

Документ подписан квалифицированной электронной подписью

Сертификат: 029409E40579B71060A72440720531E170A

Владелец: "АНО ВО "РОССИЙСКИЙ НОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ" ОО

Действителен: с 23.05.2024 по 23.08.2025

**Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Российский новый университет»
Колледж**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

ОП.08 Моделирование логистических систем

специальность: 38.02.03. Операционная деятельность в логистике

(базовая подготовка)

на базе среднего общего образования


Москва 2024 год


Одобрена предметной (цикловой) комиссией по специальности: Операционная деятельность в логистике

Разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 38.02.03 Операционная деятельность в логистике

Протокол № 5 от 16 января 2024 г.

Председатель предметной (цикловой) комиссии Заместитель директора по УМР

 /Э.Б. Иксанова/

 /О.В. Козловская/

Составители: Иксанова Э.Б., преподаватель первой квалификационной категории

<p>использовать указанные методы в практической деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Строить графовые и сетевые модели для решения пошаговых оптимизационных задач. 		<p>Раздел 3. Методы моделирования логистических систем</p> <p>Тема 3.1. Графовые методы и модели организации и планировании в логистике</p> <p>Тема 3.2. Марковские случайные процессы</p> <p>Тема 3.3. Теория массового обслуживания в логистике</p>	<p>программирования с помощью MS Excel.</p> <p>Самостоятельная работа.</p> <p>Сформулировать задачи линейного программирования.</p> <p>Практическое занятие № 5.</p> <p>Представление связей в сетевой модели данных. Пример сетевой модели данных.</p> <p>Практическое занятие № 6.</p> <p>Примеры представления данных в виде графа. Виды графов.</p> <p>Практическое занятие № 7.</p> <p>Сравнительный анализ примеров марковских процессов.</p> <p>Сравнение примеров потоков в логистике.</p> <p>Практическое занятие № 8.</p> <p>Решение задач массового обслуживания. Моделирование логистических систем с использованием теории массового обслуживания.</p>	
--	--	---	---	--

Критерии оценки

(практические работы, проблемное задание, зачет, контрольная работа, экзамен, реферат):

оценка	тесты	практические работы, проблемное задание, зачет, контрольная работа, экзамен, реферат
5 «отлично»	От 81% до 100%	<ul style="list-style-type: none">- ставится обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины, их значения для приобретаемой специальности, проявившим творческие способности в понимании- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять- последовательное, правильное выполнение всех заданий
4 «хорошо»	От 56% до 80%	<ul style="list-style-type: none">- ставится обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины, их значения для приобретаемой специальности, проявившим творческие способности в понимании- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять- последовательное, правильное выполнение всех заданий- возможны единичные ошибки
3 «удовлетворительно»	От 35% до 55%	<ul style="list-style-type: none">- ставится обучающимся, обладающим необходимыми знаниями, но допустившими неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических заданий, не умеющим обосновывать свои суждения, демонстрируются знания теоретического материала- выполнение заданий с использованием конспектов- возможны ошибки
2 «неудовлетворительно»	Меньше 35%	<ul style="list-style-type: none">- ставится обучающимся, имеющим разрозненные и бессистемные знания, не умеющим применять знания для решения практических задач или отказ отвечать- отсутствие знания теоретического материала- отсутствие конспектов

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОП.08 Моделирование логистических систем

Практическая работа № 1

Тема: Описание видов решений, построение схемы принятия решений в условиях риска и неопределенности.

Цель работы: научиться применять методы моделирования и исследования операций для решения профессиональных задач.

Формируемые компетенции: ОК 1, ОК 2.

Перечень основных терминов: математические символы, обозначения при построении и исследовании математических моделей.

Комплексно – методическое оснащение: методические указания к практической работе

Практическая часть:

Фирма N, занимающаяся организацией и осуществлением экспедирования и перевозок экспортных, импортных и транзитных грузов, заключила контракт на доставку 21 000 т нефтепродуктов от Ачинского нефтеперегонного завода (Красноярский край) на новую нефтебазу, построенную на территории Монголии в г. Тэс-Сомон.

Сеть железных и автомобильных дорог в регионе, схема расположения транспортных предприятий, перевалочных нефтебаз и нефтебаз получателя представлена на рис. 1.

Транспортировка осуществляется в два этапа.

