

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Алгоритмы на графах

Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность подготовки «Прикладная математика и информатика»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Кострома

Рабочая программа дисциплины «Алгоритмы на графах» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень подготовки бакалавриат), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 12 марта 2015 года № 228 (рег. 14 апреля 2015 г., № 36844). Год начала подготовки 2017, 2018.

Разработал:  Козырев Сергей Борисович, к.ф.-м.н., доцент
подпись

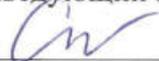
Рецензент:  Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н., к.ф.-м.н., профессор
подпись

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры № 10 от 03.06.2017 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

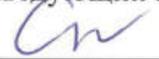
 Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры № 9 от 22.05.2018 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

 Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: сформировать практические навыки применения теории графов.

Задачи дисциплины:

- познакомить студентов с основными алгоритмами теории графов;
- выработать практические навыки в создании графов на компьютере и реализации на них типовых алгоритмов;
- научить применению алгоритмов теории графов в решении практических задач.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные понятия теории графов;
- различные способы формирования графов;
- основные алгоритмы на графах (алгоритмы обхода графов, поиска кратчайшего пути, нахождения минимального каркаса, эйлера и гамильтонова пути и др.), их достоинства и недостатки;
- типовые примеры применения теории графов.

уметь:

- определять подходящий способ формирования графа;
- создавать программные реализации основных алгоритмов на графах;
- применять алгоритмы теории графов в решении практических задач;
- оценивать технологические ресурсы, требуемые для реализации конкретных алгоритмов.

владеть:

- методом представления данных в форме графов.

освоить компетенции:

- ПК-2 (способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат);
- ПК-7 (способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения).

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Алгоритмы на графах» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана. Изучается в 4 семестре обучения. Она является продолжением курса «Дискретная математика», закрепляет полученные в нём теоретические знания и формирует соответствующие практические навыки, необходимые для прохождения производственной практики, а также для написания дипломной работы.

Для изучения дисциплины «Алгоритмы на графах» необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами «Основы информатики», «Языки и методы программирования», «Визуальное программирование», «Дискретная математика».

4. Объём дисциплины «Алгоритмы на графах»

4.1. Объём дисциплины в зачётных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоёмкость в зачетных единицах	6		
Общая трудоёмкость в часах	216		
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	76		
Лекции	20		
Практические занятия	-		
Лабораторные занятия	56		
Самостоятельная работа в часах	140		
Форма промежуточной аттестации	Экзамен		

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Лекции	20		
Практические занятия	-		
Лабораторные занятий	56		
Консультации	3		
Зачёт/зачёты	-		
Экзамен/экзамены	0,35		
Курсовые работы	-		
Курсовые проекты	-		
Всего	79,35		

5. Содержание дисциплины «Алгоритмы на графах», структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Основные понятия теории графов. Компьютерное представление графов.	0,56/20	2	–	6	12
2	Поиск в графе. Обход графа.	0,67/24	2	–	6	16
3	Деревья. Каркасы в графе.	0,44/16	2	–	6	8
4	Приложение теории графов к решению задач.	0,5/18	2	–	6	10
5	Связность в ориентированном графе.	0,56/20	2	–	6	12
6	Двусвязность.	0,33/12	2	–	4	6
7	Связный обход графа.	0,56/20	2	–	6	12
8	Поиск кратчайших путей во взвешенном графе.	0,56/20	2	–	6	12
9	Раскраски графов.	0,31/11	1	–	4	6
10	Максимальные потоки.	0,36/13	2	–	3	8
11	Двудольные графы. Паросочетания.	0,28/10	1	–	3	6
Экзамен		1/36	–	–	–	36
Итого:		6/216	20	–	56	144

5.2. Содержание:

Тема 1. Основные понятия теории графов. Компьютерное представление графов. Основные понятия. Способы задания и представления графов в компьютере. Матрица смежности, списки связи, перечень рёбер, матрица инцидентности. Задание графов с помощью итераторов. Достоинства и недостатки различных способов представления графов.

