

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  
Передовая инженерная школа

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
31.05.2023 г. №6

**Рабочая программа дисциплины**

***Задачи оптимизации на графах***

---

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

---

*(бакалавриат / магистратура / специалитет)*

Направление подготовки / специальность

**090303 Прикладная информатика**

---

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы

**«Суперкомпьютерное моделирование и инженерный анализ»**

---

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

**очная**

---

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижний Новгород

2022

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 « <i>Задачи оптимизации на графах</i> » относится к части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

## 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**	
<b>ПК-15.</b>  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	<b>ПК-15.1. Демонстрирует</b> знание теоретических основ и методологию построения решений фундаментальных задач механики, основы информационных технологий, в том числе суперкомпьютерных технологий.	<b>Знать:</b> теоретические основы и методы построения решений основных задач механики и основ информационных технологий, включая суперкомпьютерные технологии.	Контрольные вопросы Задания
	<b>ПК-15.2. Демонстрирует</b> умение самостоятельно осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности.	<b>Уметь</b> самостоятельно анализировать и выбирать методы и алгоритмы решения профессиональных задач.	
	<b>ПК-15.3. Имеет</b> опыт решения задач механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов суперкомпьютерного моделирования инженерного назначения.	<b>Владеть</b> методами решения задач механики для инженерных целей с использованием современных программ суперкомпьютерного моделирования в соответствии с выбранными методами и построенными алгоритмами.	

<p><b>ПК-16.</b></p> <p><i>Имеет опыт самостоятельного проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов суперкомпьютерного моделирования инженерных задач</i></p>	<p><b>ПК-16.1. Демонстрирует</b> знание особенностей поиска научно-технической информации в различных источниках, методов и технологий её обработки и анализа, а также способов представления.</p> <p><b>ПК-16.2. Демонстрирует</b> 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><b>ПК-16.3. Имеет</b> опыт поиска и анализа научно-технической информации в различных источниках для решения стандартных профессиональных задач, а также опыт публичного представления научных результатов.</p>	<p><b>Знать:</b> особенности поиска научно-технической информации из различных источников, методов и приемов ее обработки и анализа, а также методов представления.</p> <p><b>Уметь</b> 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><b>Иметь практический опыт</b> поиска, подбора и анализа научно-технической информации из различных источников для решения поставленных задач и представления полученных результатов.</p>	<p>Контрольные вопросы Задания</p>
--	---	---	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>66</b>
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- занятия семинарского типа	<b>32</b>
- текущий контроль (КСР)	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>42</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них	аттестация работ обучаю

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
<b>Содержательное описание</b> задач распределения производственных ресурсов при автоматизации производства изделий микроэлектроники	10	2	2		4	6
<b>Задача объемного планирования.</b> Построение математической модели в виде системы двусторонних алгебраических неравенств транспортного типа. Исследование математической модели. Постановка многокритериальной задачи объемного планирования. Алгоритм решения задачи объемного планирования, основанный на поиске оптимальной вершины многомерного многозначного куба. Методы решения систем линейных алгебраических неравенств. Итерационный метод ортогональных проекций Агмона-Моккина. Условия сходимости. Условия конечности.	32	10	10		20	12
<b>Задача объемно-календарного планирования.</b> Построение математической модели в виде детерминированной системы принятия решений. Постановка оптимизационной задачи по критерию максимизации дохода. Рекуррентные соотношения динамического программирования, позволяющие находить оптимальное решение задачи объемно-календарного планирования.	32	10	10		20	12
<b>Задача сменно-суточного планирования.</b> Построение математической модели в виде сетевой канонической структуры. Исследование построенной математической модели. Постановка оптимизационной задачи построения оптимального расписания. Эвристические алгоритмы решения поставленной задачи: «жадные» схемы алгоритмов, приближенные алгоритмы с обратной связью.	32	10	10		20	12
Текущий контроль (КСР)	2					
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>64</b>	<b>42</b>

Занятия семинарского типа организуются, в том числе в форме практической подготовки.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие знаний, умений и навыков применения современных информационных технологий, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме собеседования и практических заданий.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельно выполняется в виде исследовательской работы.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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, без ошибок.	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 отдельными 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 владения материалом. 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.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
--------	--------------------

зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### Критерий оценивания ответов на типовые контрольные вопросы для собеседования и вопросы к экзамену

Результаты ответа	Оценка
Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала.	Превосходно
Студент дал развернутый ответ на все вопросы.	Отлично
Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами.	Очень хорошо
Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами.	Хорошо
Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.	Удовлетворительно
При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.	Неудовлетворительно
Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.	Плохо

### Критерий оценивания практических заданий (лабораторных работ)

Результаты работы	Оценка
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.	Превосходно

Все практические задания (лабораторные работы) выполнены в полном объеме и в срок. Описаны все этапы выполнения заданий, код и результаты работы представлены преподавателю.	Отлично
Выполнены основные этапы решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.	Очень хорошо
Выполнены часть этапов решения задачи или задача решена с недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.	Хорошо
Выполнены часть этапов решения задачи или задача решена с существенными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю, но с отклонениями от сроков.	Удовлетворительно
Выполнены не все практические задания (лабораторные работы) или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).	Неудовлетворительно
Студент не приступал к выполнению практических заданий.	Плохо

