



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Дагестанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук



«Утверждаю»
Проректор по научной работе
и инновациям
Ашурбеков Н.А.
» 04 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

«Теория графов в задачах оптимизации и управления»

Уровень образования:
Подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура)

Направление подготовки
02.06.01 – Компьютерные и информационные науки

Профиль (направленность программы)
05.13.11 Математическое и программное обеспечение вычислительных
машин,
комплексов и компьютерных сетей

Квалификация (степень) выпускника:
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Статус дисциплины: обязательная

Форма обучения: очная

Махачкала – 2021

Рабочая программа составлена с учётом ФГОС ВО по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 864.

Разработчик: рабочая группа под руководством д.ф.-м.н., проф. по специальности 01.01.09 – «дискретная математика и математическая кибернетика» Магомедова А.М.

Рабочая программа дисциплины одобрена

1) на заседании кафедры дискретной математики и информатики 26.04.2021, протокол №8.

Завкафедрой  Магомедов А.М.

2) на заседании методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от 28.04.2021, протокол № 5.

Председатель  Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа согласована с начальником Управления аспирантуры и докторантуры ДГУ  Рамазанова Э.Т.

Аннотация

Дисциплина «Теория графов в задачах оптимизации и управления» относится к вариативной части Блока 1 Основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль (направленность программы) 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей». Дисциплина реализуется кафедрой дискретной математики и информатики и направлена на подготовку аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией графов, а также их применение в задачах моделирования и оптимизации

Цель дисциплины – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в области теории графов.

Дисциплина нацелена на формирование компетенций выпускника аспирантуры: УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ПК-2, ПК-3.

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, изучающих дисциплину «Дополнительные главы дискретной математики»

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 02.06.01 – Компьютерные и информационные науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 864;
- Образовательной программой 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» (уровень подготовки кадров высшей квалификации);
- Учебным планом университета по направлению подготовки 02.06.01 – Компьютерные и информационные науки, утвержденным в 2021 г.

Форма промежуточной аттестации – зачет. Общая трудоемкость

освоения дисциплины составляет 2 ЗЕ, 72 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия – 6 часов, лабораторные занятия – 12 часов, самостоятельная работа – 54 часа.

Объем дисциплины – три зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия							Форма контроля
	в том числе:							
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					в том числе СР, в том числе экзамен подготовка к нему	
		всего	из них					
Лекции			Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
1	72	18	6	12			54	Зачёт

Цели освоения дисциплины

Дисциплина ставит своей целью изучить основные теоретические разделы и прикладные методы теории графов, используемых при построении оптимизационных моделей.

Задачи изучения дисциплины:

1. Сформировать у студентов научное представление об основных положениях и понятиях теории графов;
2. Обучить студентов основным прикладным методам теории графов;
3. Научить студентов применять свои знания к решению практических задач оптимизации с использованием алгоритмического аппарата теории графов, пользоваться математической литературой для самостоятельного изучения вопросов, возникающих на практике.

Курс теория графов в задачах оптимизации и управления включает в себя такие разделы как: элементы общей теории графов; алгоритмы нахождения кратчайших путей; потоки на графах; элементы сетевого планирования.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения дисциплины формируются компетенции:

Код компетенции из ФГОС ВО	Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций	Планируемые результаты обучения
УК-1	Обладать, способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p>Знает: принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач</p> <p>Умеет: анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности</p> <p>Владеет: навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений</p>
ОПК-1	Обладать, способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p>Знает: основную проблематику актуальных исследований в области дискретной математики, основные алгоритмы исследовательского поиска, перспективы применения</p>

		<p>основных алгоритмов дискретной математики</p> <p>Умеет: ориентироваться в задачах дискретной математики и математической кибернетики.</p> <p>Владеет: навыками свободного обращения с такими дискретными объектами как функции алгебры логики, автоматные функции, машины Тьюринга, рекурсивные функции, графы и выработать представление о проблематике теории кодирования, синтеза управляющих систем.</p> <p>Демонстрирует способность и готовность применять полученные знания на практике</p>
ОПК-2	<p>Обладать, готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования</p>	<p>Знает: основы алгоритмизации, основы оптимального представления входных данных, принципы поиска оптимальных структур, удовлетворяющих</p>

