Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПСП

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
ФГБОУ ВО «КГТУ»
СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП
Сертификат:
01ff058c007bae2c8149e7712c28ce8469
Владелец: Мельникова Виктория Александровна
Действителен: с 18.04.2022 по 18.04.2023

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе дисциплины)

«ТЕОРИЯ ГРАФОВ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ»

основной профессиональной образовательной программы специалитета
по специальности

10.05.03 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Специализация
«ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

ИНСТИТУТ цифровых технологии

РАЗРАБОТЧИК кафедра прикладной математики и информационных технологий

1. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ОПК-1: способностью анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач.	Теория графов и ее приложения	*Знать:* способы получения новых знаний в предметной области и областях, непосредственно связанных с будущей профессиональной деятельностью; методы и средства познания, связанные с предметной областью: обобщать и систематизировать новые знания в предметной области; математический аппарат, используемый в своей профессиональной деятельности. *Уметь:* самостоятельно получать новые знания по предметной области и в областях, непосредственно примыкающих к объектам будущей профессиональной деятельности; самостоятельно получать знания из смежных областей науки и техники: углублять знания; самостоятельно получать знания для решения практических задач применять математический аппарат предметной области для решения стандартных задач в предметной области. *Владеть:* программными средствами, позволяющими осуществлять формализацию и анализ предметной области; элементами математического аппарата, позволяющими делать вычисления в предметной области; физико-математическим аппаратом для выполнения анализа и вычислений предметной области.

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ОПК-2: способностью корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники.	Теория графов и ее приложения	*Знать:* математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа; математический аппарат теории вероятностей, математической статистики, математической логики; аппарат теории алгоритмов, теории информации. *Уметь:* использовать математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа; использовать математический аппарат теории вероятностей, математической статистики, математической логики; использовать аппарат теории алгоритмов, теории информации. *Владеть:* методами применения математического аппарата алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа при использовании вычислительной техники; методами применения математического аппарата теории вероятностей, математической статистики, математической логики при использовании вычислительной техники; методами применения аппарата теории алгоритмов, теории информации при использовании вычислительной техники.
ПК-1: способностью осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере профессиональной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Теория графов и ее приложения	*Знать:* классификацию и характеристики информационных баз и хранилищ; информационные базы и хранилища, порядок обращения к ним и поиска информации; порядок обработки патентной информации, информации по интеллектуальной собственности. *Уметь:* определить пути получения научно-технической информации, обобщать и систематизировать информацию; использовать ресурсы информационных баз и

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
		хранилищ для поиска, систематизации и обобщения материала в предметной области дисциплины; проводить патентный поиск по ключевым словам, выявлять аналоги и прототипы, обобщать и систематизировать научную информацию. *Владеть:* навыками систематизации, обобщения справочной, нормативно-технической информации; навыками поиска, обобщения, систематизации научно-технической информации, составления кратких отчетов, рефератов; Навыками обобщения и систематизации научно-технической информации из предметной области исследований и других областей науки и техники, непосредственно примыкающих к проведенным исследованиям.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания по практическим работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме дифференцированного зачета, относятся:

- контрольные вопросы по дисциплине;
- промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания предназначены для оценки в рамках текущего контроля успеваемости знаний, приобретенных студентами на лекционных и практических занятиях и для измерения соответствующих индикаторов достижения компетенции.

Содержание теста определяется в соответствии с содержанием дисциплины пропорционально учебному времени, отведенному на изучение разделов, перечисленных в рабочей программе модуля.

Время выполнения теста 70 мин.

Типовые варианты тестовых заданий приведены в Приложении №1.

3.2 Шкала оценивания тестовых заданий основана на четырехбалльной системе.

Оценка			
Неудовлетворительный	Пороговый	Углубленный	Продвинутый
«2» (неудовлетворительно)	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Менее 50% правильных ответов.	50-70% правильных ответов.	71-90% правильных ответов.	91-100% правильных ответов.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при правильном выполнении не менее 50% заданий.

3.3 Темы и образцы заданий для практических занятий приведены в Приложении №2.

3.4 Шкала оценивания результатов выполнения заданий основана на четырехбальной системе.

Оценка			
Неудовлетворительный	Пороговый	Углубленный	Продвинутый
«2» (неудовлетворительно)	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Не может ответить на вопросы по пройденному материалу или графически изобразить на доске.	Отвечает сбивчиво, путается в определениях и обозначениях, нуждается в помощи других обучающихся.	Допускает незначительные ошибки при изложении пройденного материала, не полностью представляет связи между разделами изучаемой дисциплины.	Четко отвечает на вопросы, может точно изобразить графическую часть пройденного материала, увязывает последовательность изученных разделов дисциплины.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при положительной оценке за выполнение задания.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине (5 семестр) проводится в форме дифференцированного зачета.

Промежуточная аттестация проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

Типовые вопросы и задания к дифференцированному зачету приведены в Приложении №3.

4.2. Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации.

Шкала промежуточной аттестации по дисциплине, то есть оценивания результатов освоения дисциплины на дифференцированном зачете, основана на четырехбалльной системе.

Оценка			
Неудовлетворительный	Пороговый	Углубленный	Продвинутый
«2» (неудовлетворительно)	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Правильные ответы даны менее чем на 50% включительно. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.	Правильные ответы даны на 51-64% вопросов. Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.	Правильные ответы даны на 65-94% вопросов. Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.	Правильные ответы даны на 95-100% вопросов. Ответы на поставленные в билете вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания предмета. Соблюдаются нормы литературной речи.

Компетенции в той части, в которой они должны быть сформированы в рамках изучения дисциплины, могут считаться сформированными в случае, если студент получил на дифференцированном зачете положительную оценку.

5. СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Теория графов и ее приложения» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем, специализация «Обеспечение информационной безопасности распределенных информационных систем».

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий 04.03.22 (протокол № 6).

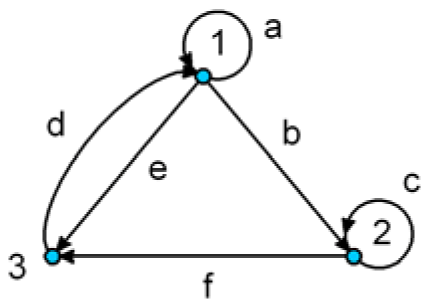
И.о.заведующего кафедрой А.И.Руденко

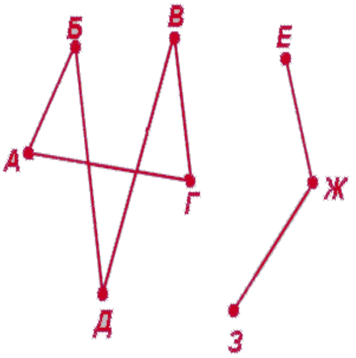
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информационной безопасности 20.04.2022 г. (протокол № 7).

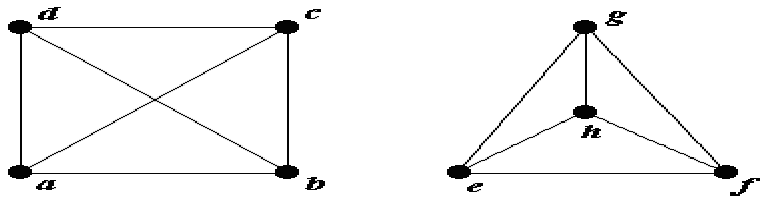
Заведующая кафедрой Н.Я. Великите

Приложение № 1

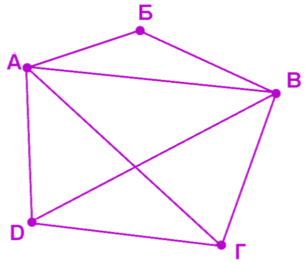
ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

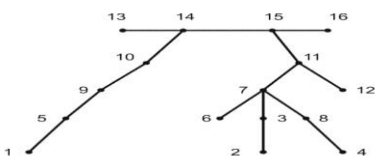
	ВАРИАНТ 1
1.	Граф – это: 1. пара двух конечных множеств: множество вершин и множество линий, соединяющих некоторые пары вершин 2. пара двух бесконечных множеств: множество вершин и множество линий, соединяющих некоторые пары вершин 3. множество линий, соединяющих все вершины 4. множество линий, соединяющих вершины, разделенные на два непересекающихся подмножества
2.	Линии графа называются: 1. отрезками или лучами 2. ребрами или дугами 3. петлями или векторами 4. отрезками или дугами
3.	Если ребро графа соединяет две его вершины, то это ребро им: 1. параллельно 2. смежно 3. изолировано 4. инцидентно
4.	Если ребро графа соединяет две его вершины, то эти вершины: 1. инцидентны 2. смежны 3. петли 4. изолированы
5.	Эйлеров граф – это граф: 1. содержащий цикл, который проходит через каждую вершину и через каждое ребро графа не менее одного раза 2. содержащий цикл, который проходит через каждую вершину графа ровно по одному разу 3. содержащий цикл, проходящий по всем ребрам графа и притом только по одному разу 4. содержащий цикл, проходящий по всем ребрам графа не менее одного раза
6.	 Вершины, инцидентные дуге f:

