

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан механико-математического  
факультета

 Захаров А.М.

"18" марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины  
Быстрые алгоритмы

Направление подготовки магистратуры

01.04.02 - «Прикладная математика и информатика»

Профиль подготовки магистратуры

Математические и компьютерные методы обработки информации

Квалификация (степень) выпускника

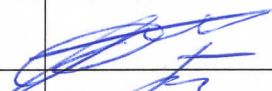
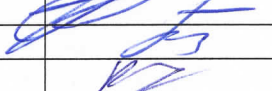

Магистр

Форма обучения

очная

Саратов,

2021 год

| Статус                         | ФИО             | Подпись                                                                              | Дата       |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Преподаватель-разработчик      | Лукомский Д. С. |  | 18.03.2021 |
| Председатель НМК               | Тышкевич С.В.   |  | 18.03.2021 |
| Заведующий кафедрой            | Юрко В.А.       |  | 18.03.2021 |
| Специалист Учебного управления |                 |                                                                                      |            |

## 1.Цели освоения дисциплины « Быстрые алгоритмы»

Целью освоения данного курса является знакомство с современными быстрыми дискретными преобразованиями по различным системам функций.. Даются основные теоремы из теории алгебраических полей и многочленов, а также теории сверток. Рассматриваются базовые быстрые алгоритмы сверток и преобразования Фурье. Приводятся одномерные и двумерные быстрые преобразования. Показывается применение данных преобразования в вопросах сжатия информации. Курс читается на 1 курсе (2 семестр), заканчивается зачетом.

## 2.Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Быстрые алгоритмы» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профилю «Математические и компьютерные методы обработки информации». Индекс Б1.В.01.

Для изучения данной дисциплины магистрант должен получить необходимые знания, умения и компетенции, которые формируются в результате изучения перечисленных ниже дисциплин.

- Иностранный (английский) язык;
- Математический анализ I (функции одной переменной);
- Алгебра и геометрия;
- Численные методы;
- Основы информатики;
- Языки и методы программирования;
- Архитектура компьютеров.

Знания и умения, полученные в результате освоения данной дисциплины, будут использоваться при подготовке магистерской диссертации, а также в научной и практической деятельности после окончания университета

## 3. Результаты обучения по дисциплине «Быстрые алгоритмы»

| Код и наименование компетенции                                                        | Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции         | Результаты обучения                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>ПК-7</b><br>Способен преподавать учебные курсы, дисциплины или проводить отдельные | <b>1.1_М.ПК-7.</b><br>Обладает высоким уровнем знаний в специализированной | <b>Знать:</b><br>-новейшие теории в изучаемой проблеме |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>виды учебных занятий;<br/>разрабатывать под руководством специалиста более высокой квалификации учебно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин или отдельных видов учебных занятий;<br/>Способен организовать научно-исследовательскую, проектную, учебно-профессиональную и иную деятельности обучающихся под руководством специалиста более высокой квалификации</p> | <p>области конкретной дисциплины, т.е. знаком с новейшими теориями, интерпретациями, методами и технологиями.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><b>Уметь:</b><br/>-находить новые идеи в публикациях и генерировать свои.<br/><b>Владеть:</b><br/>– широким спектром математических методов в изучаемой проблеме</p>                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p><b>2.1_М.ПК-7.</b><br/>Практически осмысливает и интерпретирует новейшие явления в теории и на практике; является достаточно компетентным в методах независимых исследований, интерпретирует результаты на высоком уровне.</p>                                                                                                                                                                                 | <p><b>Знать:</b><br/>- появляющиеся новейшие идеи и методы в теории и на практике;<br/><b>Уметь:</b><br/>-выделять перспективные идеи среди множества других.<br/><b>Владеть:</b><br/>– различными методами решения одной и той же задачи</p>                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p><b>3.1_М.ПК-7.</b><br/>Вносит оригинальный, вклад в каноны дисциплины; демонстрировать оригинальность и творчество в том, что касается владения дисциплиной; обладает развитой компетенцией на профессиональном уровне. Использует педагогически обоснованные формы, методы, способы и приемы организации контроля и оценки освоения учебного курса, дисциплины, применяет современные оценочные средства.</p> | <p><b>Знать:</b><br/>- основные математически теории и существующие педагогические формы в процессе обучения и контроля<br/><b>Уметь:</b><br/>-применять современные оценочные средства и создавать свои.<br/><b>Владеть:</b><br/>– педагогическими формами и методами в процессе обучения и контроля</p> |

