

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ И.А. Старовойтова

Регистрационный № ТД-_____/тип.

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальности:

1-53 01 02 Автоматизированные системы обработки информации

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления
электроники и приборостроения,
электротехнической и оптико-
механической промышленности
Министерства промышленности
Республики Беларусь
_____ А.С. Турцевич

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области информатики и
радиоэлектроники
_____ В.А. Богуш

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь
_____ С.А. Касперович

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»
_____ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.В. Ломако, доцент кафедры информационных технологий автоматизированных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра «Робототехнические системы» Белорусского национального технического университета» (протокол № 8 от 16.04.2021 г.);

В.В. Лабоцкий, доцент кафедры управления информационными ресурсами Академии управления при Президенте Республики Беларусь, кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой информационных технологий автоматизированных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 17 от 12.04.2021 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 10 от 21.05.2021 г.);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 4 от 20.04.2021 г.).

Ответственный за редакцию: С.С. Шишпаронок

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Построение и анализ алгоритмов» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-53 01 02 «Автоматизированные системы обработки информации» в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени и типового учебного плана вышеуказанной специальности.

Учебная дисциплина «Построение и анализ алгоритмов» является составным элементом системы подготовки инженеров технических специальностей в учреждениях высшего образования. Актуальность изучения учебной дисциплины обусловлена высоким уровнем сложности организационно-технических и программно-информационных комплексов в составе современных автоматизированных систем разного рода, что требует глубокого понимания математических основ построения алгоритмов решения соответствующих функциональных задач, а также умения анализировать и оценивать качественные и количественные свойства таких алгоритмов. Учебная дисциплина «Построение и анализ алгоритмов» имеет важное значение для специальности «Автоматизированные системы обработки информации», поскольку вводит строгое формализованное понятие алгоритма, раскрывает схемы его представления, рассматривает вопросы построения и анализа алгоритмов для решения типовых прикладных задач с учетом их вычислительной сложности. Это необходимо как для проектировщиков автоматизированных систем в целом, так и для разработчиков и конечных пользователей конкретных алгоритмов в составе автоматизированной системы обработки информации.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области построения и анализа алгоритмов для решения задач, имеющих разную степень сложности.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение студентами знаний о математических основах моделирования алгоритмов;

изучение студентами принципов классификации задач по уровню их сложности и разрешимости;

овладение студентами методами анализа и оценки вычислительных свойств алгоритмов;

приобретение студентами навыков построения алгоритмов для решения ряда типовых прикладных задач.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Построение и анализ алгоритмов» являются «Основы алгоритмизации и программирования». В свою очередь учебная дисциплина «Построение и анализ алгоритмов» является базой

для таких учебных дисциплин, как «Дискретная математика», «Операционные системы», «Объектно-ориентированное программирование», «Теория графов», «Системный анализ и исследование операций».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Построение и анализ алгоритмов» формируются следующие компетенции:

базовые профессиональные:

проводить оценку и запись алгоритмов на языке блок-схем, диаграмм решений, графов состояний и иных моделей.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

знать:

базовые концепции, понятия и определения теории алгоритмов;

основные положения теории вычислимости;

роль и место теории алгоритмов и теории вычислимости в развитии информатики и вычислительной техники;

уметь:

строить алгоритмы решения задач с использованием формальных моделей теории алгоритмов;

представлять алгоритмы различными способами;

анализировать построенные алгоритмы по заданным критериям качества;

владеть:

методами постановки и решения абстрактной задачи **ВЫПОЛНИМОСТЬ**;

методами решения некоторых прикладных задач, включая задачи из класса NP;

методами анализа построенных алгоритмов.

Программа рассчитана на 102 учебных часа, из них – 44 аудиторных.

Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий:

лекций – 28 часов, практических занятий – 16 часов.

Программа разработана без учета часов, отводимых на проведение текущей аттестации, определенной типовым учебным планом.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| Наименование раздела, темы | Всего аудиторных, часы | Лекции, часы | Лабораторные занятия, часы | Практические занятия, часы |
|--|------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|
| Введение | 2 | 2 | - | - |
| Раздел 1. Основные положения теории алгоритмов | 18 | 10 | - | 8 |
| Тема 1. Общая характеристика и взаимосвязь понятий «алгоритм», «множество» и «функция» | 2 | 2 | - | - |
| Тема 2. Модель алгоритма на основе машины Тьюринга | 8 | 4 | - | 4 |
| Тема 3. Комбинаторная модель алгоритма | 4 | 2 | - | 2 |
| Тема 4. Модель алгоритма на основе функционально рекурсивного подхода | 4 | 2 | - | 2 |
| Раздел 2. Вычислительная сложность алгоритмов | 8 | 6 | - | 2 |
| Тема 5. Анализ сложности алгоритма и классы вычислительной сложности | 2 | 2 | - | - |
| Тема 6. Анализ проблемы распознавания языка на примере задачи ВЫПОЛНИМОСТЬ | 6 | 4 | - | 2 |
| Раздел 3. Примеры прикладных задач и алгоритмы их решения | 16 | 10 | - | 6 |
| Тема 7. Алгоритм на основе дерева состояний для поиска решения задачи ВЫПОЛНИМОСТЬ | 4 | 4 | - | - |
| Тема 8. Алгебраические задачи | 4 | 2 | - | 2 |
| Тема 9. NP-полные задачи на графах | 4 | 2 | - | 2 |
| Тема 10. Эвристические алгоритмы решения NP-полных комбинаторных задач | 4 | 2 | - | 2 |
| Итого: | 44 | 28 | - | 16 |

