

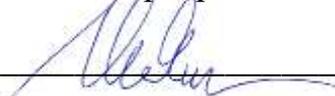
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук
Кафедра «Прикладная математика и информатика»

Утверждено на заседании кафедры
«Прикладная математика и информатика»
24 января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

 М.В. Грязев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Модели дискретной оптимизации»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика

с направленностью (профилем)
Искусственный интеллект в кибербезопасности

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010402-02-22

Тула 2022 год

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:

Дисциплина (модуль) относится к части дисциплин основной профессиональной образовательной программы, формируемых участниками образовательных отношений

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):

Изучение дисциплины базируется на знаниях по математическому анализу, теории вероятностей, математической статистике, оптимизации в объеме, соответствующих основным образовательным программам 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):

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	
Формируемые компетенции (код и наименование компетенции)	Результаты обучения (знания, умения)
ПК-7. Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях.	ПК-7.1. Руководит проектами в области сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка».
	ПК-7.2. Руководит проектами в области сквозной цифровой субтехнологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений».
ПК-8. Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение технологий и систем искусственного интеллекта с учетом требований информационной безопасности в различных предметных областях.	ПК-8.1. Разрабатывает программное и аппаратное обеспечение технологий и систем искусственного интеллекта для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности в различных предметных областях.
	ПК-8.2. Модернизирует программное и аппаратное обеспечение технологий и систем искусственного интеллекта для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности в различных предметных областях.

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., в том числе 36 академических часа контактная работа с преподавателем - 12 академических часа занятий лекционного типа, 24 академических часов занятий лабораторного типа, 72 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. 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 <i>(виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – ука-</i>

					<i>зываются при необходимости)</i>
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Всего	
<p>Тема 1. Введение в дискретную оптимизацию. Классификация задач оптимизации и методов их решения. Точные и приближенные методы. Примеры задач. Применение на практике.</p>	28	2	4	6	22
<p>Тема 2. Основы теории сложности Языки. Машина Тьюринга. Детерминированная машина Тьюринга. Недетерминированная машина Тьюринга . Понятие классов P и NP . Полиномиальная сводимость и NP-полные задачи. Теорема Кука. Примеры NP-полных задач . Задача о 3-выполнимости . Задача о трехмерном сочетании . Задача о сумме подмножеств в форме распознавания . NP-полнота в сильном смысле .</p>	26	4	8	12	14
<p>Тема 3. Основы Булева программирования Постановка и базовые свойства задач Булева программирования. Задача о сумме подмножеств и задача о ранце. Задача о сумме подмно-</p>	28	2	4	6	22

<p>жеств. «Жадные» алгоритмы. Методы ветвей и границ. Верхние и нижние оценки. Методы динамического программирования . Табличный и списковые варианты, концепция доминирования. Концепция ядра и балансировки в динамическом программировании. Сложность методов решения задач ранцевого типа различными методами. Сокращения сложности за счет гибридизации алгоритмов.</p>					
<p>Тема 4. Линейная целочисленная оптимизация Основные понятия линейного программирования. Многогранники, грани, вершины, свойства многогранников. Формы задания задачи линейного программирования. Прямой и двойственный симплекс-методы. Постановка задачи целочисленного линейного программирования. Понятие отсечения. Метод Гомори.</p>	26	4	8	12	14
Итоговая аттестация – зачет					
Итого	108	12	24	36	72

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Примерные вопросы контрольного задания для текущего контроля успеваемости.

1. Решить задачу оптимизации методом деформируемого многогранника.
2. Решить задачу оптимизации методом конфигураций.
3. Решить задачу оптимизации методом сопряженных направлений.
4. Решить задачу оптимизации методом конфигураций.
5. Решить задачу оптимизации методом деформируемого многогранника.
6. Решить задачу оптимизации методом сопряженных направлений.
7. Решить задачу оптимизации методом конфигураций.
8. Решить задачу оптимизации методом деформируемого многогранника.
9. Решить задачу оптимизации методом сопряженных направлений

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине, критерии и шкалы оценивания

