Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Факультет вычислительной математики и кибернетики

**УТВЕРЖДАЮ**

декан факультета вычислительной математики и кибернетики

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/И.А. Соколов /**

**«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:**

**Дискретная оптимизация**

**Уровень высшего образования:**

**бакалавриат**

**Направление подготовки / специальность:**

**01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (3++)**

**Направленность (профиль):**

**Математические методы обработки информации и принятия решений**

**Форма обучения:**

**очная**

**Москва 2023**

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.03.02, 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" программы бакалавриата Утвержден приказом МГУ от 30 августа 2019 года № 1041 (в редакции приказов МГУ от 11 сентября 2019 года № 1109, от 10 июня 2021 года № 609, от 7 октября 2021 года № 1048, от 21 декабря 2021 года № 1404, от 2 ноября 2022 года № 1299)

**1.** Дисциплина относится к вариативной части ОПОП ВО.

**2.** Входные требования для освоения дисциплины (модуля): учащиеся должны владеть знаниями по математическому анализу и линейной алгебре в объеме, соответствующем программе первого года обучения основных образовательных программ бакалавриата по укрупненным группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки».

**3.** Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников*.*

Компетенции выпускников, частично формируемые при реализации дисциплины (модуля):

* **ПК-2.Б** Способность понимать и применять в научно-исследовательской деятельности современный математический аппарат
* **ПК-5.Б** Способность определить совокупность математических методов и программных решений для отдельного этапа решения прикладной задачи в рамках заданной схемы

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

**Знать:**

1. основные принципы, лежащие в основе современных подходов к численному решению прикладных задач дискретной оптимизации.

**Уметь:**

1. осуществлять сравнительный анализ и выюор оптимизационных алгоритмов с целью указания наиболее подходящих в той или иной прикладной ситуации;
2. применять на практике методы дискретной оптимизации для решения задач соответствующих классов.

**Владеть:**

1.современными средствами дискретной оптимизации.

**4.** Формат обучения: лекции и семинары проводятся с использованием компьютерных презентаций и меловой доски.

**5.** Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., в том числе 52 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 56 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

**6.** Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего**  **(часы**) | В том числе | | | |
| **Контактная работа  (работа во взаимодействии с преподавателем)**  **Виды контактной работы, часы** | | | **Самостоятельная работа обучающегося,**  **часы** |
| Занятия лекционного типа\* | Занятия семинарского типа\* | **Всего** |  |
| 1. Введение. Предварительные сведения. Графы, подциклы, деревья, алгоритмы поиска | **6** | 2 | 2 | **4** | **2** |
| 1. Эйлеровы и гамильтоновы пути и циклы. Критерий существования эйлеровых путей. Оценки сложности задачи построения эйлерового цикла. Пути, имеющие тип цикла и достаточные условия существования гамильтоновых путей и циклов в неориентированном графе | **12** | 4 | 4 | **8** | **4** |
| 1. Нахождение кратчайших по числу ребер путей из заданной вершины до всех остальных вершин связного неориентированного графа без петель. Оценка сложности решения такой задачи.   Нахождение расстояния от источника до всех остальных вершин в ориентированном графе с неотрицательными весами ребер (алгоритм Дейкстры). Обоснование корректности алгоритма. Оценка сложности.  Задача о кратчайшем пути между фиксированными вершинами в заданной сети | **12** | 4 | 4 | **8** | **4** |
| 1. Сети без циклов. Максимальные пути и сетевые графики | **12** | 4 | 4 | **8** | **4** |
| 1. Текущий контроль успеваемости: контрольная работа | **2** | 0 | 0 | **0** | **2** |
| 1. Поток в сети. Величина потока. Максимальный поток. Теорема о существовании максимального потока в каждой сети. Алгоритм расстановки пометок вершин. Алгоритм построения максимального потока. Оценка сложности алгоритма | **18** | 6 | 6 | **12** | **6** |
| 1. Отсечения в задачах линейных задачах дискретной и смешанной оптимизации. Столбцовые симплекс- таблицы | **18** | 6 | 6 | **12** | **6** |
| Промежуточная аттестация: устный экзамен | **28** | 0 | 0 | **0** | **28** |
| **Итого** | **108** | 26 | 26 | **52** | **56** |

**7.** Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

**7.1.** Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Используются вопросы из списка вопросов к экзамену. Тестовые задания формируются на основе списка вопросов к экзамену.

