МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ / Буйлов В.Н.
«22» мая 2024 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	**Математическое моделирование и анализ данных**
Направление подготовки	**38.04.05 БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА**
Направленность (профиль)	**Управление бизнес анализом**
Квалификация выпускника	**Магистр**
Нормативный срок обучения	**2 года**
Форма обучения	**очная**
Кафедра-разработчик	**Общеобразовательные дисциплины**
Ведущий преподаватель	**Гиляжева Д.Н., доцент**

Разработчик(и): доцент, Гиляжева Д.Н. _____ (подпись)

Саратов 2024

Содержание

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Математическое моделирование и анализ данных» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 38.04.05 Бизнес - информатика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 12.08.2020 №990, формируют следующие компетенции:

Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Математическое моделирование и анализ данных»

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
УК - 1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Находит, анализирует собранную информацию, применяет системный подход при решении проблемных ситуаций	1	лабораторные занятия	устный опрос, контрольная работа, типовой расчет
ОПК-3	Способен принимать решения, осуществлять стратегическое планирование и прогнозирование в профессиональной деятельности с использованием современных методов и программного инструментария сбора, обработки и анализа данных, интеллектуального оборудования и систем искусственного интеллекта	ОПК-3.1 Решает задачи аналитической поддержки принятия решений с использованием современных методов и программного инструментария сбора, обработки и анализа, интеллектуального оборудования и систем искусственного интеллекта	1	лабораторные занятия	устный опрос, контрольная работа, типовой расчет

Примечание:

Компетенции УК -1 также формируется в ходе освоения **дисциплин**:
Философия познания, Имитационное моделирование; Технологии эффективного менеджмента Проектно-технологическая практика; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Компетенция ОПК-3 также формируется в ходе освоения **дисциплин**:
Стратегический менеджмент, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 2

Перечень оценочных материалов

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного материала в ОС
1	контрольная работа	средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по разделу или нескольким разделам	комплект контрольных заданий по вариантам
2	Типовой расчет	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения типовойго расчет
3	Собеседование (устный опрос)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	тестирование	метод, который позволяет выявить уровень знаний, умений и навыков, способностей и других качеств личности, а также их соответствие определенным нормам путем анализа способов выполнения обучающимися ряда специальных заданий	банк тестовых заданий

Таблица 3

Программа оценивания контролируемой дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1.	Теория графов	УК - 1	контрольная работа №1, типовой расчет №1, устный опрос
2.	Моделирование потоков	ОПК-3	типовой расчет №2, тестирование, контрольная работа №2, устный опрос
3.	Сетевые модели	УК-1	типовой расчет №3, контрольная работа №3, тестирование, устный опрос

Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Математическое моделирование и анализ данных» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 4

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
УК-1	**знает:** основные математические методы, источники получения информации для бизнес анализа	Фрагментарные представления об основных математических методах, источниках получения информации для бизнесс-анализа	Неполные представления об основных математических методах анализа данных	Сформированные содержащие отдельные пробелы представления об основных математических методах анализа данных	Сформированные систематические представления об основных математических методах, источника получения информации для бизнес анализа
	умеет: использовать знания о математическом моделировании и методах анализа данных	Фрагментарное применение умений использовать знания о математическом моделировании и методах анализа данных	Несистематическое использование умений применять знания о математическом моделировании и методах анализа данных	В целом успешное,но содержащее отдельные пробелы использовать-знания о математическом моделировании и методах анализа дан-	Сформированное использование умений использовать знания о математическом моделировании и методах анализа данных; составлять устные и письменные отчеты

				ных	о результатах бизнесс – ааншиза
	владеет: навыками математических исследований	обучающийся не владеет навыками математических исследований	Фрагментарное владение навыками математических исследований	В целом успешное,но несистематическое владение навыками математических исследований	Успешное и систематическое владение-навыками математических исследований
ОПК-3	**знает:** математическое моделирование и методы обработки и анализа информации	обучающийся не знает значительной части методов матиматического анализа, плохо ориентируется в системах и источниках для поиска, обработки и анализа информации, допускает существенные ошибки	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей математического моделирования, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание математического моделирования, его разновидности и сферы применения конкретного вида моделирования, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	умеет: использовать стандартные математические методы для поиска, обработки и анализа информации	не умеет использовать математические методы для поиска, обработки и анализа информации, представлять информацию в требуемом формате, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу,	в целом успешное, но не системное умение применять математическое моделирование и методы для поиска, обработки и бизнесс - анализа	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение применять определенные виды математического моделирования для поиска, обработки и бизнесс - анализа	сформированное умение применять, обосновывать различные виды математического моделирвания при бизнес – анализе, составлять грамотные отчеты по результатам, полученных при математическом моделировании

		большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено			
	владеет: основными понятиями математического моделирования и методов обработки информации	обучающийся не владеет основными понятиями математического моделирования и методов обработки информации, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий предусмотренных программой дисциплины не выполнено	в целом успешное, но не системное владение основными понятиями математического моделирования и методов обработки информации	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение основными понятиями математического моделирования и методов обработки информации	успешное и системное владение основными понятиями математического моделирования и методов обработки информации

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Входной контроль

Цель проведения входного контроля: определение уровня, знаний, умений и навыков обучающихся, степени усвоения ими основных разделов курсов информатики и информационных технологий, основных сведений из высшей математики, теоретических основ уровня бакалавриата.

Примерный перечень вопросов входного контроля

«Дифференциальное исчисление функции одной переменной»

1. Понятие функции. Определение предела функции. Левосторонний и правосторонний пределы.
2. Теоремы о пределах.
3. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства.
4. Раскрытие неопределенности при вычислении пределов.
5. Раскрытие неопределенности при вычислении пределов.
6. Два замечательных предела.
7. Непрерывность функции в точке. Точки разрыва.

8. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
9. Производная функция. Дифференцируемость функции. Таблица производных.
10. Производная сложной и обратной функции.
11. Производные высших порядков.
12. Дифференцирование неявных функций.
13. Геометрический смысл производной.
14. Понятие дифференциала функции.
15. Применение дифференциала функции в приближенных вычислениях.
16. Правило Лопиталя при вычислении пределов.
17. Возрастание и убывание функции.
18. Экстремумы функции. 1-ый достаточный признак существования экстремума.
19. Второй достаточный признак существования экстремума.
20. Выпуклость и вогнутость графика функции.
21. Асимптоты графика функции.
22. Общая схема исследования функции.
23. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.

«Интегральное исчисление»

1. Понятие о первообразной и неопределенном интеграле.
2. Свойства неопределенного интеграла.
3. Таблица интегралов. Геометрический смысл неопределенного интеграла.
4. Метод подстановки при вычислении неопределенного интеграла.
5. Интегрирование по частям.

3.2 Контрольные работы

Цель контрольной работы: углубить, систематизировать и закрепить теоретические знания обучающихся; проверить степень усвоения одной или нескольких тем или вопросов.

- Тематика контрольных работ устанавливается в соответствии с изученной темой.
- количество вариантов заданий – по теме используется 10 вариантов заданий.

Контрольная работа №1
«Теоричя графов»

Вариант 1

Задание 1. В графе 30 вершин и 80 ребер, каждая вершина имеет степень 5 или 6. Сколько в нем вершин степени 5?

Задание 2. В графе каждая вершина имеет степень 3, а число ребер заключено между 16 и 20. Сколько вершин в этом графе?

