

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 01.10.2024 16:05:28
Уникальный программный ключ:
528682d78e671e56bab07f01fe1ba2172f735a12

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Г.Н. Камышова / Камышова Г.Н./
«17» мая 2021 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДАННЫХ
Направление подготовки	19.04.02 Продукты питания из растительного сырья
Направленность (профиль)	Технологии продуктов из растительного сырья для рынка специализированного питания
Квалификация выпускника	Магистр
Нормативный срок обучения	2 года
Форма обучения	Заочная
Кафедра-разработчик	Математика, механика и инженерная графика
Ведущий преподаватель	доцент Кириллова Т.В.

Разработчик (и): **доцент Кириллова Т.В.**

Г.Н. Камышова
(подпись)

Саратов 2021

Содержание

1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОПП.....	3
2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	4
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.....	11
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования	31

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 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 21.11.2014.г. № 1487, формируют следующие компетенции:

-«Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции различного назначения»(ОПК-2);

«Способен использовать методы моделирования продуктов питания из растительного сырья и проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения» (ОПК-4); «Способен использовать глубокие специализированные профессиональные теоретические и практические знания для проведения исследований, на основе моделирования физико-химических, микробиологических, биотехнологических, реологических процессов, протекающих при производстве продуктов питания из растительного сырья » (ПК-1).

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

Компетенция		Индикаторы компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)	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	6
ОПК-2	Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции различного назначения	ОПК-2.3 Применяет автоматизированные системы управления технологическими процессами на базе современных систем измерения параметров технологических процессов	<p>знает: основные технологии поиска, источники получения информации, стандарты и технические документы на сырье и продукцию животного происхождения.</p> <p>умеет: Использовать знания о составах и свойствах</p>	1	Лекция, практическое занятие	типовой расчет/ /контрольная работа/ / тестовые задания/устный опрос

			сырья животного происхождения; приобрести новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии			
			владеет: Навыками экспериментальных исследований			
<i>ОПК-4</i>	<i>Способен использовать методы моделирования продуктов питания из растительного сырья и проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения</i>	<i>ОПК-4.1 Использует математические методы конструирования продуктов питания из растительного сырья и оптимизации технологических процессов их производства;</i> <i>ОПК-4.2 Применяет знания о современных достижениях науки, техники и технологий для проектирования технологических процессов производства продуктов питания из растительного сырья для рынка специализированного питания</i>	знает: системы и источники для поиска, обработки и анализа информации умеет: использовать стандартные пакеты прикладных компьютерных программ для поиска, обработки и анализа информации, представлять информацию в требуемом формате тайны владеет: компьютерными и сетевыми технологиями, а так же статистически-	1	Лекция, практическое занятие	типовой расчет/ /контрольная работа/ /самостоятельная работа/

			ми методами обработки информации			
ПК-1	<i>Разрабатывает инновационные программы и проекты в области прогрессивных технологий производства продуктов питания животного происхождения</i>	<i>ПК-1.3 Использует глубокие специализированные профессиональные теоретические и практические знания для проведения исследований, на основе моделирования состава и свойств продуктов питания из растительного сырья</i>	знает: стандартные программные средства для разработки технологической части проектов пищевых предприятий	1	Лекция, практическое занятие	типовой расчет/ /контрольная работа/ /самостоятельная работа/
			умеет: пользоваться пакетами прикладных программ при разработке технологической части проектов пищевых предприятий, подготовке заданий на разработку смежных частей проектов			
			владеет: методами использования стандартных программных средств при разработке технологической части проектов пищевых предприятий, подготовке заданий на разработку			

			смежных частей проектов			
--	--	--	-------------------------	--	--	--

Примечание:

Компетенция ОПК-2 – также формируется в ходе освоения дисциплин:

Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

Компетенция ОПК-4 – также формируется в ходе освоения дисциплин:

Высокотехнологичное оборудование для пищевой промышленности,
Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

Компетенция ПК-1 – также формируется в ходе освоения дисциплин:

Конструирование продуктов питания с заданными свойствами и составом,
Современные тенденции развития пищевых технологий для рынка специализированного питания,

Дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1),

Современные физико-химические методы исследования растительного сырья и продуктов питания,

Физиологические и функциональные ингредиенты для пищевых технологий,

Производственная практика: НИР,

Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

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

Таблица 2

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
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 типового расчет
3	Собеседование (устный опрос)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемыми	Вопросы по темам/разделам дисциплины