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Быстрые алгоритмы»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы 72 часа.

| № п/п | Раздел дисциплины                                                    | Семестр   | Неделя семестра     | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                    |                                  |                      |          |           |          | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Формы промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|----------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|----------|-----------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                      |           |                     | лекции                                                                                 | Лаб. занятия       |                                  | Практические занятия | КСР      | СР        | Контроль |                                                                                                             |
|       |                                                                      |           |                     |                                                                                        | Общая трудоемкость | Из них - практическая подготовка |                      |          |           |          |                                                                                                             |
| 1     | Введение в абстрактную алгебру и теорию многочленов.                 | 2         | 1-4                 | 4                                                                                      | -                  | -                                | 4                    | 1        | 11        |          | Опрос                                                                                                       |
| 2     | Быстрые алгоритмы сверток и дискретных преобразований Фурье и Хаара. | 2         | 5-10                | 6                                                                                      | -                  | -                                | 6                    | 1        | 13        |          | Беседа, вопросы                                                                                             |
| 3     | Применение быстрых алгоритмов в вопросах сжатия информации           | 2         | 11-15<br>2/3        | 6                                                                                      | -                  | -                                | 6                    | 1        | 13        |          | Опрос.<br>Контрольная работа                                                                                |
| 4     | <b>Промежуточная аттестация</b>                                      | 2         |                     |                                                                                        |                    |                                  |                      |          |           |          | <b>Зачет, контрольная работа</b>                                                                            |
| 5     | <b>Итого</b>                                                         | <b>72</b> | <b>1-15<br/>2/3</b> | <b>16</b>                                                                              | <b>-</b>           | <b>-</b>                         | <b>16</b>            | <b>3</b> | <b>37</b> |          |                                                                                                             |

#### Содержание учебной дисциплины

##### Раздел 1. Введение в абстрактную алгебру и теорию многочленов

Векторные пространства, матричная алгебра, кольца целых чисел и многочленов. Теория чисел и алгебраическая теория полей. Конечные поля, основанные на кольце целых чисел. Поля, основанные на кольцах многочленов. Минимальные многочлены и сопряжения. Круговые многочлены.

*Сам. Работа:* Китайские теоремы об остатках. Примитивные элементы.

## **Раздел 2. Быстрые алгоритмы сверток и дискретных преобразования Фурье и Хаара.**

Понятие быстрых алгоритмов, их отличие от классического преобразования. Быстрые алгоритмы коротких сверток. Циклические и линейные свертки. Алгоритм Кука-Тоома. Алгоритмы быстрого одномерного преобразования Хаара, Фурье. Алгоритмы Кули-Тьюки быстрого преобразования Фурье. Алгоритм Кули-Тьюки по основанию два. Алгоритм Гуда-Томаса быстрого преобразования Фурье

Понятие двумерного преобразования, как композиции одномерных. Двумерное преобразования по системе Хаара.

*Сам. работа:* Алгоритмы Кули-Тьюки по малому основанию. Гнездовые алгоритмы преобразования. Алгоритм Винограда быстрого преобразования Фурье большой длины.

## **Раздел 3. Применение быстрых алгоритмов в вопросах сжатия информации**

Понятие цветовой палитры, их различные типы и преобразования. Преобразование изображения к двумерному массиву. Применение к нему быстрых двумерных алгоритмов Хаара и Фурье.

*Сам. Работа:* Сжатие изображения с помощью косинус-преобразования.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;
- использование принципов социально – психологического обучения в учебной и внеучебной деятельности;
- мониторинг личностных особенностей и профессиональной направленности студентов;
- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности студентов;

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса в области анализа сложных систем и обработки данных и в общеобразовательном, общекультурном и профессиональном плане;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
- саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями научных организаций и представителями различных научных школ.

