

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

Алгоритмы и анализ сложности

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы
Сопряженная разработка программного и аппаратного обеспечения

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.13 Алгоритмы и анализ сложности 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-2: Способен к применению общенаучных базовых знаний математических и естественных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий; применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии	ПК-2.1: Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, имеет научные знания в теории информационных систем ПК-2.2: Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности ПК-2.3: Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий	ПК-2.1: Знание базовых структуры данных и алгоритмов ПК-2.2: Уметь реализовать базовые структуры данных и алгоритмы ПК-2.3: Навыки применения базовых структур данных и алгоритмов	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Тест

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), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Методы анализа сложности алгоритмов	11	2	2	4	7
Приоритетные очереди и их приложения	32	12	12	24	8
Разделенные множества и их приложения	21	6	6	12	9
Поисковые деревья и их приложения	25	8	8	16	9
Строковые алгоритмы	17	4	4	8	9
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	42

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Методы анализа сложности алгоритмов: Виды асимптотических оценок алгоритмов. O , Ω , Θ -символика и другие сведения из математического анализа, необходимые для асимптотического оценивания алгоритмов. Амортизационные оценки. Методы доказательства амортизационных оценок. Амортизационный анализ работы двоичного счетчика, модифицированных стеков и очередей.

2. Приоритетные очереди и их приложения: Структура данных – приоритетная очередь. Реализация приоритетных очередей на основе завершенных d -арных деревьев. Комбинаторные свойства таких деревьев.

Комбинаторные свойства левосторонних деревьев, реализация приоритетных очередей на их основе, оценки выполнения основных операций. Комбинаторные свойства биномиальных деревьев. Реализация приоритетных очередей на основе биномиальных деревьев с оценками трудоемкостей. Задача сортировки данных и ее решение пирамидальной сортировкой. Задача о выпуклой оболочке системы точек на плоскости и алгоритм Грэма для ее решения. Задача о кратчайших путях в графе и ее решение с использованием приоритетной очереди.

3. Разделенные множества и их приложения: Структура данных – разделенное множество. Реализации разделенных множеств при помощи списков, с помощью деревьев со сжатием и без сжатия путей. Оценки трудоемкости операций. Теоремы Хопкрофта-Ульмана и Тарьяна. Задача о минимальном остовном дереве, ее решение при помощи разделенных множеств.

4. Поисковые деревья и их приложения: Структура данных – поисковое дерево. Критерии и способы балансировки поисковых деревьев. Красно-черные деревья и их комбинаторные свойства. AVL-деревья и их комбинаторные свойства. B-деревья и их комбинаторные свойства. Декартовы деревья. Задача о поиске пары пересекающихся отрезков на плоскости, ее решение при помощи поисковых деревьев.

5. Строковые алгоритмы: Алгоритмы поиска фрагментов в текстах («наивный», Рабина-Карпа, Бойера-Мура, Кнута-Морриса-Пратта). Суффиксные деревья и алгоритмы (по МакКрейту и Укконену) их построения. Доказательство оценок трудоемкости.

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.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Алгоритмы и анализ сложности» включает работу с дополнительной литературой и прослушивание онлайн-курсов лекций. Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов:

1. Алексеев В. Е., Таланов В. А. Графы. Модели вычислений. Структуры данных: учебник для студентов вузов. Из-во ННГУ. 2005. 307 стр.
2. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. Из-во МЦНМО. 1999. 960 стр.
3. www.youtube.com/watch?v=pxR3UoO9c9w, www.yandexdataschool.ru/edu-process/courses/algorithms/

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 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 - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Л.р. № 1. Нахождение кратчайших путей в графе

Л.р. № 2. Сортировки

Л.р. № 3. Построение вершин выпуклой оболочки точек на плоскости

Л.р. № 4. Выделение компонент связности графа

Л.р. № 5. Нахождение кратчайших путей в графе

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Программа работает на всех тестовых данных, показывает производительность, соответствующую теоретическим оценкам, студент отвечает на все вопросы.
не зачтено	Не выполнены все критерии на оценку "зачтено".

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	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продемонстрированы основные умения. Решены	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все

	умений вследствие отказа обучающегося от ответа	основные умения. Имели место грубые ошибки	типичные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<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 некоторыми и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Л.р. № 1. Нахождение кратчайших путей в графе

Л.р. № 2. Сортировки

Л.р. № 3. Построение вершин выпуклой оболочки точек на плоскости

Л.р. № 4. Выделение компонент связности графа

Л.р. № 5. Нахождение кратчайших путей в графе

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
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»
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»

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

Основная литература:

1. Алексеев Владимир Евгеньевич. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений : учеб. для студентов, обучающихся по специальности 010200 - Приклад. математика и информатика и по направлению 510200 - Приклад. математика и информатика . - М. : Интернет-

Университет Информационных Технологий : Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 320 с. : ил., табл. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-94774-543-6 (Бином.ЛЗ) : 160.00., 1 экз.
2. Кормен Томас. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. - М. : МЦНМО, 1999. - 960 с. : 263 ил. - (Классические учебники : Computer Science). - ISBN 5-900916-37-5 : 95.00., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Бабенко М. А. Введение в теорию алгоритмов и структур данных / Бабенко М. А., Левин М. В. - Москва : МЦНМО, 2016. - 144 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции МЦНМО - Математика. - ISBN 978-5-4439-2396-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=716705&idb=0>.

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

www.youtube.com/watch?v=pxR3UoO9c9w

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 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

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 02.12.2024, протокол № 5.