

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 от «30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины**

**Анализ и разработка алгоритмов**

---

Уровень высшего образования  
**магистратура**

---

Направление подготовки  
**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

---

Направленность образовательной программы  
**Компьютерные науки и приложения**

---

Форма обучения  
**очная**

---

Нижегород  
2022

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Курс Б1.О.03 «Анализ и разработка алгоритмов» относится к Блоку 1 части ОПОП, обязательная часть, магистратуры по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика». Дисциплина «Анализ и разработка алгоритмов» преподается в первом семестре. Трудоемкость составляет 5 зачетных единицы, 180 час., экзамен.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.03, «Анализ и разработка алгоритмов» относится к обязательной части ООП направления подготовки «01.04.02 Прикладная математика и информатика».

## 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	
ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1. Знает современные математические методы решения прикладных задач	Знать базовые структуры данных и алгоритмы	Практические работы, тест
	ОПК-2.2. Умеет совершенствовать математические методы решения прикладных задач	Применять изученные структуры данных и алгоритмы при решении производственно-технологических задач	Практические работы, тест
	ОПК-2.3. Имеет навыки создания новых математических методов решения прикладных задач	Уметь реализовывать изученные структуры данных и алгоритмы на стандартных алгоритмических языках программирования	Практические работы, тест
ПК-3 Способен представлять результаты проведенной работы в области профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает методы подготовки отчетов, статей, докладов, презентаций, публикаций по результатам проведенной работы в области	Знать требования к оформлению отчетных материалов, содержащих сведения из области анализа и разработки алгоритмов	Практические работы, тест

	профессиональной деятельности.		
	ПК-3.2. Умеет оформлять отчеты, статьи, доклады, презентации по результатам проведенной работы в области профессиональной деятельности	Уметь готовить отчетные материалы, содержащие сведения из области анализа и разработки алгоритмов	Практические работы, тест
	ПК-3.3. Имеет опыт подготовки отчетов, докладов, статей, презентаций по результатам проведенной работы в области профессиональной деятельности.	Иметь опыт подготовки отчетных материалов, содержащих сведения из области анализа и разработки алгоритмов	Практические работы, тест

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>5 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>180</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>66</b>
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- текущий контроль (КСР)	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>78</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				Самостоятельная работа обучающихся, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Методы анализа сложности алгоритмов	22	6	6		12	10
Тема 2. Приоритетные очереди и их приложения	29	6	6		12	17
Тема 3. Разделенные множества и их приложения	29	6	6		12	17
Тема 4. Поисковые деревья и их приложения	29	6	6		12	17
Тема 5. Строковые алгоритмы	33	8	8		16	17
Текущий контроль (КСР)	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>66</b>	<b>78</b>

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает:

выполнение практических работ, связанных с разработкой и ускорением алгоритмов, работой с графами.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

Построение математических моделей и исследование их аналитическими методами, разработка методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов;

Разработка и применение современных высокопроизводительных вычислительных технологий, применение современных суперкомпьютеров в проводимых исследованиях;

Развитие и использование математических и информационных инструментальных средств, автоматизированных систем в научной и практической деятельности;

Изучение новых научных результатов, научной литературы или научно-исследовательских проектов в области прикладной математики и информатики в соответствии с тематикой проводимых исследований.

- компетенций - ПК-11, ПК-4.

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях лекционного типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

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

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Анализ и разработка алгоритмов» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, написание реферата и подготовку к зачету.

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 ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных 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 незначительными 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

	отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	недочетами.	недочетами	недочетов.	недочетов.	
--	-------------------------------	----------------------------	-------------	------------	------------	------------	--

### 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»

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

### 5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
1. Сформулируйте понятия $O$ , $\Omega$ , $\theta$ -символики и приведите сведения из математического анализа, необходимые для асимптотического оценивания алгоритмов. Дайте определение амортизационных оценок и приведите примеры.	ПК-3
2. Приведите определение D-куч, сформулируйте основные комбинаторные свойства D-деревьев, приведите реализации основных операций с D-кучами, приведите примеры.	ПК-3
3. Опишите известные вам алгоритмы сортировки и построения выпуклой оболочки системы точек на плоскости. Опишите использование приоритетных очередей в данных алгоритмах. Приведите примеры.	ОПК-2
4. Сформулируйте определение биномиальных куч, опишите комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Приведите примеры.	ОПК-2
5. Сформулируйте определение левосторонних куч, опишите комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Приведите примеры.	ПК-3
6. Сформулируйте определение самоорганизующихся куч, опишите комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Приведите примеры.	ОПК-2
7. Приведите алгоритмы Форда-Беллмана и Дейкстры для решения задачи о кратчайших путях в графе, опишите, каким образом использование	ПК-3

приоритетных очередей улучшает алгоритм Дейкстры. Приведите примеры.	
8. Приведите определение системы разделенных множеств, опишите 4 способа реализации данной структуры данных. Приведите примеры.	ОПК-2
9. Опишите алгоритмы Рэма для решения задачи выделения компонент связности графа и алгоритмы Борувки, Краскала и Прима для решения задачи о минимальном остовном дереве. Опишите, каким образом использование разделенных множеств помогает улучшить данные алгоритмы. Приведите примеры.	ПК-3
10. Опишите алгоритм Round Robin для решения задачи о минимальном остовном дереве. Приведите примеры.	ПК-3
11. Сформулируйте определения красно-черных и AVL-деревьев и опишите реализации основных операций с ними. Приведите примеры.	ОПК-2
12. Опишите эффективный алгоритм поиска пары пересекающихся отрезков на плоскости с использованием поисковых деревьев. Приведите примеры.	ОПК-2
13. Сформулируйте определение декартовых деревьев, опишите реализации основных операций с ними. Приведите примеры.	ПК-3
14. Опишите алгоритмы Бойера-Мура и Кнута-Морриса-Пратта. Приведите примеры.	ОПК-2

