

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительных технологий



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.05 «ТЕОРИЯ ГРАФОВ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ»

Направление
подготовки/специальность 02.03.02 **Фундаментальная информатика**
и _____ **информационные**
технологии

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация
Математическое и программное обеспечение компьютерных технологий
(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академический бакалавриат
(академическая /прикладная)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника бакалавр
(бакалавр, магистр, специалист)

Рабочая программа «ТЕОРИЯ ГРАФОВ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Программу составил: А.С. Жук старший
преподаватель кафедры вычислительных технологий



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительных технологий от «20» мая 2021 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой (разработчик) Вишняков Ю.М.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 1 от «21» мая 2021 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



Рецензенты:

Схаляхо Ч.А., доцент КВВУ им.С.М.Штеменко, к.ф.-м.н., доцент

Гаркуша О.В., доцент кафедры информационных технологий ФБГОУ ВО «Кубанский государственный университет», кандидат физико-математических наук, доцент.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью преподавания и изучения дисциплины «Теории графов и ее приложения» является формирование у магистрантов знаний и умений в теории графов и графовых грамматик, знаний основных математических методов, применяемых для описания и анализа архитектур компьютерных систем, умения разрабатывать структурные модели, умения использовать специализированные программные пакеты.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи освоения дисциплины.

Студент должен **знать** основные понятия, методы, алгоритмы и программные средства для работы с графовыми структурами различных типов; **уметь** применять аналитические методы и методы статистического моделирования для оценки их свойств и характеристик; **владеть** методами моделирования архитектур сложных компьютерных систем.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Графы и грамматика» относится к дисциплинам по выбору блока Б1 учебного плана. Для изучения дисциплины необходимо знание основ дискретной математики, архитектуры вычислительных систем, объектно-ориентированного проектирования и программирования, компьютерных сетей, теории вероятностей и математической статистики. Знания, получаемые при изучении теории графов и грамматик, их приложений в компьютерных науках, используются при изучении таких дисциплин учебного плана магистра как «Моделирование взаимодействующих систем», «Распределенные алгоритмы в компьютерных сетях», «Математические модели компьютерных сетей», «Сложность задач и алгоритмов», а также при работе над магистерской диссертацией.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В процессе освоения дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

- ПК-2: способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий;
- ПК-4: способность разрабатывать архитектурные и функциональные спецификации создаваемых систем и средств информационных технологий, а также разрабатывать абстрактные методы их тестирования.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-2	способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий;	основные алгебраические, геометрические и вероятностные конструкции, связанные с графами	анализировать свойства графов	алгоритмами вычисления теоретико-графовых характеристик
2	ПК-4	способность разрабатывать архитектурные и функциональные спецификации создаваемых систем и средств информационных технологий, а также разрабатывать абстрактные методы их тестирования.	графовые модели архитектурных спецификаций современных компьютерных систем	описывать архитектурные спецификации создаваемых систем на языке теории графов	методами вывода в графовых грамматиках

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Трудоемкость дисциплины – 5 ЗЕТ. При учете дисциплины в зарубежном университете в условиях мобильности студентов – 5 ECTS.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
Аудиторные занятия (всего)	60	60
В том числе:		
Занятия лекционного типа	20	20
Лабораторные занятия	40	40
КСР		
ИКР	0,3	0,3
Самостоятельная работа (всего)	84	84
В том числе:		
Проработка учебного (теоретического) материала	84	84
Промежуточная аттестации	экзамен	экзамен
Контроль	35,7	35,7
Общая трудоемкость	час зач. ед.	180 5
		180 5

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 10 семестре (очная форма)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия алгебраических структур	36	4		10	22
2	Геометрические и случайные графы	38	6		10	22
3	Динамические графы	38	6		10	22
4	Грамматики	32	4		10	18
	Итого:	144	20		40	84
	Экзамен	36				
	Всего:	180				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основные понятия алгебраических структур	<p>ОТНОШЕНИЯ И АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ. Множества и отношения. Универсальные алгебры, структуры и модели. Категории и функторы.</p> <p>ГРАФЫ. ОБЫКНОВЕННЫЕ ГРАФЫ. Основные понятия. Инварианты графа. Симметрии и автоморфизмы. Перечисление графов. Представление графов в программах. Р-ГРАФЫ. Строение вершин. Р-графы и вычислительные структуры. Представление Р-графов в программах. ГИПЕРГРАФЫ. Строение множества гиперребер. Операции над мультиотношениями. Представление гиперграфов.</p> <p>ИЕРАРХИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ. Строение сложных систем. Представление иерархических структур.</p>	ЛР, РГЗ

