

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**

Анализ и разработка алгоритмов

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

01.04.02 - Прикладная математика и информатика

---

Направленность образовательной программы

Математическая робототехника

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01 Анализ и разработка алгоритмов 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: Знать способы и методы планирования концептуальных и теоретических моделей задач проектной и производственно-технологической деятельности.</p> <p>ПК-11.2: Уметь проводить мониторинг и управление работами при разработке программного обеспечения для решения задач научной и проектно-технологической деятельности</p> <p>ПК-11.3: Владеет навыками работы по развитию алгоритмического аппарата для анализа моделей решаемых производственно-технологических задач</p>	Тест	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-5: Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной деятельности	<p>ПК-5.1: Знает типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности</p> <p>ПК-5.2: Умеет применять типовые математические методы и методологии</p>	<p>ПК-5.1: базовые структуры данных и алгоритмы для работы с информацией, представленной в виде последовательностей символов</p> <p>ПК-5.2: УМЕТЬ профессионально</p>	Задания	Экзамен: Контрольные вопросы

	разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности ПК-5.3: Имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности	разрабатывать и использовать программное обеспечение для решения задач научной деятельности  ПК-5.3: Владеть навыками разработки программного обеспечения для решения задач научной деятельности		
--	---	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>6</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> <b>Экзамен</b>

#### 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
Методы анализа сложности алгоритмов	5	2	2	4	1
Приоритетные очереди и их приложения	17	8	8	16	1
Разделенные множества и их приложения	17	8	8	16	1
Поисковые деревья и их приложения	17	8	8	16	1
Строковые алгоритмы	14	6	6	12	2

Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	32	32	66	6

### Содержание разделов и тем дисциплины

Понятия  $O$ ,  $\Omega$ ,  $\Theta$ -символики, сведения из математического анализа, необходимые для асимптотического оценивания алгоритмов. Определение амортизационных оценок. Определение D-куч, основные комбинаторные свойства D-деревьев, реализация основных операций с D-кучами. Алгоритмы сортировки и построения выпуклой оболочки системы точек на плоскости. Использование приоритетных очередей в данных алгоритмах. Определение биномиальных куч, комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Определение левосторонних куч, комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Определение самоорганизующихся куч, комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Алгоритмы Форда-Беллмана и Дейкстры для решения задачи о кратчайших путях в графе, использование приоритетных очередей. Определение системы разделенных множеств, 4 способа реализации данной структуры данных. Алгоритмы Рэма для решения задачи выделения компонент связности графа и алгоритмы Борувки, Краскала и Прима для решения задачи о минимальном остовном дереве. Использование разделенных множеств. Алгоритм Round Robin для решения задачи о минимальном остовном дереве. Определения красно-черных и АВЛ-деревьев и реализации основных операций с ними. Эффективный алгоритм поиска пары пересекающихся отрезков на плоскости с использованием поисковых деревьев. Определение декартовых деревьев, реализации основных операций с ними. Алгоритмы Бойера-Мура и Кнута-Морриса-Пратта.

#### 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.

Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов:

1. Алексеев В. Е., Таланов В. А. Графы. Модели вычислений. -

<https://www.intuit.ru/studies/courses/101/101/info>.

5

2. Груздев Д.В. Описание лабораторных работ по курсу «Анализ и разработка алгоритмов» / Груздев Д.В., Таланов В.А., Малышев Д.С. Из-во ННГУ, 2011.

3. Видеолекции курса «Алгоритмы и структуры данных» – <https://yandexdataschool.ru/edu-process/courses/algorithms>.

#### 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 - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

1. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Какая из перечисленных функций принадлежит классу  $\Omega(n^2)$ ?

- 1)  $n^2 \log n$
- 2)  $3n^{4/3} + 2n$
- 3)  $100 n \log n$

2. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Какая из перечисленных функций принадлежит классу  $\Theta(n^3)$ ?

- 1)  $n^3 \log n$
- 2)  $3n^3 + 2n$
- 3)  $n^2 \log n$

3. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Какая из перечисленных функций не принадлежит классу  $O(n^2)$ ?

- 1)  $n^2 \log n$
- 2)  $3n^3 + 2n$
- 3)  $n \log n$

4. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Какие из следующих операций выполняются за время  $O(1)$  в неупорядоченном динамическом списке с двусторонними связями?