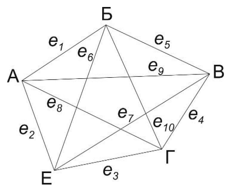
	1. 2 2.1, 2, 3 3. 2, 3 4. 1, 3
7.	Гиперграф – это граф: 1. в котором каждым ребром могут соединяться не только две вершины, но и любые подмножества вершин 2. в котором присутствуют петли и параллельные ребра 3. в котором отсутствуют ребра 4. который содержит бесконечное множество ребер и вершин
8.	Степень вершины графа – это: 1. количество ребер этого графа 2. количество вершин этого графа 3. количество ребер и вершин этого графа 4. количество ребер, инцидентных этой вершине
9.	В эйлеровом графе: 1. все вершины четной степени 2. все вершины нечетной степени 3. степень вершин равна количеству петель 4. степень вершин равна количеству исходящих дуг
10.	Из циклов графа с множеством вершин {a,b,c,d,e,f} гамильтоновым циклом является: 1. {fbecdf} 2. {abecdfa} 3. {abcdfca} 4. {abacada}
11.	Граф содержит 7 дуг. Его эйлеров цикл будет состоять из: 1. 5 дуг 2. 3 дуг 3. 7 дуг 4. 14 дуг
12.	На рисунке изображен: 1. двудольный граф 2. связный граф 3. несвязный граф 4. мультиграф 
13.	Гамильтонов цикл с 5 вершинами содержит вершин: 1. 5

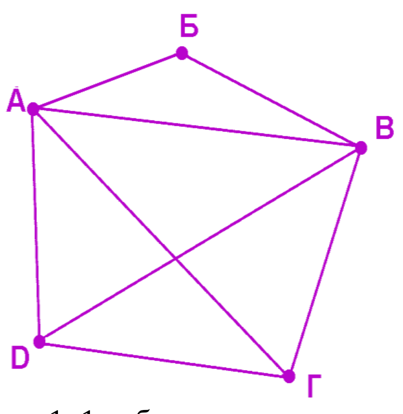
	2. 3 3. 4 4. 10
14.	Конечный связный граф, не имеющий циклов, с выделенной вершиной (корнем) называется: 1. орграфом 2. деревом 3. пустым 4. листом
15.	В графе из n вершин остов содержит: 1. 2n ребер 2. n ребер 3. n-1 ребро 4. 0 ребер
16.	Упорядоченное объединение деревьев, являющееся несвязным графом, называется: 1. ориентированным графом 2. рощей 3. неориентированным графом 4. лесом
17.	Графы являются:  Граф 1 Граф 2 1. изоморфными 2. неизоморфными 3. орграфами 4. двудольными графами
18.	Последовательность ребер, в которой каждые два соседних ребра имеют общую вершину, и никакое ребро не встречается более одного раза, это: 1. цикл 2. проекция 3. путь 4. петля
19.	После удаления из дерева одной из концевых вершин вместе с инцидентным ей ребром, получится: 1. орграф 2. дерево 3. цепь 4. цикл

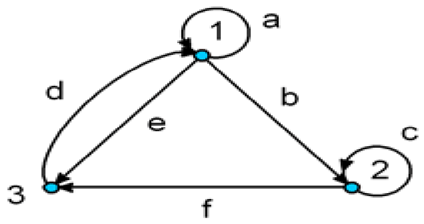
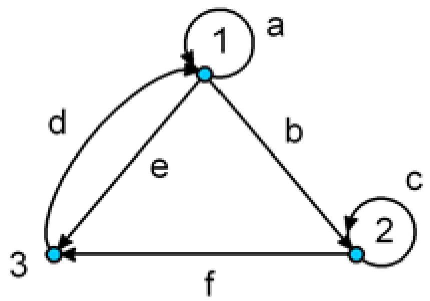
20.	Висячие вершины дерева, за исключением корневой, называются: 1. листьями 2. плодами 3. точками 4. корнями
21.	В полном графе с 20 вершинами: 1. 180 ребер 2. 190 ребер 3. 200 ребер 4. 400 ребер
22.	Граф называется __________________, если существует такое разбиение его вершин на две части, что концы каждого ребра принадлежат разным частям. 1. хроматическим 2. симметричным 3. двудольным 4. плоским
23.	Для того, чтобы конечный связный граф был деревом, необходимо и достаточно, чтобы количество его ребер было: 1. кратным числу его вершин 2. на единицу больше числа его вершин 3. равно числу его вершин 4. на единицу меньше числа его вершин
24.	Верное утверждение: 1. цикломатическое число дерева равно нулю 2. цикломатическое число дерева больше нуля 3. цикломатическое число дерева меньше нуля 4. цикломатическое число дерева равно количеству его вершин
25.	Множество вершин графа, такое, что для любых двух вершин из этого множества существует путь из одной в другую и не существует пути из вершины этого множества в вершину другого множества, называется: 1. цикломатическим числом 2. кольцевой суммой 3. компонентой связности 4. хроматическим полиномом
26.	Правильный способ задания графа: 1. перечисление вершин 2. матричный 3. перечисление ребер 4. перечисление циклов
27.	Путем являются следующие маршруты:

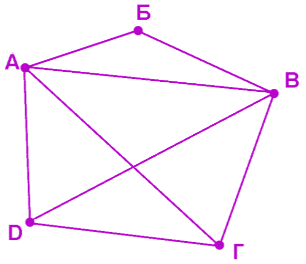
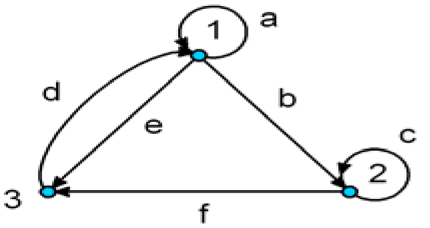
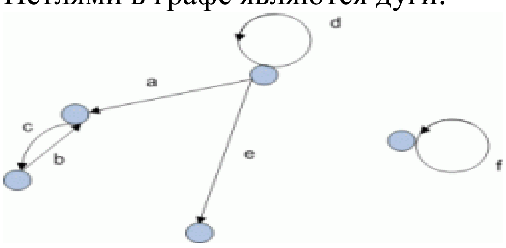
	 1. АВГВД 2. АВАГ 3. АВДВАБ 4 АБВАД
28.	В матрице инцидентности для неориентированного графа: 1. b_{ij}=-1, если вершина V_i инцидентна ребру X_j 2. b_{ij}=0, если вершина V_i инцидентна ребру X_j 3. b_{ij}=1, если вершина V_i инцидентна ребру X_j 4. b_{ij}=2, если вершина V_i инцидентна ребру X_j
29.	В матрице инцидентности для орграфа: 1. b_{ij}=-1, если вершина V_i является концом дуги X_j 2. b_{ij}=0, если вершина V_i является концом дуги X_j 3. b_{ij}=1, если вершина V_i является концом дуги X_j 4. b_{ij}=2, если вершина V_i является концом дуги X_j
30.	Верное утверждение: 1. матрица смежности неориентированного графа не является симметричной 2. матрица смежности неориентированного графа является симметричной 3. матрица смежности неориентированного графа не является квадратной 4. матрица смежности неориентированного графа является единичной
	ВАРИАНТ 2
1.	Верное утверждение: 1. матрица смежности неориентированного графа меняется при транспонировании 2. матрица смежности неориентированного графа не меняется при транспонировании 3. матрица смежности неориентированного графа не может быть квадратной 4. матрица смежности неориентированного графа нулевая
2.	Граф называется ___________________, если каждому его ребру поставлено в соответствие некоторое число. 1. полным 2. ориентированным 3. взвешенным 4. планарным
3.	Любой подграф связного графа G, содержащий все вершины графа G, и являющийся деревом, называется: 1. остовным