2	Геометрические и случайные графы	ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ГРАФЫ. Геометрия + отношения. Понятие геометрического графа. Экстремальные конфигурации. Невозможные графы. СЛУЧАЙНЫЕ ГРАФЫ. Вероятности + отношения. Случайные графы Эрдёша – Реньи. Случайные геометрические графы. Вероятности мостов в случайных графах. Редкие графы.	ЛР, РГЗ
3	Динамические графы	ДИНАМИЧЕСКИЕ ГРАФЫ. Время + отношения. Темпоральный граф. Математическая модель. Web модель Боллобаша – Риордана. Операции над графами. Элементарные операции. Произведение графов. Композиция графов. Объединение и соединение графов. Дополнение графа. Графы мобильных компьютерных сетей.	ЛР, РГЗ
4	Грамматика	ГРАММАТИКИ. ГРАММАТИКИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ. Задание структур последовательностей. Вывод в грамматике. КОНЕЧНЫЕ АВТОМАТЫ. Понятие конечного автомата. Минимизация конечных автоматов. ГРАФОВЫЕ ГРАММАТИКИ. Автономный компьютеринг и авто моделирование. Построение и реализация графовых грамматик. Пример правил грамматики.	ЛР

ЛР – лабораторные работы

РГЗ – расчетно-графическое задание

Содержание согласовано с представителями работодателей

2.3.2 Лабораторные занятия

На выполнение каждой лабораторной работы отводится 4 часа работы в аудитории.

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Инварианты графа. Симметрии и автоморфизмы
2	1	R-графы и вычислительные структуры
3	2	Геометрические графы
4	2	Генерация случайных графов
5	2	Случайные геометрические графы
6	3	Web модель Боллобаша – Риордана
7	3	Произведение и композиция графов
8	3	Графы мобильных компьютерных сетей
9	4	Построение и реализация графовых грамматик
10	4	Автономный компьютеринг и авто моделирование

2.3.3. Расчетно-графические задания

По дисциплине студентом выполняется три индивидуальных расчетно-графических задания – разработки компьютерных программ и проведение исследований с их помощью. Темы заданий для каждого студента различны. Задача РГЗ состоит в проверке умений студента в соответствии с перечнем компетенций, владении им методами исследования, и в контроле эффективности его самостоятельной работы.

Темы заданий ежегодно обновляются. Общая тематика соответствует тематике лабораторных работ.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Раздел 1. Универсальные алгебры, структуры и модели.	Основная литература [1] Дополнительная литература [1]
2	Раздел 2. Случайные графы Эрдёша – Реньи. Алгоритмы генерации случайных графов.	Основная литература [2] Дополнительная литература [2]
3	Раздел 3. Объединение и соединение графов. Дополнение графа.	Основная литература [3] Дополнительная литература [1-2]
4	Раздел 4. Минимизация конечных автоматов.	Основная литература [3] Дополнительная литература [1-2]

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов

А	Л	Компьютерные презентации и обсуждение	20
	ЛР	Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов)	40
Итого:			60

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения заданий, лабораторных работ, средств итоговой аттестации (экзамена в семестре А).

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- оценки, выставляемой при сдаче индивидуальных расчетно-графических заданий – разработки компьютерных программ;
- ответа на экзамене (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

Образец РГЗ – задания на разработку алгоритма и компьютерной программы

Разработать: Программу статистического моделирования для оценки структурных характеристик компьютерной системы заданной архитектуры.

Разработанная программа должна удовлетворять следующим требованиям:

- 1) обеспечивать ввод описания архитектуры в программу;
- 2) проводить сеанс статистического моделирования;
- 3) обеспечивать сбор информации во время сеанса моделирования;
- 4) производить обработку результатов и формировать выходные данные.

Отчет по выполнению РГЗ должен содержать:

- постановку задачи;

- краткое описание разработанного алгоритма;
- текст разработанной программы на языке программирования;
- тестовые примеры и результаты тестирования программы;
- таблицы и/или графики, полученные в результате проведенного исследования производительности компьютерной системы;
- список использованной литературы.

