

**Программа учебной дисциплины «Алгоритмы исследования операций»
для образовательной программы «Прикладная математика и информатика»
уровень бакалавр**

Утверждена
Академическим советом ООП
Протокол №__ от «__»____ 20__ г.

Автор	Бычков И.С.
Число кредитов	5
Контактная работа (час.)	84
Самостоятельная работа (час.)	106
Курс	3
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Целями освоения дисциплины «Алгоритмы исследования операций» являются овладение студентами теоретическими знаниями и практическими навыками для решения задач из области исследования операций.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- понятие алгоритма, основные модели формализации понятия алгоритма
- основы анализа алгоритмов, понятия пространственной и временной алгоритмических сложности
- существующие алгоритмы для конкретных распространенных задач из области исследования операций
- методы построения эвристических и точных алгоритмов для решения задач из области исследования операций

уметь:

- оценивать сложность существующих и собственных алгоритмов для решения задач из области исследования операций
- оценивать сложность решаемой задачи
- реализовывать алгоритмы для решения задач из области исследования операций на языках программирования
- анализировать результаты работы алгоритмов и уметь сравнивать данные результаты
- разрабатывать и реализовывать собственные эвристические и точные подходы для решения задач из области исследования операций

Изучение дисциплины «Алгоритмы исследования операций» базируется на следующих дисциплинах:

- Дискретная математика;
- Основы и методология программирования;
- Алгоритмы и структуры данных;
- Исследование операций.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- знать основные структуры данных и уметь реализовывать и использовать их на одном из языков программирования;
- знать основные понятия и алгоритмы дискретной математики, исследования операций
- обладать навыками разработки программ на одном или нескольких языках программирования

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

1 Системы поддержки принятия решений

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Алгоритмы и алгоритмические модели.

Понятие алгоритма. Свойства алгоритма. Формализация понятия алгоритма. Алгоритмические модели. Алгоритмы Маркова. Детерминированная машина Тьюринга. Равнодоступная адресная машина (RAM).

Тема 2. Сложность алгоритмов. Алгоритмы поиска подстроки в строке.

Сложность алгоритмов. Алгоритмы для поиска подстроки в строке. Наивный алгоритм. Алгоритм Рабина-Карпа. Алгоритм Бойера-Мура. Алгоритм Бойера-Мура-Хорспула. Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта. Анализ сложности алгоритмов поиска подстроки.

Тема 3. Сложность алгоритмов. Структура данных – непересекающиеся множества.

Сложность алгоритмов. Система непересекающихся множеств. Создание, добавление и поиск в непересекающихся множествах. Эвристика рангов. Эвристика сжатия путей. Оценки сложности.

Тема 4. Сложность задач.

Недетерминированная машина Тьюринга. Классы P, NP. NP-полные и NP-трудные задачи. Сводимость задач по Карпу. Задача о выполнимости (SAT). Задача о гамильтоновом цикле. Задача коммивояжера.

Тема 5. Динамическое программирование.

Динамическое программирование. Свойство оптимальности подзадач. Одномерное динамическое программирование. Двумерное динамическое программирование. Задача о рюкзаке. Примеры задач.

Тема 6. Эвристические алгоритмы.

Эвристические алгоритмы. Алгоритм случайного поиска (random search). Алгоритмы локального поиска (local search). Локальный поиск с рестартами (repeated local search).

Тема 7. Алгоритмы локального поиска.

Итеративный локальный поиск (iterated local search). Управляемый локальный поиск (guided local search). Задача о максимальной клике. Задача о максимальном независимом множестве.

Тема 8. Алгоритмы поиска во многих окрестностях.

Поиск во многих окрестностях (variable neighborhood search). Различные схемы поиска во многих окрестностях: Variable Neighborhood Descent, Reduced Variable Neighborhood Search, Basic Variable Neighborhood Search, General Variable Neighborhood Search.

Тема 9. Алгоритм имитации отжига.