		мой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	
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 1

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	ОПК-2,ОПК-4, ПК-1	контрольная работа №1, типовой расчет №1, устный опрос
2.	Моделирование потоков	ОПК-2,ОПК-4, ПК-1	типовой расчет №2, тестирование, контрольная работа №2, устный опрос
3.	Сетевые модели	ОПК-2,ОПК-4, ПК-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

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
ОПК-2 1 курс	знает: основные технологии поиска, источники получения информации	Фрагментарные представления об основных технологиях поиска, источниках	Неполные представления об основных технологиях поиска, источника	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления	Сформированные систематические представления об основных тех-

	мации, стандарты и технические документы на сырье и продукцию животного происхождения.	получения информации, стандарты и технические документы на сырье и продукцию животного происхождения,	получения информации, стандарты и технические документы на сырье и продукцию животного происхождения,	об основных технологиях поиска, источника получения информации, стандарты и технические документы на сырье и продукцию животного происхождения,	нологиях поиска, источника получения информации, стандарты и Технические документы на сырье и продукцию животного происхождения,
	умеет: Использовать знания о составах и свойствах сырья животного происхождения; приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	Фрагментарное использование умений использовать знания о составах сырья животного происхождения; приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	Несистематическое использование умений Использовать знания о составах и свойствах сырья животного происхождения; приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные Технологии.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использовать знания о составах сырья животного происхождения; приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии; составлять устные и письменные тексты (конспекты,	Сформированное использование умений использовать знания о составах сырья животного происхождения; приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии; составлять устные и письменные тексты (конспекты,
	владеет: Навыками экспериментальных исследований	обучающийся не владеет навыками экспериментальных исследований	Фрагментарное владение навыками экспериментальных исследований	В целом успешное, но несистематическое владение навыками экспериментальных исследований	Успешное и систематическое владение навыками экспериментальных исследований
ОПК-4 1 курс	знает: системы и источники для поиска, обработки и анализа информации	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в системах и ис-	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает не-	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание угроз и опасностей, возникающих в процессе развития современно-

		точниках для поиска, обработки и анализа информации допускает существенные ошибки	точности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала		го информационного общества, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	умеет: использовать стандартные пакеты прикладных компьютерных программ для поиска, обработки и анализа информации, представлять информацию в требуемом формате тайны	не умеет использовать стандартные пакеты прикладных компьютерных программ для поиска, обработки и анализа информации, представлять информацию в требуемом формате, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное умение соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	сформированное умение соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
	владеет: компьютерными и сетевыми технологиями, а так же статистическими методами обработки информации	обучающийся не владеет основными методами защиты информации, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий предусмотренных	в целом успешное, но не системное владение основными методами защиты информации	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение основными методами защиты инфор-	успешное и системное владение основными методами защиты информации

		программой дисциплины не выполнено		мации	
ПК-1 1 курс	знает: стандартные программные средства для разработки технологической части проектов пищевых предприятий	обучающийся не знает значительной части основных способов и средств получения, хранения и переработки информации, допускает существенные ошибки	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание основных способов и средств получения, хранения и переработки информации, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	умеет: пользоваться пакетами прикладных программ при разработке технологической части проектов пищевых предприятий, подготовке заданий на разработку смежных частей проектов	не умеет работать с компьютером, как со средством управления информацией, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное умение работать с компьютером, как со средством управления информацией	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение работать с компьютером, как со средством управления информацией	сформированное умение работать с компьютером, как со средством управления информацией
	владеет: методами использования стандартных программных средств при разработке технологической части проектов пищевых пред-	обучающийся не владеет основными методами получения, хранения и переработки информации, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполня-	в целом успешное, но не системное владение основными методами получения, хранения и переработки информации	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение основ-	успешное и системное владение основными методами получения, хранения и переработки информации

	при-ятий, под-готовке за-даний на раз-работку смеж-ных частей про-ектов	ет самостоятель-ную работу, большинство заданий, преду-смотренных программой дисциплины не выполнено		ными мето-дами полу-чения, хра-нения и пе-реработки 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 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 «Теория 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: $a : b, d$; $b : a, c, d, f$; $c : b, f$; $d : a, b, f$; $e : ;$ $f : b, c, d$.

