

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
 Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**
 Факультет компьютерных наук и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета
 Миронов С. В.



«15» июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины
 Теория графов**

Специальность
 10.05.01 Компьютерная безопасность

Специализация
 Математические методы защиты информации

Квалификация выпускника
 Специалист по защите информации

Форма обучения
 Очная

Саратов,
 2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Абросимов М. Б.		15.06.2023 г.
Председатель НМК	Кондратова Ю. Н.		15.06.2023 г.
Заведующий кафедрой	Абросимов М. Б.		15.06.2023 г.
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория графов» являются формирование у обучающихся компетенций, связанных с пониманием теоретических основ теории графов; овладение основными идеями и методами теории графов.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (Модули)» учебного плана ООП и направлена на формирование у обучающихся профессиональных компетенций.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения дисциплин «Алгебра», «Дискретная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория информации», «Математическая логика и теория алгоритмов».

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен применять методы научных исследований в профессиональной деятельности, в том числе в работе над междисциплинарными и инновационными проектами.	ПК-1.1. Владеет методами построения научной работы, современными методами сбора и анализа полученного материала, способами аргументации; навыками научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках. ПК-1.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой. ПК-1.3. Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации в профессиональной деятельности.	Знать Основные понятия теории графов, основные теоремы теории графов, основные алгоритмы теории графов Уметь Доказывать основные теоремы теории графов, формулировать основные алгоритмы теории графов Владеть Навыками решения профессиональных задач с применением теории графов
ПК-2. Способен к самостоятельному построению алгоритмов, проведению их анализа и реализации в современных программных комплексах.	ПК-2.1. Знает современные методы разработки, реализации, анализа и оптимизации алгоритмов. ПК-2.2. Умеет разрабатывать и	Знать Основные положения и концепции теории графов Уметь Соотносить знания в области программирования

	<p>реализовывать алгоритмы в современных программных комплексах. ПК-2.3. Владеет навыками разработки, анализа и реализации алгоритмов.</p>	<p>графовых алгоритмов с практическими задачами, применять навыки программирования и отладки программного кода для реализации алгоритмов на графах Владеть Навыками разработки программного обеспечения на основе алгоритмов теории графов</p>
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Лекции	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
					Лабораторные занятия		ИКР	СР	
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Введение	7	1	2	2	–	–	2	<i>Контрольная работа на 15-й неделе</i>
2	Основные алгебраические конструкции и над графами		2-3	4	4	4	–	4	
3	Изоморфизм и части графа		4-7	8	8	4	1	8	
4	Пути в графе		8-11	8	8	4	1	8	
5	Деревья		12-15	8	8	2	1	8	
6	Планарные графы		16-17	4	4	4	1	6	
Промежуточная аттестация – 36ч.									Экзамен
ИТОГО – 144ч.				34	34	18	4	36	

Содержание дисциплины

Введение. Бинарные отношения. Двоичные булевы матрицы. Связь отношений и двоичных булевых матриц. Отношения на множестве. Классификация отношений.

Основные алгебраические конструкции над графами. Определения основных видов графов: ориентированный, неориентированный, направленный. Важнейшие классы графов: полные, вполне несвязные, двудольные, турниры. Алгебраические операции над графами: соединение, объединение, дополнение. Вершины и ребра графа. Степень вершины. Теорема Эйлера. Вектор степеней и степенное множество. Униграфы. Критерии Эрдеша-Галлаи и Гавела-Хакими графичности вектора. Построение реализации вектора степеней с помощью процедуры layoff. Построение реализации заданного степенного множества.

Изоморфизм и части графа. Понятие инварианта и полного инварианта графа. Максимальные и минимальные матричные коды. Понятия изоморфизма и вложения графов. Реконструируемость графов. Автоморфизмы графа. Подобные вершины и ребра. Способы проверки изоморфизма и вложения. Метод канонических представителей. Графовые модели отказоустойчивости. Минимальные вершинные и реберные расширения графов. Минимальные расширения некоторых типов графов: полный граф, вполне несвязный, цепь, цикл. Точные расширения графов.

Пути в графе. Пути в графе. Простые пути. Цепи. Циклы. Связные графы, компоненты связности. Теорема о достаточном условии связности. Вершинная и реберная связности. Условие Уитни. Эксцентриситет вершины. Радиус и диаметр графа. Центр и окраина графа. Эйлеровость и полуэйлеровость. Критерии эйлеровости и полуэйлеровости графов. Гамильтоновость. Достаточные условия гамильтоновости графов. Необходимое условие гамильтоновости планарных графов: теорема Гринберга. Гамильтоновость кубических графов. Алгоритм Эпштейна.

Деревья. Понятие дерева. Способы визуализации деревьев. Характеристическая теорема о деревьях. Теорема о центре дерева. Кодирование деревьев: код Прюфера, уровневый код. Алгоритм Ахо-Хопкрофта-Ульмана проверки изоморфизма деревьев. Остовные деревья. Алгоритмы Прима и Крускала построения минимального остовного дерева.

Планарные графы. Укладки графов. Укладка графов в пространстве, на сфере и на плоскости. Планарные графы. Максимально плоские графы. Формула Эйлера для планарных графов. Критерий планарности. Прямолинейное изображение графа. Теорема Фари. Род графа.

План лабораторных занятий

На лабораторных занятиях студенты должны выполнить 9 теоретико-практических заданий.