Алгоритм имитации отжига (Simulated Annealing). Задача о формировании производственных ячеек (cell formation problem).

Тема 10. Эволюционные алгоритмы. Рассредоточенный поиск.

Эволюционные алгоритмы. Рассредоточенный поиск (scatter search). Квадратичная задача о назначениях (Quadratic Assignment Problem).

Тема 11. Эволюционные алгоритмы. Генетические алгоритмы.

Эволюционные алгоритмы. Генетические алгоритмы (Genetic Algorithms).

Тема 12. Муравьиный алгоритм.

Муравьиный алгоритм. Задача о транспортировке грузов (Vehicle Routing Problem).

Тема 13. Алгоритм табу поиска.

Алгоритм табу поиска. Задача о транспортировке грузов с временными окнами (Vehicle Routing Problem with Time Windows).

Тема 14. Точные методы.

Точные алгоритмы. Метод ветвей и границ (branch and bound).

III. ОЦЕНИВАНИЕ

Оценочные средства для текущего контроля студента

Текущий контроль осуществляется в течение двух модулей. В рамках учебного курса в качестве основной формы текущего контроля предусмотрено выполнение лабораторных работ по пройденному материалу (каждое второе практическое занятие). Каждая лабораторная работа оценивается по 10-балльной шкале, оценка выставляется в рабочую ведомость преподавателя.

Для получения оценки **Опромежут.** для каждой лабораторной работы используются равные по значению весовые множители.

Опромежут. = $Олаб1 * 1/6 + Олаб2 * 1/6 + Олаб3 * 1/6 + Олаб4 * 1/6 + Олаб5 * 1/6 + Олаб6 * 1/6$

Оценочные средства для итоговой аттестации.

Итоговая аттестация проводится в формате устного экзамена. Каждый студент получает билет из двух вопросов.

Итоговая оценка по курсу формируется из промежуточной оценки и оценки за экзамен с весовыми множителями 0.6 и 0.4 соответственно:

Оитоговая. = $Опромеж. * 0.6 + Оэкзамен. * 0.4$

IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Примеры экзаменационных билетов:

Билет 1.

Вопрос 1. Сводимость задач по Карпу. Классы P, NP.

Вопрос 2. Эволюционные алгоритмы. Генетический алгоритм.

Билет 2.

Вопрос 1. Формализация понятия алгоритма. Машина Тьюринга.

Вопрос 2. Алгоритм имитации отжига.

V. РЕСУРСЫ

5.1 Основная литература

1. Gendreau, Michel. Handbook of Metaheuristics / Michel Gendreau · Jean-Yves Potvin (Editors). БД Спрингер. Springer Science+Business Media New York, 2010. ISBN 978-1-4419-1663-1 e-ISBN 978-1-4419-1665-5. Режим доступа: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-1665-5> - загл. с экрана.

5.2 Дополнительная литература

1. Алексеев, В. Е. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений : учебник / В. Е. Алексеев, В. А. Таланов. - М. : БИНОМ, 2012. - 319 с. - (Основы информационных технологий). Гриф МО РФ

Дополнительная литература для самостоятельного изучения

1. Алгоритмы : построение и анализ / Т. Кормен [и др.]. - 2-е изд. - М. : Вильямс, 2012. - 1290 с.
2. Hiller F.S, Lieberman G.J, 2001. Introduction to Operations Research. New York: McGraw-Hill Higher Education
3. Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L. and Stein, C., 2009. *Introduction to algorithms*. MIT press.

5.3 Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows 7 Professional RUS Microsoft Windows 10 Microsoft Windows 8.1 Professional RUS	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>

5.4 Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Условия доступа
	<i>Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы</i>	
1.	Электронно-библиотечная система Юрайт	URL: https://biblio-online.ru/
	<i>Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)</i>	
2.	Открытое образование	URL: https://openedu.ru/

5.5 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);
- мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены ПЭВМ с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.