Первый этап: железнодорожным транспортом от Ачинска до нефтебаз Минусинска или Абазы. Стоимость доставки нефтепродуктов по железной дороге от Ачинского нефтеперегонного завода до этих нефтебаз является одинаковой, на расчеты влияния не оказывает и не учитывается.

Второй этап: автомобильным транспортом до Тэс-Сомона.

Для обеспечения этих поставок фирма N заключает контракты с автотранспортными предприятиями на перевозку и с нефтебазами на перевалку и хранение нефтепродуктов.

В регионе имеются два транспортных предприятия, отвечающих требованиям, предъявляемым к международным автомобильным перевозчикам: первое – в г. Аскиз, второе – в г. Минусинске (табл. 2).

В регионе имеются также две нефтебазы: в г. Абаза и в г. Минусинске, которые являются ближайшими к конечному месту доставки и способны переваливать и хранить необходимый объем нефтепродуктов (табл. 3).

Принять во внимание, что в регионе установлен регулярно действующий маршрут (базовый вариант): нефтепродукты по железной дороге доставляются в нефтебазу Абазы. Далее на участке Абаза – Улан-Гом перевозка осуществляется силами Аскизного АТП. На участке Улан-Гом –Тэс-Сомон работает внутренний транспорт Монголии. Стоимость продвижения 21 000 т нефти до Тэс-Сомона по базовому варианту составляет 1 321 460 долл. США.

Выбрать оптимальную схему транспортирования нефтепродуктов (табл. 1), используя в качестве критерия минимум полных затрат.



Рис. 1. Схема расположения объектов

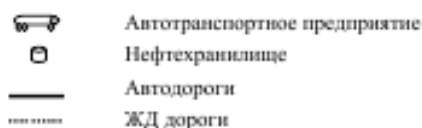


Таблица 1. Варианты транспортных схем

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Перевалка	Через нефтебазу Абазы	Через нефтебазу Минусинска	Через нефтебазу Минусинска
Перевозчик	Аскизное АТП	Аскизное АТП	Минусинское АТП
Маршрут	Абаза – Улан-Гом – Тэс-Сомон	Минусинск – Кызыл – Тэс-Сомон	Минусинск – Кызыл – Тэс-Сомон

Таблица 2. Тарифы за транспортировку нефтепродуктов ($T_{пр}$)

Перевозчик	Ед. изм.	Размер тарифа
Аскизное АТП ¹	долл./т-км	0,06
Минусинское АТП ²	долл./т-км	0,064

Таблица 3. Тарифная стоимость перевалки нефтепродуктов

Нефтебазы	Ед. изм.	Размер тарифа
Абазинская нефтебаза	долл./т	7
Минусинская нефтебаза	долл./т	10

Тариф на подачу транспорта к месту погрузки, долл./км

$$T_{\text{подачи}} = 0,2.$$

Стоимость подачи

$$C_{\text{подачи}} = T_{\text{подачи}} N L,$$

где L – расстояние между транспортным предприятием и нефтебазой, N – количество рейсов, необходимых для выполнения заданного объема перевозок.

$$N = Q / q,$$

где Q – общий объем перевозок 21 000 т., q – грузоподъемность автопоезда – 15 т.

Расстояние между пунктами:

¹ Крупное автохозяйство, имеющее большое количество автотранспорта.

² Располагает меньшим количеством автотранспорта, соответственно тарифы несколько выше

Абакан–82–Аскиз–86–Абаза–245–Ак-Довурак–77–Чадан–88–Хандагайты–113–Улан-Гом–260–Тэс-Сомон–17–Эрзин–281–Кызыл–416–Минусинск–22–Абакан.

Результаты расчета полных затрат внести в таблицу, выбрать наиболее оптимальный вариант, сравнить размер затрат по выбранному варианту с базовым вариантом транспортировки (табл. 4).

Таблица 4

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Стоимость транспортировки нефтепродуктов			
Стоимость подачи транспортных средств под погрузку			
Стоимость перевалки нефтепродуктов на нефтебазах			
ИТОГО затрат:			

Практическая работа № 2

Тема: Построение схемы (алгоритма) моделирования в задачах коммерческой деятельности.

Цель работы: научиться применять методы моделирования и исследования операций для решения профессиональных задач.

Формируемые компетенции: ОК 1, ОК 2.

Перечень основных терминов: математические символы, обозначения при построении и исследовании математических моделей.