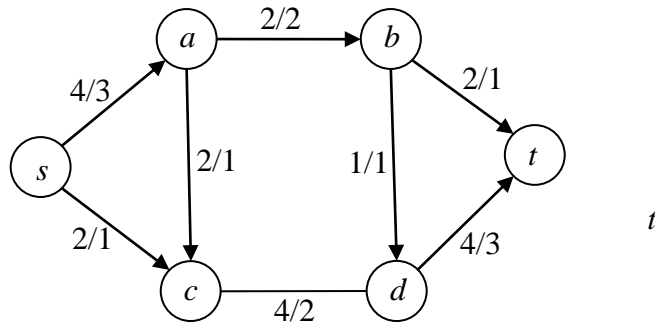
Задание 4. Какое наибольшее число граней может быть у плоского графа с 5 вершинами?

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.



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»

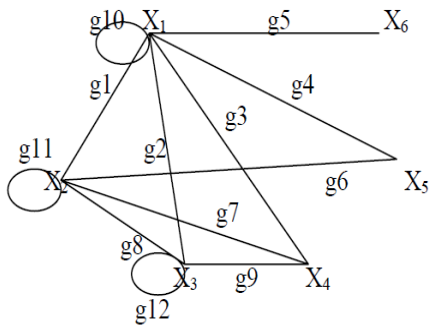
Образец решения типового расчёта

Вариант 0

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

РЕШЕНИЕ: Построим граф $G(X)$ с множеством вершин $X = \{X_i = i, i = 1, \dots, 6\}$, причем две вершины X_i и X_j соединяются ребром тогда и только тогда, когда $X_i + X_j \leq 7$.

Поскольку отношение « $x+y \leq 7$ » 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 g_j и 0 иначе.

Пример №2 Граф G задан матрицей инциденций

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

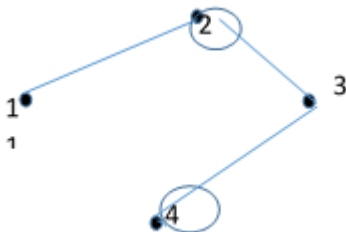
Требуется:

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 данной 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.

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

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 K в каждом столбце которой записаны номера вершин инцидентных данному ребру

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

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_i к m ребер X_i .

Пусть дан граф $G(V, X)$, где $V = \{V_1, V_2 \dots V_n\}$ — вершины, а $X = \{X_1, X_2 \dots, X_m\}$ — 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 3 вершины 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	г	и
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.

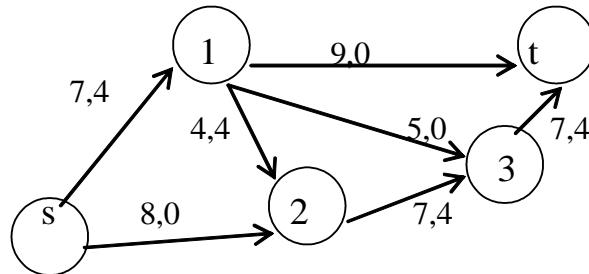


Рис. 1

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).

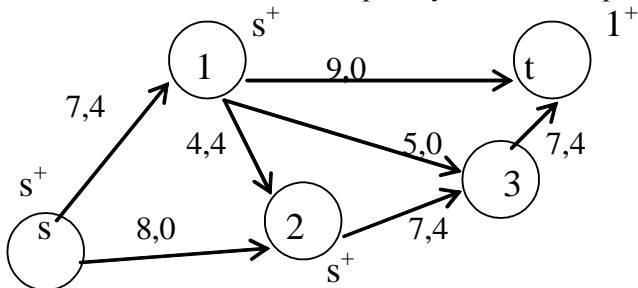


Рис. 2

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):

$P^+ = \{(s, 1), (1, t)\}$, $P^- = \emptyset$ (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:

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

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

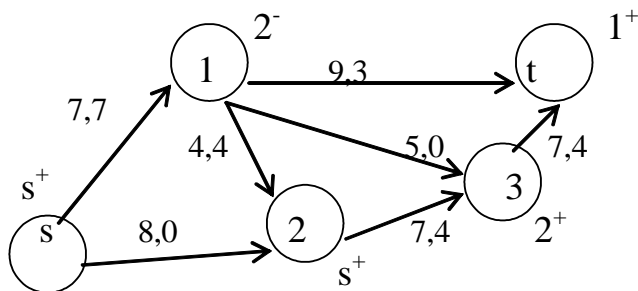


Рис. 3

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 непометенные 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 непометенные 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 непометенные 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):

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

4. Вычисляем

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

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

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

5. Вдоль дуг увеличивающего пути P_2 (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:

$$x'_{s_2} = x_{s_2} + \varepsilon = 0 + 4 = 4, (s, 2) \in P^+;$$

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

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

Остальные x_{ij} остаются без изменений, так как не входят в увеличивающий путь P_2 .