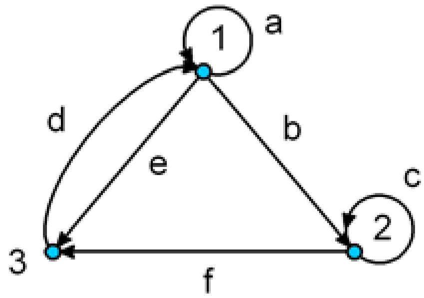
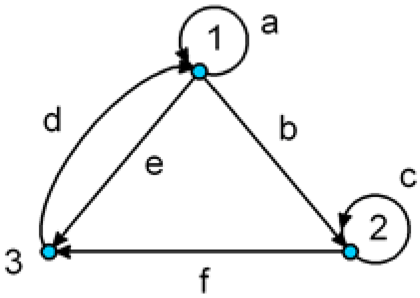
	2. хроматическим 3. изолированным 4. несвязным
4.	Если вершине графа инцидентна петля, то степень этой вершины равна: 1. 0 2. 1 3. -1 4. 2
5.	Вершина графа, имеющая степень, равную нулю, называется: 1. нулевой 2. изолированной 3. висячей 4. пустой
6.	Вершина графа, имеющая степень 1, называется: 1. свободной 2. изолированной 3. висячей 4. единичной
7.	Число планарности графа – это: 1. минимальное число ребер, которое надо удалить для получения плоского изображения 2. максимальное число ребер, которое надо удалить для получения плоского изображения 3. минимальное число ребер, удаление которых разрушает все циклы графа, превращая его в дерево 4. число, равное сумме его вершин и ребер
8.	Граф, изоморфный плоскому графу, называется: 1. хроматическим 2. планарным 3. кратным 4. полным
9.	Цикломатическое число полного графа, имеющего 16 ребер 7 вершин: 1. 16 2. 7 3. 10 4. 23
10.	На рисунке изображен:  1. орграф 2. дерево

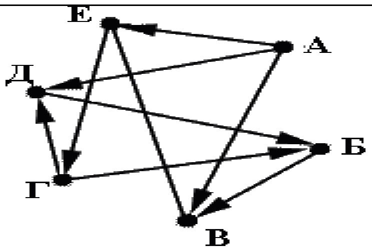
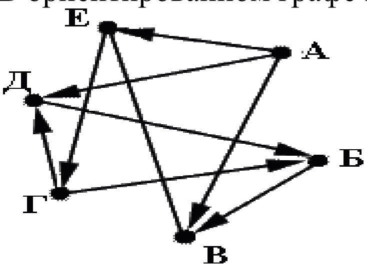
	3. смешанный граф 4. двудольный граф
11.	На рисунке изображен:  1. орграф 2. дерево 3. смешанный граф 4. непланарный граф
12.	Если полный граф имеет 7 вершин, то количество ребер будет равно: 1. 42 2. 21 3. 7 4. 14
13.	Правильный способ задания графа: 1. перечисление вершин 2. геометрический 3. перечисление ребер 4. перечисление компонент связности
14.	Простая цепь – это маршрут, где: 1. нет повторяющихся вершин 2. нет повторяющихся ребер 3. нет повторяющихся вершин и ребер 4. присутствуют петли
15.	Если две любые вершины графа можно соединить простой цепью, то граф называется: 1. деревом 2. связным 3. остовом 4. неориентированным
16.	У связного плоского двудольного графа с $n \geq 3$ вершинами число ребер m удовлетворяет условию: 1. $m \leq 2n-4$ 2. $m = 2n-4$ 3. $m \geq 2n-4$ 4. $m \leq 2n-3$
17.	У связного плоского графа с $n \geq 3$ вершинами число ребер m удовлетворяет условию: 1. $m \leq 3n$ 2. $m = 3n-6$ 3. $m \geq 3n-6$ 4. $m \leq 3n-6$

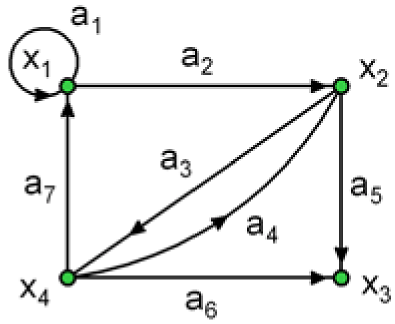
18.	Число планарности графа K_5: 1. 0 2. 1 3. 5 4. 10
19.	Количество ребер, которое необходимо убрать из связного графа, имеющего 9 вершин и 11 ребер, чтобы превратить его в дерево: 1. 2 2. 3 3. 9 4. 11
20.	Граф, состоящий из изолированных вершин, называется: 1. нуль-граф 2. гамильтонов граф 3. эйлеров граф 4. плоский граф
21.	Между предприятиями А, Б, В, Г, Д, Е существуют договоренности: - А установило договорные отношения со всеми другими предприятиями; - Б установило с Г и Д; - В установило со всеми предприятиями, кроме предприятия Е. Полученный граф имеет: 1. 5 вершин и 10 ребер 2. 6 вершин и 12 ребер 3. 6 вершин и 11 ребер 4. 7 вершин и 14 ребер
22.	Среди семи стран установлены экономические отношения, причем каждая страна имеет договоры с каждой другой страной. Полученный граф имеет: 1. 49 ребер 2. 36 ребер 3. 28 ребер 4. 21 ребро
23.	Чтобы достроить граф, изображенный на рисунке, до полного, нужно добавить:  1. 1 ребро

	2. 2 ребра 3. 4 ребра 4. 0 ребер
24.	 На рисунке изображен: 1. орграф **2.** граф **3.** смешанный граф 4. гиперграф
25.	Гамильтонов граф – это граф содержащий цикл, который проходит: 1. через каждую вершину и через каждое ребро графа не менее одного раза 2. через каждую вершину графа ровно по одному разу 3. по всем ребрам графа и притом только по одному разу 4 через каждую вершину графа не менее одного раза
26.	 Вершины инцидентные дуге d: 1. 1, 3 2. 1, 2, 3 3. 2 4. 1,2
27.	Если граф не имеет петель, то на главной диагонали его матрицы смежностей стоят: 1. минус единицы 2. единицы 3. степени вершин 4. нули
28.	Из вершины А в вершину Д. существует:

	 1. 4 пути 2. 3 пути 3. 5 путей 4. 1 путь
29.	Простым является цикл: 1. АВГВА 2. ВБАБЕВ 3. ДВАГВД 4. БЕАГБ
30.	Дерево – это: 1. связный граф 2. граф без циклов 3. граф, не имеющий компонент связности 4. связный граф без циклов
	ВАРИАНТ 3
1.	 Петлями в графе являются дуги: 1. a, c 2. c, a, d, e 3.d, e 4. a, d
2.	Петлями в графе являются дуги:  1. d 2. d и f 3. c и b 4. c, f и b

3.	Полустепенями исхода и захода для вершины 2 являются числа (обозначение: deg^{+}  – полустепень исхода, deg^{-} – полустепень захода): 1. deg^{-}(2)=3, deg^{+} (2)=2 2. deg^{-}(2)=1, deg^{+} (2)=2 3. deg^{-}(2)=2, deg^{+} (2)=1 4. deg^{-}(2)=2, deg^{+} (2)=2
4.	Наибольшее число висячих вершин, дерева с 10-ю вершинами: 1. 10 2. 5 3. 9 4. 0
5.	Полустепенями исхода и захода для вершины 3 являются числа (обозначение: deg^{+} – полустепень исхода, deg^{-} – полустепень захода):  1. deg^{+} (3)=3, deg^{-} (x_3)=2 2. deg^{+} (3)=1, deg^{-} (3)=2 3. deg^{+} (3)=2, deg^{-} (3)=1 4. deg^{+} (3)=1, deg^{-} (3)=2
6.	В задаче сетевого планирования коэффициент напряженности дуг N, образующих критическую зону, находится в промежутке: 1. $0,6 \le N(b) \le 0,8$ 2. $N(b) < 0,6$ 3. $N(b) > 0,8$ 4. $0 \le N(b) \le 1$
7.	В задаче сетевого планирования коэффициенты напряженности дуг образуют: 1. критическую, подкритическую, свободную зоны 2. критическую, подкритическую, изолированную зоны 3. критическую, подкритическую, связную зоны 4. критическую, подкритическую, резервную зоны
8.	Результаты соревнования, в котором участвовали 6 команд, представлены ориентированным графом на рисунке (стрелка направлена в сторону проигравшей команды). Победила команда:

	 1. А 2. Б 3. В 4. Г 5. Е
9.	***(s-t)-разрезом графа*** называется: 1. множество насыщенных дуг 2. разбиение вершин графа на два множества S и T, таких, что $S \cap T = V$, где V – множество вершин графа, $S \cup T = \varnothing$, $s \in S$, $t \in T$ (s – исток, t – сток) 3. разбиение вершин графа на множества насыщенных и ненасыщенных дуг 4. разбиение вершин графа на два множества S и T, таких, что $S \cup T = V$, где V – множество вершин графа, $S \cap T = \varnothing$, $s \in S$, $t \in T$ (s – исток, t – сток)
10.	В ориентированном графе на рисунке путем является:  1. ЕГДА 2. БДАЕ 3. ВЕАБ 4. ГДБВ
11.	Количество ребер в полном графе с 20 вершинами равно: 1. 380 2. 200 3. 190 4. 400
12.	Вершина, инцидентная ровно одному ребру, называется: 1. изолированной 2. висячей 3. отдельной 4. разделяющей
13.	Даны матрицы смежности и матрица инцидентности. Графу на рисунке:



матрица смежности

	X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	1	1	0	0
X_2	0	0	1	1
X_3	0	0	0	0
X_4	1	1	1	0