Перечень вопросов, которые выносятся на экзамен в семестре А

1. Множества и отношения. Универсальные алгебры, структуры и модели.
2. Категории и функторы.
3. Обыкновенные графы. Основные понятия. Инварианты графа.
4. Симметрии и автоморфизмы. Перечисление графов.
5. Представление графов в компьютерных программах.
6. Р-графы. Строение вершин. Р-графы и вычислительные структуры. Представление Р-графов в программах.
7. Гиперграфы. Строение множества гиперребер. Операции над мультиотношениями. Представление гиперграфов.
8. Иерархические структуры. Строение сложных систем. Представление иерархических структур.
9. Понятие геометрического графа.
10. Экстремальные конфигурации для геометрических графов.
11. Невозможные графы.
12. Случайные графы Эрдёша – Реньи.
13. Случайные геометрические графы.
14. Вероятности мостов в случайных графах.
15. Редкие графы. Дисциплины обслуживания.
16. Темпоральный граф. Математическая модель.
17. Web модель Боллобаша – Риордана.
18. Операции над графами. Элементарные операции. Произведение графов. Композиция графов.
19. Объединение и соединение графов. Дополнение графа. Графы мобильных компьютерных сетей.
20. Грамматики последовательностей. Задание структур последовательностей. Вывод в грамматике.
21. Понятие конечного автомата. Минимизация конечных автоматов.
22. Графовые грамматики. Автономный компьютеринг и автомоделирование.
23. Построение и реализация графовых грамматик. Примеры правил грамматики.

Экзаменационный билет содержит один теоретический вопрос из приведенного выше перечня и три вопроса по разработанным студентом (в рамках РГЗ) программам (практическая часть экзамена).

Критерии оценивания

Оценка «отлично»:

1) по теоретическому вопросу даны точные формулировки алгоритмов, теорем и правильные доказательства; точные определения математических объектов и ясные и правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями;

2) по практической части приведены достоверные результаты работы программ и даны подробные пояснения по текстам программ.

Оценка «хорошо»:

1) по теоретическому вопросу – имеются неточности формулировки алгоритмов, теорем или пробелы в правильных доказательствах; недостаточно точные определения математических объектов или неясные и не совсем правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями;

2) по практической части приведены достоверные результаты работы программ и даны подробные пояснения по текстам программ.

Оценка «удовлетворительно»:

1) по теоретическому вопросу – имеются неточности формулировки алгоритмов, теорем или пробелы в правильных доказательствах; недостаточно точные определения математических объектов или неясные и не совсем правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями;

2) по практической части допускается, что по одному из вопросов приведены результаты работы программ, значительно отличающиеся от результатов, следующих из теории, и студент не может объяснить расхождение.

Оценка «неудовлетворительно»:

отсутствуют удовлетворительные ответы на два или более вопроса экзаменационного билета.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Миков А.И. Графы и грамматики. Учебное пособие. – Краснодар: ИПЦ Кубанского госуниверситета, 2014.
2. Миков А.И., Ермоленко С.С., Пашенцева В.В. Вероятностные модели компьютерных сетей. Учебное пособие. Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону. Издательство Южного федерального университета, 2014

5.2. Дополнительная литература

1. Харари Ф. Теория графов. – М.: Едиториал УРСС, 2003.
2. Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
3. Курош А.Г. Лекции по общей алгебре. – СПб.: Лань, 2007.
4. Гофф М.К. Сетевые распределенные вычисления. Достижения и проблемы. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005.
5. Букур И., Деляну А. Введение в теорию категорий и функторов. – М.: Мир, 1972.
6. Кон П. Универсальная алгебра. – М.: Мир, 1968.
7. Харари Ф., Палмер Э. Перечисление графов. – М.: Мир, 1977.
8. Плоткин Б.И. Универсальная алгебра, алгебраическая логика и базы данных. – М.: Наука, 1991.
9. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973.

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

Журналы издательства Elsevier: «Theoretical Computer Science», «AKCE International Journal of Graphs and Combinatorics»; «Discrete Mathematics»; «Discrete Applied Mathematics»; «European Journal of Combinatorics», «Pervasive and Mobile Computing»; «Computer Communications»; «Ad Hoc Networks». Доступ к текстам статей в этих журналах с компьютеров КубГУ

(www.sciencedirect.com).