Комплексно – методическое оснащение: методические указания к практической работе

Практическая часть:

Оценка целесообразности закупок у территориально удаленного поставщика основана на построении и последующем использовании кривой выбора поставщика. Кривая выбора поставщика представляет собой график функциональной зависимости. Аргументом здесь является закупочная стоимость 1 м³ груза в городе N, а функцией – выраженное в процентах отношение дополнительных затрат на доставку 1 м³ этого груза из города N в Москву к закупочной стоимости 1 м³ этого груза в городе N.

Имея построенную для нескольких значений закупочной стоимости груза кривую, а также сравнительную спецификацию цен на товары ассортимента фирмы в Москве и в городе N, можно быстро принимать решения, какой из товаров следует закупать в городе N, а какой в Москве.

На основе анализа полной стоимости принять решение о целесообразности закупки той или иной позиции в городе N.

Результат оформить в виде заполнения табл. 7.

Таблица 7. Характеристика ассортимента

Наименование товарной группы ассортимента фирмы М	Стоимость 1 м ³ груза в городе N, руб.	Цена за единицу, руб		Разница в ценах, % (цена в городе N принимается за 100%)	Вывод о целесообразности закупки в городе N (да/нет)
		В городе N	В Перми		
Консервы мясные	11000	12	14		
Консервы рыбные	12000	20	23		
Консервы	10000	10	14,5		

овощные					
Консервы фруктово- ягодные	15000	15	18		
Кондитерские изделия	88000	100	115		
Варенье, джем, повидло, мед	37000	50	65		
Чай натуральный	110000	120	138		
Крупа и бобовые	23000	20	22		
Макаронные изделия	17000	20	26		
Виноградные вина	70000	70	80,5		
Коньяк	120000	100	105		
Шампанское	50000	60	66		
Пиво	25000	30	33		
Безалкогольные напитки	20000	24	30		

Для этого:

1. Рассчитать дополнительные затраты, связанные с доставкой 1 м³ различных по стоимости грузов из города N в Москву и их долю в стоимости 1 м³ (занести в табл. 8).

2. Построить график зависимости доли дополнительных затрат в стоимости 1 м³ от удельной стоимости груза.

3. Пользуясь построенным графиком, определить целесообразность закупки тех или иных товаров.

Тарифная стоимость транспортировки одинакова для всех товаров и составляет 3000 р. за м³ груза. Срок доставки груза - 10 дней. По товарным позициям, доставляемым из города N, фирма вынуждена создавать страховые запасы сроком на 5 дней. Затраты на содержание страхового запаса и запаса в пути рассчитываются из расчета 0,1 % в день³. Расходы на экспедирование составляют 2 % от стоимости груза.

Московские поставщики фирмы M поставляют груз на поддонах, подлежащих механизированной разгрузке, поставщик из города N поставляет товарно-штучные грузы, которые необходимо разгружать вручную. Разница в стоимости разгрузки, в среднем, равна 200 р./м³.

Таблица 8. Доля дополнительных затрат в удельной стоимости груза

Закупочная стоимость 1 м ³ груза, р	Дополнительные затраты на доставку 1 м ³ груза из города N					Дополнительных затрат в стоимость 1 м ³ груза, %
	Транспортный тариф, р./м ³	Расходы на запасы в пути, р.	Расходы на страховые запасы, р.	Расходы на экспедирование, р	Расходы на ручные операции с грузом, р./м ³	

³ На основании процентных ставок банковского кредита 36 % в год, т.е. 3 % в месяц, т.е. 0,1 % в день.

5000							
10000							
20000							
30000							
40000							
50000							
60000							
70000							

График строится исходя из того, что по оси абсцисс откладывается закупочная стоимость, а по оси ординат – доля дополнительных затрат. Ввод о целесообразности закупок в городе N делают в случае, если разница в цене (табл. 8) больше доли дополнительных затрат.

Практическая работа № 3

Тема: Применение графического метода для решения задач линейного программирования.

Цель работы: научиться применять методы моделирования и исследования операций для решения профессиональных задач.

Формируемые компетенции: ОК 1, ОК 2.

Перечень основных терминов: математические символы, обозначения при построении и исследовании математических моделей.