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ АЛГОРИТМОВ

Тема 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОНЯТИЙ «АЛГОРИТМ», «МНОЖЕСТВО» И «ФУНКЦИЯ»

История термина «алгоритм». Неформальное определение алгоритма. Свойства алгоритма. Суть понятий «множество», «функция» и «вычислимая функция» с учетом их взаимосвязи. Перечень абстрактных формальных моделей алгоритма.

Тема 2. МОДЕЛЬ АЛГОРИТМА НА ОСНОВЕ МАШИНЫ ТЬЮРИНГА

Определение детерминированной машины Тьюринга и описание процесса ее работы. Способы представления алгоритма, реализуемого машиной Тьюринга. Примеры построения машин Тьюринга. Тезис Тьюринга. Нумерация машин Тьюринга. Теорема о наличии невычислимой функции. Определение вычисляющей и распознающей машины Тьюринга. Операции над машинами Тьюринга. Понятие универсальной машины Тьюринга. Определение недетерминированной машины Тьюринга и описание процесса ее работы.

Тема 3. КОМБИНАТОРНАЯ МОДЕЛЬ АЛГОРИТМА

Принцип формирования формул подстановки в алгоритме Маркова. Особенности нормального алгоритма Маркова. Примеры составления нормальных алгоритмов Маркова. Эквивалентность нормального алгоритма Маркова и машины Тьюринга. Применимость и самоприменимость алгоритма Маркова. Определение понятий эквивалентности и композиции алгоритмов.

Тема 4. МОДЕЛЬ АЛГОРИТМА НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО РЕКУРСИВНОГО ПОДХОДА

Определение рекурсии. Связь между рекурсивностью и вычислимостью. Первичные рекурсивные функции и операции образования на их основе более сложных функций: суперпозиция, примитивная рекурсия и минимизация. Понятие общерекурсивной и частично-рекурсивной функции. Примеры построения рекурсивных функций. Способы доказательства рекурсивности функции. Понятие рекурсивного и нерекурсивного множества. Примеры рекурсивных описаний множеств. Тезис Черча и его практическое значение.

Раздел 2. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СЛОЖНОСТЬ АЛГОРИТМОВ

Тема 5. АНАЛИЗ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМА И КЛАССЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ

Подходы к определению сложности алгоритма: информационный, алгоритмический, вычислительный. Принципы построения классов вычислительной сложности. Понятия хорошо решаемой и плохо решаемой задачи, эффективного и неэффективного алгоритма: примеры таких алгоритмов. Функции вычис-

лительной сложности. Определение классов задач P и NP. Гипотеза о том, что $P=NP$. Понятие NP-полной и NP-трудной задачи.

Тема 6. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЯЗЫКА НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ ВЫПОЛНИМОСТЬ

Алгоритмическое определение проблемы распознавания языка. Проблема выполнимости: ее описание и математический смысл. Определение языка и задачи ВЫПОЛНИМОСТЬ. Понятие эффективной сводимости задач. Содержание теоремы С. Кука. Значение теоремы С. Кука для практики. Подходы к решению задачи ВЫПОЛНИМОСТЬ.

Раздел 3. ПРИМЕРЫ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ И АЛГОРИТМЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Тема 7. АЛГОРИТМ НА ОСНОВЕ ДЕРЕВА СОСТОЯНИЙ ДЛЯ ПОИСКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫПОЛНИМОСТЬ

Дерево состояний задачи. Упорядочение поиска на дереве состояний с использованием эвристических оценочных функции. Блокировка тупиковых вершин. Признак невыполнимости задачи. Правила перехода от логических формул задачи ВЫПОЛНИМОСТЬ к эквивалентной системе линейных алгебраических неравенств. Использование результата решения такой системы для ускорения поиска невыполнимости исходной задачи.

Тема 8. АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

Решение систем линейных алгебраических неравенств. Решение линейных уравнений в целых числах – метод Евклида. Решение систем линейных алгебраических уравнений.

Тема 9. NP-ПОЛНЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ

Постановки и принципы решения некоторых задач на графах, например: задачи о вершинном покрытии, о клике, о гамильтоновом цикле, задачи коммивояжера и т.п.