		<p>тем или иным свойствам.</p> <p>Умеет: выполнять поиск оптимальных структур, представлять входные данные в удобной для обработки форме, определять вычислительную сложность в простых случаях, распознавать алгоритмы полиномиальной сложности.</p> <p>Владеет: развитыми навыками представления дискретных структур в памяти</p>
ПК-2	<p>Знание точных определений базовых понятий и формулировок основных теорем современного дискретного анализа.</p> <p>Умение проводить логически последовательные и строгие математические рассуждения при доказательстве теорем дискретного анализа.</p> <p>Владение классическими методами доказательств основных теорем дискретного анализа и важнейших формулировок теоретического программирования.</p>	<p>Знает: Основные понятия, идеи, методы, связанные с дисциплинами фундаментальной математики, основные научные подходы исследуемому материалу</p> <p>Владеет: навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования; владеть логикой научного исследования,</p>

		<p>терминологическим аппаратом научного исследования</p> <p>Умеет:</p> <p>критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;</p> <p>использовать теоретические методы в решении прикладных задач, составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых научных исследований</p> <p>научные подходы исследуемому материалу</p>
ПК-3	<p>Способность применять методы и алгоритмы, в том числе параметрические и комбинаторные, решения изобретательских задач, выбирать оптимальное (рациональное) решение из множества возможных вариантов</p>	<p>Знает: принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач</p> <p>Умеет:</p> <p>анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности</p> <p>Владеет: навыками</p>

		научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений
--	--	--

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
универсальные	УК-1	Знание математических основ программирования. Умение осуществлять взаимодействие программ, создавать и применять динамические библиотеки на основе разных языков программирования. Владение навыками выбора программных средств, оптимально соответствующих конкретной задаче.	Последовательное изучение тем 1 и 3
общепрофессиональные	ОПК-1	Знание основ объектно-ориентированного программирования. Умение применять компьютерные подходы в математических доказательствах, когда это логически оправдано. Владение навыками проведения масштабных вычислительных экспериментов, выявления закономерностей в вычислительном материале	Последовательное изучение тем 1, 2, 3. Реферат.

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		и формулировки гипотез с последующим выяснением истинности	
	ОПК-2	<p>Знание внутренней логики эволюции языков программирования в целом и мотивации отдельных ее этапов – в частности.</p> <p>Умение оценивать объем материала, необходимого для освоения того или иного программного вопроса, выявлять и пропагандировать многообразные связи и отношения между учебными дисциплинами.</p> <p>Владение методикой адаптированного к аудитории изложения материала с выявлением вопросов, находящихся в шаговом доступе.</p>	Последовательное изучение тем 1 и 3. Реферат.
профессиональные	ПК-2	<p>Знание точных определений базовых понятий и формулировок основных теорем современного дискретного анализа.</p> <p>Умение проводить логически последовательные и строгие математические рассуждения при доказательстве теорем дискретного анализа.</p> <p>Владение классическими методами доказательств</p>	Изучение темы 1

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		основных теорем дискретного анализа и важнейших формулировок теоретического программирования.	
	ПК-3	Знание основных алгоритмов поиска кратчайших путей в графах. Умение проводить логически последовательные и строгие математические рассуждения при доказательстве теорем дискретного анализа. Владение классическими методами доказательств основных теорем дискретного анализа и важнейших формулировок теоретического программирования.	Последовательное изучение тем 1, 2, 3. Реферат.

3. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «Теория графов в задачах оптимизации и управления» входит в Блока 1 Основной профессиональной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль (направленность программы) 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» аспирантам очной формы обучения.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

Основы программирования, Архитектура вычислительных систем, Дискретная математика, Математическая логика и теория алгоритмов, Алгоритмы и анализ сложности, Операционные системы, Технологии БД,

Прикладные задачи теории графов, Введение в анализ информационных технологий, Информационная безопасность и защита информации.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются, закрепляются и развиваются при проведении практики, выполнении кандидатской диссертации.

4.1. Распределение трудоёмкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы (модуля)	Часы				
				всего	лекции	пр. зан.	лаб. зан.	срс
1 семестр				72	6		12	54
Модуль 1. Алгоритмы нахождения кратчайших путей								
1	1-3	1	Основные понятия теории графов и способы их задания. Маршруты цепи циклы. Компоненты связности.	18	2		4	12
1	4-7	2	Нахождение кратчайших путей.	18	2		4	12
Итого за модуль 1				36	4		8	24
Модуль 2. Графы и сети								
1	8-12	3-4	Алгоритмы нахождения максимальных потоков на графах. Сетевые модели.	36	2		4	30
Итого за модуль 2				36	2		4	30
Всего:				72	6		12	54

4.2 Содержание дисциплины

Модуль 1. Кратчайшие пути

Тема 1. Основные понятия теории графов и способы их задания. Маршруты цепи циклы. Компоненты связности.