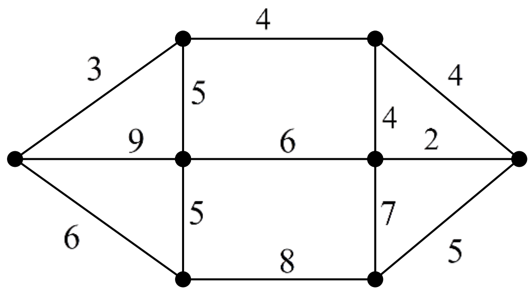
матрица инцидентностей

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
X_1	0	1	1	0	0	0	-1
X_2	0	-1	0	-1	1	0	0
X_3	0	0	0	0	-1	-1	0
X_4	0	0	-1	1	0	1	1

1. соответствует матрица инцидентности
2. не соответствуют обе матрицы
3. соответствует матрица смежности
4. соответствуют обе матрицы

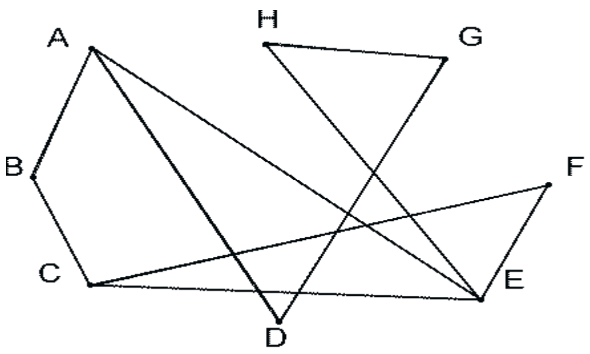
14. В потоке через сеть дуга является насыщенной если:
1. ее пропускная способность равна нулю
2. ее пропускная способность больше пропускной способности любой дуги
3. в ней интенсивность потока равна нулю
4. в ней интенсивность потока равна пропускной способности

15. Вес минимального остовного дерева графа равен



1. 22
2. 16
3. 28
4. 26

16. Аркадий, Борис. Владимир, Григорий и Дмитрий при встрече обменялись рукопожатиями (каждый пожал руку каждому по одному разу). Всего рукопожатий было сделано:
1. 8
2. 10
3. 12
4. 20

17.	Путем является маршрут:  1. ADGH 2. ADAGH 3. AEFCEF 4. ABCFC
18.	Если каждая из вершин графа соединена ребрами с остальными, то такой граф называется: 1. мультиграфом 2. полным 3. пустым 4. планарным
19.	Графы являются изоморфными, если: 1. они ориентированные 2. если у них одинаковое количество вершин 3. если их матрицы смежности одинаковы 4. если у них одинаковое количество ребер
20.	Пропускная способность *c* пути *P(s,t)* из *s* в *t* равна: 1. наименьшей из пропускных способностей входящих в него дуг 2. сумме пропускных способностей входящих в него дуг 3. наибольшей из пропускных способностей входящих в него дуг 4. среднему арифметическому из пропускных способностей входящих в него дуг
21.	Расстояние до вершины дерева называют: 1. путем к вершине 2. высотой вершины 3. удаленностью вершины 4. ярусом вершины
22.	Ребро связного графа G называется (….), если после его удаления G станет несвязным и распадется на два связных графа G’ и G”: 1. дугой 2. мостом 3. цепью 4. циклом
23.	Для того, чтобы связный орграф являлся простым циклом, необходимо и достаточно, чтобы каждая его вершина имела степень, равную:

	1. 2 2. 1 3. 0 3. 3
24.	Граф планарен тогда и только тогда, когда он: 1. не содержит подграфов, гомеоморфных K_5 или $K_{3,3}$ 2. содержит подграфы, гомеоморфные K_5 или $K_{3,3}$ 3. является графом K_5 4. является графом $K_{3,3}$
25.	Раскраска графа называется правильной, если: 1. любые две смежные вершины имеют одинаковые цвета 2. все вершины имеют разные цвета 3. любые две смежные вершины имеют разные цвета 4. все вершины имеют одинаковые цвета
26.	Ребра полного графа_K_n с n вершинами могут быть раскрашены n–1 цветами, если: 1. n четно 2. n нечетно 3. n кратно количеству ребер 4. n является простым числом
27.	Коэффициенты хроматического полинома графа составляют: 1. положительную последовательность 2. четную последовательность 3. отрицательную последовательность 4. знакопеременную последовательность
28.	При отождествлении вершин графа инцидентные им ребра: 1. удаляются 2. заменяются на цепи 3. сохраняются 4. переносятся в другую плоскость
29.	С помощью хроматического полинома графа можно вычислить: 1. количество способов правильной раскраски графа в указанное количество цветов 2. цикломатическое число 3. количество компонент связности 4. радиус и диаметр графа
30.	На любой сети максимальная величина потока из истока s в сток t равна: 1. максимальной пропускной способности разреза, отделяющего s от t 2. минимальной пропускной способности разреза, отделяющего s от t 3. усредненной пропускной способности разреза, отделяющего s от t 4. суммарной пропускной способности разреза, отделяющего s от t

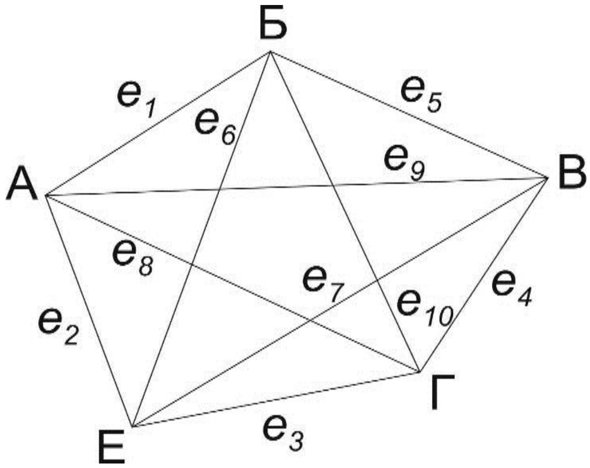
Приложение № 2

ТЕМЫ И ОБРАЗЦЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

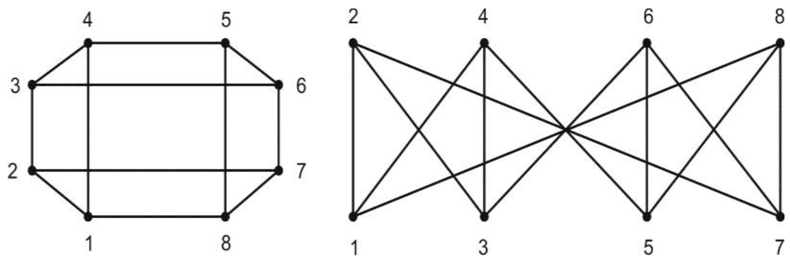
Тема 1.
Матрица смежности и матрица инцидентности. Изоморфные графы. Степень вершины. Лемма о рукопожатиях. Подграфы графа и операции над ними.

Пример 1.1. Рукопожатия

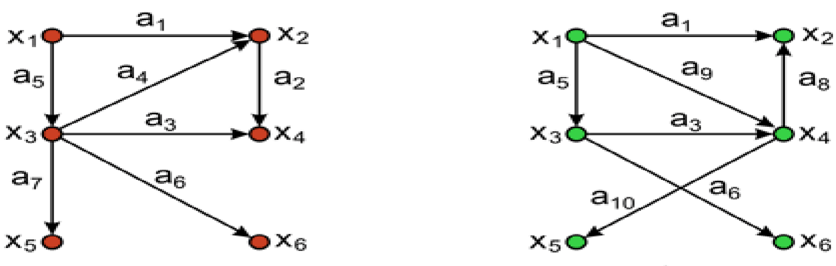
Александр, Борис, Владимир, Григорий и Дмитрий при встрече обменялись рукопожатиями (каждый пожал руку каждому по одному разу). Сколько всего рукопожатий было сделано? Составить матрицы смежностей и инцидентностей.



Пример 1.2. Проверим изоморфность графов, пронумеровав вершины следующим образом:

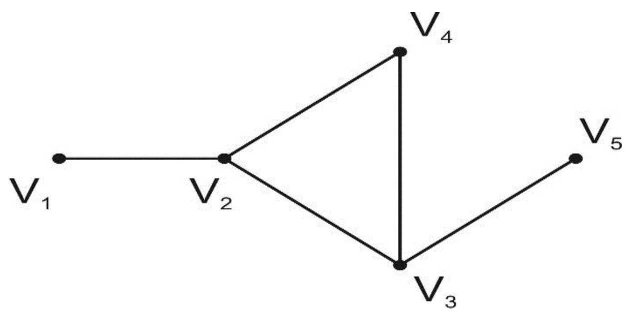


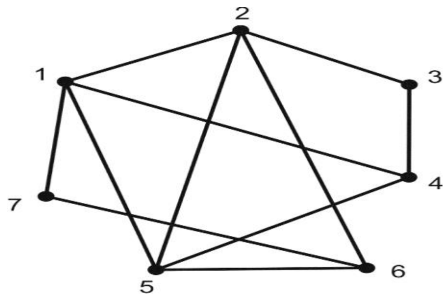
Пример 1.3. Найти объединение, пересечение, кольцевую сумму графов:



Тема 2.
Компоненты связности графа. Метрические характеристики графа. Задача коммивояжера.

