



**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

МИЭМ
Кафедра компьютерной безопасности

Рабочая программа дисциплины Методы и алгоритмы теории графов

для образовательной программы Компьютерная безопасность
направления подготовки 10.00.00 Информационная безопасность
уровень специалист

Разработчики программы
Сорокин А. В., asorokin@hse.ru
Лось А. Б., к.т.н., доцент, alos@hse.ru

Одобрена на заседании Кафедры компьютерной безопасности

«__»_____ 201_ г.

Зав. Кафедрой
А. Б. Лось _____

Утверждена Академическим советом образовательной программы
«__»_____ 201_ г., № протокола _____

Академический руководитель образовательной программы
А. Б. Лось _____

Москва, 2016

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.



1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к образовательным результатам и результатам обучения студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих дисциплину Методы и алгоритмы теории графов, учебных ассистентов и студентов специальности 10.05.01 «Компьютерная безопасность», обучающихся по образовательной программе Компьютерная безопасность.

Программа учебной дисциплины разработана в соответствии с:

- [Образовательным стандартом НИУ ВШЭ](#);
- Образовательной программой 10.05.01 «Компьютерная безопасность».
- Объединенным учебным планом университета по образовательной программе 10.05.01 «Компьютерная безопасность», утвержденным в 2016 г.

2 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины Методы и алгоритмы теории графов является формирование у обучающихся навыков, необходимых для решения следующих предусмотренных ОС НИУ ВШЭ по специальности 10.05.01. "Компьютерная безопасность" профессиональных задач:

- разработка математических моделей защищаемых процессов и средств защиты информации и систем, обеспечивающих информационную безопасность объектов;
- обоснование и выбор рационального решения по уровню обеспечения защищенности компьютерной системы с учетом заданных требований;

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент осваивает компетенции:

Компетенция	Код по ОС ВШЭ	Уровень формирования компетенции	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции	Форма контроля уровня сформированности компетенции
Способность выявлять научную сущность проблем в профессиональной области	УК-3/ СК-БЗ	РБ, СД, МЦ	РБ Знает основные положения теории графов Знает основные категории графов СД Способен обосновать применимость теории графов для решения конкретной задачи или проблемы в профессиональной области Способен выбрать адекватную модель из теории графов для моделирования проблемы или задачи в профессиональной области	Лекции всех разделов дисциплины	Экзамен



Компетенция	Код по ОС ВШЭ	Уровень формирования компетенции	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции	Форма контроля уровня сформированности компетенции
			МЦ Может обосновать значимость применения результатов теории графов для нахождения решения проблем в профессиональной области		
Способность корректно применять при решении профессиональных задач аппарат математических и естественных наук	ПК-8/ ИК-С2	РБ, СД	РБ Знает основные положения теории графов Знает основные результаты теории графов СД Способен выбрать адекватную модель из теории графов для моделирования проблемы или задачи в профессиональной области Способен находить решение смоделированной задачи в профессиональной области на основе результатов и методов теории графов	Лекции всех разделов дисциплины	Экзамен
Способность применять математические методы для оценки безопасности компьютерных систем	ПК-29/ ИК-С23сКБ	РБ, СД	РБ Знает основные положения теории графов Знает основные результаты, касающиеся различных графов СД Способен выбрать адекватную модель из теории графов для моделирования информационных потоков, сети абонентов, пользователей информационной системы и их взаимодействия Способен оценить надежность смоделированной системы на основании методов теории графов	Лекции всех разделов дисциплины	Экзамен



4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к блоку дисциплин Вариативной части профиля Профессионального цикла (Major).

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- Дискретная математика
- Алгебра

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

- ПК-8/ИК-С2 Способность корректно применять при решении профессиональных задач аппарат математических и естественных наук, в части, формируемой названными выше дисциплинами

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

- Криптографические методы защиты информации
- Криптографические протоколы

5 Тематический план учебной дисциплины

Данная дисциплина реализуется в формате «blended» и предусматривает самостоятельное освоение студентами материала дисциплины с итоговым контролем в форме экзамена

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы	Самостоятельная работа
1	Основы теории графов	16	0	16
2	Связность графов	14	0	14
3	Циклы в графах	16	0	16
4	Деревья	16	0	16
5	Оптимизация на графах	16	0	16
6	Двудольные графы	14	0	14
7	Изоморфизм и гомеоморфизм	10	0	10
8	Плоские и планарные графы	12	0	12



6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 год				Параметры
		1	2	3	4	
Итоговый	Экзамен			1		Устный экзамен

7 Критерии оценки знаний, навыков

Во время проведения итогового контроля студент должен продемонстрировать сформированность всех компетенций, перечисленных в разделе 3 в форме указанных дескрипторов.