### 5.2.2. Практические работы для оценки сформированности компетенции ПК-3

Практическая работа № 1  
Нахождение минимального остова графа

Практическая работа № 2  
Создание и использование словаря

Практическая работа № 3  
Поиск фрагмента в тексте

Практическая работа № 4  
Сортировки

Практическая работа № 5  
Построение вершин выпуклой оболочки точек на плоскости

Практическая работа № 6  
Поиск пары пересекающихся отрезков

Практическая работа № 7  
Выделение компонент связности графа

Практическая работа № 8  
Поиск фрагмента в тексте

Практическая работа № 9  
Поиск пары пересекающихся отрезков

Практическая работа № 10  
Нахождение кратчайших путей в графе

Практическая работа № 11  
Нахождение минимального остова графа

Практическая работа № 12  
Создание и использование словаря

Практическая работа № 13  
Сортировки

Практическая работа № 14  
Построение вершин выпуклой оболочки точек на плоскости

Практическая работа № 15  
Выделение компонент связности графа

**5.2.4. Тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-3 (правильный вариант отмечен знаком +)**

1. ПК-11 (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-11 (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-4 (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-11 (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
  
5. ПК-11 (тип вопроса – единственный выбор) За какое время в худшем случае выполняется операция объединения двух подмножеств системы разделенных множеств, если для представления разделенных множеств используется массив?
  - 1)  $O(1)$
  - 2)  $\Theta(\log n)$
  - 3)  $\Theta(n)$  (+)
  
6. ПК-11 (тип вопроса – единственный выбор) За какое время в худшем случае выполняется операция объединения двух подмножеств системы разделенных множеств, если для представления разделенных множеств используется древовидная структура с рангами вершин?

- 1)  $O(1)$  (+)
- 2)  $\Theta(\log n)$
- 3)  $\Theta(n)$

7. ПК-11 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции удаления элемента из  $d$ -кучи составляет ( $n$  – количество элементов)

- 1)  $\Theta(d \log_d n)$  (+)
- 2)  $\Theta(d n)$
- 3)  $\Theta(d n^2)$

8. ПК-4 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции поиска минимума/максимума в  $d$ -куче составляет:

- 1)  $O(1)$  (+)
- 2)  $\Theta(\log n)$
- 3)  $O(d)$

9. ПК-4 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции вставки элемента в левостороннюю кучу составляет

- 1)  $O(1)$
- 2)  $O(\log n)$  (+)
- 3)  $\Theta(n)$

10. ПК-11 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции вставки элемента в самоорганизующуюся кучу составляет

- 1)  $O(1)$
- 2)  $O(\log n)$
- 3)  $O(n)$  (+)

11. ПК-11 (тип вопроса – единственный выбор) Амортизационная трудоемкость операции вставки элемента в самоорганизующуюся кучу составляет

- 1)  $O(1)$
- 2)  $O(\log n)$ (+)
- 3)  $\Theta(n)$

12. ПК-4 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции удаления элемента в биномиальной очереди составляет

- 1)  $O(1)$
- 2)  $O(\log n)$  (+)
- 3)  $\Theta(n)$

13. ПК-11 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции вставки элемента в биномиальную очередь составляет

- 1)  $O(1)$
- 2)  $O(\log n)$  (+)
- 3)  $\Theta(n)$

14. ПК-4 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции удаления элемента из красно-черного поискового дерева составляет

- 1)  $O(1)$
- 2)  $O(\log n)$  (+)
- 3)  $\Theta(n)$

15. ПК-11 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции удаления элемента из АВЛ дерева составляет:

- 1)  $O(1)$
- 2)  $O(\log n)$  (+)
- 3)  $\Theta(n)$

16. ПК-11 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае сортировки массива алгоритмом быстрой сортировки составляет:

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

17. ПК-4 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в среднем сортировки массива алгоритмом быстрой сортировки составляет:

- 1)  $O(n)$
- 2)  $O(n \log n) (+)$
- 3)  $\Theta(n^2)$

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

Алексеев В. Е., Таланов В. А. Графы. Модели вычислений. Алгоритмы. 2016. 153 стр. (режим доступа: электронная библиотека ONLINE, переход по ссылке: <http://e.lanbook/100593?category=1540>).

---

б) дополнительная литература:

Бабенко М.А., Левин М.В. Введение в теорию алгоритмов и структур данных. 2016. 144 стр. (режим доступа: электронная библиотека «Лань», переход по ссылке: [https://e.lanbook.com/book/80136#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/80136#book_name))

---

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Александр Куликов Алгоритмы и структуры данных (первый семестр)  
[www.youtube.com/watch?v=pxR3UoO9c9w](http://www.youtube.com/watch?v=pxR3UoO9c9w)

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного типа), 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 ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Автор: \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н., проф. Д. С. Малышев

Рецензент: \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н., доц. Н.Ю. Золотых

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от «30» ноября 2022 г. № 13