

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

Задачи оптимизации на графах

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы
Суперкомпьютерное моделирование и инженерный анализ

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Задачи оптимизации 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-15: Способен самостоятельно анализировать поставленную задачу, выбирать корректные методы её решения, применять математически сложные алгоритмы в современных специализированных программных комплексах суперкомпьютерного моделирования инженерного назначения, реализовывать в них новые алгоритмы	<p>ПК-15.1: Демонстрирует знание теоретических основ и методологию построения решений фундаментальных задач механики, основы информационных технологий, в том числе суперкомпьютерных технологий</p> <p>ПК-15.2: Демонстрирует умение самостоятельно осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности</p> <p>ПК-15.3: Имеет опыт решения задач механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов суперкомпьютерного моделирования инженерного назначения</p>	<p>ПК-15.1: Знать: теоретические основы и методы построения решений основных задач механики и основ информационных технологий, включая суперкомпьютерные технологии.</p> <p>ПК-15.2: Уметь самостоятельно анализировать и выбирать методы и алгоритмы решения профессиональных задач.</p> <p>ПК-15.3: Владеть методами решения задач механики для инженерных целей с использованием современных программ суперкомпьютерного моделирования в соответствии с выбранными методами и построенными алгоритмами.</p>	Задачи	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-16: Имеет опыт самостоятельного проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов	ПК-16.1: Демонстрирует знание особенностей поиска научно-технической информации в различных источниках, методов и технологий её обработки и анализа, а также способов представления	ПК-16.1: Знать: особенности поиска научно-технической информации из различных источников, методов и приемов ее обработки и анализа, а также методов представления.	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

суперкомпьютерного моделирования инженерных задач	<p>ПК-16.2: Демонстрирует умение самостоятельно организовать целенаправленный поиск информации в различных источниках, выбирать методы и технологии её обработки, анализа и представления, исходя из поставленной задачи на основе программных комплексов суперкомпьютерного моделирования инженерного назначения</p> <p>ПК-16.3: Имеет опыт поиска и анализа научно-технической информации в различных источниках для решения стандартных профессиональных задач, а также опыт публичного представления научных результатов</p>	<p>ПК-16.2: Уметь самостоятельно организовывать поиск информации из различных источников, обрабатывать, анализировать и выбирать методы и приемы представления, исходя из поставленных задач, на базе программ суперкомпьютерного моделирования для технических целей.</p> <p>ПК-16.3: Иметь практический опыт поиска, подбора и анализа научно-технической информации из различных источников для решения поставленных задач и представления полученных результатов.</p>		
---	--	---	--	--

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
	Экзамен

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),	Самостоятельная работа

		часы из них			обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Математическая модель принятия оптимальных решений.	10	2	2	4	6
Постановки задач оптимизации.	32	10	10	20	12
Переход от задачи оптимизации к задаче поиска.	32	10	10	20	12
Особенности решения комбинаторных задач.	32	10	10	20	12
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	42

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Математическая модель принятия оптимальных решений. Критерии сравнения. Задача однокритериального выбора. Задачи переборного типа. Классы сложности задач однокритериального выбора. Комбинаторные задачи оптимизации.
2. Задача коммивояжера, Задача поиска путей в графе, Сетевые модели.
3. Переход от задачи оптимизации к задаче поиска. Кодирование решений. Бинарное кодирование, коды Грея (понятие близости решений и соответствующих кодировок). Функции кодирования и декодирования. Функция приспособленности. Задача поиска. Диаграмма связи задач. Преобразование непрерывной задачи оптимизации в задачу поиска (метод целочисленного кодирования). Кодирование дискретных задач оптимизации на примере задачи коммивояжера.
4. Особенности решения комбинаторных задач на примере задачи коммивояжера.

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:

Математические основы автоматизации изготовления изделий микроэлектроники, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=11119>.

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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-15:

1. Алгоритм поиска кратчайшего пути Дейкстры.
2. Алгоритм Форда – модификация алгоритма Дейкстры.
3. Поиск всех кратчайших путей: алгоритм Флойда, алгоритм Данцига.
4. Задача коммивояжера: Метод ветвей и границ. Динамическое программирование. Жадные методы
Метод последовательного улучшения
5. Поиск критического пути.

Задание 1. Построение и исследование математической модели объемного планирования. Постановка задачи объемного планирования

Задание 2. Точные и итерационные методы решения систем линейных двусторонних алгебраических неравенств.