Задание 3. Постройте матрицу инцидентности для графа, заданного списками смежности:
$a : b, d;$ $b : a, c, d, f;$ $c : b, f;$ $d : a, b, f;$ $e :;$ $f : b, c, d.$

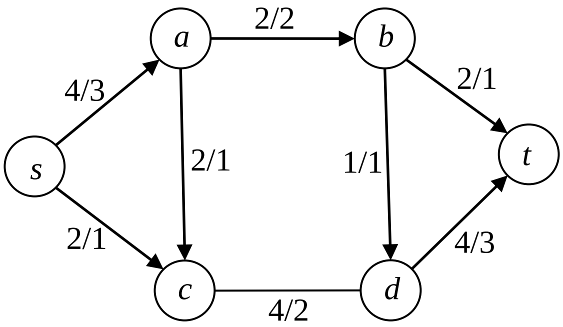
Задание 4. Какое наибольшее число граней может быть у плоского графа с 5 вершинами?

Задание 5. Сколько существует абстрактных эйлеровых графов с 5 вершинами?

Контрольная работа №2
«Моделирование потоков»

Вариант 1

Задание 1. Выясните, является ли данный поток максимальным. Если да, то найдите минимальный разрез. Если нет, то найдите максимальный поток.



t

Контрольная работа №3

«Сетевые модели»

Вариант 1

Компания разрабатывает строительный проект. Исходные данные по основным операциям проекта представлены в таблице. Нужно построить сетевую модель проекта, определить критические пути и проанализировать, как влияет на ход выполнения проекта задержка работы D на 4 недели.

Таблица 2

Работа	Непосредственно предшествующая работа	Длительность, недели
A	-	4
B	-	6
C	A, B	7
D	B	3
E	C	4
F	D	5
G	E, F	3

3.3 Типовой расчет

Цель типового расчета: углубить, систематизировать и закрепить теоретические знания обучающихся; проверить степень усвоения одной или нескольких тем или вопросов Тематика типового расчета определена в соответствии с изученной темой. (таблица 3).

Количество вариантов заданий – по теме используется 15 вариантов заданий (приведен один из вариантов).

Типовой расчет №1.

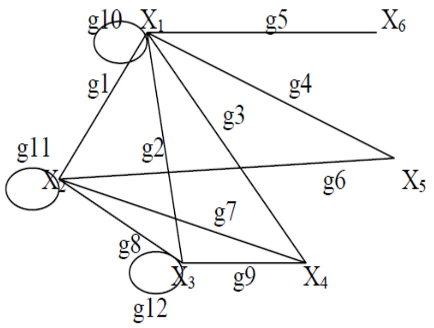
«Теория графов»

Образец решения типового расчёта

Вариант 0

Пример №1. *Постройте граф отношения «x+y<=7» на множестве M={1,2,3,4,5,6}. Определите его свойства.*

Решение: Построим граф G(X) с множеством вершин $X=\{X_i=i, i=1,..,6\}$, причем две вершины X_i и X_j соединяются ребром тогда и только тогда, когда $X_i+X_j<=7$. Поскольку отношение «x+y<=7» симметрично, граф G(X) неориентированный.



Построим *матрицу смежности* (вершин).

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1	1	1	1	1	1	1
X_2	1	1	1	1	1	0
X_3	1	1	1	1	0	0
X_4	1	1	1	0	0	0
X_5	1	1	0	0	0	0
X_6	1	0	0	0	0	0

= A

Здесь элемент A_{ij} обозначает число ребер, идущих из вершины X_i в вершину X_j.
Поскольку наш граф неориентированный, матрица смежности симметрична.

Построим *матрицу инциденций* (ребер).

	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12
X_1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
X_2	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
X_3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
X_4	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
X_5	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
X_6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

= R

Здесь элемент R_{ij} равен 1, если вершина X_i инцидентна ребру gj и 0 иначе.

Пример №2 Граф G задан матрицей инциденций

$$J_G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

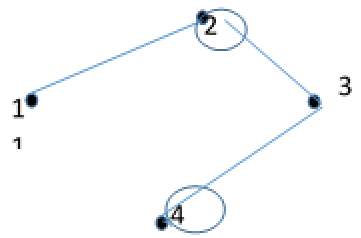
Требуется:

1. Построить граф G
2. Найти степень каждой из его вершин
3. записать матрицу смежности графа
4. записать список ребер графа

Решение :

Граф G является неориентированным графом, т.к. J_G не содержит отрицательных элементов. Число вершин графа равно 4 (по числу строк матрицы), Число ребер графа равно 5 (по числу столбцов матрицы),

Присвоим вершинам графа номера, сохранив порядок, заданный строками матрицы J_G. Отметим в произвольном порядке 4 точки, присвоив каждой точке номер. Просматривая каждый столбец матрицы J_G.соединяем ребрами вершины, инцидентные данному ребру. Если ребро дважды инцидентно вершине (в матрице J_G такое ребро помечено «2» в соответствующей строке) , то это ребро называется петлей. Выполняя просмотр последовательно просмотр всех пяти ребер, получаем следующий граф.



2)Степень вершины графа $p(i)$это число ребер, инцидентных данных вершине. Сложим все числа в строке матрицы J_G, получим степень соответствующей вершины. Поскольку петли инцидентны вершине дважды, вклад их в степень вершины равен двум.

$$J_G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} p(1) = 1 \\ p(2) = 4 \\ p(3) = 2 \\ p(4) = 3 \end{matrix}$$

3) Запишем матрицу смежности графа. В матрице смежности строки и столбцы соответствуют вершинам графа. Число стоящее в ячейке (I,j) есть число ребер, соединяющих вершину I с вершиной j ..

,

$$S = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

4)список ребер графа это двухстрочная матрица К в каждом столбце которой записаны номера вершин инцидентных данному ребру

$$К = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 & 2 & 3 \\ 2 & 4 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$

При задании графа *таблицей* составляется таблица**,** состоящей из *n* строк (вершины) и *m* столбцов (ребра). На пересечении строк и столбцов пишутся соответствующие знаки, которые показывают отношение (инцидентность) вершины и ребра. Это может быть знаки «+» и «-», числа 0,1,-1 и др.

Главным во всех способах задания графа (диаграммой, матрицей, таблицей) является указание соответствия между множествами *n* вершин V_t *к* *m* ребер X_{-t}.

Пусть дан граф G(V, X), где V= $\{V_1, V_2 \ldots V_n\}$ — вершины, а X= $\{X_1, X_2 .,., X_m\}$ – ребра, среди которых могут и кратные ребра (есть вершины, которые соединяет несколько ребер).

Матрицей инцидентности данного графа будет таблица, состоящая из n строк (вершины) и *m* столбцов (ребра).

При рассмотрении неориентированного графа на пересечении строк и столбцов ставится число 1, если соответствующие вершина и ребро инцидентны и ставится число 0, они не инцидентны.

При рассмотрении ориентированного графа на пересечении строк и столбцов ставится число 1, если из вершины выходит соответствующее ее ребро. Если в вершину входит ребро, то ставят число -1. Если вершина не инцидентна ребру и, то ставится число 0

Очевидно, что в каждом столбце матрицы инцидентности должно быть только два ненулевых числа, так как ребро инцидентно двум вершинам. Число ненулевых элементов каждой строки — степень соответствующей вершины.

Матрицы инцидентности прямоугольные, если число строк и столбцов различно. Если число вершин и ребер в графе одинаковое, то получается квадратная матрица.

Матрицу можно сделать квадратной для любого графа без кратных ребер. В таких случаях строки и столбцы изображают вершины. На пересечении строк и столбцов ставится число 1, если соответствующие вершины соединены ребром и ставится число 0, если вершины не соединены.

