

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 от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Анализ и разработка алгоритмов

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки
02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Направленность образовательной программы
Искусственный интеллект

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 «Анализ и разработка алгоритмов» относится к дисциплинам по выбору части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений, «Дисциплины (модули)» направления подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», направленность «Искусственный интеллект». Дисциплина преподается в первом семестре.

№ Варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплина по выбору	Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 «Анализ и разработка алгоритмов» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, 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**	
ПК-8. Способен к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности	ПК-8.1. Знает принципы сбора и анализа информации, создания сложных информационных систем на стадиях жизненного цикла в условиях командной работы над проектами.	<u>Знает</u> структуры данных, алгоритмы в области когнитивных систем, анализа и разработки алгоритмов. <u>Знает</u> способы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей задач проектной и производственно-технологической деятельности.	собеседование
	ПК-8.2. Умеет осуществлять управление проектами сложных информационных систем, в том числе, создаваемых на разных языках, на базе нескольких библиотек.	<u>Умеет</u> профессионально разрабатывать программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	Собеседование, задачи
	ПК-8.3. Имеет практический опыт анализа и интерпретации	<u>Владеет</u> способностью профессионально разрабатывать программное обеспечение для	Задачи

	сложных информационных систем.	решения задач научной и проектно-технологической деятельности. <u>Владеет</u> навыками работы по развитию алгоритмического аппарата самостоятельно и в составе научно-исследовательского коллектива.	
--	--------------------------------	---	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе:	
аудиторные занятия (контактная работа):	50
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	
занятия лабораторного типа	16
- текущий контроль (КСР)	2
самостоятельная работа (в том числе 36 часов на подготовку к экзамену)	58
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2 Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				Самостоятельная работа студента, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего контактных часов	
Тема 1. Методы анализа сложности алгоритмов	14	2		1	3	11
Тема 2. Приоритетные очереди и их приложения	29	12		6	18	11
Тема 3. Разделенные множества и их приложения	21	6		3	9	12
Тема 4. Поисковые деревья и их	24	8		4	12	12

приложения						
Тема 5. Строковые алгоритмы	18	4		2	6	12
Текущий контроль (КСР)	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					36
Итого	144	32		16	66	94

Практические занятия (лабораторные 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: нахождение минимального остова графа; создание и использование словаря; поиск фрагмента в тексте; поиск фрагмента в тексте; поиск пары пересекающихся отрезков; выделение компонент связности графа; поиск фрагмента в тексте; нахождение кратчайших путей в графе.

На проведение практических занятий (лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 16 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: Разработка, тестирование, оптимизация программного обеспечения (ПО). Разработка технической документации на продукцию в сфере ИТ.
- компетенций – ПК-8: Способен к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности (ПК-8.3: Имеет практический опыт анализа и интерпретации сложных информационных систем.).

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций. Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде работы с рекомендованной обязательной и дополнительной литературой, подготовке к лекциям, подготовке к экзамену и выполнения лабораторных работ. 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, 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 несущественным 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Имеется минимальный набор навыков для	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных	Продemonстрирован творческий подход к решению

	ть оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	решения стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач без ошибок и недочетов.	ых задач без ошибок и недочетов.	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»

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

5.2.1 Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-8

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1. Сформулируйте понятия O , Ω , θ -символики и приведите сведения из математического анализа, необходимые для асимптотического оценивания алгоритмов. Дайте определение амортизационных оценок и приведите примеры.	ПК-8
2. Приведите определение D-куч, сформулируйте основные комбинаторные свойства D-деревьев, приведите реализации основных операций с D-кучами, приведите примеры.	ПК-8
3. Опишите известные вам алгоритмы сортировки и построения выпуклой оболочки системы точек на плоскости. Опишите использование приоритетных очередей в данных алгоритмах. Приведите примеры.	ПК-8
4. Сформулируйте определение биномиальных куч, опишите комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Приведите примеры.	ПК-8
5. Сформулируйте определение левосторонних куч, опишите комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Приведите примеры.	ПК-8
6. Сформулируйте определение самоорганизующихся куч, опишите комбинаторные свойства таких куч и реализации основных операций. Приведите примеры.	ПК-8
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.	ПК-8
8. Приведите определение системы разделенных множеств, опишите 4 способа реализации данной структуры данных. Приведите примеры.	ПК-8
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-8
10. Опишите алгоритм Round Robin для решения задачи о минимальном остовном дереве. Приведите примеры.	ПК-8
11. Сформулируйте определения красно-черных и AVL-деревьев и опишите реализации основных операций с ними. Приведите примеры.	ПК-8
12. Опишите эффективный алгоритм поиска пары пересекающихся отрезков на плоскости с использованием поисковых деревьев. Приведите примеры.	ПК-8
13. Сформулируйте определение декартовых деревьев, опишите реализации основных операций с ними. Приведите примеры.	ПК-8
14. Опишите алгоритмы Бойера-Мура и Кнута-Морриса-Пратта. Приведите примеры.	ПК-8

