

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  
от 30.11.2022 г. протокол № 13

**Рабочая программа дисциплины**  
**Анализ и разработка алгоритмов. Дополнительные**  
**главы**

---

Уровень высшего образования  
**магистратура**

---

Направление подготовки  
**010402 Прикладная математика и информатика**

---

Направленность образовательной программы  
**Вычислительные методы и суперкомпьютерные технологии**

---

Форма обучения  
**очная**

---

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Анализ и разработка алгоритмов. Дополнительные главы» (Б1.В.ДВ.04.03) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и предназначена для студентов 1-го курса магистратуры, обучающихся по специальности «Прикладная математика и информатика» (2 семестр).

Целями освоения дисциплины «Анализ и разработка алгоритмов. Дополнительные главы» являются овладение продвинутой структурой данных и алгоритмами для работы с информацией, представленной в виде последовательностей символов, а также прививание навыков оценивания сложности таких алгоритмов.

## 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-4 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-4.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	ЗНАТЬ базовые структуры данных и алгоритмы для работы с информацией, представленной в виде последовательностей символов	Собеседование (зачет)
	ПК-4.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	УМЕТЬ профессионально разрабатывать и использовать программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической	Контрольная работа
ПК-11 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач производственно-технологической деятельности	ПК-11.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач	ЗНАТЬ технологии разработки и анализа алгоритмических, методических и технологических проблем.	Собеседование (зачет)
	ПК-11.2. Умеет применять методы	УМЕТЬ разрабатывать и применять	Контрольная работа

	<i>разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</i>	математические методы для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	
--	---	---	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>33</b>
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	1
<b>самостоятельная работа</b>	<b>75</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет</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				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Период строки. Префикс функция. Z-функция.	7	1	1		2	5
Trie(бор) структура. Алгоритм Ахо-Корасик. Функция ошибок.	7	1	1		2	5
Суффиксный бор. Алгоритм Укконена. Задача о наибольшей общей подстроке.	7	1	1		2	5
RMQ, SMQ и LCA структуры. Статический и динамический варианты.	7	1	1		2	5
Суффиксный массив. Построение суффиксного массива за линейное время. Построение LCP массива за линейное время.	7	1	1		2	5
Применение техник хеширования для строковых задач. Алгоритм Рабина-Карпа.	7	1	1		2	5
Приближенное сопоставление строк с джокерами. Разные алгоритмы.	7	1	1		2	5
Приближенное сопоставление строк по метрикам Хемминга и Левенштейна.	7	1	1		2	5

Задача о наибольшей общей подпоследовательности. Алгоритм Ханта-Сцимански, метод четырех русских.	7	1	1		2	5
Построение сжатых индексов. Преобразование Барроуза-Уилера. Wavelet tree.	8	1	1		2	6
Конечные автоматы, введение. Минимальный автомат. Алгоритм Мура, Алгоритм Хопкрофта.	8	1	1		2	6
Недетерминированные конечные автоматы. Регулярные выражения и регулярные языки.	8	1	1		2	6
Сведение регулярного выражения к НКА. Сведение ДКА к регулярному выражению. Лемма о накачке.	10	2	2		4	6
Контекстно свободные грамматики. Сведение к нормальной форме Хомского. Алгоритм СЮК.	10	2	2		4	6
Текущий контроль (КСР)	1					
Промежуточная аттестация – зачет					1	
Итого	108	16	16	0	33	75

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

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

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

##### Виды самостоятельной работы студентов

- Выполнение дополнительных теоретических и практических заданий.
- Изучение дополнительных тем, указанных преподавателем.
- Программная реализация алгоритмов построения суффиксного и префиксного боров, суффиксного массива, LCP массива и др.

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 теоретическо	Уровень знаний ниже минималь-	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,

	го материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	ных требований. Имели место грубые ошибки.	знаний. Допущено много негрубых ошибки.	соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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 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»

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

### 5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
1. Сформулируйте понятие периода и бордера строки. Сформулируйте понятия префикс функции и Z-функции. Приведите линейные алгоритмы построения последних.	ПК-4
2. Опишите алгоритм построения префиксного бора по набору образцов. Сформулируйте понятие функции ошибок. Опишите алгоритм Ахо-Корасик.	ПК-4
3. Дайте определение суффиксного бора. Каким образом можно осуществить сжатие суффиксного бора до линейной памяти? Приведите алгоритм Укконена.	ПК-4
4. Дайте определение суффиксного массива. Каким образом и за какое время можно решать задачу о подстроке пользуясь суффиксным массивом? Расскажите как строить суффиксный массив за линейное время.	ПК-4
5. Дайте определения SMQ, RMQ и LCA структур, их статических и динамических вариантов. Какую сложность имеют основные операции данных структур в статическом и динамическом вариантах? Приведите конкретные методы приводящие к этим трудоемкостям.	ПК-4
6. Дайте определение LCP массива. Приведите линейный алгоритм построения LCP массива. Для каких задач используется LCP-массив?	ПК-4
7. Сформулируйте задачу сопоставления двух строк с джокерами. Приведите алгоритм основанный на алгоритме Ахо-Корасик. Приведите алгоритм основанный на быстром преобразовании Фурье. Приведите алгоритм основанный на технике полиномиального хеширования.	ПК-4
8. Сформулируйте задачу сопоставления двух строк с не более чем $k$ ошибками. Приведите алгоритм который решает данную задачу за время $O(nk)$ с использованием LCP-структуры для метрики Хемминга. Приведите алгоритм Ландау-Вишкина, который решает аналогичную задачу для метрики Левенштейна.	ПК-11
9. Расскажите о том как техники хеширования могут применяться для задач на строках. Расскажите о полиномиальном хешировании. Расскажите алгоритм Рабина-Карпа.	ПК-11
10. Опишите задачу построения сжатого индекса. Каким образом это осуществимо? Расскажите о преобразовании Барроуза-Уилера. Опишите структуру данных wavelet tree.	ПК-11
11. Сформулируйте задачи о наибольшей общей подстроке и о наибольшей общей подпоследовательности. Как первая из этих задач может быть решена за линейное время. Приведите алгоритм Ханта-Сцимански и метод «четырёх русских» для второй задачи.	ПК-11

12. Дайте определения детерминированного и недетерминированного конечных автоматов. Дайте определения регулярных выражений и языков. Дайте определение минимального автомата. Приведите алгоритмы минимизации Мура и Хопкрофта.	ПК-11
13. Опишите метод сведения регулярного выражения к недетерминированному конечному автомату. Опишите метод сведения регулярного выражения к детерминированному конечному автомату. Сформулируйте и докажите лемму о накачке.	ПК-11
14. Дайте определения и примеры контекстно свободных грамматик. Дайте определение нормальной формы Хомского. Как осуществляется приведение к нормальной форме Хомского. Расскажите алгоритм СΥΚ разбора грамматики.	ПК-11

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Алексеев В. Е., Таланов В. А. Графы. Модели вычислений. – <https://www.intuit.ru/studies/courses/101/101/info>.

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

1. <http://logic.pdmi.ras.ru/~yura/strings.html>
2. <https://www.coursera.org/learn/algorithms-on-strings>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского 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 ОС ННГУ по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Автор: Д.В. Грибанов

Заведующий кафедрой Н.Ю. Золотых

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