В процессе экзамена студенту выдается билет с 1 вопросом и 1 задачей, решение которой следует представить и пояснить во время ответа. На подготовку к ответу студенту отводится время не менее 40 минут. При ответе учитывается изложенный студентом устно материал вне зависимости от того, был ли он изложен студентом письменно в процессе подготовки к ответу.

8 Содержание дисциплины

Раздел представляется в удобной форме (список, таблица). Изложение строится по разделам и темам. Содержание темы может распределяться по лекционным и практическим занятиям.

Название раздела	Название темы
1. Основы теории графов	
	1.1 История теории графов
	1.2 Понятие графа
	1.3 Классификация графов по структуре
	1.4 Основной терминологический базис теории графов
	1.5 Смежность в графах
	1.6 Операции над графами
2. Связность графов	
	2.1 Связность неграфов
	2.2 Разделяющее множество связного графа
	2.3 Связность орграфов
	2.4 Методика исследования связности орграфов
	2.5 Конденсирование орграфов, понятие подграфа
	2.6 Минимальные маршруты в графе
	2.7 Алгоритмы поиска минимальных маршрутов в связном графе
	2.8 Метрические характеристики связного графа
3. Циклы в графах	
	3.1 Циклы в неграфах
	3.2 Циклы в орграфах
	3.3 Независимые циклы в графе
	3.4 Циклы Эйлера
	3.5 Циклы Гамильтона
	3.6 Алгоритмы поиска циклов Гамильтона в графе
	3.7 Алгоритмы решения задачи коммивояжера
4. Деревья	
	4.1 Понятие дерева, леса



	4.2 Свойства деревьев
	4.3 Остовное дерево связного графа, понятие суграфа
	4.4 Алгоритмы построения остовного дерева графа
	4.5 Теорема Прима о минимальном остовном дереве графа
	4.6 Алгоритмы поиска минимального остовного дерева графа
	4.7 Корневые деревья
	4.8 Двоичные деревья
5. Оптимизация на графах	
	5.1 Понятие экстремального числа графа
	5.2 Цикломатическое число графа
	5.3 Число внутренней устойчивости графа
	5.4 Алгоритмы поиска наибольших пустых подграфов в графе
	5.5 Кликовое число графа, понятие графа-дополнения
	5.6 Алгоритмы поиска наибольших полных подграфов в графе
	5.7 Хроматическое число графа
	5.8 Алгоритмы минимальной раскраски графа
	5.9 Число внешней устойчивости графа
	5.10 Число паросочетания графа
	5.11 Число реберного покрытия графа
6. Двудольные графы	
	6.1 Понятие двудольного графа (графа Кёнига)
	6.2 Теорема Кёнига (критерий двудольности графа)
	6.3 Задача линейного назначения, понятие совершенного паросочетания графа
	6.4 Венгерский алгоритм решения задачи линейного назначения
	6.5 Кёнигово представление гиперграфа, понятие гиперграфа
	6.6 Моделирование сложных объектов
7. Изоморфизм и гомеоморфизм	
	7.1 Понятие изоморфизма, необходимые условия изоморфизма двух графов
	7.2 Понятие гомеоморфизма
	7.3 Алгоритмы установления изоморфизма двух графов
8. Плоские и планарные графы	
	8.1 Понятие плоского и планарного графа
	8.2 Свойства плоских укладок графа
	8.3 Теорема Эйлера для плоского графа
	8.4 Следствия из теоремы Эйлера
	8.5 Теорема Понтрягина–Куратовского (критерий планарности графа)

9 Образовательные технологии

Дисциплина реализуется в формате «blended» и предусматривает самостоятельное освоение студентами материала дисциплины с промежуточным контролем в виде тестов, реализуемым автором онлайн-курса, и итоговым контролем в форме экзамена.