Комплексно – методическое оснащение: методические указания к практической работе

Практическая часть:

В течении первых трех месяцев года фирма получала от поставщиков товары А и В. Оценку поставщиков выполнить по показателям: цена, качество поставляемого товара, надежность поставки. Принять во внимание, что товары А и В не требуют бесперебойного пополнения. Результат вычислений представить в виде табл. 9

Таблица 9. Расчет рейтинга поставщиков

Показатель	Вес показателя	Оценка поставщика по данному показателю			Произведение оценки на вес		
		№1	№2	№3	№1	№2	№3
Цена							
Качество							
Надёжность							
Рейтинг поставщика							

Таблица 10. Динамика цен на поставляемые товары

Поставщик	Месяц	Товар	Объем поставки, ед./мес.	Цена за единицу, р.
№1	Январь	А	20000	10
		В	10000	5
	Февраль	А	12000	11
		В	12000	6
№2	Январь	А	9000	9
		В	6000	4
	Февраль	А	7000	10
		В	10000	6
№3	Январь	А	5000	9

		В	4000	5
	Февраль	А	5000	10
		В	5000	7

Для оценки поставщика по цене следует рассчитать средневзвешенный темп роста цен (табл. 10).

$$\langle T_{ц} \rangle = \sum_{i=1}^n T_{цi} d_i,$$

где $T_{цi}$ – темп роста цены на i -ую разновидность поставляемого товара, d_i – доля i -ой разновидности товара в общем объеме закупок текущего периода; n – количество поставляемых разновидностей товаров.

$$T_{цi} = (P_{i1} / P_{i0}) 100,$$

где P_{i1} – цена i -й разновидности товара в текущем периоде, P_{i0} – цена i -й разновидности товара в предшествующем периоде.

$$d_i = \frac{S_i}{\sum S_i},$$

где S_i – сумма, на которую поставлен товар i -й разновидности в текущем периоде.

Таблица 11. Динамика поставки товаров ненадлежащего качества

Месяц	Поставщик	Количество некачественных товаров
Январь	№1	75
	№2	300
	№3	200
Февраль	№1	120
	№2	425
	№3	50

Для оценки поставщика по второму показателю необходимо рассчитать темп роста поставки товаров ненадлежащего качества $T_{нк}$ по каждому поставщику (табл. 11):

$$T_{нк} = \frac{d_{нк1}}{d_{нк0}} * 100$$

где $d_{нк1}$ – доля некачественных товаров в общем объеме поставок текущего периода, $d_{нк0}$ – доля некачественных товаров в общем объеме поставок предшествующего периода.

Таблица 12. Динамика нарушений установленных сроков поставки

Поставщик	Месяц	Количество поставок, ед.	Всего опозданий, дней
№1	Январь	8	28
	Февраль	9	35
№2	Январь	10	45
	Февраль	12	36
№3	Январь	9	40
	Февраль	11	35

Количественной оценкой надежности поставки служит среднее опоздание, т.е. число дней опозданий, приходящихся на одну поставку (табл. 12).

$$T_{со} = (O_{ср1} / O_{ср2}) 100,$$

где $O_{ср1}$ – среднее опоздание на одну поставку в текущем периоде, дней; $O_{ср2}$ – среднее опоздание на одну поставку в предшествующем периоде, дней.

Практическая работа № 4

Тема: Решение задач линейного программирования с помощью MS Excel.

Цель работы: научиться применять методы моделирования и исследования операций для решения профессиональных задач.

Формируемые компетенции: ОК 1, ОК 2.

Перечень основных терминов: математические символы, обозначения при построении и исследовании математических моделей.

Комплексно – методическое оснащение: методические указания к практической работе

Практическая часть:

Для того чтобы решить задачу линейного программирования в табличном редакторе Microsoft Excel, необходимо выполнить следующие действия.

Ввести условие задачи:

a) создать экранную форму для ввода условия задачи: переменных, целевой функции (ЦФ), ограничений

b) ввести исходные данные в экранную форму: коэффициенты ЦФ, коэффициенты при переменных в ограничениях, правые части ограничений;

c) ввести зависимости из математической модели в экранную форму: формулу для расчета ЦФ, формулы для расчета значений левых частей ограничений;

d) задать ЦФ (в окне "Поиск решения"): целевую ячейку, направление оптимизации ЦФ;

e) ввести ограничения (в окне "Поиск решения"): ячейки со значениями переменных, соотношения между правыми и левыми частями ограничений.

Запустить задачу на решение.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О ПРОИЗВОДСТВЕ КРАСКИ СРЕДСТВАМИ MICROSOFT EXCEL

РАССМОТРИМ ЗАДАЧУ О ПРОИЗВОДСТВЕ КРАСКИ.