Пример 2.1. Найти радиус, диаметр и центры графов:





Пример 2.2. Решить задачу коммивояжера, используя таблицу исходных данных:

Исходные данные

Город	1	2	3	4
1	M	5	11	9
2	10	M	8	7
3	7	14	M	8
4	12	6	15	M

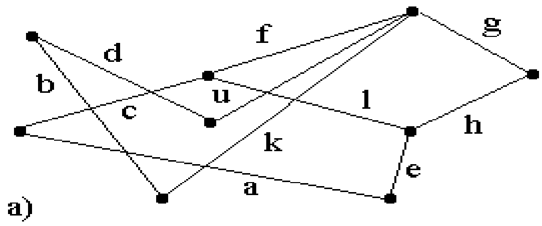
Пример 2.3. Пусть задана матрица достижимости R^1 неориентированного графа G, имеющего $n=8$ вершин.

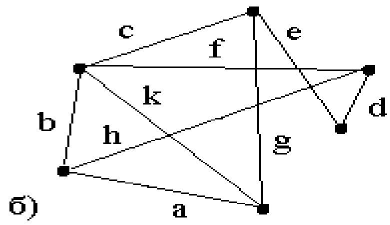
$$R^1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Необходимо проверить граф на связность и выявить все связные подграфы.

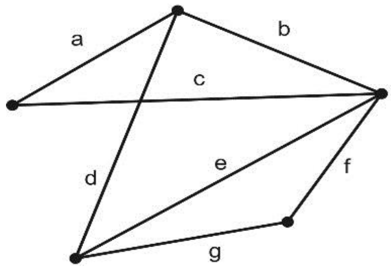
Тема 3.
Остовные деревья. Центроид дерева, цикломатическое число графа. Матричная теорема Кирхгофа. Теорема Кэли.

Пример 3.1. Сколько и какие ребра следует удалить в графах, чтобы превратить их в дерево?

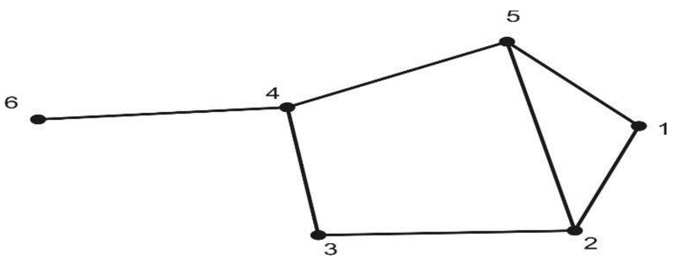




Пример 3.2. Найти два разных остовных дерева в графе:



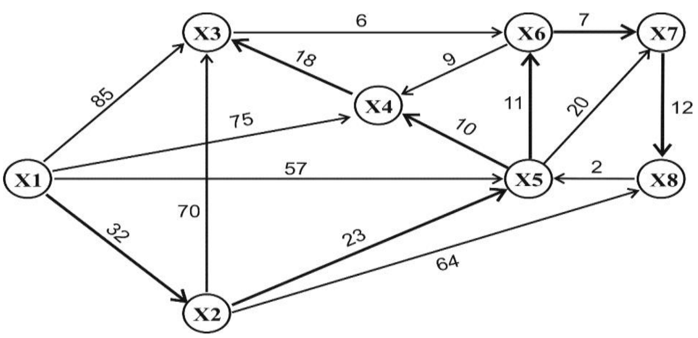
Пример 3.3. Построить матрицу Кирхгофа:



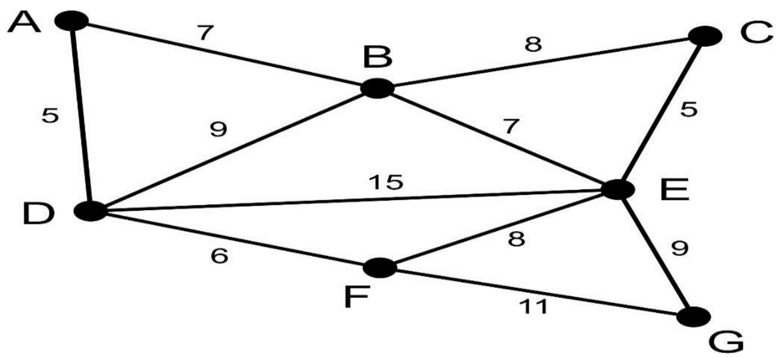
Тема 4.
Алгоритм Дейкстра. Алгоритм Прима. Алгоритм Краскала.

Пример 4.1.

1. Найти кратчайшие пути в орграфе от первой вершины ко всем остальным, используя алгоритм Дейкстра. Постройте дерево кратчайших путей.



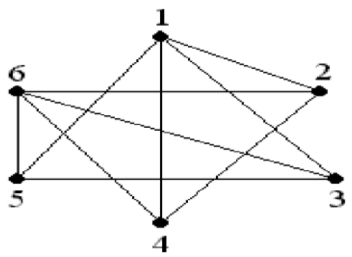
Пример 4.2. Построить МОД с помощью алгоритмов Краскала и Прима.



Тема 5.
Условия планарности. Теорема Эйлера о многогранниках (о планарных графах). Критерий Понтрягина-Куратовского. Алгоритм построения плоского изображения графа.

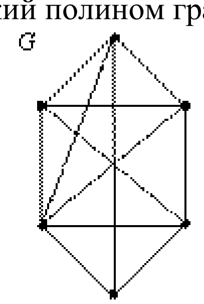
Пример 5.1.
1. Является ли планарным двудольный граф с двумя вершинами $K_{3,3}$? Полный граф K_6?
2. Является ли планарным граф
G_1: 12 13 14 25 26 27 35 37 36 46 47 45 56 67?
G_2: 12 23 34 48 81 14 82 45 56 67 87 46?

Пример 5.2.
Получить плоское изображение графа



Тема 6.
Вершинные и реберные раскраски графа. Хроматическое число и хроматический индекс графа. Раскраски плоских графов. Хроматические многочлены, их свойства.

Пример 6.1. Найти хроматический полином графа:

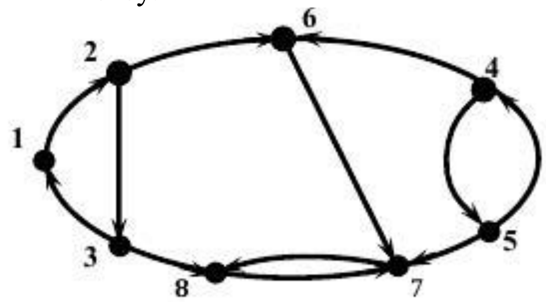


Тема 7.
Алгоритм построения конденсации. База орграфа. Антибаза орграфа.

Пример 7.1.

Задан орграф G. Найти базу и антибазу.

G =



Тема 8.
Работы и события. Фиктивная работа. Задачи сетевого планирования

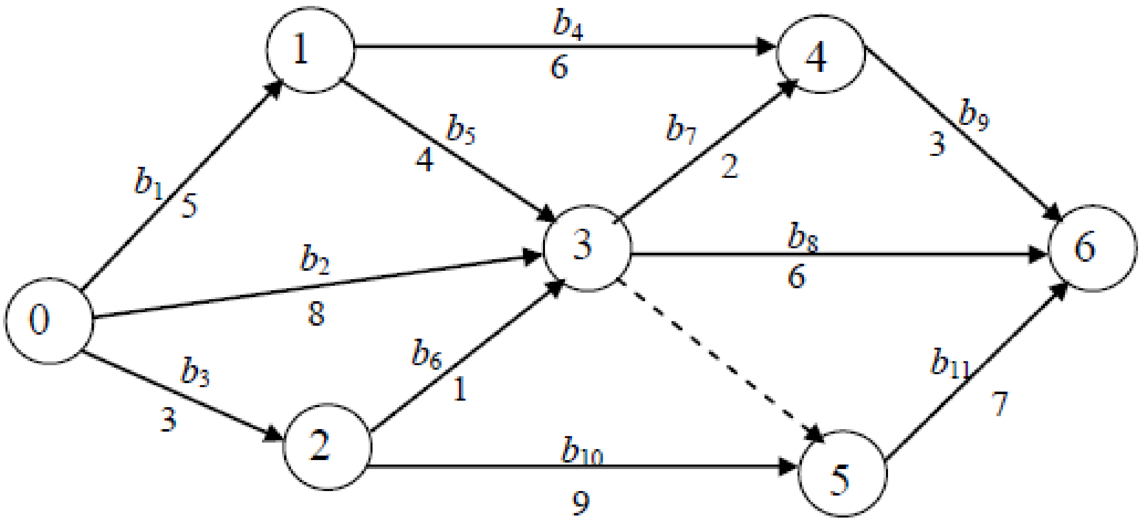
Пример 8.1.