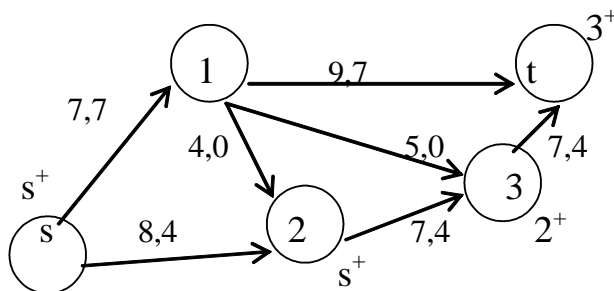


Рис. 4

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):

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

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 $P^- = \emptyset$, то ε_2 не вычисляем. Следовательно $\varepsilon = 3$.

Вдоль дуг увеличивающего пути P_3 (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:

$$x'_{s_2} = x_{s_2} + \varepsilon = 4 + 3 = 7, (s, 2) \in P^+;$$

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

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

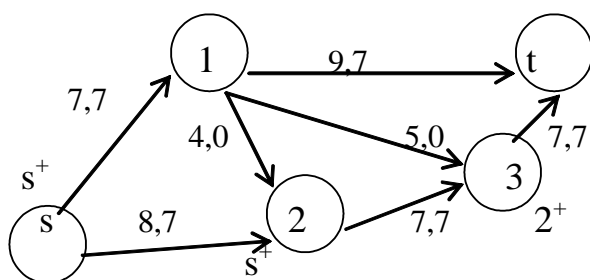


Рис5

1. Снова находим увеличивающий путь методом расстановки меток.

1.1. Источник s получает пометку s^+ .

1.2. Просматриваем все непометенные 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 непометенные 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 \bar{R} – множество непомеченных вершин, т.е. $\bar{R} = \{1, 3, t\}$. Тогда по определению минимальный разрез (R, \bar{R}) состоит из дуг $(R, \bar{R}) = \{(s,1); (2,3)\}$ (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.

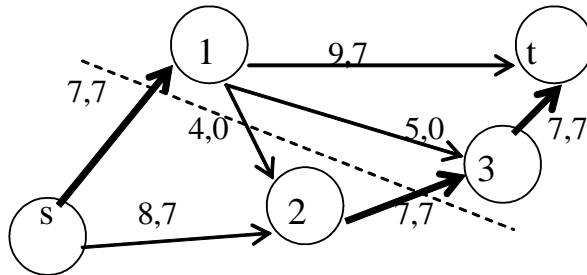


Рис. 6

Найдем пропускную способность минимального разреза:

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

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 завершён 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 не критических работ найти полные и свободные резервы времени;
- 5) выполнить анализ сетевого графика.

Таблица 5.1

№ работы		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):

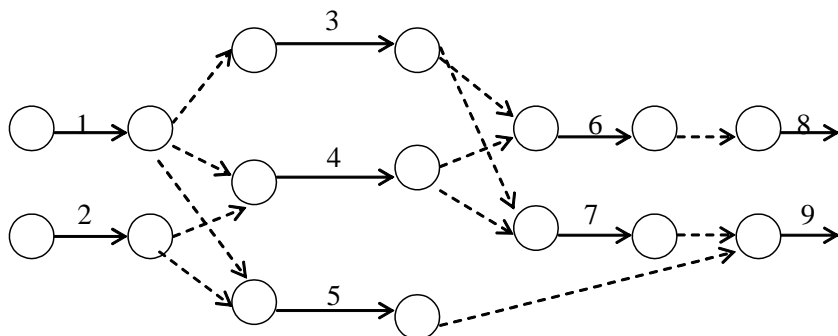


Рис. 1

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, изображенной на рис. 1.