Фабрика производит два вида красок: первый – для наружных, а второй – для внутренних работ. Для производства красок используются два ингредиента: А и В. Максимально возможные суточные запасы этих ингредиентов составляют 6 и 8 т соответственно. Известны расходы А и В на 1 т соответствующих красок (см. таблицу). Изучение рынка сбыта показало, что суточный спрос на краску 2-го вида никогда не превышает спроса на краску 1-го вида более, чем на 1 т. Кроме того, установлено, что спрос на краску 2-го вида никогда не превышает 2 т в сутки. Оптовые цены одной тонны красок равны: 30 ден. ед. для краски 1-го вида; 20 ден. ед. для краски 2-го вида.

Необходимо построить математическую модель, позволяющую установить, какое количество краски каждого вида надо производить, чтобы доход от реализации продукции был максимальным.

Ингредиенты	Расход ингредиентов, т ингр./т краски		Запас, т ингр./сутки
	Краска 1-го вида	Краска 2-го вида	
А	1	2	6
В	2	1	8

Математическая модель задачи:

$$\begin{cases} f = 3x_1 + 2x_2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 6, \\ 2x_1 + x_2 \leq 8, \\ -x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 \leq 2 \\ x_2 \leq 2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Создание экранной формы и ввод в нее условия задачи

	A	B	C	D	E	F
1		ПЕРЕМЕННЫЕ				
2	Имя	x1	x2			
3	Значения					
4						
5	ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ					
6				Значение ЦФ	Направление	
7	Коэффициенты ЦФ	3	2		max	
8						
9	ОГРАНИЧЕНИЯ					
10				Левая часть	Знак	Правая часть
11	Ограничение 1	1	2		≤	6
12	Ограничение 2	2	1		≤	8
13	Ограничение 3	-1	1		≤	1
14	Ограничение 4	0	1		≤	2
15	Ограничение 5	1	0		≥	0
16	Ограничение 6	0	1		≥	0
17						

Примечание: в результате решения задачи оптимальное значение целевой функции будет располагаться в ячейке D7, а соответствующие ему значения переменных – в ячейках B3:C3.

Ввод зависимостей из математической модели в экранную форму

Формула для расчета целевой функции.

В ячейку D7, в которой будет располагаться значение целевой функции, необходимо ввести формулу, по которой это значение будет рассчитано.

Согласно условию, значение целевой функции определяется выражением обозначения соответствующих ячеек в Excel, формулу для расчета целевой функции можно записать так:

$$=B7*B3+C7*C3$$

Вводим эту формулу в ячейку D7.

После этого в данной ячейке появится значение 0.

Формулы для расчета значений левых частей ограничений.

Аналогично в ячейки D11: D14 вводим формулы для расчета левых частей ограничений:

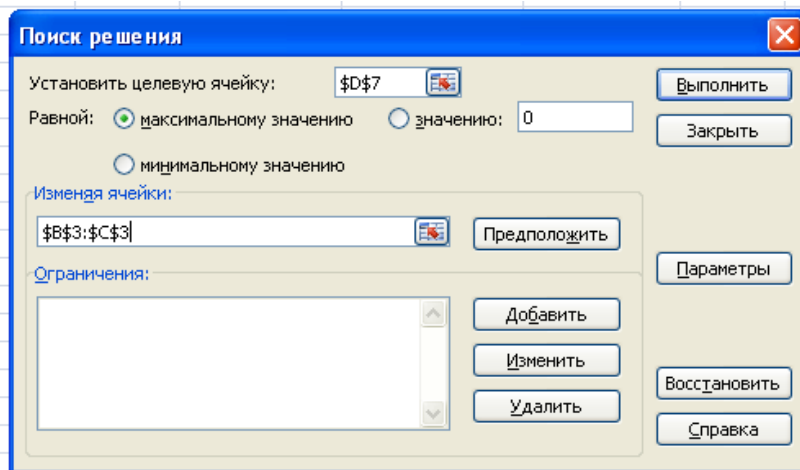
Адрес ячейки	Математическая запись левой части ограничений	Формула Excel
D11	$x_1 + 2x_2$	=B11*B3+C11*C3
D12	$2x_1 + x_2$	=B12*B3+C12*C3
D13	$-x_1 + x_2$	=B13*B3+C13*C3
D14	x_2	=B14*B3+C14*C3
D15	x_1	=B15*B3+C15*C3
D16	x_2	=B16*B3+C16*C3

