

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

Оптимизационные задачи на графах

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в области принятия решений

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Оптимизационные задачи на графах 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-9: Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и объекты предметной области	ПК-9.1: Демонстрирует знание методических основ моделирования процессов и объектов предметной области ПК-9.2: Демонстрирует умение применения знаний к моделированию прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС ПК-9.3: Имеет практический опыт моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области	ПК-9.1: Знает основные понятия, связанные с задачами на графах и методами их решения ПК-9.2: Уметь построить математическую модель оптимизационной задачи на графах ПК-9.3: Владеть методами решения оптимизационной задачи на графа	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация	36

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
Математическая модель принятия оптимальных решений.	8	2	2	4	4
Модель динамического программирования Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана. Вычислительная схема. Задача распределения ресурсов. Задача управления запасами. Задача о замене оборудования.	12	4	4	8	4
Графы и сети Основные понятия и определения	12	4	4	8	4
Леса и деревья на графах Алгоритм построения неориентированных покрывающих деревьев. Алгоритм построения максимального ориентированного леса	12	4	4	8	4
Расстояния и пути на графах Алгоритм поиска кратчайшего пути Дейкстры. Алгоритм Форда – модификация алгоритма Дейкстры. Поиск всех кратчайших путей: алгоритм Флойда, алгоритм Данцига. Отыскание к кратчайших путей: алгоритм двойного поиска, обобщенный алгоритм Флойда, обобщенный алгоритм Данцига	8	2	2	4	4
Потоковые алгоритмы Алгоритм поиска увеличивающей цепи. Алгоритм поиска максимального потока. Алгоритм поиска потока минимальной стоимости. Алгоритм поиска максимального динамического потока.	10	3	3	6	4
Паросочетания и покрытия Алгоритм построения чередующегося дерева. Алгоритм выбора паросочетания максимальной мощности. Алгоритм выбора паросочетания максимального веса	7	2	2	4	3
Задача почтальона Решение задачи почтальона на неориентированном, ориентированном и смешанном графе	8	2	2	4	4
Задача коммивояжера Метод ветвей и границ. Динамическое программирование. Жадные методы Метод последовательного улучшения	10	3	3	6	4
Задачи размещения Поиск центров и медиан графа	9	3	3	6	3
Задача о ранце Метод ветвей и границ. Динамическое программирование. Жадные методы	10	3	3	6	4
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	42

Содержание разделов и тем дисциплины

Математическая модель принятия оптимальных решений.

Модель динамического программирования Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана.

Вычислительная схема. Задача распределения ресурсов. Задача управления запасами. Задача о замене оборудования.

Графы и сети Основные понятия и определения Леса и деревья на графах Алгоритм построения неориентированных покрывающих деревьев. Алгоритм построения максимального ориентированного леса

Расстояния и пути на графах Алгоритм поиска кратчайшего пути Дейкстры. Алгоритм Форда – модификация алгоритма Дейкстры. Поиск всех кратчайших путей: алгоритм Флойда, алгоритм Данцига. Отыскание k кратчайших путей: алгоритм двойного поиска, обобщенный алгоритм Флойда, обобщенный алгоритм Данцига

Потоковые алгоритмы Алгоритм поиска увеличивающей цепи. Алгоритм поиска максимального потока. Алгоритм поиска потока минимальной стоимости. Алгоритм поиска максимального динамического потока.

Паросочетания и покрытия Алгоритм построения чередующегося дерева. Алгоритм выбора паросочетания максимальной мощности. Алгоритм выбора паросочетания максимального веса

Задача почтальона Решение задачи почтальона на неориентированном, ориентированном и смешанном графе

Задача коммивояжера Метод ветвей и границ. Динамическое программирование. Жадные методы Метод последовательного улучшения

Задачи размещения Поиск центров и медиан графа

Задача о ранце Метод ветвей и границ. Динамическое программирование. Жадные методы

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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Оптимизационные задачи, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=11743>.

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 - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

Алгоритм поиска кратчайшего пути Дейкстры.

Алгоритм Форда – модификация алгоритма Дейкстры.

Поиск всех кратчайших путей: алгоритм Флойда, алгоритм Данцига.

Задача коммивояжера Метод ветвей и границ. Динамическое программирование. Жадные методы
Метод последовательного улучшения

Задача о ранце Метод ветвей и границ. Динамическое программирование. Жадные методы

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок
не зачтено	Выполнены не все лабораторные работы или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).

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. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			объеме	некоторые с недочетами	недочетами	и, выполнены все задания в полном объеме	
<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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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-9

1.Однокритериальная задача оптимизации. 2. Задачи дискретной оптимизации, задачи на графах
3.Понятие графа. Виды графов, их изображения. Части графа. 4. Представление графов (в том числе взвешенных) в ЭВМ. 5. Остов графа. Алгоритм построения остова. 6. Деревья. Свойства деревьев. 7. Графы и бинарные отношения. Понятие и поиск транзитивного замыкания графа. 8. Обходы графа. Поиск в глубину и поиск в ширину. 9. Эйлеровы пути. Поиск эйлерового цикла в ориентированном

графе. 10. Гамильтоновы пути. Поиск гамильтонова цикла. 11. Компоненты связности и алгоритм их поиска. 12. Компоненты двусвязности и алгоритм их поиска. 13. Раскраска графов. 14. Взвешенные графы. Понятие об оптимизационных задачах. Поиск минимального остова. Алгоритм Краскала. 15. Кратчайшие пути в графе. Алгоритм Дейкстры. 16. Жадные алгоритмы решения оптимизационных задач. Теорема Радо-Эдмондса 17. Задача коммивояжера и ее приближенное решение. 18. Классы алгоритмов и задач P и P-SPACE. Понятие НМТ. Классы NP и NP-SPACE. 19. Трудно-решаемые задачи. Задача коммивояжера (в оптимизационной постановке). 20. Приближенные методы решения задачи коммивояжера. 21. Целочисленная задача о ранце. Приближенные и точные методы решения. 22. Понятие полиномиальной сводимости и NP-полноты

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала.
отлично	Студент дал развернутый ответ на все вопросы
очень хорошо	Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами
хорошо	Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.
неудовлетворительно	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.

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

Основная литература:

1. Лекции по теории графов : для студентов по специальностям "Математика" и "Прикладная математика". - М. : Наука, 1990. - 382, [1] с. : ил. - ISBN 5-02-013992-2 : 1.00., 10 экз.

Дополнительная литература:

1. Сборник задач по теории графов : задачник для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 010400 "Приклад. математика и информатика", 010300 "Фундам. информатика и информ. технологии" / ННГУ ; [сост. В. А. Замараев] . - Н. Новгород : [б. и.], 2014 (Тип. ННГУ). - 40 с. - 12.00., 100 экз.

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

1. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
3. Среда разработки семейства MicrosoftVisualStudio, лицензия по подписке MicrosoftImagine

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

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 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Неймарк Елена Александровна, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.