС\\_методы\\_оптимизации.docx](#)
- [Методич.рек.к\\_CPC\\_MO.docx](#)
- [УММ\\_методы\\_оптимизации.docx](#)

## **Список литературы**

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### **Основная**

1. [Методы оптимизации в примерах и задачах](#)/Пантелеев А.В., Летова Т.А.. —Москва: Лань", 2015  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=67460](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67460)
2. [Математическое программирование](#): учебное пособие/В. Г. Карманов. —Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. —263 с.  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59532](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59532)
3. [Математическое программирование](#): учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Прикладная математика» специальности «Прикладная математика»/А. А. Юрьева. —Москва: Лань, 2014. —432 с.  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=68470](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68470)

### **Дополнительная**

1. [Введение в методы оптимизации](#): учеб. пособие/А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. —Москва: Финансы и статистика, 2011. —272 с.  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53756](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53756)
2. [Численные методы оптимизации](#)/А. Ф. Измаилов, М. В. Солодов. —Москва: Физматлит, 2008. —320 с.  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2184](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2184)

## **Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. [www.mathhelp.spb.ru](http://www.mathhelp.spb.ru)
2. <http://math.semestr.ru>

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

1. Microsoft Office
2. Skype
3. Вебинар
4. Портал электронного обучения БГУ [e.bsu.ru](http://e.bsu.ru)
5. Система дифференцированного интернет-обучения Nacadem, Moodle.bsu.ru
6. Личный кабинет преподавателя или студента БГУ <http://my.bsu.ru/>
7. Федеральное интернет-тестирование: проекты «Интернет-тренажеры в сфере профессионального образования» и «Федеральный интернет-экзамен в сфере профессионального образования»  
База данных «Университет»  
Электронные библиотечные системы: Руконт, издательство «Лань», Консультант студента

## **Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (1205, 1209, 1107, 1108, 1211, 1212, 1112, 1213, 1214)

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (1205, 1209, 1107, 1108, 1211, 1112, 1212, 1213, 1214)

Учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (1108,1107,1112,1213,1214,1216)  
Учебная аудитория для проведения текущей и промежуточной аттестации (1205,  
1209,1107,1108,1211,1212,1112,1213,1214,1216)

Автор: Трунин Дмитрий Олегович

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики и дифференциальных уравнений  
от 07 сентября 2021 г. Протокол №1.