Задание целевой функции

Дальнейшие действия производятся в окне "Поиск решения", которое вызывается из группы Анализ на вкладке Данные:

- ✓ в поле "Установить целевую" введите адрес целевой ячейки;
- ✓ выберите направление оптимизации ЦФ;

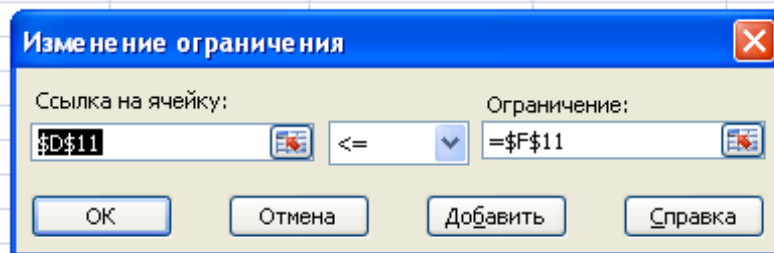
в поле "Изменяя ячейки" введите адреса ячеек, в которых располагаются значения переменных. Это можно сделать как с клавиатуры, так и путем выделения мышью всех ячеек переменных непосредственно в экранной форме.



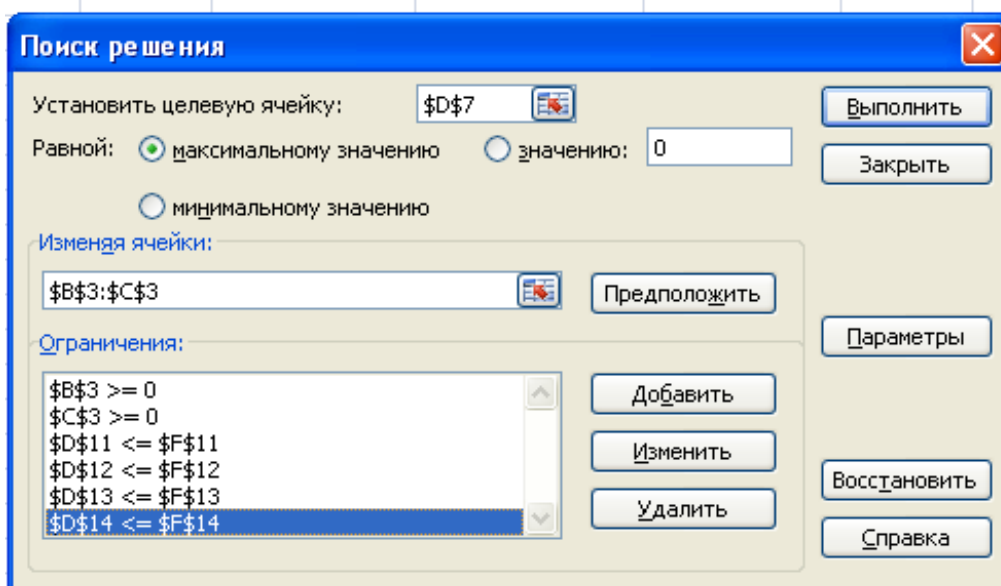
Ввод ограничений

Для задания каждого из ограничений задачи выполните следующие действия:

- ✓ нажмите кнопку "Добавить", после чего появится окно "Добавление ограничения";
- ✓ в поле "Ссылка на ячейку" введите адрес ячейки, в которой располагается значение левой части ограничения;
- ✓ в поле знака откройте список предлагаемых знаков и выберите нужный знак;
- ✓ в поле "Ограничение" введите адрес ячейки, в которой располагается значение правой части ограничения.



После ввода всех необходимых данных окно «Поиск решения» должно выглядеть так:



Запуск задачи на решение производится из окна "Поиск решения" путем нажатия кнопки "Выполнить".