Для неориентированного графа ребра одновременно принадлежат или не принадлежат графу, так как символизируют одно и то же ребро. Матрица смежности неориентированного графа является симметрической и не меняется при транспонировании.

Хотя формально каждая вершина всегда смежная сама с собой, в матрице смежности мы будем ставить 0, если у нее нет петли, и 1, если есть одна петля.

Если граф имеет матрицу смежности и не имеет петель, на главной диагонали у него всегда стоят нули.

Пример №3 Составить таблицу и матрицу инцидентности для орграфа, изображенного на рисунке, который имеет 3вершины и 4 ребра.

Матрицей инцидентности данного графа будет таблица, состоящая из n строк (вершины) и *m* столбцов (ребра).

При рассмотрении ориентированного графа на пересечении строк и столбцов ставится число 1, если из вершины выходит соответствующее ее ребро. Если в вершину входит ребро, то ставят число -1. Если вершина не инцидентна ребру и, то ставится число 0

Матрица инцидентности

Таблица инцидентности орграфа

Вершины	*Ребра*			
	s	*t*	r	*u*
V_1	-1	0	1	0
V_2	0	1	-1	1
V_3	1	-1	0	-1

Пример №4 Найдите гамильтонов путь в турнире, заданном матрицей смежности:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Типовой расчет №2
«Моделирование потоков»

Образец решения типового расчёта
Вариант 0

На рис. 1 изображена сеть. Первое число указывает пропускную способность дуги, второе – дуговой поток.

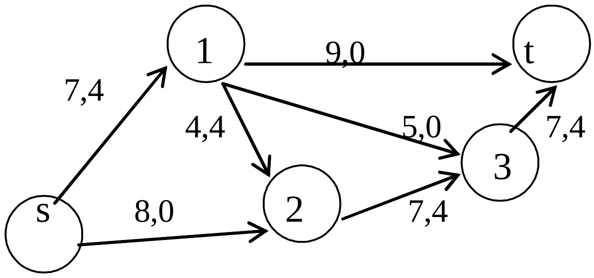


Рис. 1

Требуется:
1) Найти максимальный поток из источника s в сток t;
2) Построить минимальный разрез;
3) Провести анализ полученной сети.
.
Решение:
Применим алгоритм Форда-Фалкерсона для построения максимального потока и нахождения минимального разреза.

1. Найдем увеличивающий путь методом расстановки меток.

1.1. В сети имеется допустимый поток

$$v_0 = \sum_i x_{is} - \sum_s x_{sj} = 4 + 0 - 0 = 4.$$

Источник s получает пометку s^+ (см. рис. 4.2).

1.2. Просматриваем все непомеченные вершины, соседние с s. Это вершины 1 и 2. Присваиваем вершине 1 метку s^+, так как (s, 1) – прямая дуга и $x_{s1} < d_{s1}(4 < 7)$. Вершине 2 также присваиваем метку s^+, поскольку (s, 2) – прямая дуга и $x_{s2} < d_{s2}(0 < 8)$.

1.3. Теперь просматриваем все непомеченные вершины, соседние с вершиной 1. Это вершины 3 и t. Присваиваем вершине t метку 1^+, так как (1, t) – прямая дуга и $x_{1t} < d_{1t}(0 < 9)$. Поскольку вершина t – это сток, то на данном этапе вершину 3 можно не рассматривать. Исходная сеть примет вид (рис. 4.2).

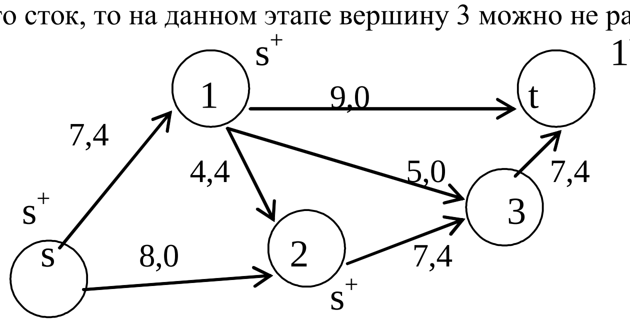


Рис. 2

2. Так как сток оказался помеченным, то выписываем увеличивающий путь P_1, двигаясь от стока t к вершине 1, номер которой указан в ее метке, затем от вершины 1 к вершине s, номер которой указан в метке. Таким образом, приходим к источнику s.

$P_1 : s-1-t$.

3. Выписываем множество P⁺ (прямых дуг) и множество P⁻ (обратных дуг):

$P^+ = \{(s,1), (1,t)\}$, $P^- = \varnothing$ (пустое множество), поскольку обратные дуги в увеличивающий путь P_1 не входят.

4. Для прямых дуг вычисляем величину

$$\varepsilon_1 = \min_{(i,j)\in P^+}(d_{ij} - x_{ij}) = \min\{d_{s1} - x_{s1};\ d_{1t} - x_{1t}\} = \min\{7-4;\ 9-0\} = 3.$$

Так как обратных дуг нет, то величину ε_2 не рассматриваем.

5. Вдоль дуг увеличивающего пути P_1 (рис. 4.3) изменяем поток $v_0 = 4$ на величину $\varepsilon = \varepsilon_1 = 3$ и получаем :

$x'_{s1} = x_{s1} + \varepsilon = 4 + 3 = 7$, $x'_{1t} = x_{1t} + \varepsilon = 0 + 3 = 3$.

Получаем новый поток $v_1 = v_0 + \varepsilon = 4 + 3 = 7$.

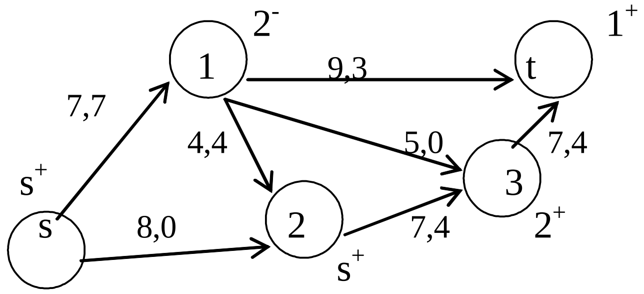


Рис. 3

Опять применим алгоритм Форда-Фалкерсона для построения максимального потока и нахождения минимального разреза.

1. Найдем увеличивающий путь методом расстановки меток.

1.1. Источник s получает пометку s^+.

1.2. Просматриваем все непомеченные вершины, соседние с s. Это вершины 1 и 2. Вершине 1 нельзя присвоить метку s^+, так как (s, 1) – прямая дуга, но $x_{s1} = d_{s1} (7 = 7)$. Т.е. дуга (s, 1) является насыщенной. Вершине 2 присваиваем метку s^+, поскольку (s, 2) – прямая дуга и $x_{s2} < d_{s2} (0 < 8)$.

1.3. Просматриваем все непомеченные вершины, соседние с вершиной 2. Это вершины 1 и 3. Вершина 1 получает метку 2^-, так как (2, 1) – обратная дуга и $x_{21} = 4 > 0$. Присваиваем вершине 3 метку 2^+, поскольку (2, 3) – прямая дуга и $x_{23} < d_{23} (4 < 7)$.

1.4. Теперь просматриваем все непомеченные вершины, соседние с вершиной 1. Это вершина t. Присваиваем вершине t метку 1^+, так как (1, t) – прямая дуга и $x_{1t} < d_{1t} (3 < 9)$. Все метки нанесены на сеть (рис. 4.3).

2. Так как сток оказался помеченным, то выписываем увеличивающий путь P_2, двигаясь от вершины t к вершине 1, номер которой указан в ее метке, затем от вершины 1 к вершине 2, номер которой указан в ее метке, и т.д. пока не придем к источнику s.