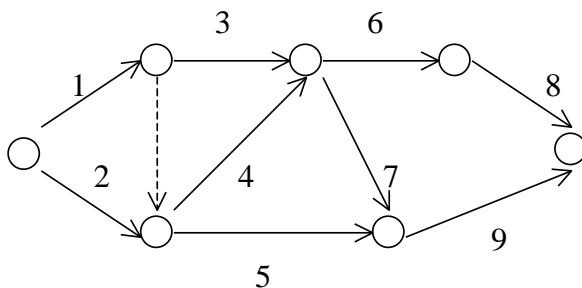


Рис. 2

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

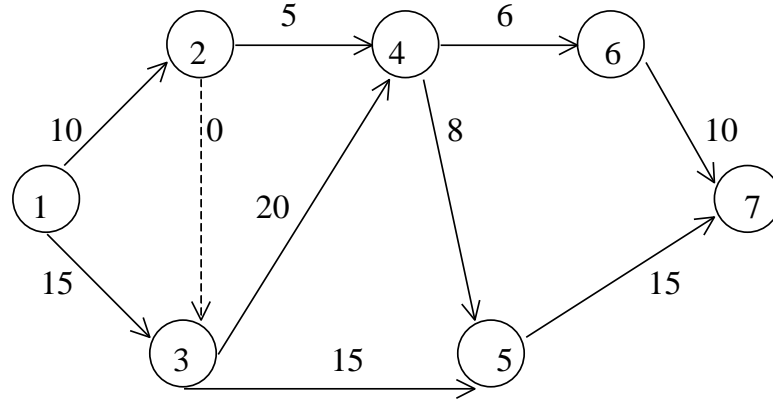


Рис. 3

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}^{PH} , когда может быть начато ее выполнение.

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

$$t_{ij}^{PH} = t_{ij}^{PO} - t_{ij}$$

Ранний срок начала всех работ, для которых вершина i – начальная, называется ранним сроком наступления события i и обозначается T_i^P . 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}^{PH}) и окончания (t_{ij}^{PO}) этой работы без нарушения сроков выполнения всего комплекса работ. Очевидно:

$$t_{ij}^{PH} = t_{ij}^{PO} - t_{ij}$$

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

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:

$$R_{ij} = T_j^H - T_i^P - t_{ij}$$

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

$$r_{ij} = T_j^P - T_i^P - t_{ij}$$

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 $j = 2, 3, \dots, n$ вычисляем $T_j^P = \max_{(k, j) \in I(j)} (T_k^P + t_{kj})$

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

Критическое время $T_{кр} = T_n^P$.

Алгоритм нахождения поздних сроков наступления событий

1. Полагаем $T_n^H = T$ (как правило $T = T_{кр}$).

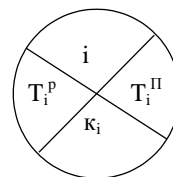
2. Для $i = n-1, n-2, \dots, 1$, вычисляем

$$T_i^H = \min_{j \in O(i)} (T_j^H - t_{ij}).$$

Здесь $O(i)$ – 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^H .



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.

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

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

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

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

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

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

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 $T = T_7^H = T_{кр} = 58$. Поставим это значение в правую четверть конечной вершины 7.

$$T_6^H = T_7^H - t_{67} = 58 - 10 = 48;$$

$$T_5^H = T_7^H - t_{57} = 58 - 15 = 43;$$

$$T_4^H = \min (T_6^H - t_{46}; T_5^H - t_{45}) = \min (48 - 6; 43 - 8) = 35;$$

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

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

$$T_1^H = \min (T_3^H - t_{13}; T_2^H - t_{12}) = \min (15 - 15; 15 - 10) = 0.$$

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.

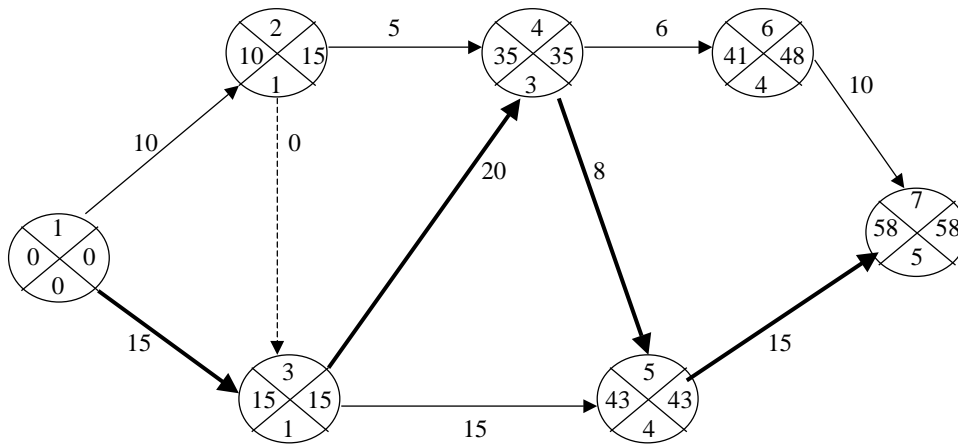


Рис. 4

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 дисциплине «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	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 вершин 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 ребер в графе, степени вершин которого равны 3, 4, 5, 3, 4, 5, 3, 4, 5?	1) 10 2) 20 3) 18