**7.2.** Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к экзамену

1. Неориентированные и ориентированный графы. Подграфы. Пути, циклы. Связность. Поиск в графе.
2. Алгоритмы поиска в глубину и поиска в ширину и их сложность.
3. Остовное дерево (каркас). Теорема Кэли.
4. Теорема Кирхгофа.
5. Алгоритмы построения остовного дерева.
6. Эйлеровы пути и циклы. Критерий существования эйлеровых путей. Оценки сложности задачи построения эйлерового цикла.
7. Гамильтоновы пути и циклы. Пути, имеющие тип цикла и достаточные условия существования гамильтоновых путей и циклов в неориентированном графе.
8. Теорема Поша.
9. Нахождение расстояния от источника до всех остальных вершин в ориентированном графе с неотрицательными весами ребер (алгоритм Дейкстры).
10. Алгоритм Беллмана-Форда.
11. Сети без циклов. Максимальные пути и сетевые графики.
12. Поток в сети. Величина потока. Максимальный поток. Существование максимального потока в сети.
13. Разрез в потоковой сети. Пропускная способность разреза. Минимальный разрез.
14. Алгоритм построения максимального потока. Оценка сложности алгоритма.
15. Столбцовые симплекс- таблицы.
16. Прямой симплекс-метод для решения задач дискретной оптимизации.
17. Двойственный симплекс-метод для решения задач дискретной оптимизации.
18. Прямодвойственный алгоритмрешения задач дискретной оптимизации.
19. Решение целочисленной задачи линейного программирования методом ветвей и границ.
20. Метод динамического программирования.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)** | | | | |
| Оценка  РО и соответствующие виды оценочных средств | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Знания**  *Контрольная работа,экзамен* | Отсутствие знаний | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Сформированные систематические знания |
| **Умения**  *Контрольная работа,экзамен* | Отсутствие умений | В целом успешное, но не систематическое умение | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера) | Успешное и систематическое умение |
| **Навыки (владения, опыт деятельности)**  *Контрольная работа,экзамен* | Отсутствие навыков (владений, опыта) | Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта) | В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме | Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач |

|  |  |
| --- | --- |
| **Соответствие результатов обучения и компетенций, в развитии которых участвует дисциплина (модуль)** | |
| Результаты обучения | Компетенция, с частичным формированием которой связано достижение результата обучения |
| **Знать:**  основные принципы, лежащие в основе современных подходов к численному решению задач дискретной оптимизации.  **Владеть:**  современными средствами численной оптимизации. | **ПК-2.Б** |
| **Уметь:**   1. осуществлять сравнительный анализ и настройку оптимизационных алгоритмов с целью выбора наиболее подходящих в той или иной прикладной ситуации; 2. применять на практике методы оптимизации для решения задач соответствующих классов. | **ПК-5.Б** |

**8.** Ресурсное обеспечение:

Основная литература:

1. Свами М., Тхуласираман К. Графы, сети и алгоритмы. М., Мир, 1984.
2. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М., Мир, 1978
3. Ху Д. Целочисленное программирование и потоки в сетях. М., Мир, 1084
4. Т.Кормен, Ч.Лейсерзон, Р. Риверст, К. Штайн. Алгоритмы. Построение и анализ. М., ООО «И.Д.Вильямс», 2013.

Дополнительная литература:

1. Майника. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. М., Мир, 1981
2. Б.Корте, Й. Фиген. Комбинаторная оптимизация. Теория и алгоритмы. М., изд-во МЦИМО, 2015

Материально-техническое обеспечение: Компьютер, проектор и проекционный экран. Аудитория с партами, меловой доской и электрической розеткой.

**9.** Язык преподавания: русский.

**10.** Преподаватель: доцент факультета ВМК МГУ В.В.Морозов

**11.** Автор программы: доцент факультета ВМК МГУ Д.В. Денисов