Список вопросов

- 1) Классификация задач оптимизации по числу критериев, локальности экстремума, структуре допустимого множества. Классификация методов оптимизации: детерминированные и эвристические методы решения задач оптимизации.
- 2) Понятия алфавита, языка и машины Тьюринга. Примеры машин Тьюринга.
- 3) Недетерминированная машина Тьюринга, классы сложности P и NP. Проблема равенства классов. Примеры задач.
- 4) Полиномиальная сводимость, теорема Кука. Понятие NP-полной задачи.
- 5) NP-полнота задачи о 3-выполнимости. Преобразование произвольной КНФ к 3-КНФ.
- 6) NP-полнота задачи о трехмерном сочетании.
- 7) NP-полнота задачи о сумме подмножеств в форме распознавания.
- 8) NP-полнота в сильном смысле.
- 9) Задача о ранце, задача о сумме подмножеств: формулировка, основные понятия, экономическая интерпретация. Линейная релаксация.
- 10) Метод ветвей и границ в задаче о ранце, понятия подзадачи, верхней и нижней оценок. Общая схема алгоритма. Алгоритмическая сложность метода ветвей и границ, пример Финкельштейна.
- 11) Понижение показателя степени в верхней оценке числа итераций МВГ за счет предварительной сортировки и рекурсии.
- 12) Принцип оптимальности Беллмана, табличный вариант метода динамического программирования для задачи о сумме подмножеств в форме распознавания.
- 13) Табличный вариант метода динамического программирования для задачи о ранце.
- 14) Метод динамического программирования со списками для задачи о ранце.
- 15) Концепция ядра и понятие балансировки в методе динамического программирования. Сбалансированные наборы, сбалансированные операции.
- 16) Алгоритм BALSUB для задачи о сумме подмножеств.
- 17) Оценки сложности и сравнение различных вариантов метода динамического программирования для задачи о сумме подмножеств.
- 18) Понятия многогранника, грани, вершины, связь с задачами линейного программирования. Формы задания задачи линейного программирования.
- 19) Понятие базового допустимого и недопустимого решений задачи ЛП, геометрическая интерпретация.

- 20) Прямой симплекс-метод, получение начального решения.
 21) Двойственный симплекс-метод.
 22) Постановка задачи линейного целочисленного программирования. Понятие отсечения. Метод Гомори.

Примерное контрольное задание для промежуточной аттестации.

ПКЗ ПА.

1. Решить задачу о ранце табличным методом динамического программирования.
2. Решить задачу о ранце методом ветвей и границ.
3. Написать программу для детерминированной машины Тьюринга, которая прибавляет единицу к двоичному (десятичному, троичному и т.п.) целому числу на ленте.
4. На ленте машины Тьюринга содержится двоичная последовательность. Напишите программу для машины Тьюринга, которая вычисляет двоичное дополнение записанного числа, т.е. заменяет каждый символ 1 на 0 и наоборот.
5. Свести КНФ к 3-КНФ, записать последовательность преобразований.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде двух контрольных работ, содержащих по 5 заданий. Выполнение 4-х и более заданий в одной контрольной работе добавляет 1 балл к оценке задания промежуточной аттестации. Промежуточная аттестация содержит 10 заданий. Выполнение 9 или 10 заданий соответствует оценке "отлично", 7 или 8 – оценке "хорошо", 5 или 6 – оценке "удовлетворительно", менее 5 – оценке "неудовлетворительно".

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка виды оценочных средств	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Знания (виды оценочных средств: опрос, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические задания)	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

ных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)				
---	--	--	--	--

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература

1) Корте Б. Комбинаторная оптимизация. Теория и алгоритмы. Москва:МЦНМО, 2015 г.

Дополнительная литература

1) Сигал И. Х., Иванова А. П. Введение в прикладное дискретное программирование //М.: физматлит. – 2003.

2) Korte В. et al. Combinatorial optimization. – Heidelberg : Springer, 2012. – Т. 2.

3) Данциг Д. Линейное программирование, его обобщения и применения //М.: Прогресс. – 1966.

4) Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. – 1984..

5) Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи //Мир. – 1982. Самуэльсон П. Экономикс. М.: Прогресс, 1994

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

Программное обеспечение для подготовки слайдов лекций MS PowerPoint, MS Word

Программное обеспечение для создания и просмотра pdf-документов Adobe Reader

Издательская система LaTeX

Язык программирования Python и среда разработки Jupiter Notebook (вместе с библиотеками numpy, scikit-learn, pandas)

Язык программирования R и среда разработки R Studio

Среда разработки MATLAB.

7.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Math-Net.Ru [Электронный ресурс] : общероссийский математический портал / Математический институт им. В. А. Стеклова РАН ; Российская академия наук, Отделение математических наук. - М. : [б. и.], 2010. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: <http://www.mathnet.ru>

2. Университетская библиотека Online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система / ООО "Директ-Медиа" . - М. : [б. и.], 2001. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.

URL: www.biblioclub.ru

3. Универсальные базы данных East View [Электронный ресурс] : информационный ресурс / East View Information Services. - М. : [б. и.], 2012. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: www.ebiblioteka.ru

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : информационный портал / ООО "РУНЭБ" ; Санкт-Петербургский государственный университет. - М. : [б. и.], 2005. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: www.eLibrary.ru

7.5. Описание материально-технического обеспечения.

Факультет ВМК, ответственный за реализацию данной Программы, располагает соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием. Материальная база факультета соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

9. Рабочая программа внедрена в соответствии с Соглашением о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий на разработку программ бакалавриата и программ магистратуры по профилю «искусственный интеллект, а также на повышение квалификации педагогических работников образовательных организаций высшего образования в сфере искусственного интеллекта, заключённым «29» сентября 2021 г. № 075-15-2021-1036 между МГУ имени М.В.Ломоносова и Минобрнауки России.