Задание 3. Метод Агмона-Моцкина. Общий случай. Случай транспортной структуры.

Задание 4. Алгоритм поиска оптимальной вершины многомерного многозначного куба.

Задание 5. Построение и исследование математической модели объемно-календарного планирования. Определение оптимальной стратегии принятия решений.

Задание 5. Построение и исследование общей математической модели сменно-суточного планирования. Фронтальные алгоритмы решения задачи сменно-суточного планирования.

Задания 6. Эволюционно-генетические алгоритмы решения задач сменно-суточного планирования.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все практические задания выполнены в полном объеме и в срок, при этом применен творческий подход к решению нестандартных задач. Описаны все этапы выполнения заданий и результаты работы представлены преподавателю.
отлично	Все практические задания выполнены в полном объеме и в срок. Описаны все этапы выполнения заданий и результаты работы представлены преподавателю.
очень хорошо	Выполнены основные этапы решения задания или задача решена с

Оценка	Критерии оценивания
	незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
хорошо	Выполнены часть этапов решения задания или задача решена с недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
удовлетворительно	Выполнены часть этапов решения задания или задача решена с существенными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю, но с отклонениями от сроков.
неудовлетворительно	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, результаты работы не представлены преподавателю).
плохо	Студент не приступал к выполнению заданий.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-16:

1. Расчет временных характеристик сетевого графика
2. Задача теории расписаний с одним обслуживающим прибором
3. Задача Джонсона для 2-х станков
4. Задача коммивояжера

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все практические задания (лабораторные работы) выполнены в полном объеме и в срок, при этом применен творческий подход к решению нестандартных задач. Описаны все этапы выполнения заданий, код и результаты работы представлены преподавателю.
отлично	Все практические задания (лабораторные работы) выполнены в полном объеме и в срок. Описаны все этапы выполнения заданий, код и результаты работы представлены преподавателю.
очень хорошо	Выполнены основные этапы решения задания (лабораторной работы) или задача решена с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.
хорошо	Выполнены часть этапов решения задания (лабораторной работы) или задача решена с недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю

Оценка	Критерии оценивания
	в срок.
удовлетворительно	Выполнены часть этапов решения задания (лабораторной работы) или задача решена с существенными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю, но с отклонениями от сроков.
неудовлетворительно	Выполнены не все практические задания (лабораторной работы) или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).
плохо	Студент не приступал к выполнению заданий (лабораторной работы).

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	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	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 недочетами, выполнен	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

				недочетами		ы 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-15

1. Построение математической модели в виде системы двусторонних алгебраических неравенств транспортного типа.
2. Исследование математической модели.
3. Постановка многокритериальной задачи объемного планирования.
4. Построение математической модели в виде детерминированной системы принятия решений.
5. Постановка оптимизационной задачи по критерию максимизации дохода.

6. Постановка оптимизационной задачи построения оптимального расписания.
7. Построение и исследование математической модели в виде сетевой канонической структуры.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-16

1. Поиск всех кратчайших путей: алгоритм Флойда, алгоритм Данцига.
2. Метод критического пути.
3. Точные алгоритмы решения честных задач теории расписаний.
4. Рекуррентные соотношения динамического программирования.
5. Эвристические алгоритмы решения поставленной задачи: «жадные» схемы алгоритмов, приближенные алгоритмы с обратной связью.

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. Прилуцкий Михаил Хаимович. Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу «Моделирование сложных систем» при изучении темы «Распределение ресурсов в многоиндексных иерархических системах» : учебно-методическое пособие / М. Х. Прилуцкий, Л. Г. Афраимович ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Фак. вычисл. математики и кибернетики. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2006. - 18 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=824568&idb=0>.
2. Решение дискретных задач с помощью эволюционно-генетических алгоритмов : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 010400 "Приклад. математика и информатика" и специальности 230700 "Приклад. информатика" / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2011. - 199 с.

- ISBN 978-5-91326-119-9 : 692.19., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Прилуцкий Михаил Хаимович. Упорядочение работ и распределение ресурсов в канонических системах «конвейер-сеть» по курсу «Теория систем и системный анализ» : учебное пособие / М. Х. Прилуцкий, В. С. Власов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Факультет вычислительной математики и кибернетики. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2009. - 15 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849405&idb=0>.

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.
4. Пакет MS Office.

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): Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук.

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