

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2024

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ (ГРАФЫ И ДЕРЕВЬЯ ПОИСКА)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
2	4	144	30	0	30		39	0	Э
Итого	4	144	30	0	30	0	39	0	

АННОТАЦИЯ

Целью освоения данной учебной дисциплины является подготовка программистов, способных решать задачи с применением базовых алгоритмов из теории графов и с использованием основных строковых алгоритмов. А также способных применять продвинутые структуры данных, являющиеся расширением бинарных деревьев поиска и реализовывать в них сложные модифицирующие операции.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является подготовка программистов, способных решать задачи с применением базовых алгоритмов из теории графов и с использованием основных строковых алгоритмов. А также способных применять продвинутые структуры данных, являющиеся расширением бинарных деревьев поиска и реализовывать в них сложные модифицирующие операции.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Освоению дисциплины предшествует изучение курсов и практикумов, требующих навыков применения продвинутых структур данных, а также знания основ теории графов и базовых алгоритмов для работы с графами, стандартных подходов к асимптотическому анализу алгоритмов на графах. В результате освоения данного курса открывается возможность изучения продвинутых строковых структур данных. При изучении данной дисциплины используются базовые навыки из области алгоритмов и структур данных: дерево отрезков с операциями в точке, сбалансированные деревья поиска, простейшие структуры данных (очереди, списки, массивы), а также навыки реализации алгоритмов на любом языке программирования. Данная дисциплина используется как предшествующая для прочих курсов в направлении computer science, в которых подразумевается умение студентов применять алгоритмы на графах, а также работы со строками и продвинутыми деревьями.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	З-ОПК-1 [1] – знать естественнонаучные методы познания окружающего мира, знать фундаментальный математический аппарат; У-ОПК-1 [1] – уметь применять естественнонаучные и математические методы исследования различных явлений, процессов и задач В-ОПК-1 [1] – владеть навыками исследования различных явлений и процессов с использованием естественнонаучного и математического подхода

ОПК-2 [1] – Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	<p>З-ОПК-2 [1] – знать существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач</p> <p>У-ОПК-2 [1] – уметь использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач</p> <p>В-ОПК-2 [1] – владеть навыками реализации математических алгоритмов для решения прикладных задач с использованием существующих систем программирования</p>
ОПК-5 [1] – Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	<p>З-ОПК-5 [1] – Знать основные языки программирования и методы алгоритмизации, современные технические и программные средства для разработки компьютерных программ</p> <p>У-ОПК-5 [1] – Уметь применять методы алгоритмизации и современные технологии программирования для решения практических задач в различных областях науки и техники</p> <p>В-ОПК-5 [1] – Владеть навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, отладки и тестирования разработанных программных комплексов для решения научно-практических задач</p>
УКЦ-1 [1] – Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	<p>З-УКЦ-1 [1] – Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий</p> <p>У-УКЦ-1 [1] – Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий</p> <p>В-УКЦ-1 [1] – Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий</p>
УКЦ-2 [1] – Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых	<p>З-УКЦ-2 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием</p>

<p>средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач</p>	<p>цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>У-УКЦ-2 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>В-УКЦ-2 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности</p>
<p>УКЦ-3 [1] – Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций</p>	<p>З-УКЦ-3 [1] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств</p> <p>У-УКЦ-3 [1] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p> <p>В-УКЦ-3 [1] – Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p>

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры решения изобретательских задач (В37)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков цифровой гигиены (В38)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за обеспечение кибербезопасности (В39)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессионально значимых установок: не производить, не копировать и не использовать программные и технические средства, не приобретённые на законных

	основаниях; не нарушать признанные нормы авторского права; не нарушать тайны передачи сообщений, не практиковать вскрытие информационных систем и сетей передачи данных; соблюдать конфиденциальность доверенной информации (В40)
--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Продвинутые структуры данных. Основы теории графов	1-8	16/0/16		25	КИ-8	У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-УКЦ-1
2	Продвинутые алгоритмы теории графов. Базовые строковые алгоритмы	9-15	14/0/14		25	КИ-15	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1,

							В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		30/0/30		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	Э	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	30	0	30
1-8	Продвинутые структуры данных. Основы теории графов	16	0	16
1 - 4	1.1 Продвинутые структуры данных Дерево отрезков с модификациями на отрезке. Многомерное дерево отрезков. Merge Sort Tree. Дерево Фенвика (BIT, Binary Indexed Tree). Многомерное дерево Фенвика. Декартово дерево (Treap). Неявное декартово дерево.	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	1.2 Основы теории графов	Всего аудиторных часов		