$P_2 : s-2-1-t$.

3. Выписываем множество P⁺ (прямых дуг) и множество P⁻ (обратных дуг):

$P^+ = \{(s,2), (1,t)\}$, $P^- = \{(2,1))\}$.

4. Вычисляем

$\varepsilon_1 = \min\limits_{(i,j)\in P^+}(d_{ij} - x_{ij}) = \min\{d_{s2} - x_{s2};\ d_{1t} - x_{1t}\} = \min\{8-0;\ 9-3\} = 6$ – для прямых дуг,

$\varepsilon_2 = \min\limits_{(i,j)\in P^-} x_{ij} = x_{21} = 4$ – для обратных дуг.

Находим $\varepsilon = \min(\varepsilon_1, \varepsilon_2) = \min(6;\ 4) = 4$.

5. Вдоль дуг увеличивающего пути P2 (рис. 4.4) изменяем поток $v_1 = 7$ на величину $\varepsilon = 4$ и получаем новый поток $v_2 = v_1 + \varepsilon = 7 + 4 = 11$, такой что:

$x'_{s2} = x_{s2} + \varepsilon = 0 + 4 = 4,\ (s,2) \in P^+$;

$x'_{1t} = x_{1t} + \varepsilon = 3 + 4 = 7,\ (1,t) \in P^+$;

$x'_{12} = x_{12} - \varepsilon = 4 - 4 = 0,\ (2,1) \in P^-$.

Остальные x_{ij} остаются без изменений, так как не входят в увеличивающий путь P2 .

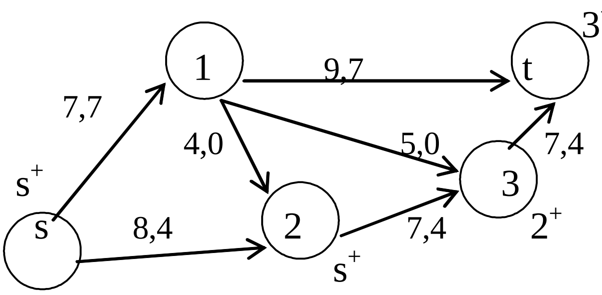


Рис. 4

Рассуждая, как было написано выше, расставляем метки (см. рис. 4.4) и выписываем третий увеличивающий путь:

$P_3 : s - 2 - 3 - t$.

Выписываем множество P+ (прямых дуг) и множество P- (обратных дуг):

$P^+ = \{(s,2),(2,3),(3,t)\},\ P^- = \varnothing$.

Вычисляем:

$$\varepsilon_1 = \min_{(i,j)\in P^+}(d_{ij} - x_{ij}) = \min\{d_{s2} - x_{s2};\ d_{23} - x_{23};\ d_{3t} - x_{3t}\} = \min\{8-4;\ 7-4;\ 7-4\} = 3.$$

Так как $P^- = \varnothing$, то ε_2 не вычисляем. Следовательно $\varepsilon = 3$.

Вдоль дуг увеличивающего пути P3 (рис. 4.5) изменяем поток $v_2 = 11$ на величину $\varepsilon = 3$, полагая $v_3 = v_2 + \varepsilon = 11 + 3 = 14$ получаем новый поток, такой что:

$x'_{s2} = x_{s2} + \varepsilon = 4 + 3 = 7,\ (s,2) \in P^+$;

$x'_{23} = x_{23} + \varepsilon = 4 + 3 = 7,\ (2,3) \in P^+$;

$x'_{3t} = x_{3t} + \varepsilon = 4 + 3 = 7,\ (3,t) \in P^+$.

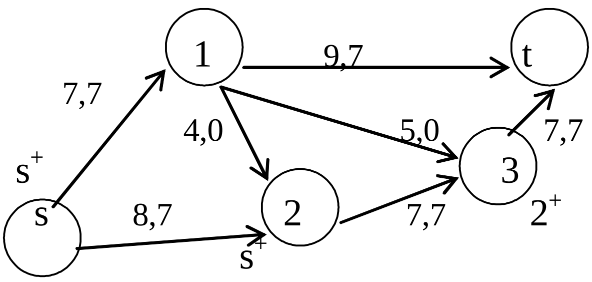


Рис5

1. Снова находим увеличивающий путь методом расстановки меток.

1.1. Источник s получает пометку s+.

1.2. Просматриваем все непомеченные вершины, соседние с s. Это вершины 1 и 2. Вершине 1 нельзя присвоить метку, так как (s, 1) – прямая насыщенная дуга $(x_{s1} = d_{s1})$. Вершине 2 присваиваем метку s+, так как (s, 2) – прямая дуга и $x_{s2} < d_{s2} (7 < 8)$.

1.3. Теперь просматриваем все непомеченные вершины, соседние с вершиной 2. Это вершины 1 и 3. Вершине 1 нельзя присвоить метку 2^-, так как дуга (2, 1) – обратная, но $x_{21} = 0$. Вершина 3 не может быть помечена, поскольку (2, 3) – прямая насыщенная дуга $(x_{23} = d_{23})$.

2. Так как мы не можем пометить сток t, то увеличивающего пути нет и поток в сети является максимальным: $v_{\max} = 14$.

Построим минимальный разрез. Пусть R – множество помеченных вершин в сети, т.е. $R = \{s, 2\}$, а $\overline{R}$ – множество непомеченных вершин, т.е. $\overline{R} = \{1, 3, t\}$. Тогда по определению минимальный разрез $(R, \overline{R})$ состоит из дуг $(R, \overline{R}) = \{(s,1); (2,3)\}$ (дуга (1, 2) в разрез не входит, так как ее начало – непомеченная вершина, а конец – помеченная). На рис. 4.6 насыщенные дуги отмечены жирной линией, минимальный разрез, отделяющий источник s от стока t, показан пунктирной линией.

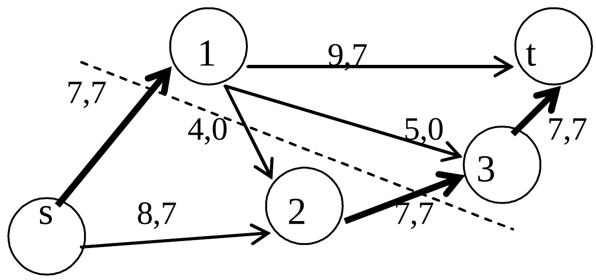


Рис. 6

Найдем пропускную способность минимального разреза:

$C(R, \overline{R}) = d_{s1} + d_{23} = 7 + 7 = 14$, что совпадает с величиной максимального потока в сети.

Проведем анализ сети. Проверим условие сохранения потока на примере 2-й вершины. Известно, что в промежуточных вершинах пути потоки не создаются и не исчезают, т.е.

$$\sum_i x_{i2} - \sum_j x_{2j} = 0.$$

Действительно:

$$(x_{s2} + x_{12}) - x_{23} = (7 + 0) - 7 = 0.$$

Покажем, что общее количество потока, вытекающего из источника s, совпадает с общим количеством потока, втекающего в сток. Имеем:

$$\sum_i x_{is} - \sum_j x_{sj} = \sum_i x_{it} - \sum_j x_{tj}$$

$$x_{s1} + x_{s2} - 0 = x_{1t} + x_{3t} - 0 \Rightarrow 7 + 7 = 7 + 7 = 14.$$

Типовой расчет №3
«Сетевые модели»

Образец решения типового расчёта

Вариант 0

Информация о строительстве комплекса задана нумерацией работ, их продолжительностью (в ед. времени), последовательностью выполнения и оформлена в виде таблицы. За какое минимальное время может быть завершен весь комплекс работ.