Виды графов и способы задания графов. Нечеткие и неориентированные графы. Маршруты, цепи, циклы.

Тема 2. Нахождение кратчайших путей.

Нахождение кратчайших путей. Алгоритмы Форда, Дейкстры и Беллмана-Мура. Алгоритмы нахождения максимальных путей.

Модуль 2. Графы и сети.

Тема 3. Алгоритмы нахождения максимальных потоков на графах. Сетевые модели.

Деревья. Характеристические свойства деревьев. Верхняя оценка числа неизоморфных корневых деревьев с m ребрами. Теорема Кэли о числе деревьев с n вершинами. Двудольные графы паросочетания и трансверсали. Теорема Холла. Сети. Потоки в сетях. Теорема Форда-Фалкерсона.

4.3. Самостоятельная работа аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов включает следующие виды работ: решение задач, подготовка рефератов, выступления с докладами по реферату.

Содержание и объем самостоятельной работы аспирантов

	Виды самостоятельной работы и контроля	Трудоёмкость в зач. ед.
1.	Проработка и повторение лекционного материала и материала рекомендованной литературы – выполняется самостоятельно каждым аспирантом по итогам каждой из лекций, результаты контролируются преподавателем на лекционных занятиях, используются конспект лекций, учебники, рекомендуемые данной программой	30
2.	Самостоятельное изучение отдельных подразделов программы - выполняется каждым аспирантом по заданию преподавателя, результаты контролируются преподавателем на лекционных занятиях, используются материалы, рекомендуемые данной программой	24
	Всего часов	54

5. Фонд оценочных средств

Оценочные средства текущего контроля – устные вопросы, письменная работа, собеседование, тесты

«Отлично» - Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений и специфике дискретной математики и математической кибернетики.

«Хорошо» - Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных проблемах и методах решений. Сформированные, но содержащие отдельные представления о дискретной математике и математической кибернетике.

«Удовлетворительно» - Неполные представления об основных проблемах и методах решений. Неполные представления о дискретной математике и математической кибернетике.

«Неудовлетворительно» - Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений. Фрагментарные представления о дискретной математике и математической кибернетике.

Темы рефератов:

1. Графы. Основные понятия теории графов. Типы и способы задания графов. Изоморфизм, связность.

2. Деревья и их свойства. Корневые деревья и оценка их числа. Геометрическая реализация графов.

3. Формула Эйлера. Понятие о теореме Понтрягина-Куратовского. Оценки числа графов.

4. Эйлеровы и гамильтоновы цепи и циклы. Алгоритмы построения.

5. Задача о коммивояжере и алгоритмы её решения.

6. Цикломатическое и хроматическое числа графов.

7. Планарные графы. Минимизация пересечений ребер графа.

8. Нечёткие ориентированные графы.

9. Задача определения паросочетаний в графе.

10. Задача на покрытие. Точное решение задачи на покрытие.

11. Градиентный алгоритм поиска приближенного решения. Оценка сложности.

12. Точное решение задачи на покрытие методом динамического программирования.

13. Приближенное решение задачи об упаковке в контейнеры.

14. Классы P и NP. Полиномиальная сводимость задач.

Вопросы к зачёту

1. Виды графов и способы задания графов. Нечеткие неориентированные графы.

2. Маршруты, цепи и циклы.

3. Нахождение кратчайших маршрутов. Алгоритмы Форда, Дейкстры и Беллмана-Мура.

4. Эйлеровы и гамильтоновы цепи и циклы. Связь между эйлеровыми и гамильтоновыми графами.
5. Алгоритмы построения гамильтонова цикла. Алгебраический метод. Алгоритм Робертса-Флореса.
6. Задача о коммивояжере и алгоритмы её решения. Геометрический метод решения. Алгоритмы Хелда и Карпа.
7. Расстояния на графах. Деревья.
8. Цикломатическое и хроматическое числа графа. Числа внутренней и внешней устойчивости.
9. Плоские и планарные графы.
10. Задача определения паросочетаний в графе.
11. Теорема Кэли о числе деревьев с занумерованными вершинами.
12. Двудольные графы. Паросочетания и трансверсали. Теорема Холла.
13. Потоки в сетях. Теорема Форда-Фалкерсона.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература:

1. Алексеев, В. Е. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений : учебник / В. Е. Алексеев, В. А. Таланов. - М. : Интернет-Университет Информационных Технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 320 с.