№ занятия	Тема	Задания для лабораторного практикума
1	2	3
1-5	Основные алгебраические конструкции над графами	№ 1, 2
6-8	Изоморфизм и части графа	№ 3, 4
9-12	Пути в графе	№ 5
13-15	Деревья	№ 6, 7, 8
16-17	Планарные графы	№ 9

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Предусматривается широкое использование в учебном процессе таких активных и интерактивных форм проведения занятий как групповое взаимодействие для решения задач, тематические дискуссии.

Лекционные занятия проводятся в традиционной форме. При проведении части лекционных занятий используется ПК и мультимедийный проектор. На лекционных занятиях проводятся экспресс-опросы по пройденному материалу и дискуссии на тему, предложенную для самостоятельной проработки. Часть лекций происходит в форме лекции-беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков в области современного материаловедения. Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

- информационно-развивающие – лекция, объяснение, демонстрация, решение задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой.

В рамках *практической подготовки* по данной дисциплине используются проектные задания, выполнение которых направлено на формирование таких профессиональных действий как способность применять методы научных исследований в профессиональной деятельности. Примеры заданий приведены в фондах оценочных средства.

Иная контактная работа представляет собой индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учётом образовательных возможностей обучающихся.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве. При этом основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья, т.е. все студенты обучаются в смешенных группах, имеют возможность

постоянно общаться со сверстниками, благодаря чему легче адаптируются в социуме.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

В рамках самостоятельной работы студенты изучают дополнительную литературу по предмету. При чтении лекций по соответствующим разделам дисциплины даются ссылки на источники, в которых более детально рассматривается материал.

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя задания для самостоятельной работы, задания для лабораторных занятий, задания для контрольной работы, тесты, контрольные вопросы, вопросы для проведения промежуточной аттестации (экзамен). Фонд оценочных средств оформлен в качестве приложения к учебной рабочей программе дисциплины «Теория графов».

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
7	10	30	–	10	0	10	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

7 семестр

Лекции

Оценивается посещаемость и активность – от 0 до 10 баллов.

Лабораторные занятия

Оценивается самостоятельность при выполнении работы, грамотность в оформлении и правильность выполнения – от 0 до 30 баллов.

Практические занятия

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Выполнение заданий в рамках самостоятельной работы в течение семестра – от 0 до 10 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Контрольная работа – от 0 до 10 баллов.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация представляет собой *экзамен*, проводимый в устной форме с предварительной подготовкой студента к ответу.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 31 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 10 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за седьмой семестр по дисциплине «Теория графов» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Теория графов» в оценку (экзамен):

90 - 100 баллов	«отлично»
80 - 89 баллов	«хорошо»
70 - 79 баллов	«удовлетворительно»
0 - 69 баллов	«неудовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Абросимов, М.Б. Графовые модели отказоустойчивости [Электронный ресурс] / М.Б. Абросимов. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2012. – 192 с. URL: http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1740.pdf. *эб*

2. Абросимов, М.Б. Практические задания по графам [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. Б. Абросимов, А. А. Долгов. – Саратов, 2016. – 82 с. URL: http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1732.pdf. *эб*

3. Костюкова, Н.И. Графы и их применение [Электронный ресурс] учебное пособие / Н.И.Костюкова. – 3-е изд. – Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 147 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/89435.html>.

4. Алексеев, В.Е. Графы и алгоритмы [Электронный ресурс] учебное пособие / В.Е. Алексеев, В.А. Таланов. – 3-е изд. – Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 153 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/89434.html>.

5. Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы [Электронный ресурс] учебное пособие / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 364 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/130477>.

6. Шевелев, Ю. П. Дискретная математика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. П. Шевелев. - Москва : Лань, 2022. - 592 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-0810-8 : Б. ц. URL: <https://e.lanbook.com/book/71772>. Загл. с экрана. Яз. рус.

7. Богомолов, А. М. Алгебраические основы теории дискретных систем [Текст] / А. М. Богомолов, В. Н. Салий. - Москва : Наука. Физ.-мат. лит., 1997. - 367, [1] с. : ил. - Библиогр. - ISBN 5-02-015033-9 (в пер.). *эб*

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Свободное программное обеспечение: nauty (генераторы geng, genbg, gentourng), genreg (генератор регулярных графов), plantri (генератор планарных графов), fullgen (генератор фуллеренов), minibaum (генератор связанных кубических графов), snarkhunter (генератор связанных кубических графов и снарков), buckygen (генератор фуллеренов).

2. Мир графов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.graphworld.ru/>. Загл. с экрана. Яз. рус.

3. The House of Graphs : Database of interesting graphs [Электронный ресурс]. URL: <https://hog.grinvin.org/>. Загл. с экрана. Яз. англ.

4. Free Software on Graph Theory – Бесплатное программное обеспечение по теории графов [Электронный ресурс]. URL: <https://grin-software.net/>. Загл. с экрана. Яз. рус.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных и лабораторных занятий необходима лекционная аудитория с возможностью демонстрации электронных презентаций при уровне освещения, достаточном для работы с конспектом.

Реализация *практической подготовки* в рамках учебных занятий запланирована на базе кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии и учебной лаборатории компьютерной безопасности.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность и специализации «Математические методы защиты информации» (квалификация «Специалист по защите информации»).

Автор

Заведующий кафедрой теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии доктор физико-математических наук, доцент

М. Б. Абросимов

Программа одобрена на заседании кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии от «15» июня 2023 года, протокол № 14.