Требуется:

1) по данным таблицы построить сетевой график комплекса работ и найти правильную нумерацию его вершин;

2) рассчитать на сетевом графике ранние и поздние сроки наступления событий, а также резервы времени событий;

3) выделить на сетевом графике критические пути;
4) для некритических работ найти полные и свободные резервы времени;
5) выполнить анализ сетевого графика.

Таблица 5.1

№ работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие работы	-	-	1	1, 2	1, 2	3, 4	3, 4	6	7, 5
Продолжительность работы	10	15	5	20	15	6	8	10	15

На основании данных, приведенных в таблице, строится график комплекса работ, входящих в проект. Каждая работа изображается в виде ориентированного отрезка (дуги). Связи между работами изображаются пунктирными линиями (дуги-связи). В результате получается сетевой график (начальная вершина дуги – начало, а конечная – завершение соответствующей работы):

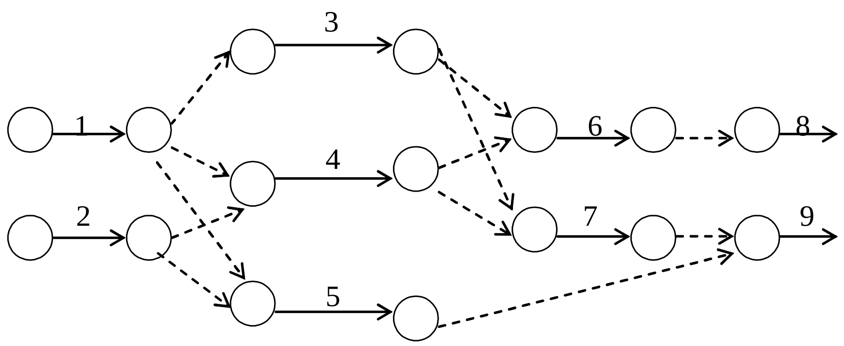


Рис. 1

Предварительно следует упростить полученную сеть. Можно удалить некоторые дуги-связи, а начало и конец удаляемой дуги объединить в одну вершину. На рис. 2 изображена сеть, полученная после упрощения сети, изобра-женной на рис. 1.

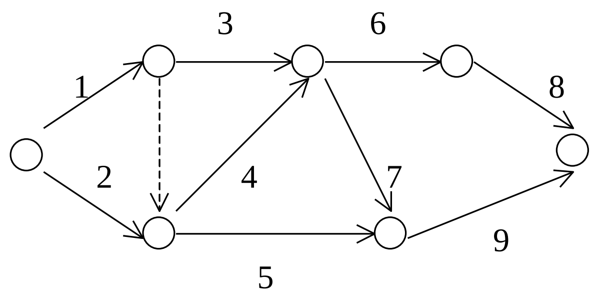


Рис. 2

В сетевом графике каждая вершина является конечной для некоторых дуг(операций), входящих в нее или начальной для дуг (операций) из нее выходящих. Поэтому каждая вершина может трактоваться как событие, означающее завершение всех операций (дуг), для которых она является конечной и как возможность начала выполнения всех операций (дуг), для которых она является начальной. Начальной вершине соответствует событие, под которым подразумевается начало осуществления проекта, а конечной вершине соответствует событие – завершение выполнения всего комплекса работ.

После построения сетевого графика все его вершины нумеруются так, что нумерация является правильной.

Алгоритм правильной нумерации.

Шаг 1. Нумеруем начальную вершину номером 1. Переходим к шагу 2.

Шаг 2. Удаляем из сети все выходящие из пронумерованных вершин дуги. Нумеруем в произвольном порядке вершины, в которые не входит ни одна дуга, произвольным образом возрастающими по порядку номерами. Шаг 2 проделываем до тех пор, пока не дойдем до конечной вершины, которой присваиваем следующий по порядку номер.

В результате правильной нумерации вершин сетевой график, приведенный на рис. 5.3 примет вид

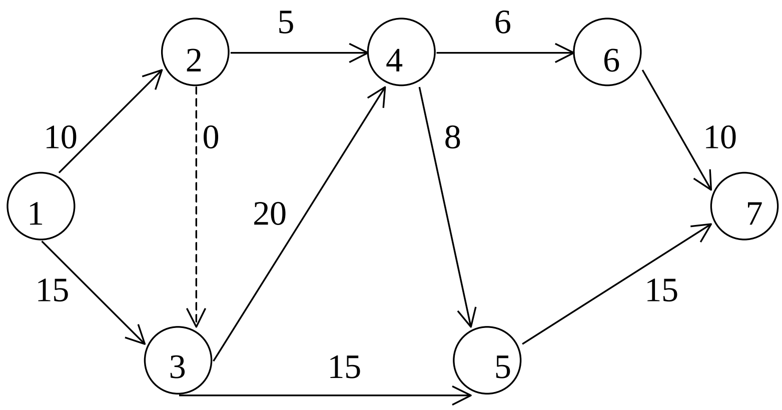


Рис. 3

Номера работ на дугах соответственно заменены продолжительностью их выполнения (продолжительность фиктивной работы соответствующей дуги-связи полагаем равной 0).

Рассмотрим основные временные параметры сетевого графика. Пусть t_{ij} – продолжительность работы, для которой соответствующая дуга *(i, j)* в сетевом графике имеет в качестве начальной – вершину с номером *i* , а в качестве конечной – вершину с номером *j*.

Ранним сроком начала работы *(i, j)* называется наименьшее допустимое время $t_{ij}^{РН}$, когда может быть начато ее выполнение.

Если работа начата в ранний срок, то время ее окончания $t_{ij}^{Р0}$ называется ранним сроком окончания

$$t_{ij}^{РН} = t_{ij}^{РО} - t_{ij}$$

Ранний срок начала всех работ, для которых вершина *i* – начальная, называется ранним сроком наступления события *i* и обозначается $T_i^Р$. Ранний срок наступления конечного события называется критическим временем и обозначается $T_{кр}$. Таким образом, критическое время – это минимальный срок, за который может быть выполнен весь комплекс работ.

Каждый путь из начальной вершины в конечную, состоящий из дуг (работ) и дуг-связей продолжительностью $T_{кр}$, называется критическим путем, а работы, составляющие такие пути – критическими работами.

Поздними сроками начала и окончания работы *(i, j)* называется наибольшее допустимое время начала $(t_{ij}^{ПН})$ и окончания $(t_{ij}^{ПО})$ этой работы без нарушения сроков выполнения всего комплекса работ. Очевидно:

$$t_{ij}^{ПН} = t_{ij}^{ПО} - t_{ij}.$$

Наиболее поздний из поздних сроков окончания работ, входящих в вершину *j*, называется поздним сроком наступления события *j* и обозначается $T_j^П$.

Рассмотрим работу *(i, j)*. Плановая продолжительность этой работы равна t_{ij}. Максимально допустимое время, на которое можно увеличить продолжительность работы *(i, j)* или задержать начало ее выполнения, при котором не изменится время выполнения всего проекта, называется полным резервом R_{ij} времени этой работы. Он равен:

$$R_{ij} = T_j^П - T_i^Р - t_{ij}.$$

Резерв времени для работы *(i, j)*, использование которого не изменит ранние сроки наступления всех событий (т.е. все работы смогут начать выполняться в минимально возможные сроки), называется свободным и может быть вычислен по формуле

$$r_{ij} = T_j^Р - T_i^Р - t_{ij}.$$

Очевидно, полный и свободный резерв времени любой работы, лежащей на критическом пути, равен нулю.