5.2.2 Типовые задания практических контрольных работ для оценки компетенции ПК-8

Задания практических контрольных работ	Компетенция
Практическая работа № 1. Нахождение минимального остова графа	ПК-8
Практическая работа № 2. Создание и использование словаря	ПК-8
Практическая работа № 3. Поиск фрагмента в тексте	ПК-8
Практическая работа № 4. Сортировки	ПК-8
Практическая работа № 5. Построение вершин выпуклой оболочки точек на плоскости	ПК-8
Практическая работа № 6. Поиск пары пересекающихся отрезков	ПК-8
Практическая работа № 7. Выделение компонент связности графа	ПК-8
Практическая работа № 8. Поиск фрагмента в тексте	ПК-8
Практическая работа № 9. Поиск пары пересекающихся отрезков	ПК-8
Практическая работа № 10. Нахождение кратчайших путей в графе	ПК-8

5.2.3. Тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК -8

Задания	Компетенция
<p>1. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Какая из перечисленных функций принадлежит классу $\Omega(n^2)$?</p> <p>1) $n^2 \log n$ 2) $3n^{4/3} + 2n$ 3) $100 n \log n$</p> <p>2. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Какая из перечисленных функций принадлежит классу $\Theta(n^3)$?</p> <p>1) $n^3 \log n$ 2) $3n^3 + 2n$ 3) $n^2 \log n$</p> <p>3. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Какая из перечисленных функций <i>не</i> принадлежит классу $O(n^2)$?</p> <p>1) $n^2 \log n$ 2) $3n^3 + 2n$ 3) $n \log n$</p> <p>4. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Какие из следующих операций выполняются за время $O(1)$ в неупорядоченном динамическом списке с двусторонними связями?</p>	ПК-8

<p>1) поиск элемента по ключу</p> <p>2) удаление заданного элемента</p> <p>3) удаление элемента по заданному ключу</p> <p>5. ПК-8 (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?</p> <p>1) $O(1)$</p> <p>2) $\Theta(\log n)$</p> <p>3) $\Theta(n)$</p> <p>6. ПК-8 (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?</p> <p>1) $O(1)$</p> <p>2) $\Theta(\log n)$</p> <p>3) $\Theta(n)$</p> <p>7. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции удаления элемента из d-кучи составляет (n – количество элементов)</p> <p>1) $\Theta(d \log_d n)$</p> <p>2) $\Theta(d n)$</p> <p>3) $\Theta(d n^2)$</p> <p>8. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции поиска минимума/максимума в d-куче составляет:</p> <p>1) $O(1)$</p> <p>2) $\Theta(\log n)$</p> <p>3) $O(d)$</p> <p>9. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции вставки элемента в левостороннюю кучу составляет</p> <p>1) $O(1)$</p> <p>2) $O(\log n)$</p> <p>3) $\Theta(n)$</p> <p>10. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции вставки элемента в самоорганизующуюся кучу составляет</p> <p>1) $O(1)$</p> <p>2) $O(\log n)$</p> <p>3) $O(n)$</p> <p>11. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Амортизационная трудоемкость операции вставки элемента в самоорганизующуюся кучу составляет</p> <p>1) $O(1)$</p> <p>2) $O(\log n)$</p> <p>3) $\Theta(n)$</p> <p>12. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции удаления элемента в биномиальной очереди составляет</p> <p>1) $O(1)$</p> <p>2) $O(\log n)$</p> <p>3) $\Theta(n)$</p>	
---	--

<p>13. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции вставки элемента в биномиальную очередь составляет</p> <p>1) $O(1)$ 2) $O(\log n)$ 3) $\Theta(n)$</p> <p>14. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции удаления элемента из красно-черного поискового дерева составляет</p> <p>1) $O(1)$ 2) $O(\log n)$ 3) $\Theta(n)$</p> <p>15. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае операции удаления элемента из АВЛ дерева составляет:</p> <p>1) $O(1)$ 2) $O(\log n)$ 3) $\Theta(n)$</p> <p>16. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в худшем случае сортировки массива алгоритмом быстрой сортировки составляет:</p> <p>1) $O(n)$ 2) $O(n \log n)$ 3) $O(n^2)$</p> <p>17. ПК-8 (тип вопроса – единственный выбор) Трудоемкость в среднем сортировки массива алгоритмом быстрой сортировки составляет:</p> <p>1) $O(n)$ 2) $O(n \log n)$ 3) $\Theta(n^2)$</p>	
---	--

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:

2. 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)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерный класс, проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках и на кафедре математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Автор д.ф.-м.н., проф. Д. С. Малышев

Заведующий кафедрой АГиДМ Н.Ю.Золотых

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.