	Определение графов. Разновидности графов по свойствам вершин и рёбер. Поиск в глубину (dfs). Дерево обхода в глубину. Поиск цикла в неориентированном графе. Обход в ширину (bfs). Эйлеров путь и цикл. Мосты и точки сочленения. Топологическая сортировка, построение конденсации графа. Система непересекающихся множеств (CHM, DSU) и её оптимизации. Поиск наименьшего общего предка (LCA).	8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Продвинутые алгоритмы теории графов. Базовые строковые алгоритмы	14	0	14
9 - 12	2.1 Продвинутые алгоритмы теории графов Задача SSSP. 0-1 bfs. Алгоритм Дейкстры. Алгоритмы Форда-Беллмана. Алгоритм Флойда-Уоршелла. Минимальное остовное дерево. Алгоритм Прима. Алгоритм Краскала.	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 15	2.2 Базовые строковые алгоритмы Основные понятия строковых задач. Префикс-функция. Z-функция. Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта. Бор (Trie). Алгоритм Ахо-Корасик.	Всего аудиторных часов		
		6	0	6
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1 - 8	Лабораторные работы - Дерево отрезков. Операции на отрезке - Дерево Фенвика - Декартово дерево - Поиск в глубину и ширину - Ориентированный цикл, эйлеров цикл, мосты, точки сочленения - Топологическая сортировка, компоненты сильной связности - Система непересекающихся множеств, слияние множеств
9 - 15	Лабораторные работы - Наименьший общий предок. Двоичные подъемы - Дейкстра, Форд-Беллман, Флойд-Уоршелл - Минимальное остовное дерево - 2-sat - Heavy-light декомпозиция

	- Центроидная декомпозиция - Алгоритм Мо
--	---

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дидактической основой выполнения домашних работ по дисциплине является метод учебного проектирования, предусматривающий:

- получение студентами теоретических знаний в ходе лекций и при самостоятельной работе;
- формирование навыков применения сведений теоретического и аналитического характера при решении конкретных задач в ходе проведения контрольно-измерительных мероприятий по разделам курса.

При выполнении домашних работ студентами используется компьютерная система codeforces. Компьютерная обучающая система выполняет следующие функции: предъявление домашних заданий и контроль сроков их выполнения, сбор и хранение результатов выполнения лабораторных и домашних заданий и их частичную проверку.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-5	З-ОПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
УКЦ-1	З-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-15
УКЦ-2	З-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-15
УКЦ-3	З-УКЦ-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УКЦ-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УКЦ-3	Э, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«Зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69			E
60-64	E		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 510 А45 Алгоритмы : построение и анализ, Штайн К. [и др.], Москва [и др.]: Вильямс, 2007

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Программа изучения курса включает в себя помимо лекционных занятий выполнение 13-ти домашних работ и 4 контрольных работ. Зачет по теме ставится в случае, если решение доведено до конца в заданные сроки выполнения, а количество допущенных в процессе него ошибок не превышает заранее оговоренного.

На восьмой неделе полусеместровый контроль проставляется на основании результатов контрольно-измерительных мероприятий, проведенных к данному времени.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в соответствии со следующей таблицей:

№ разд,

№ мер. Наименование контрольного мероприятия

1.1 Домашняя работа №1

Дерево отрезков

1.1 Домашняя работа №2

Дерево Фенвика

1.1 Домашняя работа №3

Декартово Дерево

1.2 Домашняя работа №4

Поиск в глубину

1.1 Контрольная работа №1

Дерево отрезков

1.2 Домашняя работа №5

Ориентированный цикл, Эйлеров цикл, мосты, точки сочленения

1.2 Домашняя работа №6

Поиск компонент сильной связности и построение конденсата

1.2 Домашняя работа №7

Система непересекающихся множеств

1.2 Домашняя работа №8

Поиск наименьшего общего предка

1.2 Контрольная работа №2

Поиск компонент сильной связности. LCA

2.1 Домашняя работа №9

Алгоритм Дейкстры

2.1 Домашняя работа №10

Алгоритм Форда-Беллмана. Алгоритмы Флойда-Уоршела

2.1 Домашняя работа №11

Минимальное остовное дерево

2.1 Контрольная работа №3

Алгоритмы поиска кратчайших путей

2.2 Домашняя работа №12

Префикс функция. Z-функция

2.2 Домашняя работа №13

Бор. Алгоритм Ахо-Корасик

2.2 Контрольная работа №4

Префикс и Z-функции

Текущая аттестация проводится в соответствии с таблицей:

№	Наименование мероприятия	Срок проведения, нед.	
Максимальный балл	Примечание		
1	Контроль по итогам освоения раздела 1	8	25
2	Контроль по итогам освоения раздела 2	15	25
3	Экзамен	Экзаменационная сессия	50
при условии успешного прохождения всех текущих форм контроля			
Итого 100			

В конце семестра проводится экзамен, к которому допускаются студенты, успешно выполнившие задания по всем разделам семестра. Экзамен включает в себя теоретический вопрос, практическую задачу и дополнительные задания.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Программа изучения курса включает в себя помимо лекционных занятий выполнение 13-ти домашних работ и 4 контрольных работ. Зачет по теме ставится в случае, если решение доведено до конца в заданные сроки выполнения, а количество допущенных в процессе него ошибок не превышает заранее оговоренного.

На восьмой неделе полусеместровый контроль проставляется на основании результатов контрольно-измерительных мероприятий, проведенных к данному времени.

В конце семестра студент сдает экзамен по курсу.

Задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

– Реализовать дерево отрезков и различные модифицирующие операции над отрезком: выставление значения, сумма, операция OR, посчитать сумму, посчитать максимум, получить минимум и число его включений, количество чётных чисел и количество нечётных

– Реализовать алгоритм поиска компонент сильной связности

- Реализовать алгоритм поиска наименьшего общего предка
- Реализовать алгоритм Форда-Беллмана
- Реализовать алгоритм Дейкстры
- Реализовать алгоритм вычисления префикс-функции
- Реализовать алгоритм вычисления Z-функции

Автор(ы):

Минаков Александр Олегович

Колобашкина Любовь Викторовна