Алгоритм нахождения ранних сроков наступления событий

1. Полагаем $T_1^P = 0$.

2. Для $j = 2, 3, \ldots, n$ вычисляем $T_j^P = \max\limits_{(k,j)\in I(j)} (T_k^P + t_{kj})$

Здесь $I(j)$ – множество всех дуг, входящих в вершину j.

Критическое время $T_{kp} = T_n^P$.

Алгоритм нахождения поздних сроков наступления событий

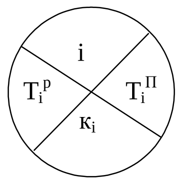
1. Полагаем $T_n^П = T$ (как правило $T = T_{kp}$.).

2. Для $i = n-1, n-2, \ldots 1,$ вычисляем

$$T^П{}_i = \min_{j\in 0(i)} (T_j{}^П - t_{ij}).$$

Здесь $0(i)$ – множество вершин, которые являются конечным для дуг, выходящих из вершины i.

Рассмотрим сетевой график, описанный в таблице 5.1. События (вершины) сетевого графика изображены следующим образом:



В верхней четверти записан номер события (вершины) в соответствии с правильной нумерацией. Номер вершины k_i, при движении из которой получено значение T_i^P, заносится в нижнюю четверть. В левой четверти записывается ранний срок наступления события T_i^P, а в правой четверти – его поздний срок наступления $T_i^П$.

Найдем ранние сроки наступления каждого события для сетевого графика, изображенного на рис. 5.3.

Полагаем $T_1^P = 0$, $k_1 = 0$. Рассматриваем вершины в порядке возрастания их номеров.

$T_2^P = T_1^P + t_{12} = 0 + 10 = 10$, $k_2 = 1$;

$T_3^P = max\,(T_1^P + t_{13};\ T_2^P + t_{23}) = max\,(0 + 15;\ 10 + 0) = T_1^P + t_{13} = 15$, $k_3 = 1$;

$T_4^P = max\,(T_2^P + t_{24};\ T_3^P + t_{34}) = max\,(10 + 5;\ 15 + 20) = T_3^P + t_{34} = 35$, $k_4=3$;

$T_5^P = max\,(T_3^P + t_{35},\ T_4^P + t_{45}) = max\,(15 + 15;\ 35 + 8) = T_4^P + t_{45} = 43$, $k_5=4$;

$T_6^P = T_4^P + t_{46} = 35 + 6 = 41$, $k_6 = 4$;

$T_{kP} = max\,(T_5^P + t_{57};\ T_6^P + t_{67}) = max\,(43 + 15;\ 41 + 10) = T_5^P + t_{57} = 58$, $k_7=5$.

Построим критический путь, начиная с конечной вершины, двигаясь по номерам вершин k_i,, стоящих в нижней четверти.

В результате получим 1 – 3 – 4 – 5 – 7. Найдем поздние сроки наступления событий. Полагаем время окончания всего проекта $T = T_7^П = T_{kp.} = 58$. Поставим это значение в правую четверть конечной вершины 7.

$T_6^П = T_7^П – t_{67} = 58 – 10 = 48$;

$T_5^П = T_7^П – t_{57} = 58 – 15 = 43$;

$П_4^П = min\,(T_6^П – t_{46};\ T_5^П – t_{45}) = min\,(48 - 6;\ 43 - 8) = 35$;

$T_3^П = min\,(T_5^П - t_{35};\ T_4^П - t_{34}) = min\,(43 - 15;\ 35 - 20) = 15$;

$T_2^П = min\,(T_4^П - t_{24};\ T_3^П – t_{23}) = min\,(35 - 5;\ 15 - 0) = 15$;

$T_1^П = min\,(T_П^3 - t_{13};\ T_2^П – t_{1П}) = (15 – 15;\ 15 – 10) = 0$.

В результате получаем следующую сетевую модель, содержащую подробную информацию о ранних, поздних сроках наступления событий, критическом времени и критическом пути. Критический путь отмечен двойными линиями.

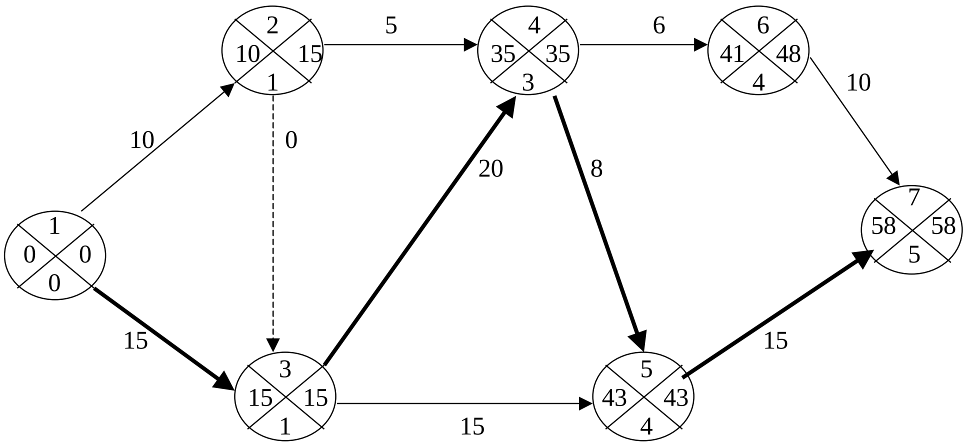


Рис. 4

3. 4 Тестовые задания

По дисциплине «Математическое моделирование» предусмотрено проведение письменного тестирования.

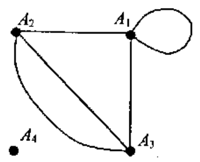
Письменное тестирование проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Результаты тестирования учитываются при проведении промежуточной аттестации. Банк тестовых заданий содержит 5 вариантов по 12 заданий.

Примеры тестовых заданий

Тест№1 по теме «Теория графов»

А) Отметить номер правильного ответа в бланке ответов.

№	Задание	Ответ
1	Определите вид графа: 	1) Простой граф 2) Мультиграф 3) Псевдограф
2	Вершина графа, смежная с каждой другой его вершиной называется 1) Висячей 2) Доминирующей 3) Изолированной	1) Висячей 2) Доминирующей 3) Изолированной
3	Вершина графа нулевой степени называется	1) Висячей 2) Доминирующей 3) Изолированной
4	Если два ребра соединены общей вершиной, то они называются...	1) Смежными 2) Изоморфными 3) Кратными 4) Дугами

5	Если две вершины соединены ребром, то они называются...	1) Смежными 2) Изоморфными 3) Изолированными 4) Висячими
6	Граф называется орграфом, если... 1	) Все его ребра кратны 2) Все его вершины соединены между собой 3) Все его ребра ориентированы
7	Степенью вершины называется...	1) Число ребер, одним из концов которых она является 2) Число соединенных с ней вер-шин 3) Число исходящих из нее дуг 4) Число входящих в нее дуг
8	Дуги в графе - это...	1) Неориентированные ребра 2) Ориентированные ребра 3) Кратные ребра 4) Смежные ребра
9	Если две различные вершины графа соединены более чем одним ребром, то такие ребра называются	1) Параллельными 2) Смежными 3) Кратными
10	Граф без петель называется ;	1) мультиграфом;(Верно) 2) псевдографом; 3) графом
11	Сколько всего рёбер в графе, степени вершин которого равны 3, 4, 5, 3, 4, 5, 3, 4, 5?	1) 10 2) 20 3) 18

Ситуационная задача:

На вечере собралось несколько юношей и девушек. При этом оказалось, что если вы-брать любую группу юношей, то число де-вушек, знакомых по крайне мере с одним из юношей этой группы, будет не меньше числа юношей в группе. Доказать, что все юноши одновременно смогут танцевать каждый в паре со знакомой девушкой.	

