

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Дискретная оптимизация

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Прикладная математика и информатика (общий профиль)

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.02 Дискретная оптимизация относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-6: Способен изучать и применять программное обеспечение, проводить расчётные работы и выполнять обработку результатов исследований	<p>ПК-6.1: Знание методов применения современных программных комплексов, пакетов прикладных программ и автоматизированных систем для решения прикладных задач при проведении исследований</p> <p>ПК-6.2: Умеет самостоятельно проводить расчётные работы, выбирать и применять современные программные комплексы, пакеты прикладных программ и автоматизированные системы, обрабатывать и анализировать полученные результаты</p> <p>ПК-6.3: Имеет практический опыт применения современного программного обеспечения для решения прикладных задач</p>	<p>ПК-6.1: Знание основных методов решения задач дискретной оптимизации и возможностей применения методов дискретной оптимизации в научных и практических целях</p> <p>ПК-6.2: Умение решать задачи дискретной оптимизации и применять методы дискретной оптимизации в научных и практических целях.</p> <p>ПК-6.3: Практические навыки решения задач дискретной оптимизации и применения методов дискретной оптимизации.</p>	Контрольная работа	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72

в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Задача групповой минимизации. Методы отсечений	27	6	6	12	15
Выпуклая оболочка целочисленных решений системы линейных уравнений, неравенств и сравнений	20	4	4	8	12
Метод Ленстры.Приведенный базис решетки.	24	6	6	12	12
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	16	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Задача групповой минимизации. Решение ЗГМ методом динамического программирования. Формирование ЗГМ в общей ЗЦЛП.
2. Методы отсечений. Полностью целочисленные алгоритмы отсечений.
- 3.Эффективные методы построения унимодулярной базы. Гибридные алгоритмы. Метод ветвей и границ.
4. Выпуклая оболочка целочисленных решений системы линейных неравенств.
5. Вершины и фасеты в угловом полиэдре Гомори.
6. Верхние и нижние оценки числа вершин в неявно заданных целых полиэдрах.
7. Полиномиальный алгоритм нахождения ребер неявно заданного целого полиэдра на плоскости.
8. Задача о рюкзаке. Оценки числа вершин. Точные и приближенные методы решения Свойство периодичности.
9. Полиномиальный алгоритм нахождения рационального решения системы линейных неравенств.
10. Приведенный базис целочисленной решетки. Алгоритм LLL. Алгоритм Ленстры.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Лекции по дискретной оптимизации.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-6:

Для ЗЦЛП $\max\{cx \mid Ax = b, x \geq 0, x - \text{целочисленный вектор}\}$ построить соответствующую задачу групповой минимизации(ЗГМ) и решить ЗГМ методом динамического программирования.

Каждый студент получает свой комплект данных

$$c = (0, -2, 5, -2, -1), \quad b = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} -4 & 1 & 1 & 1 & -2 \\ -3 & 0 & 5 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 3 & 5 & 2 \end{pmatrix}$$

например,

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	умение использовать отдельные приемы при наличии незначительных ошибок
не зачтено	поверхностные сведения о предмете, грубые ошибки, неверные ответы.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
		не зачтено		зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний	Уровень знаний ниже	Минимально	Уровень знаний в	Уровень знаний в	Уровень знаний в	Уровень знаний в

	теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	минимальных требований. Имели место грубые ошибки	допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-6

1. Задача групповой минимизации. Решение ЗГМ методом динамического программирования. Формирование ЗГМ в общей ЗЦЛП.
2. Методы отсечений. Полностью целочисленные алгоритмы отсечений.
3. Эффективные методы построения унимодулярной базы. Гибридные алгоритмы. Метод ветвей и границ.
4. Выпуклая оболочка целочисленных решений системы линейных неравенств.
5. Вершины и фасеты в угловом полиэдре Гомори.
6. Верхние и нижние оценки числа вершин в неявно заданных целых полиэдрах.
7. Полиномиальный алгоритм нахождения ребер неявно заданного целого полиэдра на плоскости.
8. Задача о рюкзаке. Оценки числа вершин. Точные и приближенные методы решения Свойство периодичности.
9. Полиномиальный алгоритм нахождения рационального решения системы линейных неравенств.
10. Приведенный базис целочисленной решетки. Алгоритм LLL. Алгоритм Ленстры.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Компетенция ПК-6 сформирована на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Уровень формирования компетенции ПК-6 оценивается как «неудовлетворительно»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Шевченко Валерий Николаевич. Линейное и целочисленное линейное программирование / ННГУ . - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2005. - 160 с. - 26.00., 4 экз.
2. Шевченко Валерий Николаевич. Качественные вопросы целочисленного программирования. - М. : Наука, 1995. - 192 с. - б/п., 64 экз.

Дополнительная литература:

1. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях / пер. с англ. П. Л. Бузыцкого [и др.] ;

[и с предисл.] А. А. Фридмана. - М. : Мир, 1974. - 519 с. : с черт. - 2.14., 1 экз.

2. Трушков А. С. Исследование операций. Том 2. Задачи транспортного типа. Сетевое и целочисленное программирование / Трушков А. С. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 380 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-8114-9536-8.,
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=804154&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Изд-во Лань (<https://e.lanbook.com/book>)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Веселов Сергей Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.