

Компонент ОПОП 09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
Направленность (профиль) Компьютерный анализ и интерпретация данных.

Data Science.  
наименование ОПОП

Б1.О.10  
шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины  
(модуля)

Методы оптимизации

---

Разработчик:

Золотов О.В.  
ФИО

доцент  
должность

канд. физ.-мат. наук  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры  
Цифровых технологий, математики  
и экономики

наименование кафедры

протокол № 8 от 23.05.2023

И.о. заведующего кафедрой  
ЦТМиЭ

\_\_\_\_\_ Мотина Т.Н.  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО

Мурманск  
2023

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

### 1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>ОПК-1.</b> Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>	<p><b>ИД-1</b>опк-1 Самостоятельно приобретает, развивает и применяет математические и естественнонаучные знания для решения нестандартных задач</p> <p><b>ИД-2</b>опк-1 Самостоятельно приобретает, развивает и применяет социально-экономические знания для решения нестандартных задач</p> <p><b>ИД-3</b>опк-1 Самостоятельно приобретает, развивает и применяет профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>	<p><b>Знать:</b> математические, естественнонаучные и социально-экономические основы методов решения оптимизационных задач для использования в профессиональной деятельности; современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения оптимизационных задач.</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы оптимизации для решения профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний;</p>
<p><b>ОПК-2</b> Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</p>	<p><b>ИД-1</b>опк-2 Понимает принципы и применяет методы разработки алгоритмов и программных средств</p> <p><b>ИД-2</b>опк-2 Использует современные интеллектуальные технологии при разработке алгоритмов и программных средств</p> <p><b>ИД-3</b>опк-2 Решает профессиональные задачи путем разработки оригинальных алгоритмов и программных средств</p>	<p>обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения оптимизационных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> методами решения оптимизационных задач, методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте; методами разработки оригинальных</p>

		программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения оптимизационных задач.
--	--	--

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

### **Тема 1.** *Введение и основные понятия численной оптимизации.*

Введение. Роль методов оптимизации. Объекты оптимизации и критерии оптимальности. Основные понятия. Формулировка и классификация оптимизационных задач

### **Тема 2.** *Методы одномерной безусловной численной оптимизации*

Методы отсечения. Метод пассивного (параллельного) поиска. Метод оптимального пассивного поиска (метод сканирования). Метод оптимального пассивного поиска для четного числа пробных точек. Метод пассивного поиска с досрочным останом. Метод пассивного поиска на сгущающихся сетках. Метод половинного деления. Метод дихотомии. Метод троичного (тернарного) поиска. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи. Поиск начального интервала неопределенности - алгоритм Свенна. Методы точечного оценивания. Метод Дэвиса-Свенна-Кемпи (ДСК). Метод квадратичной (параболической) интерполяции. Метод Ньютона.

### **Тема 3.** *Методы многомерной безусловной численной оптимизации*

Метод Хука-Дживса. Метод покоординатного спуска. Метод градиентного спуска с постоянным шагом. Метод наискорейшего градиентного спуска. Метод сопряженных градиентов (Метод Флетчера-Ривса). Метод сопряженных направлений (Метод сопряженных направлений Пауэлла). Метод случайного поиска (с возвратом при неудачном шаге). Метод парной пробы. Метод наилучшей пробы. Адаптивный метод случайного поиска.

### **Тема 4.** *Методы многомерной условной численной оптимизации*

Метод множителей Лагранжа (вариант для классической функции Лагранжа). Метод штрафных функций (метод внешних штрафных функций). Метод барьерных функций (метод внутренних штрафных функций). Комбинированный метод штрафных функций. Метод точных штрафных функций.

### **Тема 5.** *Задача линейного программирования*

Формулировка задачи линейного программирования (ЛП). Формы задачи ЛП – общая, стандартная (основная) и каноническая. Симплекс метод решения задач ЛП. Способы нахождения начального базисного решения – приведение к диагональному виду, переход к М-задаче. Алгоритм решения канонической задачи ЛП. Транспортная задача. Нахождения начального плана перевозок – метод Северо-Западного угла, метод минимального элемента. Алгоритм решения транспортной задачи – метод потенциалов. Дискретные задачи оптимизации. Задача о назначениях. Венгерский метод.

