

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 Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Дискретная оптимизация

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Компьютерные науки и приложения

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 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-11: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач производственно-технологической деятельности	<p>ПК-11.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.3: Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p>	<p>ПК-11.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей дискретной оптимизации</p> <p>ПК-11.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей дискретной оптимизации</p> <p>ПК-11.3: Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей задач дискретной оптимизации</p>	Индивидуальное устное собеседование	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-4: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	<p>ПК-4.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p> <p>ПК-4.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p> <p>ПК-4.3: Имеет навыки применения методов разработки и анализа</p>	<p>ПК-4.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей задач дискретной оптимизации</p> <p>ПК-4.2: Умеет применять методы разработки и анализа задач дискретной оптимизации</p> <p>ПК-4.3: Имеет навыки применения</p>	Индивидуальное устное собеседование	Зачёт: Контрольные вопросы

	концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	методов дискретной оптимизации		
--	---	--------------------------------	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	75
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	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Задача групповой минимизации. Методы отсечений	43	6	6	12	31
Выпуклая оболочка целочисленных решений системы линейных уравнений, неравенств и сравнений	30	4	4	8	22
Метод Ленстры.Приведенный базис решетки.	34	6	6	12	22
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	16	16	33	75

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
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 - Индивидуальное устное собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

1. Примеры практических задач, сводящихся к задачам целочисленного программирования.
2. Разрыв двойственности в ЦЛП.
3. Идея метода отсечений и его геометрическая интерпретация.
4. Алгоритмы Гомори.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. Задача групповой минимизации. Решение ЗГМ методом динамического программирования.
3. Выпуклая оболочка целочисленных решений системы линейных неравенств.
4. Вершины и фасеты в угловом полиэдре Гомори.
5. Верхние и нижние оценки числа вершин в неявно заданных целых полиэдрах.
6. Полиномиальный алгоритм нахождения ребер неявно заданного целого полиэдра на плоскости.
7. Задача о рюкзаке. Точные и приближенные методы решения
8. Приведенный базис целочисленной решетки. Алгоритм LLL. Алгоритм Ленстры.

Критерии оценивания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Знает основы предмета. Способен реагировать на вопросы преподавателя.

Оценка	Критерии оценивания
не зачтено	Поверхностное знание предмета.

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 теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в 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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	ответа		и недочетами	недочетами		недочетов	
--	--------	--	-----------------	------------	--	-----------	--

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-11

1. Примеры практических задач, сводящихся к задачам целочисленного программирования.
2. Разрыв двойственности в ЦЛП.
3. Идея метода отсечений и его геометрическая интерпретация.
4. Алгоритмы Гомори

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. Задача групповой минимизации. Решение ЗГМ методом динамического программирования.
3. Выпуклая оболочка целочисленных решений системы линейных неравенств.
4. Вершины и фасеты в угловом полиэдре Гомори.
5. Верхние и нижние оценки числа вершин в неявно заданных целых полиэдрах.
6. Полиномиальный алгоритм нахождения ребер неявно заданного целого полиэдра на плоскости.
7. Задача о рюкзаке. Точные и приближенные методы решения
8. Приведенный базис целочисленной решетки. Алгоритм LLL. Алгоритм Ленстры.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Знает основы предмета. Способен реагировать на вопросы преподавателя.
не зачтено	Поверхностное знание предмета.

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/специальности 01.04.02 - 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 02.12.2024, протокол № 5.