Ситуационная задача:

<p><i>На вечере собралось несколько юношей и девушек. При этом оказалось, что если выбрать любую группу юношей, то число девушек, знакомых по крайней 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.</i></p>	
--	--

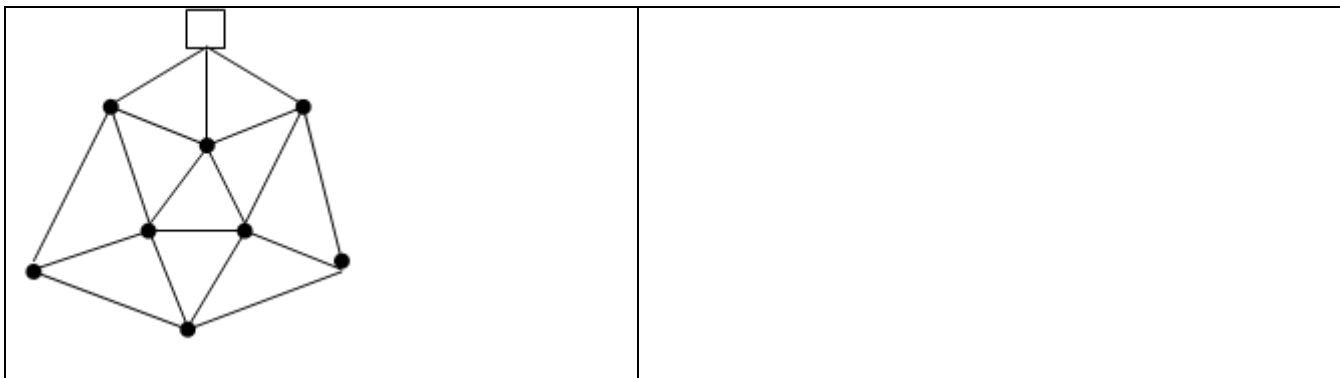
Тест № 2
по дисциплине «Теория графов»

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	Эйлера 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:

<p><i>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.</i></p>	
---	--



3.2 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

Контроль за освоением дисциплины «Математическое моделирование и анализ данных» и оценивание знаний обучающихся производиться в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья. Видом промежуточной аттестации является в первом семестре – зачет.

Целью проведения промежуточной аттестации -экзамена является комплексная и объективная оценка качества усвоения обучающимися теоретических знаний, умения систематизировать полученные знания и применять их к решению практических задач, уровня сформированности компетенций при освоении дисциплины «Математическое моделирование и анализ данных».

Контрольные требования и задания соответствуют требуемому уровню усвоения дисциплины и отражают ее основное содержание.

Тематика вопросов, выносимых 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 инцидентий неориентированного графа;
36. Матрица инцидентий 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 функция 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

Компетенция сформирована на «отлично», если обучающийся демонстрирует знания, умения и владение навыками от 86 % до 100 % от уровня сформированности компетенции.

Компетенция сформирована на «хорошо», если обучающийся демонстрирует знания, умения и владение навыками от 74 % до 85 % от уровня сформированности компетенции.

Компетенция сформирована на «удовлетворительно», если обучающийся демонстрирует знания, умения и владение навыками от 60 % до 73 % от уровня

сформированности компетенции.

Если обучающийся демонстрирует знания, умения и владение навыками ниже 60 % от уровня сформированности компетенции, компетенция считается не сформированной.

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 деятельности, 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 содержащее отдельные пробелы, умение формулировать математическую постановку задачи исследования, 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 профессиональной деятельности, навыками применения математического моделирования в технических пред-

	ложениях производства и в научных исследованиях
удовлетворительно	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 <i>строить математические модели процессов производства продуктов питания, анализировать полученные результаты;</i> – , используя современные методы и показатели оценки (– в целом успешное, но не системное владение навыками <i>применения математического моделирования в технических предложениях производству и в научных исследованиях</i>
неудовлетворительно	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 Кириллова Т.В.* 
(подпись)