- 1) поиск элемента по ключу
- 2) удаление заданного элемента
- 3) удаление элемента по заданному ключу

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	51-100%
не зачтено	0-50%

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

- № 1. Нахождение минимального остова граф
- № 2. Создание и использование словаря
- № 3. Поиск фрагмента в тексте
- № 4. Сортировки
- № 5. Построение вершин выпуклой оболочки точек на плоскости
- № 6. Поиск пары пересекающихся отрезков

№ 7. Выделение компонент связности графа

№ 8. Поиск фрагмента в тексте

№ 9. Поиск пары пересекающихся отрезков

№ 10. Нахождение кратчайших путей в графе ПК

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все задания решены полностью или решение заданий обосновано, но допущены арифметические ошибки
не зачтено	Задания не решены или сделан только первый этап в решении задания

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

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор 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 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	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

						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	<b>превосходно</b>	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
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	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	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	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. Сформулируйте понятия  $O$ ,  $W$ ,  $q$ -символики и приведите сведения из математического анализа, необходимые для асимптотического оценивания алгоритмов. Дайте определение амортизационных оценок и приведите примеры.

2. Приведите определение  $D$ -куч, сформулируйте основные комбинаторные свойства  $D$ -деревьев,

приведите реализации основных операций с D-кучами, приведите примеры.

3. Опишите известные вам алгоритмы сортировки и построения выпуклой оболочки системы точек на плоскости. Опишите использование приоритетных очередей в данных алгоритмах. Приведите примеры.

4. Сформулируйте определение биномиальных куч, опишите комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Приведите примеры.

5. Сформулируйте определение левосторонних куч, опишите комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Приведите примеры.

6. Сформулируйте определение самоорганизующихся куч, опишите комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Приведите примеры.

7. Приведите алгоритмы Форда-Беллмана и Дейкстры для решения задачи о кратчайших путях в графе, опишите, каким образом использование приоритетных очередей улучшает алгоритм Дейкстры. Приведите примеры.

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5**

1. Приведите определение системы разделенных множеств, опишите 4 способа реализации данной структуры данных. Приведите примеры.

2. Опишите алгоритмы Рэма для решения задачи выделения компонент связности графа и алгоритмы Борушки, Краскала и Прима для решения задачи о минимальном остовном дереве. Опишите, каким образом использование разделенных множеств помогает улучшить данные алгоритмы. Приведите примеры.

3. Опишите алгоритм Round Robin для решения задачи о минимальном остовном дереве. Приведите примеры.

4. Сформулируйте определения красно-черных и AVL-деревьев и опишите реализации основных операций с ними. Приведите примеры.

5. Опишите эффективный алгоритм поиска пары пересекающихся отрезков на плоскости с использованием поисковых деревьев. Приведите примеры.

6. Сформулируйте определение декартовых деревьев, опишите реализации основных операций с ними. Приведите примеры.

7. Опишите алгоритмы Бойера-Мура и Кнута-Морриса-Пратта. Приведите примеры.



## Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	свободное владение основным и дополнительным материалом без ошибок и погрешностей
отлично	свободное владение основным материалом с незначительными ошибками и погрешностями
очень хорошо	достаточное владение основным материалом с незначительными погрешностями
хорошо	владение основным материалом с рядом заметных погрешностей
удовлетворительно	владение минимальным материалом, необходимым по данному предмету, с рядом ошибок
неудовлетворительно	владение материалом недостаточно, необходима дополнительная подготовка. Работу за время семестра можно оценить как неудовлетворительную
плохо	отсутствие владения материалом. Работа за время семестра была оценена на «плохо»

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

Основная литература:

1. Алексеев Владимир Евгеньевич. Графы. Модели вычислений. Структуры данных : учеб. для студентов, обучающихся по специальности 010200- Приклад. математика и 510200-Приклад. математика и информатика / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2005. - 307 с. : ил. - ISBN 5-85747-810-8 : 100.00., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Кнут Дональд Э. Искусство программирования : пер. с англ. Т. 1. Основные алгоритмы. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Вильямс, 2000. - 720 с. - ISBN 0-201-89683-4 (англ.) : 317.00., 1 экз.

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

нет

## 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): Малышев Дмитрий Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор.

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

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