10 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

При проведении итогового экзамена по дисциплине студенту выдается билет с 1 вопросом и 1 задачей, примерные перечни которых приведены ниже:

Примеры вопросов для аттестации студентов:

1. История теории графов
2. Понятие графа
3. Классификация графов по структуре
4. Основной терминологический базис теории графов
5. Смежность в графах
6. Операции над графами
7. Связность неографов
8. Разделяющее множество связного графа
9. Связность орграфов
10. Методика исследования связности орграфов
11. Конденсирование орграфов, понятие подграфа
12. Минимальные маршруты в графе
13. Алгоритмы поиска минимальных маршрутов в связном графе
14. Метрические характеристики связного графа
15. Циклы в неографах
16. Циклы в орграфах
17. Независимые циклы в графе
18. Циклы Эйлера
19. Циклы Гамильтона
20. Понятие дерева, леса
21. Свойства деревьев
22. Остовное дерево связного графа
23. Теорема Прима о минимальном остовном дереве графа
24. Корневые деревья
25. Двоичные деревья
26. Понятие экстремального числа графа
27. Цикломатическое число графа
28. Число внутренней устойчивости графа
29. Кликовое число графа, понятие графа-дополнения
30. Хроматическое число графа
31. Число внешней устойчивости графа
32. Число паросочетания графа
33. Число реберного покрытия графа
34. Понятие двудольного графа (графа Кёнига)
35. Теорема Кёнига (критерий двудольности графа)
36. Кёнигово представление гиперграфа, понятие гиперграфа
37. Понятие изоморфизма, необходимые условия изоморфизма двух графов
38. Понятие гомеоморфизма
39. Понятие плоского и планарного графа
40. Свойства плоских укладов графа
41. Теорема Эйлера для плоского графа
42. Теорема Понтрягина-Куратовского (критерий планарности графа)
43. Граф отображения $X \rightarrow Y$ и граф преобразования $X \rightarrow X$
44. Группа графа



Примеры задач для аттестации студентов:

1. Задача о Кенигсберских мостах
2. Задача Рамсея (доказать, что среди 6 человек найдутся трое попарно знакомых, либо попарно незнакомых)
3. Доказать, что любые две вершины дерева соединены единственной простой цепью.
4. Доказать, что у дерева число ребер на единицу меньше числа вершин.
5. Доказать, что граф и его дополнение имеют одну и ту же группу.
6. Найти группу полного графа, имеющего p вершин.
7. Доказать, что сумма степеней вершин графа равна удвоенному числу его ребер.
8. Доказать, что граф G связан тогда и только тогда, если для любого разбиения множества его вершин V на два подмножества V_1 и V_2 существует ребро графа G , соединяющее некоторую вершину из V_1 с некоторой вершиной из V_2 .
9. Доказать, что, если исходный граф является несвязным, то изоморфный ему граф также является несвязным.
10. Доказать, что, если исходный граф является связным, то изоморфный ему граф также является связным.
11. Найти хроматические числа для полного графа K_p и двудольного графа $K_{n,m}$
12. Пусть граф G является простым циклом длины 5. Доказать, что граф G изоморфен своему дополнению.
13. Доказать, что дерево относится к планарным графам.
14. Показать, что для подобных преобразований $X \rightarrow X$ соответствующие им графы изоморфны.

11 Порядок формирования оценок по дисциплине

Накопленная оценка по дисциплине рассчитывается как среднее арифметическое результатов выполнения тестов, приведенное, при необходимости к 10-балльной шкале. Способ округления: арифметический.

В диплом выставляется результирующая оценка по учебной дисциплине.

$$O_{рез} = 0,5 * O_{нак} + 0,5 * O_{экз}$$

Способ округления результирующей оценки по учебной дисциплине: в пользу студента в случае, если оценка за экзамен больше накопленной оценки, в иных случаях – арифметический.

12 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1 Базовый учебник

Оре О.: Теория графов. 2-ое изд. – М.: Либроком, 2009. – 354 с.

12.2 Основная литература

- Осипова В. А. Основы дискретной математики. Уч. пособие. – М.: ФОРУМ: Инфра-М, 2006. – 160 с.
- Новиков Ф. А. Дискретная математика. Уч. для вузов. Стандарт третьего поколения. – СПб.: Питер, 2011. – 384 с.



12.3 Дополнительная литература

- Романовский И. В. Дискретный анализ. Уч. пособие. – СПб.: Невский Диалект: БХВ-Петербург, 2004. – 320 с.
- Нефедов В. Н., Осипова В. А. Курс дискретной математики. Уч. пособие. – М.: Изд-во МАИ, 1992. – 264 с.
- Емеличев В. А., Мельников О. И., Сарванов В. И., Тышкевич Р. И. Лекции по теории графов. – М.: Наука, 1990. – 384 с.
- Зыков А. А. Теория конечных графов. – Новосибирск: Наука, 1969. – 543 с.
- Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. – М.: Мир, 1988. – 432 с.
- Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. – М.: Мир, 1981. – 323 с.

13 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютер с доступом к сети Интернет, оборудованием для воспроизведения материалов мультимедиа – необходим для просмотра лекций и выполнения тестов онлайн.