### **Тема 6.** *Возможности современного свободного программного обеспечения для численного решения оптимизационных задач*

Возможности среды интерактивных вычислений Jupyter Notebooks. Общие

сведения о библиотеке научных вычислений SciPy. Ознакомление со SciPy-реализациями алгоритмов поиска локального минимума функции одной переменной: метод золотого сечения, метод Брента оригинальный и с запретом на выход за границы начального интервала неопределенности. Ознакомление со SciPy-реализациями алгоритмов поиска локального минимума функции нескольких переменных: симплексный алгоритм Нелдера-Мида; алгоритм Пауэлла; алгоритм Бройдена – Флетчера – Голдфарба –Шанно (BFGS); метод BFGS с ограниченной памятью; метод сопряженных градиентов; метод сопряженных градиентов Ньютона; усеченный метод Ньютона; алгоритм оптимизации с ограничениями методом линеаризации (COBYLA); последовательный метод наименьших квадратов. Ознакомление со SciPy-реализациями алгоритмов поиска глобального минимума алгоритм «прыжков по оврагам»; алгоритм полного перебора; алгоритм дифференциальной эволюции; алгоритм SHGO (simplicial homology global optimization), алгоритм двойного отжига, алгоритм DIRECT (DIviding RECTangles)

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)**

#### ***Основная литература:***

1. Шилова, З. В. Исследование операций и некоторые методы оптимизации / З. В. Шилова. – Москва : Издательский дом Академии Естествознания, 2022. – 102 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48108404>
2. Мицель, А.А. Методы оптимизации / А.А. Мицель, А.А. Шелестов, В.В. Романенко // Томск : ТУСУР, 2017. – 198 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481034>
3. Воденин, Д. Р. Численные методы оптимизации / Д. Р. Воденин. – Ульяновск : Издательство Ульяновского государственного университета, 2016. – 56 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28901908>
4. Тарасова, И. А. Методы оптимизации / И. А. Тарасова, И. Э. Симонова, А. Б. Симонов. – Волгоград : Издательство Волгоградского государственного технического университета, 2015. – 96 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24370392>

### *Дополнительная литература:*

1. Аббасов, М. Э. Методы оптимизации / М. Э. Аббасов. – Санкт-Петербург : ООО "BBM", 2014. – 64 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25261356>
2. Соловьев, В. И. Методы оптимизации / В. И. Соловьев. – Москва : Вега-Инфо, 2013. – 364 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19913201>
3. Kuhn, H.W. The Hungarian Method for the assignment problem / H. W. Kuhn. – DOI 10.1002/nav.3800020109 // Naval Research Logistics Quarterly. – 1955. – Vol. 2, Iss. 1-2. – P. 83-97. – URL: <https://doi.org/10.1002/nav.3800020109>
4. Dantzig, G.B. Reminiscences about the origins of linear programming / G.B. Dantzig. – DOI 10.1016/0167-6377(82)90043-8 // Operations Research Letters. – 1982. – Vol. 1, Iss. 2. – P. 43-48. – URL: [https://doi.org/10.1016/0167-6377\(82\)90043-8](https://doi.org/10.1016/0167-6377(82)90043-8)
5. Dantzig, G.B. Origins of the simplex method / G.B. Dantzig // A history of scientific computing. – New York : Association for Computing Machinery, 1990. – P. 141-151. – URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/87252.88081>
6. Rosenbrock, H.H. An automatic method for finding the greatest or least value of a function / H.H. Rosenbrock. – DOI 10.1093/comjnl/3.3.175 // The Computer Journal. – 1960. – Vol. 3, Iss. 3. – P. 175-184. – URL: <https://doi.org/10.1093/comjnl/3.3.175>
7. Fletcher, R. Function minimization by conjugate gradients / R. Fletcher, C.M. Reeves. – DOI 10.1093/comjnl/7.2.149 // The Computer Journal. – 1964. – Vol. 7, Iss. 2. – P. 149-154. – URL: <https://doi.org/10.1093/comjnl/7.2.149>
8. Hooke, R. "Direct Search" solution of numerical and statistical problems / R. Hooke, T. A. Jeeves. – DOI 10.1145/321062.321069 // Journal of the ACM. – 1961. – Vol. 8, Iss. 2. – P. 212-229. – URL: <https://doi.org/10.1145/321062.321069>
9. Haskell, B.C. The method of steepest descent for non-linear minimization problems / B.C. Haskell. – DOI 10.1090/qam/10667 // Quarterly of Applied Mathematics. – 1944. – Vol. 2. – P. 258-261. – URL: <https://doi.org/10.1090/qam/10667>
10. Goldstein, A.A. Cauchy's method of minimization / A.A. Goldstein. – DOI 10.1007/BF01386306 // Numerische Mathematik. – 1962. – Vol. 4. – P. 146-150. – URL: <https://doi.org/10.1007/BF01386306>