Построить сетевой график, рассчитать наиболее ранние и наиболее поздние сроки наступления событий, найти критический путь, определить полные и независимые резервы времени всех работ и коэффициенты напряженности некритических дуг с помощью данных, представленных в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Исходные данные

Работа	*Продолжительность работы*	*Опирается на работы*
b_1	5	–
b_2	8	–
b_3	3	–
b_4	6	b_1
b_5	4	b_1
b_6	1	b_3
b_7	2	b_2, b_5, b_6
b_8	6	b_2, b_5, b_6
b_9	3	b_4, $b7$
b_{10}	9	b_3
b_{11}	7	b_2, b_5, b_6, b_{10}



Тема 9.
Максимальный поток, разрез, пропускная способность. Теорема Форда-Фалкерсона о величине максимального потока. Алгоритм нахождения максимального потока.

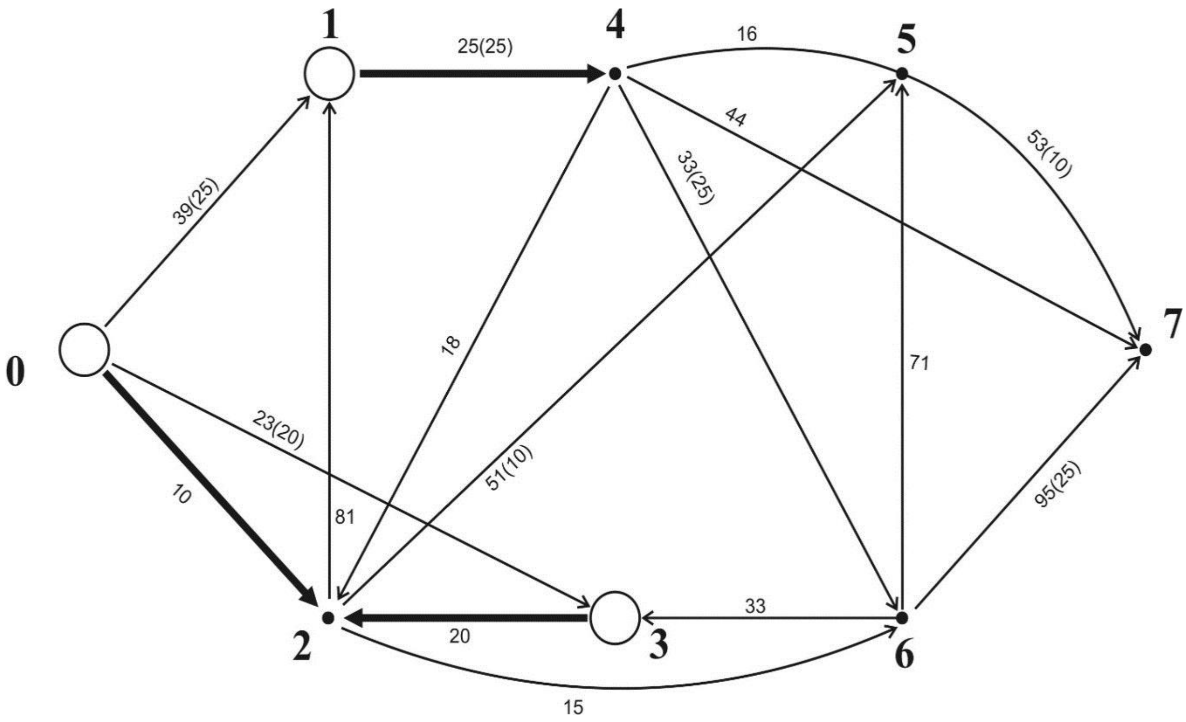
Пример 9.1.

Решить задачу нахождения максимального потока в сети с помощью алгоритма Форда-Фалкерсона и построить разрез сети *S*. Исходные данные: сеть *S(X,U)*, *0* – исток, *7* – сток; *0, 7*$\in$*X*. Значения пропускных способностей дуг заданы по направлению ориентации дуг: от индекса *i* к индексу *j*.

Таблица 9.1

Пропускные способности дуг

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	*0*	*39*	*10*	*23*	*0*	*0*	*0*	*0*
1	*0*	*0*	*0*	*0*	*25*	*0*	*0*	*0*
2	*0*	*81*	*0*	*0*	*0*	*61*	*15*	*0*
3	*0*	*0*	*20*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
4	*0*	*0*	*18*	*0*	*0*	*0*	*33*	*44*
5	*0*	*0*	*0*	*0*	*16*	*0*	*0*	*53*
6	*0*	*0*	*0*	*33*	*0*	*71*	*0*	*95*
7	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*


0
1
2
3
4
5
6
7
39(25)
10
23(20)
25(25)
81
20
18
51(10)
15
16
44
33(25)
33
71
53(10)
95(25)

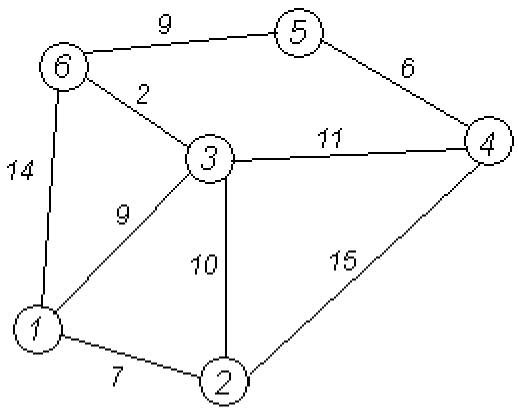
Приложение №3.

КОНТРОЛЬТНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

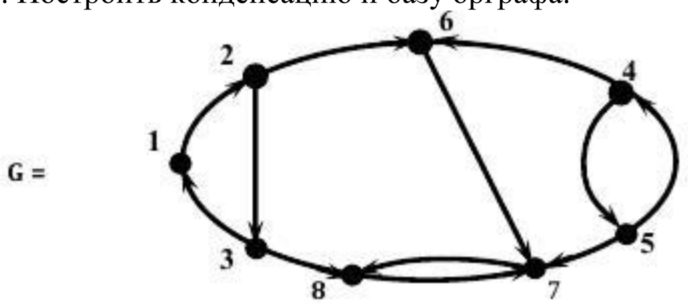
1. Понятие графа, псевдографа, мультиграфа, гиперграфа. Применения графов в различных областях науки и техники. Изоморфные графы. Степень вершины. Теорема о сумме степеней вершин. Подграфы графа и операции над ними.
2. Маршруты в графах. Связные графы. Компоненты связности графа. Метрические характеристики графа. Двудольные графы. Признак двудольности.
3. Обходы графов. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Признак графа Эйлера. Теорема Дирака. Задача коммивояжера.
4. Понятие леса, дерева, свойства деревьев.
5. Понятие корня дерева, корневого дерева. Центроид дерева, его свойства. Остовное дерево графа. Цикломатическое число графа.
6. Матричная теорема Кирхгофа.
7. Теорема Кэли о числе помеченных деревьев.
8. Задача о соединении городов. Остов минимального веса. Алгоритмы Краскала и Прима построения остова минимального веса. Применение деревьев в различных областях науки и техники.
9. Теорема Эйлера о планарных графах. Теорема Эйлера о многогранниках. Понятие толщины графа.
10. Критерий Понтрягина-Куратовского планарности графа.
11. Вершинные и реберные раскраски графа. Хроматическое число и хроматический индекс графа. Оценки хроматического числа.
12. Раскраски плоских графов. Раскрашивание карт. Теорема о пяти красках. Гипотеза четырех красок.
13. Хроматические многочлены, их свойства.
14. Понятие ориентированного графа, подграфа. Матрицы смежности и инцидентности орграфа, списки смежности, массивы дуг. Полустепени исхода и захода вершин орграфа, аналог леммы Эйлера «о рукопожатиях» для случая ориентированного графа.
15. Ормаршруты, пути и контуры в ориентированных графах. Сильно и слабо связные орграфы, их свойства. Эйлеровы и гамильтоновы орграфы.
16. Бесконтурные орграфы. Свойства ориентированных деревьев.
17. Раскраски орграфа, хроматическое число и число независимости.
18. Свойства турниров.
19. База и ядро орграфа.
20. Понятие сети. Источник и сток, длина пути. Задача нахождения кратчайшего пути между вершинами. Алгоритм Дейкстра.
21. Задачи, связанные с сетевыми графиками. Критические работы.
22. Понятие потока через сеть, максимального потока, разреза, пропускной способности разреза.
23. Теорема Форда-Фолкерсона о величине максимального потока. Алгоритм нахождения максимального потока.
24. Исследование графов-атак.