Тема 2. Поиск в графе. Обход графа. Пути в графе. Задача поиска в графе. Алгоритмы обхода графа в глубину – стековый и рекурсивный. Нахождение самой длинной цепочки. Кратчайшие пути. Волновые алгоритмы обхода графа в ширину – простой и с помощью очереди. Нахождение кратчайшего пути в невзвешенном графе. Нахождение компонент связности.

Тема 3. Деревья. Каркасы в графе. Деревья и каркасы. Деревья поиска в глубину и в ширину. Нахождение во взвешенном графе каркаса наименьшего веса. Алгоритмы Крускала и Прима.

Тема 4. Приложение теории графов к решению задач. Задачи про острова и пятна. Цепочки слов. Кантование кубика. Переливание в сосудах и др.

Тема 5. Связность в ориентированном графе. Связность в ориентированном графе. Матрица достижимости. Компоненты сильной связности. Задача о разложении графа на сильно связанные компоненты. Алгоритм поиска сильно связанных компонент. Конденсация графа. База графа.

Тема 6. Двусвязность. Двусвязные компоненты. Алгоритм поиска двусвязных компонент. Разделяющие точки, мосты, их нахождение. Алгоритм нахождения мостов.

Тема 7. Связный обход графа. Эйлеровы циклы и пути. Необходимые и достаточные условия их существования. Рекурсивный алгоритм их нахождения. Гамильтоновы циклы и пути. Алгоритм и эвристика их нахождения.

Тема 8. Поиск кратчайших путей во взвешенном графе. Задача о кратчайшем пути во взвешенном графе, различные её варианты. Алгоритм Форда-Беллмана. Жадный алгоритм Дейкстры. Алгоритм Флойда. Топологическая сортировка, алгоритм ее решения.

Тема 9. Раскраски графов. Задача о правильной раскраске графа. Поиск минимальной раскраски. Двухцветная раскраска.

Тема 10. Максимальные потоки. Потоки в сетях, основные понятия. Максимальные потоки и минимальные разрезы. Теорема Форда-Фалкерсона. Метод нахождения максимального потока.

Тема 11. Двудольные графы. Паросочетания. Двудольные графы. Паросочетания. Задача о максимальном паросочетании. Сведение её к нахождению максимального потока. Нахождение максимального паросочетания методом чередующихся цепочек.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Алгоритмы на графах»

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Основные понятия теории графов.	Изучение литературы, Визуализация	12	Используйте литературу [1], [2], [4]	Мониторинг тестирование, индивидуальное

	Компьютерное представление графов.	графов, решение задач, разработка тестов			собеседование
2	Поиск в графе. Обход графа.	Программная реализация алгоритмов, решение задач, разработка тестов	16	Используйте литературу [1], [2], [4]	Тестирование, индивидуальное собеседование
3	Деревья. Каркасы в графе.	Программная реализация алгоритмов, решение задач, разработка тестов	8	Используйте литературу [1], [2], [4]	Тестирование, индивидуальное собеседование
4	Приложение теории графов к решению задач.	Изучение литературы, решение задач, разработка тестов	10	Используйте литературу [1], [2], [4]	Тестирование
5	Связность в ориентированном графе.	Программная реализация алгоритмов, решение задач, разработка тестов	12	Используйте литературу [2], [3], [4]	Тестирование, индивидуальное собеседование
6	Двусвязность.	Изучение литературы, отладка алгоритмов	6	Используйте литературу [2], [4]	Устный опрос, мониторинг
7	Связный обход графа.	Компьютерный эксперимент: исследование эффективности предложенного алгоритма, решение задач	12	Используйте литературу [2], [3], [5]	Тестирование, мониторинг, обсуждение результатов эксперимента
8	Поиск кратчайших путей во взвешенном графе.	Программная реализация алгоритмов, решение задач, разработка тестов	12	Используйте литературу [1], [2], [4]	Тестирование, индивидуальное собеседование
9	Раскраски графов.	Программная реализация алгоритмов, решение задач, разработка тестов	6	Используйте литературу [2], [4]	Тестирование, индивидуальное собеседование
10	Максимальные потоки.	Изучение литературы, отладка алгоритмов	8	Используйте литературу [2], [4]	Устный опрос, мониторинг
11	Двудольные графы. Паросочетания.	Программная реализация алгоритмов, решение задач, разработка тестов	6	Используйте литературу [2], [3], [4]	Тестирование, индивидуальное собеседование

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Лабораторные занятия 1–3. Основные понятия теории графов. Компьютерное представление графов.