### **6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека. – Москва, 2000- . – URL: <https://www.elibrary.ru/> . – Режим доступа: научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, после регистрации.
2. Kaggle : AI & ML community : site. – 2024. – URL: <https://www.kaggle.com/>
3. КонсультантПлюс : справочная правовая система : сайт. – Москва, 1997- . – URL: <https://www.consultant.ru>

### **7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Средство запуска виртуальных машин Virtual Box или Hyper-V.
2. Свободное программное обеспечение Rocky Linux v. 9.4+.
3. Свободное программное обеспечение интерпретатор Python3.
4. Свободное программное обеспечение – менеджер пактов pip.
5. Свободное программное обеспечение PyCharm Community – интегрированная среда разработки.
6. Свободное программное обеспечение Jupyter Notebooks.
7. Браузер, поставляемый вместе с операционной системой (либо свободное

- программное обеспечение Mozilla FireFox или Google Chrome).
8. Офисный пакет (для оформления отчетной документации).

#### **8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	2	-	-		-	-	-		-	-	-	
Лекции	20	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы	28	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	60	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации <sup>1</sup>	36	-	-	36	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>144</b>	-	-	<b>144</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
/ из них в форме практической подготовки <sup>2</sup>	38	-	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-

### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Зачет/зачет оценкой	-/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Курсовая работа (проект)	- (-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Количество расчетно-графических работ	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Количество контрольных работ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Количество рефератов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Количество эссе	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения - 36 часов, для экзамена заочной формы обучения - 9 часов, для зачета заочной формы обучения - 4 часа.

<sup>2</sup> Организуется при реализации учебных дисциплин (модулей) путем проведения практических занятий, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

### Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	<b>Очная форма</b>
1	Одномерная безусловная оптимизация: методы пассивного поиска
2	Одномерная безусловная оптимизация: методы отсечений
3	Поиск начального интервала неопределенности. Алгоритм Свенна.
4	Одномерная безусловная оптимизация: методы точечного оценивания
5	Многомерная безусловная оптимизация: методы нулевого порядка (I/II)
6	Многомерная безусловная оптимизация: градиентные методы
7	Многомерная безусловная оптимизация: методы нулевого порядка (II/II). Метод сопряженных направлений Пауэлла
8	Многомерная безусловная оптимизация: методы случайного поиска
8	Многомерная оптимизация с ограничениями: метод штрафных функций
9	Многомерная оптимизация с ограничениями: метод барьерных функций
10	Многомерная оптимизация с ограничениями: комбинированный метод штрафных функций
11	Задача линейного программирования. Симплекс-метод Данцига
12	Транспортная задача. Метод Северо-Западного угла, метод минимального элемента. Метод потенциалов
13	Задача о назначениях. Венгерский метод
14	Решение оптимизационных задач с помощью свободного программного обеспечения – Python-библиотеки научных вычислений SciPy
	<b>Заочная форма</b>
-	Заочная форма обучения не реализуется

### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	<b>Очная форма</b>
-	Практические занятия не предусмотрены учебным планом
	<b>Заочная форма</b>
-	Заочная форма обучения не реализуется

### Перечень примерных тем курсовой работы /курсового проекта

№ п/п	Темы курсовой работы /проекта
1	2
-	Курсовая работа /проект не предусмотрены учебным планом