ЗАДАНИЯ К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЕТУ

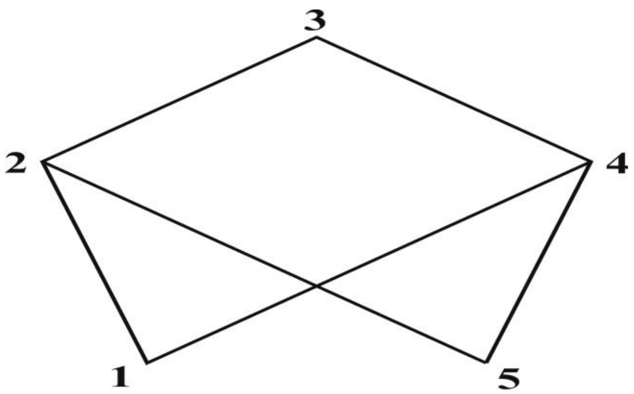
1. С помощью алгоритма Дейкстра найти кратчайшие расстояния от 1-й вершины до всех остальных.



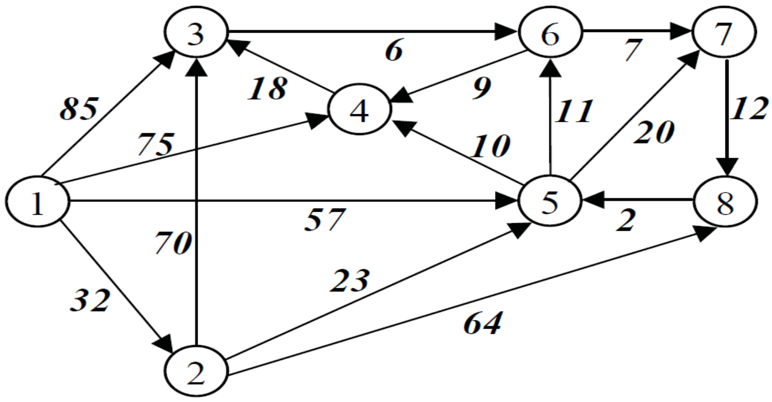
2. Построить конденсацию и базу орграфа.



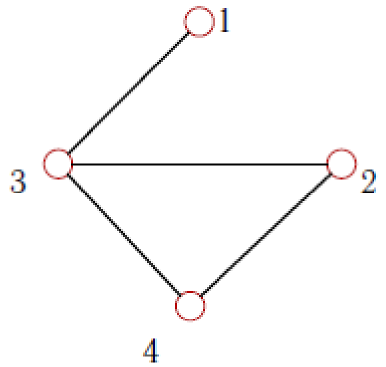
3. Найти хроматический полином графа, пользуясь леммой хроматической редукции:



4. С помощью алгоритма Дейкстра найти кратчайшие расстояния от 1-й вершины до всех остальных. Построить дерево кратчайших путей.



5. Найти хроматический полином графа, пользуясь леммой хроматической редукции $P(G,x)=P(G_1,x)-P(G_2,x)$:

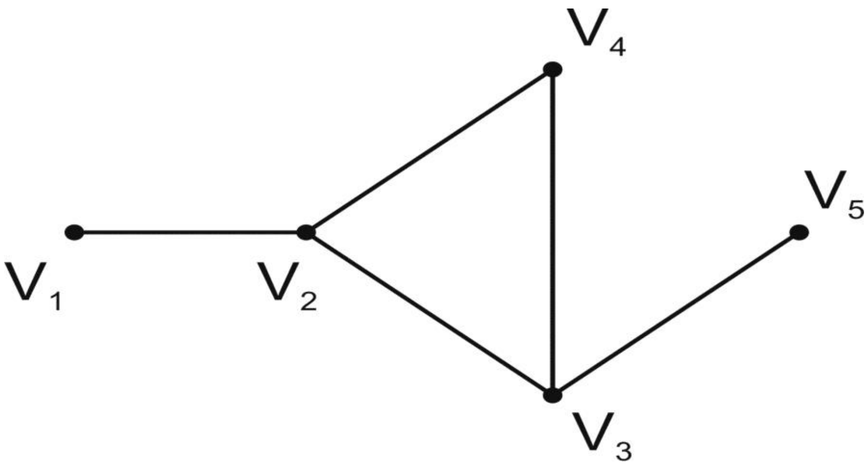


6. Построить граф транспортной сети и методом Форда-Фалкерсона найти максимальный поток и минимальный разрез в сети. Исходные данные – матрица пропускных способностей:

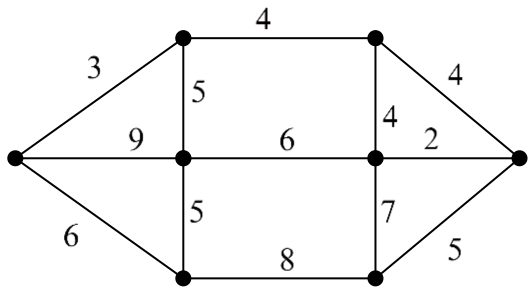
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
0	*0*	*39*	*10*	*23*	*0*	*0*	*0*	*0*
1	*0*	*0*	*0*	*0*	*25*	*0*	*0*	*0*
2	*0*	*81*	*0*	*0*	*0*	*61*	*15*	*0*
3	*0*	*0*	*20*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
4	*0*	*0*	*18*	*0*	*0*	*0*	*33*	*44*
5	*0*	*0*	*0*	*0*	*16*	*0*	*0*	*53*
6	*0*	*0*	*0*	*33*	*0*	*71*	*0*	*95*
7	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

7. Из предложенных графов выбрать планарный и получить его плоское изображение с помощью алгоритма укладки планарного графа на плоскости:
G_1: 14 15 16 24 25 26 34 35 36
G_2: 12 24 35 46 56 13 26 36 14 15

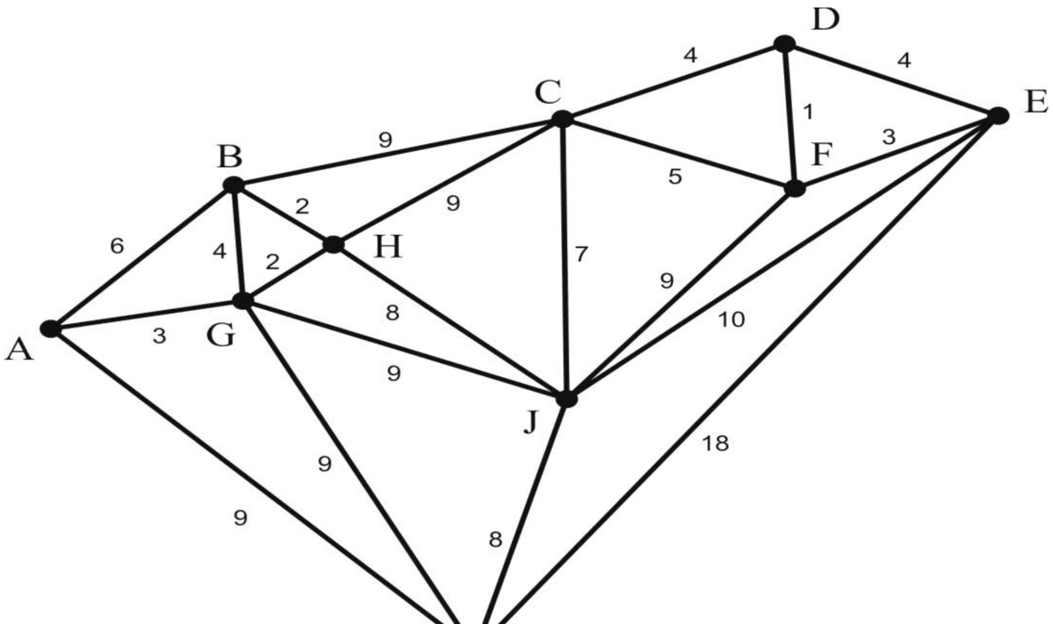
8. Найти радиус, диаметр, центр графа



9. Найти вес минимального остовного дерева заданного графа:



10. Найти минимальное остовное дерево с помощью алгоритма Краскала:



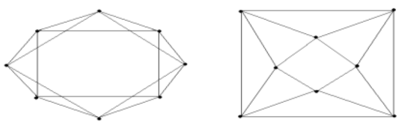
11. Построить граф транспортной сети и методом Форда-Фалкерсона найти максимальный поток и минимальный разрез в сети. Исходные данные – матрица пропускных способностей:

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	*0*	*32*	*95*	*75*	*57*	*0*	*0*	*0*
2	*0*	*0*	*5*	*0*	*23*	*0*	*0*	*16*