Разработка подпрограмм визуализации для случая ориентированных и неориентированных графов. Разработка подпрограмм ввода графа из файла и преобразование его к форме в виде матрицы смежности и в виде перечня рёбер (дуг). Разработка подпрограммы формирования случайного графа. Практикум по решению подготовительных задач на формирование графа с заданным количеством рёбер, вершин и их степеней.

Лабораторные занятия 4–6. Поиск в графе. Обход графа.

Программирование алгоритмов обхода графа в глубину. Порядок обхода в глубину. Проверка графа на связность. Нахождение самой длинной цепочки рёбер (дуг). Программирование алгоритмов обхода графа в ширину. Нахождение кратчайшего пути в невзвешенном графе. Нахождение компонент связности. Решение задач, связанных с обходом графа.

Лабораторные занятия 7–12. Деревья, каркасы и минимальные каркасы.

Выделение в графе каркаса. Проверка на то, является ли данный граф деревом. Нахождение во взвешенном графе каркаса наименьшего веса. Программирование алгоритмов Крускала и Прима. Решение задач по прошедшим темам. Контрольная работа по прошедшим темам.

Лабораторные занятия 13–17. Связность, сильная связность и двусвязность.

Программирование алгоритма нахождения сильно связных компонент графа. Нахождение конденсации ориентированного графа. Нахождение базы ориентированного графа. Программирование алгоритма поиска двусвязных компонент. Программирование алгоритма нахождения мостов.

Лабораторные занятия 18–20. Эйлеровы и гамильтоновы пути и циклы.

Программирование нахождения эйлеровых циклов и путей. Необходимые и достаточные условия их существования. Программирование нахождения гамильтоновых путей и циклов. Проведение компьютерного эксперимента по эффективности алгоритма нахождения гамильтонова пути. Эвристика и её влияние на эффективность алгоритма нахождения гамильтонова пути.

Лабораторные занятия 21–23. Поиск кратчайших путей во взвешенном графе.

Программирование нахождения кратчайшего пути во взвешенном графе с помощью алгоритма Дейкстры. Программирование алгоритма Флойда. Программирование топологической сортировки.

Лабораторные занятия 24–25. Раскраски графов.

Программирование эвристического алгоритма поиска минимальной раскраски графа. Программирование проверки двуцветности графа, примеры её применения.

Лабораторные занятия 26–28. Максимальные потоки и

паросочетания.

Программирование алгоритма нахождения максимального потока. Нахождение с его помощью максимального паросочетания. Программирование алгоритма нахождения максимального паросочетания методом чередующихся цепочек.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Алгоритмы на графах»

а) основная:

1. *Алексеев В.Е., Таланов В.А.* Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений. – М.: ИНТУИТ: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.
2. *Шапорев С.Д.* Дискретная математика: курс лекций и практических занятий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007.

б) дополнительная:

3. *Иванов Б.Н.* Дискретная математика. Алгоритмы и программы. Полный курс. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.
4. *Окулов С.М.* Программирование в алгоритмах. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2004.
5. *Шень А.* Программирование: теоремы и задачи. – М.: МЦНМО, 2004.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Библиотека КГУ <http://library.ksu.edu.ru/>
2. Национальный открытый университет ИНТУИТ (www.intuit.ru)

Электронные библиотечные системы:

3. ЭБС «Лань»
4. ЭБС «Университетская библиотека online»
5. ЭБС «Znanium»

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения занятий по дисциплине необходим компьютерный класс. Необходимое программное обеспечение:

- среда программирования (напр. PascalABC)
- офисный пакет