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код формируемой компетенции
<ol style="list-style-type: none"> <li>Задачи распределения производственных ресурсов как задачи математического программирования</li> <li>Содержательное описание задачи объемного планирования</li> <li>Содержательное описание задачи объемно-календарного планирования</li> <li>Содержательное описание задачи сменно-суточного планирования</li> <li>Методы решения систем линейных алгебраических неравенств. Точные и итерационные методы.</li> <li>Метод ортогональных проекций Агмона-Моцкина решения систем линейных двусторонних алгебраических неравенств в общем случае. Лемма Агмона-Моцкина.</li> <li>Метод Агмона-Моцкина для систем линейных двусторонних алгебраических неравенств транспортного типа.</li> <li>Конечность, сходимость метода Агмона-Моцкина.</li> <li>Математическая модель объемно-календарного планирования.</li> <li>Понятия состояний, управлений, переходов и доходов.</li> </ol>	ПК-15,
<ol style="list-style-type: none"> <li>Понятие стратегии, оптимальной стратегии.</li> <li>Схема функционирования построенной системы принятия решений</li> <li>Принцип оптимальности динамического программирования применительно к построенной системе принятия решений.</li> <li>Рекуррентные соотношения динамического программирования, позволяющие находить оптимальную стратегию системы принятия решений.</li> <li>Понятие сетевой канонической структуры.</li> <li>Общая математическая модель сменно-суточного планирования.</li> </ol>	ПК-16

17. Теорем о необходимых и достаточных условиях совместности математической модели. 18. Постановки задач сменно-суточного планирования по критериям, связанным с организационными и ресурсными условиями. 19. NP-сложность поставленных задач. 20. Частный случай постановки задачи сменно-суточного планирования. Сведение поставленной задачи к задаче частично-целочисленного линейного программирования. 21. Точные методы решения задач сменно-суточного планирования. 22. Эвристические алгоритмы решения поставленной задачи: «жадные» схемы алгоритмов, приближенные алгоритмы с обратной связью.	
--	--

### **5.2.2. Практические задания для оценки сформированности компетенции ПК-15, ПК-16**

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-Мощкина. 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.

### **5.2.3. Лабораторные работы для оценки сформированности компетенции ПК-15, ПК-16**

1. Расчет временных характеристик сетевого графика
2. Задача теории расписаний с одним обслуживающим прибором
3. Задача Джонсона для 2-х станков
4. Решение систем линейных двусторонних алгебраических неравенств транспортного типа алгоритмом Агмона-Мощкина
5. Эволюционно-генетические алгоритмы решения задач сменно-суточного планирования.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература

1. Афраймович Л.Г., Прилуцкий М.Х. Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу «Моделирование сложных систем» при изучении темы «Распределение ресурсов в многоиндексных иерархических системах» Электронный вариант, зарегистрирован в фонде компьютерных изданий научно-методических



2. Афраймович Л.Г., Прилуцкий М.Х. Распределение ресурсов в иерархических системах транспортного типа. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Новые подходы в исследованиях и разработках информационно-телекоммуникационных систем и технологий». Нижний Новгород, 2007, 78 с.
3. Власов В.С., Прилуцкий М.Х. Упорядочение работ и распределение ресурсов в канонических системах. Учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 69с. <http://www.unn.ru/books/metfiles/konvset.doc>
4. Батищев Д.И., Костюков В.Е., Неймарк Е.А., Старостин Н.В. Решение дискретных задач с помощью эволюционно-генетических алгоритмов: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2011. - 199 с. (60 экз.)

б) дополнительная литература

1. Прилуцкий М.Х., Власов В.С., Кривошеев О.В. Задачи оптимального планирования как задачи распределения ресурсов в сетевых канонических структурах // Информационные технологии. 2017. Т.23, №9, С.650-657.  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29962805>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и 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.

Используемое лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Microsoft Windows, лицензия по подписке Microsoft Imagine; среда разработки семейства Microsoft Visual Studio, лицензия по подписке Microsoft Imagine.

Специальное образовательное пространство «Учебно-лабораторный интерактивный комплекс "Суперкомпьютерное моделирование, проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники", для проведения лабораторных и практических занятий, предусмотренных программой, оснащенное

- высокопроизводительной вычислительной системой: программно-аппаратным комплексом «Логос» (коммерческая лицензия);
- учебный класс с 15 персональными компьютерами с установленным специализированным прикладным программным обеспечением: программный комплекс инженерного назначения Логос (академическая лицензия);
- сетевым оборудованием для доступа к высокопроизводительному ПАК «Логос»;
- офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Специальное образовательное пространство «Инженерный анализ, моделирование и проектирование электронных устройств и двух учебных классов, для проведения лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы, предусмотренных программой, оснащенное

- 2 учебных класса по 9 персональных компьютеров с установленным специализированным прикладным программным обеспечением (академические

лицензии): ПО Логос Аэро-Гидро, ПО Логос-Прочность, ПО Логос-Препост, ПО Логос-Платформа;

- сетевым оборудованием для обеспечения инженерных расчетов с рабочих мест на удаленных высокопроизводительных ресурсах, каналом доступа к высокопроизводительным вычислительным системам: вычислительный центр РФЯЦ-ВНИИЭФ, суперкомпьютер «Лобачевский»;
- офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки **09.03.03 «Прикладная информатика».**

Автор профессор Прилуцкий М.Х.

Рецензент профессор Федосенко Ю.С.

Руководитель отделения профессор М.Х.Прилуцкий

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики

31.05.2023 г. протокол №7