Российские журналы: «Дискретная математика»; «Информатизация и связь»; «Проблемы информатики».

Рекомендуются статьи в российских и зарубежных изданиях:

1. Миков А.И. Связность автономных беспроводных компьютерных сетей в местностях с плохой инфраструктурой // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества, 2014, №1, с. 70-75.
2. Миков А.И. Стохастические характеристики разрезов в графах ad hoc сетей // Информатизация и связь, 2014, №1, с.76-79. ISSN 2078-8320.
3. Миков А.И., Храмцова А.В. Анализ характеристик случайных темпоральных графов мобильных ad hoc сетей // Информатизация и связь, 2016, №2, с.52-56. ISSN 2078-8320.
4. Миков А.И., Храмцова В.В. Архитектура и реализация транслятора описаний структур компьютерных сетей // Информатизация и связь, 2013, №5, с.74-76. ISSN 2078-8320.
5. Andrei O., Kirchner H. A Higher-Order Graph Calculus for Autonomic Computing // M. Lipshteyn, V. E. Levit, R. M. McConnell (eds). Graph Theory, Computational Intelligence and Thought. –Heidelberg: Springer, 2009, P. 15–26.
6. Rodriguez I. B., Drira K., Chassot C., Jimaiel M. A rule-driven approach for architectural self adaptation in collaborative activities using graph grammars /International Journal of Autonomic Computing. – 2010. –Vol. 1, № 3, P. 226-245.
7. Mikov A., Borisov A. Connectivity Control in Ad Hoc Systems: a Graph Grammar Approach // Information Models and Analysis. –2013. – № 1, P. 37–45.

Интернет - ресурсы

1. www.parallel.ru.
2. Архив статей <http://citeseerx.ist.psu.edu>.
3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>.
4. Интернет-университет информационных технологий <http://www.intuit.ru>.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

7.1 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. MS .NET Framework.
 2. MS Visual Studio.
 3. Язык моделирования Triad.
 4. Язык C++.
- 8. Методические указания по выполнению лабораторных работ и РГЗ**

Лабораторные работы выполняются, как правило, в компьютерном классе. Отдельные работы могут выполняться в аудитории при наличии у магистрантов портативных компьютеров.

На лабораторных работах изучаются методы теории графов и граф-ориентированного описания архитектуры и программного обеспечения компьютерных систем. Магистрант должен правильно написать необходимый код программной модели или построить математическую модель системы и произвести ее математический анализ. По отдельным темам магистрантам поручается подготовить презентации и выступить с докладами на занятиях.

Расчетно-графическое задание по дисциплине состоит в проектировании, разработке и отладке компьютерной программы, в ее тестировании и выполнении для решения некоторых тестовых примеров.

Задания являются индивидуальными, т.е. формулируются для каждого магистранта отдельно и не повторяются в следующем учебном году.

В выдаваемом задании преподавателем формулируется постановка задачи, которую должна решать разрабатываемая программа; условия программной реализации (операционная система, платформа, языки моделирования, способы визуализации результатов); требования к форме представления входных данных; требования к выходным данным; специфические характеристики качества реализованной программы.

Магистрант должен:

- провести анализ требований;
- изучить литературу по соответствующей предметной области для обеспечения полного и точного понимания постановки задачи;
- провести анализ существующего программного обеспечения

решающего подобные задачи;

- выбрать средства реализации из множества предложенных преподавателем;
- разработать алгоритм решения задачи;
- написать программу, реализующую алгоритм;
- провести необходимые действия по отладке и тестированию;
- выбрать исходные данные для контрольных примеров;
- выполнить программу для контрольных примеров.

Отчет по выполнению РГЗ должен содержать:

- постановку задачи;
- краткое описание разработанного алгоритма;
- текст разработанной программы на языке программирования высокого уровня;
- тестовые примеры и результаты тестирования программы;
- список использованной литературы.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оборудованная видеопроектором и экраном, ауд. 129, 131.
2.	Лабораторные занятия	Компьютерные классы, лаб. 101 - 104. Классы оснащены компьютерами, объединенными в локальную сеть. Аудитории для лабораторных занятий, оборудованные досками.
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Лекционная аудитория.
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.