2. Т.И. Бояринцева Теория графов: метод. указания [Электронный ресурс] / Т.И. Бояринцева. - Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - . - ISBN 978-5-7038- 3994-2 : Б. ц. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839942.html>

3. Шапорев, С. Д. Дискретная математика : курс лекций и практ. занятий: учеб. пособие / С. Д. Шапорев. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 400 с. : ил. ; 24 см. - Гриф: допущено науч.-метод. советом по математике вузов Северо-Запада в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обуч. по спец. 220200 "Автоматизированные системы обработки информации и управления", 071900 "Информационные системы в технике и технологиях". - ISBN 5-94157- 703-6 : 153.51 р.

4. Новиков, Ф. А. Дискретная математика для программистов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ф. А. Новиков. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2004, 2005. - 364 с. : ил. ; 24 см. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 349-350 (28 назв.). - ISBN 5-94723-741-5 : 139.81 р., 123.00 р. Допущено М-вом образования РФ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИЗДАНИЯ

5. Алгоритмы : построение и анализ / Т. Х. Кормен, Ч. И. Лейзерсон, Р. Л. Ривест, К. Штайн. - 2-е изд. - М. : ИД "Вильямс", 2005. - 1296 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр.: с. 1256-1276. –

6. Алгоритмы / Т. Х. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. Algorithms / Т. Н. Cormen, С. Е. Leiserson, R. L. Rivest, С. Stein : построение и анализ : пер. с англ. - 2-е изд. - М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2012. - 1296 с. : ил.; 24 см. - Тит. л. парал. на англ. яз. - ISBN 978-5- 8459-0857-5 : 1966.69 р.

7. Алферова, З. В. Применение теории графов в экономических расчетах [Текст] / З. В. Алферова, В. П. Езжева. - М. : Статистика, 1971. - 150 с. : ил., табл. ; 22 см. - Библиогр.: с. 149 (10 назв.). - 0.45 р.

8. Седжвик, Р. Фундаментальные алгоритмы на С [Текст] : пер. с англ. / Р. Седжвик. - М. ; СПб. ; Киев : ТИД "DiaSoft", 2003 - .Ч. 1-5 : Анализ. Структуры данных. Сортировка. Поиск. Алгоритмы на графах. - 2003. - 1136 с. : ил. ; 24 см. - ISBN 5-93772-083-0 : 456.00 р.

9. Плотников, А. Д. Дискретная математика [Текст] : учеб. пособие / А. Д. Плотников. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ООО "Новое знание", 2006. - 304 с. ; 20 см. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-94735-105-6 : 105.60 р.

10. Соболева, Т. С. Дискретная математика : учеб. / Т. С. Соболева, А. В. Чечкин. - М. : ИЦ "Академия", 2006. - 256 с. : ил. ; 22 см.- (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). - Библиогр.: с. 252 (15 назв.). - Гриф: допущено М-вом образования и науки РФ в качестве учебника для студ. вузов, обучающихся по спец. направлений подготовки "Информатика и вычислительная техника", "Информационные системы", "Информационная безопасность". - ISBN 5-7695-2823-0 : 350.70 р., 221.10 р.

11. Бредихин Д.А. Элементы теории множеств, алгебры и дискретной математики : учеб. пособие для всех спец. вузов / Д. А. Бредихин ; ред. В. А. Крысько ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 1998. - 80 с. ; 20 см. - ISBN 5-7433-0471-8.

6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

1. <http://www.allmath.com/> - Портал математических интернет-ресурсов
2. <http://www.math.ru/> - Портал математических интернет-ресурсов
3. <http://en.edu.ru/> - Портал образовательных ресурсов по естественнонаучным дисциплинам
4. <http://algotlist.manual.ru/> - Портал ресурсов по математике, алгоритмам и ИТ
5. <http://www.exponenta.ru/> - Сайт с учебными материалами по математическим дисциплинам.

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

В соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы

послевузовского профессионального образования по специальности 05.13.11 программа специальности «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерное моделирование и визуализация, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков аспирантов.

В библиотеке ДГУ имеется необходимая литература, для проведения лекций используется презентационное оборудование. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах с необходимым программным обеспечением. Вся основная литература предоставляется аспиранту в электронном форма-те.

8. Образовательные технологии

Предусматривается регулярное общение с лектором и представителями российских и зарубежных компаний по электронной почте и по Zoom.

Процесс изложения учебного материала сопровождается презентациями и демонстрацией решения задач в интерактивном режиме с использованием мультимедийного проектора.

Наряду с интерактивными лекциями предусматриваются участие в научно-методологических семинарах, коллоквиумах и конференциях; мастер-классы экспертов и специалистов; самостоятельная работа аспиранта, в которую входит освоение теоретического материала, подготовка к занятиям с использованием интернета и электронных библиотек;