Тема 10. ЭВРИСТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ NP-ПОЛНЫХ КОМБИНАТОРНЫХ ЗАДАЧ

Определения комбинаторной задачи и эвристического алгоритма. Понятие о жадном алгоритме. Постановки некоторых комбинаторных задач, например: задачи об упаковке, задачи составления расписания работ и т.п. Алгоритмы, реализующие приближенные методы решения поставленных задач.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Кормен, Т. Алгоритмы. Построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест - М. : МЦНМО, - 1999. – 960 с.
2. Мотвани, Р. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений: 2-е изд. / Р. Мотвани, Дж. Д. Ульман, Дж. Э. Хопкрофт. — М : Вильямс, 2002. — 528 с.
3. Ахо, А. В. Структуры данных и алгоритмы / А. В. Ахо, Д. Хопкрофт, Д. Д. Ульман. - М. : Вильямс, 2003. – 384 с.
4. Катленд, Н. Вычислимость. Введение в теорию рекурсивных функций / Н. Катленд. - М. : Мир, 1983. – 256 с.
5. Булос, Дж. Вычислимость и логика / Дж. Булос, Р. Джеффри. – М. : Мир, 1994. – 396 с.
6. Роджерс, Х. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость / Х. Роджерс. - М. : Мир, 1972. – 624 с.
7. Алферова, З. В. Теория алгоритмов / З. В. Алферова. - М. : Статистика, 1973. - 168 с.
8. Гэри, М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон. - М. : Наука, 1984. – 416 с.
9. Сэвидж, Дж. Э. Сложность вычислений / Дж. Э. Сэвидж. - М. : Факториал, 1998. — 368 с
10. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для бакалавров и магистров : учебник / Ф. А. Новиков. - СПб : Питер, - 2014. – 432 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

11. Успенский, В. А. Теория алгоритмов : основные открытия и приложения / В. А. Успенский, А. Л. Семенов. - М. :Наука, 1987. – 288 с.
12. Марков, А. А. Теория алгоритмов / А. А. Марков, Н. М. Нагорный. – М. : ФАЗИС, 1996. – 448 с.
13. Гросс, М. Теория формальных грамматик / М. Гросс, А. Лантен. - М. : Мир, 1971. – 294 с.
14. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для программистов : учебное пособие / Ф. А. Новиков. - СПб : Питер, - 2009. – 384 с.
15. Ахо, А. В. Построение и анализ вычислительных алгоритмов / А. В. Ахо, Д. Хопкрофт, Д. Д.. Ульман. - : М. : Мир, 1979. – 536 с.
16. Лавров, И. А. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И. А. Лавров, Л. Л. Максимова. - М. : Наука, 1975. – 240 с.
17. Ловас, Л. Прикладные задачи теории графов / Л. Ловас, М. Пламмер. - М. : Мир, 1998. – 653 с.
18. Манин, Ю. И. Вычислимое и невычислимое / Ю. И. Манин, - М. : Советское радио, 1980. – 128 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- работа у доски во время практических занятий;
- текущие домашние задания по решению задач;
- контрольные работы по изученным темам;
- индивидуальные практические работы, включая рефераты, по заданию преподавателя.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовым учебным планом по специальности 1-53 01 02 «Автоматизированные системы обработки информации» в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Построение и анализ алгоритмов» рекомендуется зачет.

Оценка учебных достижений студента производится по системе «зачтено/не зачтено».

Для промежуточного контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

1. Собеседования.
2. Доклады на семинарских занятиях.
3. Доклады на конференциях.
4. Контрольные опросы.
5. Контрольные работы.
6. Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.
7. Отчеты по аудиторным практическим заданиям с их устной защитой.
8. Отчеты по домашним практическим заданиям с их устной защитой.
9. Электронные тесты.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на практических занятиях;

элементы контролируемого обучения (контрольные опросы, контролируемые домашние задания, контрольные работы), реализуемые на практических (частично на лекционных) занятиях, а также в ходе самостоятельной работы студентов.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Построение алгоритмов в виде детерминированной вычисляющей машины Тьюринга и их отображение в разных формах представления.
2. Построение алгоритмов в виде детерминированной или недетерминированной распознающей машины Тьюринга.
3. Построение алгоритмов в виде нормального алгоритма Маркова.
4. Алгоритмы построения рекурсивных функций и принципы доказательства рекурсивности заданной функции или заданного множества.
5. Анализ вычислительной сложности алгоритмов на примере алгоритмов методов сортировки массивов и постановка NP-полной задачи ВЫПОЛНИМОСТЬ.
6. Алгоритмы решения задачи ВЫПОЛНИМОСТЬ, сведение этой задачи к задаче решения системы линейных алгебраических неравенств и построение алгоритмов решения алгебраических задач.
7. Построение и анализ алгоритмов решения NP-полных задач на графах.
8. Примеры эвристических алгоритмов решения NP-полных задач.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

(необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)

1. Программное средство MS EXCEL или другой табличный процессор (возможно инженерный калькулятор) в составе программного обеспечения любого стационарного или мобильного вычислительного устройства для ускорения решения вычислительных и численно-аналитических задач.
2. Электронный ресурс и опубликованные учебно-методические материалы по учебной дисциплине в составе ее учебно-методического комплекса для использования на практических занятиях и при самостоятельной работе студентов.
3. Программа электронного тестирования и контроля знаний студентов по учебной дисциплине.