

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Мурманский арктический государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «МАГУ»)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**К.М.01.09 Методы оптимизации**

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы  
по направлению подготовки**

**01.03.02 Прикладная математика и информатика  
направленность (профиль) Управление данными и машинное обучение**

(код и наименование направления подготовки  
с указанием направленности (наименования магистерской программы))

**высшее образование – бакалавриат**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**бакалавр**

квалификация

**очная**

форма обучения

**2021**

год набора

**Составитель(и):**

Золотов Олег Владимирович,  
к.ф-м..н., старший научный сотрудник

Утверждено на заседании кафедры  
математики, физики и информационных  
технологий факультета  
математических и естественных наук  
(протокол № 07 от 12.04.2021)

Переутверждено на заседании кафедры  
математики, физики и информационных  
технологий факультета  
математических и естественных наук  
(протокол № 09 от 02.07.2021)

Зав. кафедрой  Лазарева И.М.

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).

Сформировать у студентов систему знаний и навыков формализации и решения гладких экстремальных задач, вариационного анализа и элементов выпуклого анализа.

### 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:  
Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<b>ОПК-3:</b> Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Применяет математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности ОПК-3.3 Использует фундаментальные результаты математики при создании моделей в области профессиональных интересов	<i>Знать:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>– основные понятия, связанные с экстремальными задачами;</li><li>– методы решения задач безусловной оптимизации;</li><li>– методы решения гладких задач с ограничениями;</li><li>– постановки и правила решения задач классического вариационного исчисления.</li></ul>
		<i>Уметь:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>– применять классические методы математики при решении фундаментальных и прикладных задач;</li><li>– самостоятельно разбираться в математическом аппарате, содержащемся в специальной литературе;</li><li>– доводить решение оптимизационной задачи до практически приемлемого результата (уметь проводить доказательства и делать выводы)</li></ul>
		<i>Владеть:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>– универсальным математическим аппаратом, позволяющим решать экстремальные задачи, возникающие в социально-экономических, экологических и производственных системах;</li><li>– применять навыки формализации задач вариационного исчисления и оптимального управления и методов их решения в практической деятельности</li></ul>

### 3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к комплексному модулю «Математические методы» образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, направленность (профиль) Управление данными и машинное обучение.

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц или 180 часов (из расчета 1 ЗЕ = 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕ	Общая трудоемкость (час)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС		Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ			Общее количество часов на СРС	Из них – на курсовую работу		
4	7	7	180	20	40	–	60	18	93	–	27	Экзамен
<b>Итого</b>		<b>7</b>	<b>180</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>–</b>	<b>60</b>	<b>18</b>	<b>93</b>	<b>–</b>	<b>27</b>	<b>Экзамен</b>

Интерактивная форма реализуется в виде самостоятельных заданий на практических занятиях.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
1.	Классические численные методы одномерной оптимизации	10	20	–	30	9	47	
2.	Основы методов многомерной оптимизации	10	20	–	30	9	46	
3.	Экзамен							27
<b>Итого:</b>		<b>20</b>	<b>38</b>	<b>–</b>	<b>58</b>	<b>14</b>	<b>93</b>	<b>27</b>

### Содержание дисциплины (модуля)

#### Раздел 1. Классические методы оптимизации

Введение. Роль методов оптимизации. Основные понятия. Объекты оптимизации и критерии оптимальности. Общая постановка задачи оптимизации. Задачи безусловной одномерной оптимизации. Принципы построения численных методов поиска безусловного экстремума. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума. Оценивание скорости сходимости метода. Методы последовательного исключения интервалов. Методы пассивного поиска. Метод оптимального пассивного поиска. Модификация метода оптимального пассивного поиска для четного числа пробных точек. Модификации метода пассивного поиска «на сгущающихся сетках» и с «досрочным остановом». Методы последовательного поиска. Метод половинного деления. Метод дихотомии. Метод тернарного (троичного) поиска. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи. Определение начального интервала неопределенности, алгоритм Свенна (W. H. Swann). Методы точечного оценивания. Методы полиномиальной интерполяции. Метод параболической интерполяции (метод квадратичной интерполяции Пауэлла). Метод Девиса-Свенна-Кэмпби.

#### Раздел 2. Основы численных методов многомерной оптимизации

Метод Пауэлла. Градиентные методы. Метод покоординатного спуска. Метод градиентного спуска с постоянным шагом. Метод наискорейшего градиентного спуска. Оптимизация с ограничениями. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафов (штрафных функций). Метод барьерных функций. Основы линейного программирования. Симплекс-метод. Транспортная задача. Современные пакеты прикладных программ для решения оптимизационных задач (на примере Python3 / Jupyter Notebooks и библиотек NumPy и SciPy).

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Основная литература:**

1. Болдырев, Ю. Я. Вариационное исчисление и методы оптимизации : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Ю. Я. Болдырев. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 240 с. — (Серия : Университеты России). — URL: <https://urait.ru/book/9ACC282C-3884-4D46-8397-EAF6AF1DD0FF/variacionnoe-ischislenie-i-metody-optimizacii>.
2. Кудрявцев, К. Я. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / К. Я. Кудрявцев, А. М. Прудников. — 2-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 140 с. — (Серия : Университеты России). — URL: <https://urait.ru/book/6E25A4E0-03EF-4D8A-99CB-30A6D0A4C3A7/metody-optimizacii>.
3. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры [Электронный ресурс] / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будаков, Л. А. Артемьева ; под ред. Ф. П. Васильева. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 375 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — URL: <https://urait.ru/book/CAA9AF22-E3BB-454A-BE5C-BB243EAAE72A/metody-optimizacii>.

### **Дополнительная литература:**

4. Нестеров, Ю. Е. Методы выпуклой оптимизации [Электронный ресурс] / Ю. Е. Нестеров. — М. : МЦНМО, 2010. — 281 с. — URL: <https://mipt.ru/dcam/upload/abb/nesterovfinal-arpgzk47dcsu.pdf>
5. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — СПб. : Лань, 2015. — 512 с.
6. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры [Электронный ресурс] / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 367 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — URL: <https://urait.ru/book/FBDEF0DD-58E4-4241-BFEC-5A6E28E22FE5/metody-optimizacii>.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебная мебель, ПК, оборудование для демонстрации презентаций, наглядные пособия;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МАГУ.

### **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:**

- 7.1.1. Лицензионное программное обеспечение отечественного производства: не требуется.
- 7.1.2. Лицензионное программное обеспечение зарубежного производства: текстовый процессор Microsoft Word.
- 7.1.3. Свободно распространяемое программное обеспечение отечественного производства: не требуется.
- 7.1.4. Свободно распространяемое программное обеспечение зарубежного производства: просмотрщик pdf-документов (Adobe Acrobat Reader, Foxit Reader или другой по выбору), Интернет-браузер.

### **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ:**

- ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;
- ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». — Режим доступа: <https://urait.ru/>;

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>

### **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ:**

- Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX
- Электронная база данных Scopus
- Базы данных компании CLARIVATE ANALYTICS

### **7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ:**

- Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>
- ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>

### **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ.**

Не предусмотрено.

### **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ.**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.