По направлению подготовки предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию без барьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены следующие формы организации учебного процесса и контроля знаний:

*-для слабовидящих:*

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

*- для глухих и слабослышащих:*

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

*- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих* все контрольные задания по желанию студентов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа студентов предполагает индивидуальную работу с учебно-методической литературой: учебниками, задачками, конспектами лекций, методическими пособиями. Консультации лектора помогают усвоению материала. Контроль за успеваемостью осуществляется в форме бесед учебного и творческого характера, опроса, индивидуальных заданий.

Часть самостоятельных занятий посвящена выполнению домашних заданий и подготовке к семинарам, докладам, обсуждениям, дискуссиям. Проверка домашних заданий проводится на практических занятиях.

**Контрольные вопросы готовятся к каждому разделу.**

**Примерный перечень вопросов по дисциплине.**

1. Понятие быстрого преобразования.
2. Основные определения: поле, группа, кольцо.
3. Понятие свертки.
4. Свертки в общих полях и кольцах.
5. Быстрые алгоритмы и многомерные свертки.
- 6 Алгоритм Винограда для быстрого преобразования Фурье малой длины.
7. Итеративные алгоритмы.
8. Количество операций быстрого преобразования Фурье.
9. Количество операций быстрого преобразования Хаара.
10. Архитектура фильтров-преобразований.
11. Форматы графических файлов.
12. Преобразование графического изображения к двумерному массиву.
13. Основные типы графических палитр.

**План практических занятий**

- Занятие 1.** Реализация преобразования Хаара.  
**Занятие 2.** Реализация преобразования Фурье.  
**Занятие 3.** Реализация алгоритма Кука-Тоома.

- Занятие 4.** Реализация алгоритма Кули-Тьюки.  
**Занятие 5.** Реализация алгоритма Виноградова.  
**Занятие 6.** Реализация косинус-преобразования  
**Занятие 7.** Чтение файлов формата BMP.  
**Занятие 8.** Чтение файлов формата JPEG.  
**Занятие 9.** Преобразование палитр RGB, YCrCb, HSV.

### **Контрольная работа**

1. Дискретное косинус-преобразование.
2. Определение и типы различных цветовых палитр.
3. Двумерный быстрый алгоритм Хаара.
4. Скорость работы алгоритма Кули-Тьюки.
- 5.. Китайская теорема об остатках.

### **План самостоятельной работы.**

**1-й раздел.** Китайские теоремы об остатках. Примитивные элементы.

**2-й раздел.** Алгоритмы Кули-Тьюки по малому основанию. Гнездовые алгоритмы преобразования. Алгоритм Винограда быстрого преобразования Фурье большой длины.

**3-й раздел.** Сжатие изображений с помощью косинус-преобразования. Различные типы графических палитр.

### **Вопросы к зачету**

1. Одномерное преобразование Хаара.
2. Одномерное преобразование Фурье.
3. Минимальные многочлены и сопряжения. Круговые многочлены.
4. Алгоритмы Кули-Тьюки.
5. Алгоритм Кука-Тоома и Виноградова.
6. Циклические и линейные свертки.
7. Двумерное преобразование Хаара.
8. Вопрос по выбору.
9. Графические палитры и их преобразования.
10. Косинус-преобразование.

Задания контрольных работ разрабатываются по темам практических работ и заранее магистранту не известны. Выполняются практические задания на персональном компьютере.



## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

| 1       | 2      | 3                    | 4                    | 5                      | 6                               | 7                                | 8                        | 9          |
|---------|--------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------|
| Семестр | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Автоматизированное тестирование | Другие виды учебной деятельности | Промежуточная аттестация | Итого      |
| 2       | 10     | 0                    | 25                   | 15                     | 0                               | 20                               | 30                       | <b>100</b> |

### Программа оценивания учебной деятельности студента за 2 семестр

#### Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 4 баллов;
- от 51% до 75% – 6 баллов;
- от 76% до 100% – 10 баллов.

#### Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

#### Практические занятия

Контроль выполнения практических заданий в течение одного семестра - от 0 до 25 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 10 баллов;
- от 51% до 75% – 15 баллов;
- от 76% до 100% – 25 баллов.

#### Самостоятельная работа

Оценивается качество домашних работ, проверяется грамотность в оформлении и правильность выполнения - от 0 до 15 баллов

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 15 баллов.

**Автоматизированное тестирование**  
Не предусмотрено

**Другие виды учебной деятельности**  
Контрольная работа (от 0 до 20 баллов).

**Промежуточная аттестация – от 0 до 30 баллов**

Формой промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины является *зачет*, который проводится в виде ответа на билет, состоящий из двух вопросов. Задаются еще два–три дополнительных вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации. На прохождение аттестации студенту отводится 20 минут.

*ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается от 21 до 30 баллов;*

*ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается от 11 до 20 баллов;*

*ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» оценивается от 6 до 10 баллов;*

*ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» оценивается от 0 до 5 баллов.*

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за второй семестр по дисциплине «Быстрые алгоритмы» составляет **100** баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Быстрые алгоритмы» в оценку (зачет):

|                   |                                             |
|-------------------|---------------------------------------------|
| 65 баллов и более | «зачтено» (при недифференцированной оценке) |
| меньше 64 баллов  | «не зачтено»                                |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Быстрые алгоритмы»

а) литература:

1. Чернов В.М. Арифметические методы синтеза быстрых алгоритмов дискретных ортогональных преобразований. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 261, [3] с.: рис., табл. - (Математика. Прикладная математика). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-9221-0940-6. Экз-ры: ОХФ (3).

2. С.В. Умняшкин. Основы теории цифровой обработки сигналов : Учебное пособие / С. В. Умняшкин. – Основы теории цифровой обработки сигналов, 2025-03-03. - Москва : Техносфера, 2019. - 550 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/93353.html>. - ISBN 978-5-94836-557-2. Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS.



б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Сетевая операционная система семейства Microsoft Windows (Windows XP или более поздняя);

2. Пакет программ Microsoft Visual Studio 2005 или более поздний выпуск.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Быстрые алгоритмы».**

Для проведения лекционных занятий по учебной дисциплине необходима аудитория на 10-15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий по учебной дисциплине необходима лаборатория на 10-15 рабочих мест. Каждое рабочее место должно быть оборудовано персональным компьютером конфигурации IBM PC или совместимой с ней, двумя электрическими розетками для подключения системного блока и периферийных устройств и компьютерным столом для их размещения. Все компьютеры должны быть объединены в локальную сеть с возможностью доступа к ресурсам сети Internet.

Каждый компьютер должен иметь следующую аппаратную конфигурацию:

- 4-ядерный процессор семейства Intel Core 2 Quad или более производительный;
- оперативную память объемом не менее 4 Гб;
- жесткий диск объемом не менее 500 Гб;
- монитор с диагональю не менее 17";
- стандартную клавиатуру (102 клавиши или более);
- манипулятор «мышь» оптического типа с тремя кнопками и колесом прокрутки;
- коврик для манипулятора «мышь» оптического типа.

На каждом компьютере должно быть установлено следующее программное обеспечение:

- сетевая операционная система семейства Microsoft Windows (Windows XP или более поздняя);
- пакет программ Microsoft Visual Studio 2005 или более поздний выпуск.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика и профилю подготовки «Математические и компьютерные методы обработки информации».

Автор: к.ф.-м.н., доцент кафедры математической физики и вычислительной математики Лукомский Д.С.

Программа одобрена на заседании кафедры математической физики и вычислительной математики от 18 марта 2021 года, протокол № 9.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Рекомендуемая литература**

1. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - Москва: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002.\\
2. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображения в действии. - Москва: изд-во Триумф, 2003.\\
3. Ю. Сато. Без паники! Цифровая обработка сигналов - Москва : Додэка, 2010. - 175, [1] с. : рис. - Предм. указ.: с. 173-175. - ISBN 978-5-94120-251-5 (рус.). - ISBN 4-274-08674-7 (яп.).