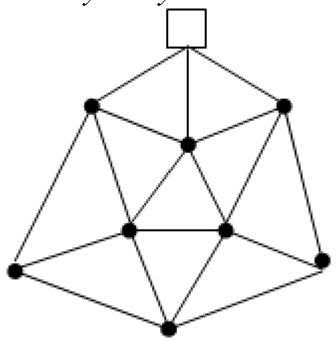
Тест№ 2 по теме «Теория графов»

А) Отметить номер правильного ответа в бланке ответов.

№	Задание	Ответ
1	В орграфе G вершина x смежна вершине y если	1) вершины x и y инцидентны дуге v; 2) в графе G есть дуга (x,y);(Верно) 3) в графе G есть дуга (y,x);
2	В орграфе G вершина x инцидентна дуге v если	1) вершина x — начало дуги v;

		2) вершина x либо начало дуги v, либо конец дуги v;(Верно) 3) вершина x конец дуги v;
3	В любом произвольном неорграфе число вершин нечетной степени	1) произвольно; 2) всегда четно;(Верно) 3) всегда нечетно;
4	Граф Петерсона - это пример графа	1) платонового 2) двудольного 3) кубического
5	Сколько рёбер в полном графе с 20 вершинами?	1) 180 2) 200 3) 190
6	Вершину, не принадлежащую ни одному ребру, называют	1) изолированной 2) висячей 3) отдельной
7	Граф, у которого все вершины имеют одну и ту же степень, называется	1) регулярным 2) двудольным 3) звёздным
8	Какое минимальное количество рёбер нужно убрать из полного графа с 15 вершинами, чтобы он перестал быть связным?	1) 18 2) 14 3) 15
9	Эйлерова характеристика любого дерева равна	1) 2 2) 3 3) 1
10	Чему равна сумма степеней входа всех вершин графа, если сумма степеней выхода всех вершин равна 45 ?	1) 45 2) 30 3) 25
11	В деревне Вишкиль 9 домов. Из каждого дома тянется четыре шланга к четырём другим домам. Сколько шлангов в деревне?	1) 16 2) 18 3) 36

Ситуационная задача:

На рисунке изображена схема, на которой точкой отмечен магазин, а остальными вершинами места жительства заказчиков. Как шоферу машины “Доставка на дом” объехать всех заказчиков, не подъезжая к одному дому более одного раза. 	

3.5 Рубежный контроль

- Цель проведения рубежного контроля – формирование навыка по разработке математических моделей в агрономии для их дальнейшего использования в профессиональной деятельности; проверка уровня усвоения раздела или тем курса по дисциплине «Математическое моделирование».

- Результаты рубежного контроля учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Вопросы рубежного контроля № 1

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Понятие «математическая модель»
2. Модели и их классификация.
3. Сферы и практика применения математического моделирования.
4. Приведите примеры простейших моделей.
5. Структура математической модели.
6. Свойства математических моделей
7. Назовите основные элементы графа
8. Какие задачи решают с помощью графов?
9. Что такое маршрут графа?
10. Что такое мультиграф?
11. Перечислите способы задания графа.
12. Какие операции выполняются над графами?
13. Что называется окрестность вершины?
14. Что называется степенью вершины?
15. Теоремой о рукопожатиях.
16. Какой граф называется плоским?
17. Какой граф называется планарным?
18. Теорема о числе граней в плоской укладке и следствия из нее.
19. Теорема Понтрягина–Куратовского.
20. Теорема Вагнера.
21. Распознавание планарности и построение плоской укладки.
22. Какие циклы называются Эйлеровыми?
23. Теорема об эйлеровом цикле.
24. Следствие (об эйлеровом пути).
25. Построение эйлерова цикла .
26. Теорема об эйлеровом цикле в орграфе.
27. Построение последовательностей де Брейна.
28. Что называется Гамильтоновым циклом?
29. Как построить гамильтонов цикл или убедиться, что его не существует?
30. Какие графы называются турнирами?
31. Теорема о гамильтоновых путях в турнирах.
32. «Задача коммивояжера»

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Висячие вершины.
2. Смежные ребра.
3. Матрица инциденций неориентированного графа;
4. Матрица инциденций ориентированного графа;
5. Матрица смежности неориентированного графа;
6. Матрица смежности ориентированного графа;
7. Список ребер графа.
8. Деревья и леса
9. Описание деревьев.

Вопросы рубежного контроля № 2

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Что такое источник и сток сети?
2. Что такое пропускная способность дуги?
3. Что такое поток на дуге?
4. Что такое поток в сети?
5. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе
6. Что такое разрез сети?
7. Что такое пропускная способность разреза?
8. Что такое минимальный разрез сети?
9. Как записываются целевая финками и ограничения в задаче нахождения максимального потока.
10. Дайте содержательную (словесную) постановку задачи нахождения максимального потока в сети.
11. Сформулируйте теорему Форда-Фалкерсона и поясните её использование для нахождения максимального потока в сети.
12. Дайте определения терминов «сеть» и «поток».
13. Какие задачи организационного управления приводят к задаче нахождения максимального потока в сети?
14. Перечислите и поясните основные шаги алгоритма Форда-Фалкерсона нахождения максимального потока в сети.
15. Опишите структуру электронного шаблона Excel для нахождения максимального потока в сети.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Перечислите и поясните основные шаги алгоритма Дейкстры решения задачи о кратчайших путях.

Вопросы рубежного контроля № 3

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Для каких целей предназначена система планирования и управления?
2. Что называют сетевым графиком?
3. События сетевого графика.
4. Правила построения сетевого графика.
5. Для решения каких задач предусмотрены методы сетевого планирования?
6. Что называют работой в сетевом планировании? Событием?
7. Какая работа называется действительной? Ожиданием? Фиктивной?
8. Какими способами задаются исходные данные для построения сетевой модели?
9. Что понимается под расчетом сетевых моделей?
10. Какие основные временные параметры определяют при анализе сетевой модели проекта?
11. Каким образом определяются ранние и поздние сроки наступления события?
12. Что такое путь в сетевом графике, какие виды путей выделяют при сетевом моделировании?
13. Какие условия критичности характерны для критического пути?
14. Принципы вычисления резервов работ.
15. Какова взаимосвязь полного и свободного резервов работы?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Сетевой график.
2. Что такое событие сетевого графика?

3. Какие события различают в сетевом графике?
4. Какие операции различают в сетевом графике?
5. Количественные параметры сетевого графика;
6. Что такое полный путь?
7. Что такое критический путь?
8. Что такое критическое время?
9. Формула для нахождения ожидаемых сроков свершения событий:
10. Формула для нахождения полного резерва времени.

3.6 Промежуточная аттестация

Видом промежуточной аттестации является в первом семестре – зачет.