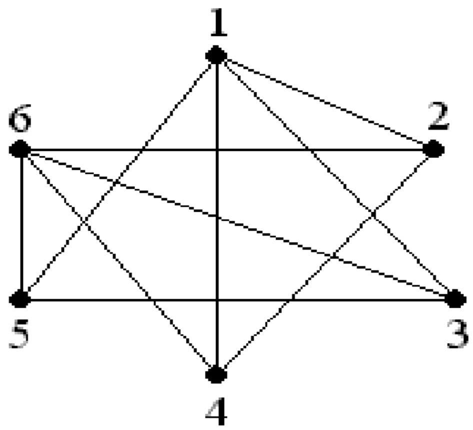
3	*0*	*0*	*0*	*18*	*0*	*6*	*0*	*0*
4	*0*	*0*	*0*	*0*	*24*	*9*	*0*	*0*
5	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*20*	*94*
6	*0*	*0*	*0*	*0*	*11*	*0*	*7*	*0*
7	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*81*
8	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

12. Из предложенных графов выбрать непланарный и найти его число планарности:
G_1: 12 13 14 25 26 27 35 37 36 46 47 45 56 67
и полный граф K_6

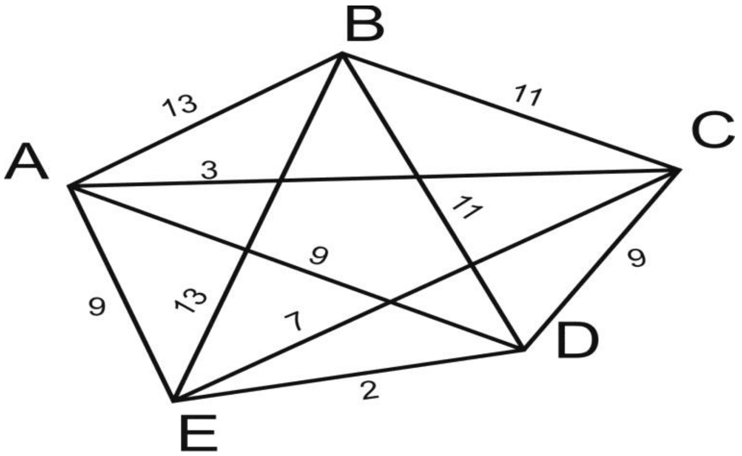
13. Обозначить произвольным образом вершины и проверить изоморфность графов:



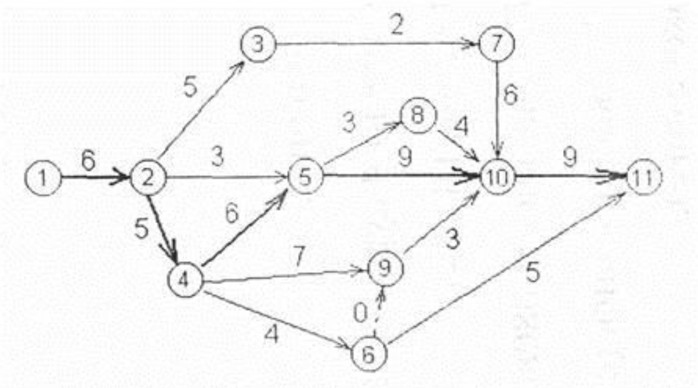
14. Построить плоское изображение графа:



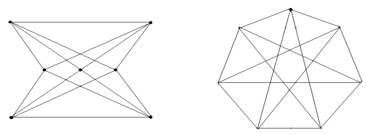
15. Найти минимальное остовное дерево с помощью алгоритма Прима:



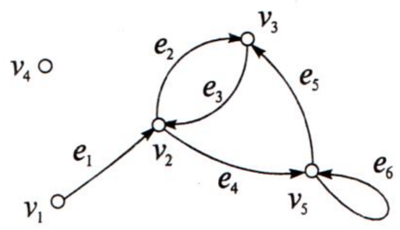
16. Методом критического пути 1) построить сетевой график, 2) рассчитать наиболее ранние и наиболее поздние сроки наступления событий, 3) найти критический путь, 4) определить полные и независимые резервы времени всех работ и коэффициенты напряженности некритических дуг.

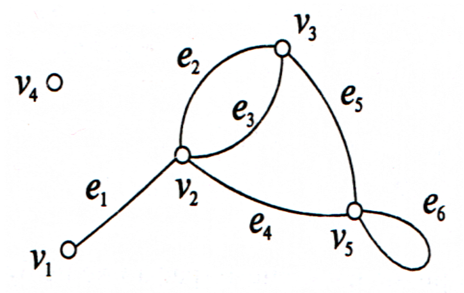


17. Обозначить произвольным образом вершины и проверить изоморфность графов:



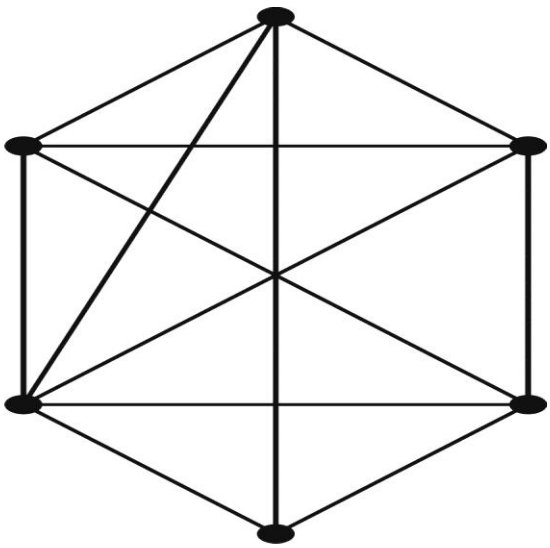
18. Построить матрицы инцидентности и смежности для графа и орграфа:



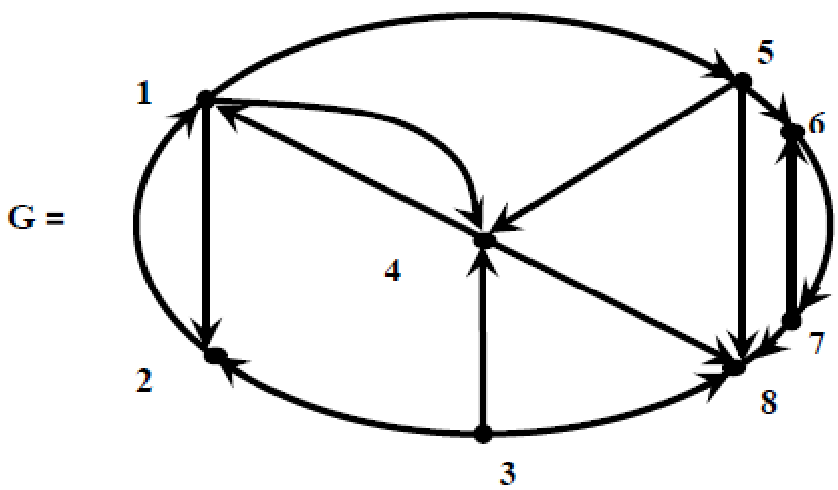


19. Из предложенных графов выбрать непланарный и вычислить его число планарности и толщину:
G_1: 12 23 34 48 81 14 82 45 56 67 87 46
G_2: 12 23 34 45 13 24 35 14 25 15

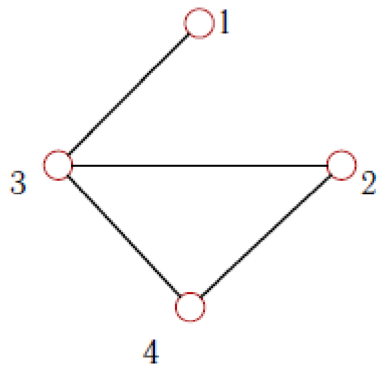
20. Найти хроматический полином графа, пользуясь леммой хроматической редукции:



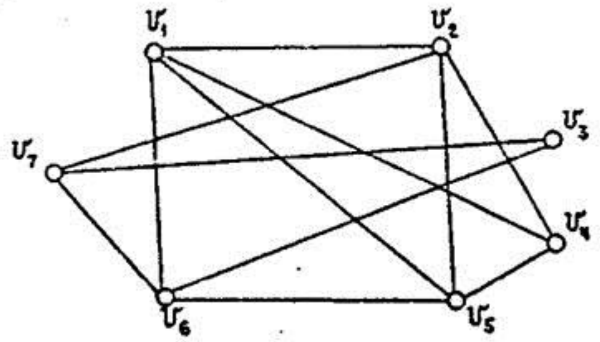
21. Построить конденсацию и базу орграфа.



22. Найти хроматический полином графа, пользуясь леммой хроматической редукции $P(G,x)=P(G_1,x)+P(G_2,x)$:



23. Проверить планарность графа и получить его плоскую укладку:



24. Найти радиус, диаметр, центр графа