Вопросы, выносимые на зачет

1. Понятие «математическая модель»
2. Модели и их классификация.
3. Сферы и практика применения математического моделирования.
4. Приведите примеры простейших моделей.
5. Структура математической модели.
6. Свойства математических моделей
7. Назовите основные элементы графа
8. Какие задачи решают с помощью графов?
9. Что такое маршрут графа?
10. Что такое мультиграф?
11. Перечислите способы задания графа.
12. Какие операции выполняются над графами?
13. Что называется окрестность вершины?
14. Что называется степенью вершины?
15. Теоремой о рукопожатиях.
16. Какой граф называется плоским?
17. Какой граф называется планарным?
18. Теорема о числе граней в плоской укладке и следствия из нее.
19. Теорема Понтрягина–Куратовского.
20. Теорема Вагнера.
21. Распознавание планарности и построение плоской укладки.
22. Какие циклы называются Эйлеровыми?
23. Теорема об эйлеровом цикле.
24. Следствие (об эйлеровом пути).
25. Построение эйлерова цикла .
26. Теорема об эйлеровом цикле в орграфе.
27. Построение последовательностей де Брейна.
28. Что называется Гамильтоновым циклом?
29. Как построить гамильтонов цикл или убедиться, что его не существует?
30. Какие графы называются турнирами?
31. Теорема о гамильтоновых путях в турнирах.
32. «Задача коммивояжера»
33. Висячие вершины.
34. Смежные ребра.
35. Матрица инциденций неориентированного графа;

36. Матрица инциденций ориентированного графа;
37. Матрица смежности неориентированного графа;
38. Матрица смежности ориентированного графа;
39. Список ребер графа.
40. Деревья и леса
41. Описание деревьев.
42. Что такое источник и сток сети?
43. Что такое пропускная способность дуги?
44. Что такое поток на дуге?
45. Что такое поток в сети?
46. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе
47. Что такое разрез сети?
48. Что такое пропускная способность разреза?
49. Что такое минимальный разрез сети?
50. Как записываются целевая финками и ограничения в задаче нахождения максимального потока.
51. Дайте содержательную (словесную) постановку задачи нахождения максимального потока в сети.
52. Сформулируйте теорему Форда-Фалкерсона и поясните её использование для нахождения максимального потока в сети.
53. Дайте определения терминов «сеть» и «поток».
54. Какие задачи организационного управления приводят к задаче нахождения максимального потока в сети?
55. Перечислите и поясните основные шаги алгоритма Форда-Фалкерсона нахождения максимального потока в сети.
56. Опишите структуру электронного шаблона Excel для нахождения максимального потока в сети.
57. Для каких целей предназначена система планирования и управления?
58. Что называют сетевым графиком?
59. События сетевого графика.
60. Правила построения сетевого графика.
61. Для решения каких задач предусмотрены методы сетевого планирования?
62. Что называют работой в сетевом планировании? Событием?
63. Какая работа называется действительной? Ожиданием? Фиктивной?
64. Какими способами задаются исходные данные для построения сетевой модели?
65. Что понимается под расчетом сетевых моделей?
66. Какие основные временные параметры определяют при анализе сетевой модели проекта?
67. Каким образом определяются ранние и поздние сроки наступления события?
68. Что такое путь в сетевом графике, какие виды путей выделяют при сетевом моделировании?
69. Какие условия критичности характерны для критического пути?
70. Принципы вычисления резервов работ.
71. Какова взаимосвязь полного и свободного резервов работы?

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения студентов, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Математическое моделирование и анализ данных» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного, итогового контроля и фонды контрольных заданий для текущего контроля разрабатываются кафедрой, исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

Таблица 6

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)	Описание
высокий	«зачтено»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
базовый	«зачтено»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
пороговый	«зачтено»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на зачете и при выполнении заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«не зачтено»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

4.2.1. Критерии оценки устного ответа при текущем контроле и промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

знания: основные понятия и принципы математического моделирования;

- основные методы и современное состояние теории математического моделирования;

- область применимости методов математического моделирования.

умения: строить математические модели процессов производства продуктов питания, анализировать полученные результаты;

владение навыками: применения математических знаний и методов при решении практических задач и интерпретировать получаемые результаты.

Критерии оценки

отлично	обучающийся демонстрирует: – знание материала (Основные понятия и определения теории графов, Моделирование потоков.), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий – сформированное умение (оценить эффективность и результаты научной деятельности, формулировать математическую постановку задачи исследования; выбирать и реализовывать методы ведения научных исследований; анализировать и обобщать результаты исследований, доводить их до практической реализации), используя современные методы и показатели такой оценки – успешное и системное владение навыками разработки математических моделей процессов и явлений и решения практических задач профессиональной деятельнсти, навыками применения математического моделирования в технических предложениях производства и в научных исследованиях)
хорошо	обучающийся демонстрирует: – знание материала, не допускает существенных неточностей – в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение формулировать математическую постановку задачи иссле-дованияи, используя современные методы и показатели такой оценки – в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками разработки математических моделей процессов и явлений и решения практических задач профессиональой деятельнсти, навыками применения математического моделирования в технических предложениях производства и в научных исследованиях
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала; – в целом успешное, но не системное умение *строить математические модели процессов производства продуктов питания, ана-*

	лизировать полученные результаты; – , используя современные методы и показатели оценки (– в целом успешное, но не системное владение навыками *применения математического моделирования в технических предложениях производству и в научных исследования*
неудовлетворительно	обучающийся: не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (**Основные понятия и определения теории графов,** Моделирование потоков), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки – не умеет использовать методы и приемы математического моделирования допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не – не владеет навыками разработки математических моделей процессов, применения математического моделирования в технических предложениях производства), допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено

4.2.2. Критерии оценки выполнения контрольных (работ

При выполнении контрольных работ обучающийся демонстрирует:
знания: теоретического материала по изученной теме или разделу**;**
умения: применять теоретический материал для решения учебных задач;
владение навыками: применения статистических методов обработки информации для решения прикладных задач.

Критерии оценки выполнения контрольных работ

отлично	обучающийся демонстрирует: - полностью выполненную работу; в логических рассуждениях и обосновании решения нет пробелов и ошибок; в решении нет ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала);
хорошо	обучающийся демонстрирует: – полностью выполненную работу, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки); допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках, рисунках, чертежах или графиках (если эти виды работы не являлись специальным объектом проверки).
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – работу, где допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в выкладках, чертежах или графиках, но студент владеет обязательными умениями.
неудовлетворительно	обучающийся: – допустил принципиальные ошибки в выполнении заданий, показавшие, что студент не владеет обязательными умениями по данной теме в полной мере.

4.2.3. Критерии оценки выполнения типовых расчетов

При выполнении типовых расчетов обучающийся демонстрирует:

знания: теоретического материала по изученной теме или разделу**;**

умения: применять теоретический материал для решения учебных задач;

владение навыками: применения статистических методов обработки информации для решения прикладных задач.

Критерии оценки выполнения типовых расчетов

отлично	обучающийся демонстрирует: – полностью типовой расчет; в логических рассуждениях и обосновании решения нет пробелов и ошибок; в решении нет ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала);
хорошо	обучающийся демонстрирует: – полностью выполненную работу, но обоснования шагов решения недостаточны; допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках, рисунках, чертежах или графиках.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – типовой расчет, где допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в выкладках, чертежах или графиках, но студент владеет обязательными умениями.
неудовлетворительно	обучающийся: – допустил принципиальные ошибки в выполнении заданий, показавшие, что студент не владеет обязательными умениями по данной теме в полной мере.

4.2.4. Критерии оценки выполнения тестовых заданий

При выполнении тестовых заданий обучающийся демонстрирует:

знания: основных математических понятий и методов изучаемой темы или раздела.

Критерии оценки выполнения тестовых заданий

отлично	обучающийся демонстрирует: – правильность ответов не менее чем 85 % тестовых заданий;
хорошо	обучающийся демонстрирует: – правильность ответов не менее чем 70 % тестовых заданий;
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – правильность ответов не менее 51 % тестовых заданий;
неудовлетворительно	обучающийся: – правильность ответов менее чем на 50 % тестовых заданий.

Разработчик(и): доцент Гиляжева Д.Н. ________
(подпись)