После этого в экранной форме появляется оптимальное решение задачи:

	A	B	C	D	E	F
1		ПЕРЕМЕННЫЕ				
2	Имя	x1	x2			
3	Значения	3,333333	1,333333			
4						
5	ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ					
6				Значение ЦФ	Направление	
7	Коэффициенты ЦФ	3	2	12,66666667	max	
8						
9	ОГРАНИЧЕНИЯ					
10				Левая часть	Знак	Правая часть
11	Ограничение 1	1	2	6,00	≤	6
12	Ограничение 2	2	1	8,00	≤	8
13	Ограничение 3	-1	1	-2,00	≤	1
14	Ограничение 4	0	1	1,33	≤	2
15	Ограничение 5	1	0	3,33	≥	0
16	Ограничение 6	0	1	1,33	≥	0
17						

После установки для всех затемненных ячеек задачи дробного формата получим следующий результат:

	A	B	C	D	E	F
1		ПЕРЕМЕННЫЕ				
2	Имя	x1	x2			
3	Значения	3 1/3	1 1/3			
4						
5	ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ					
6				Значение ЦФ	Направление	
7	Коэффициенты ЦФ	3	2	12 2/3	max	
8						
9	ОГРАНИЧЕНИЯ					
10				Левая часть	Знак	Правая часть
11	Ограничение 1	1	2	6	≤	6
12	Ограничение 2	2	1	8	≤	8
13	Ограничение 3	-1	1	-2	≤	1
14	Ограничение 4	0	1	1 1/3	≤	2
15	Ограничение 5	1	0	3 1/3	≥	0
16	Ограничение 6	0	1	1 1/3	≥	0
17						

Практическая работа № 5

Тема: Представление связей в сетевой модели данных. Пример сетевой модели данных.

Цель работы: научиться применять методы моделирования и исследования операций для решения профессиональных задач.

Формируемые компетенции: ОК 1, ОК 2.

Перечень основных терминов: математические символы, обозначения при построении и исследовании математических моделей.

Комплексно – методическое оснащение: методические указания к практической работе

Практическая часть:

Часть 1. Система с фиксированным размером заказа (при равномерном спросе)

Таблица 13. Исходные данные

1	Потребность, шт.	1500
2	Оптимальный размер заказа	70
3	Число рабочих дней за период	230
4	Время поставки, дней.	10
5	Возможная задержка, дней	2

Для расчета параметров системы воспользуйтесь табл. 14.

6	Ожидаемое дневное потребление (при равномерном потреблении), округление производится в большую сторону, шт./день	1/3
7	Срок расходования партии поставки, день	2/6
8	Ожидаемое потребление за время поставки, шт	4*6
9	Максимальное потребление за время поставки (точка заказа), шт	(4+5)*6
10	Гарантийный запас	9-8
11	Максимальный желательный запас (пороговый уровень запаса), шт.	10+2
12	Срок расходования запаса до порогового уровня, дней	(11-9)/6

Для построения графика рекомендуется заполнить табл. 15, *определить дни, являющиеся точкой заказа и дни доставки заказа.*

Таблица 15. Данные для построения графика

Дни																		
Запас																		

Часть 2. Система фиксированным интервалом времени (при равномерном спросе)

Для расчета параметров системы воспользуйтесь табл. 16.

1	Потребность в материальном ресурсе, шт.	
2	Интервал времени между заказами ⁴	
3	Число рабочих дней за период	
4	Время поставки, дней (часов)	
5	Возможная задержка в поставке, дней (часов)	
6	Ожидаемое дневное потребление (при равномерном потреблении), округление производится большую сторону, шт./день	1/3
7	Ожидаемое потребление за время поставки, шт.	4*6
8	Максимальное потребление за время поставки (точка заказа), шт	(4+5)*6
9	Гарантийный запас	8-7
10	Максимальный желательный запас (пороговый уровень запаса), шт.	9+2*6

Для построения графика рекомендуется заполнить табл. 17

Таблица 17. Данные для построения графика

Дни																		
Запас																		

⁴ $I = T \cdot q_{\text{опт}} / P$, где T – число рабочих дней в периоде, $q_{\text{опт}}$ – оптимальный размер заказа, P – потребность в материальном ресурсе.

Практическая работа № 6

Тема: Примеры представления данных в виде графа. Виды графов.

Цель работы: научиться применять методы моделирования и исследования операций для решения профессиональных задач.

Формируемые компетенции: ОК 1, ОК 2.

Перечень основных терминов: математические символы, обозначения при построении и исследовании математических моделей.

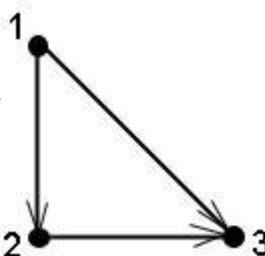
Комплексно – методическое оснащение: методические указания к практической работе

Практическая часть:

Пример 1. Пусть A — множество чисел 1, 2, 3: $A = \{1, 2, 3\}$. Построить граф для отображения отношения " $<$ " ("меньше") на этом множестве.

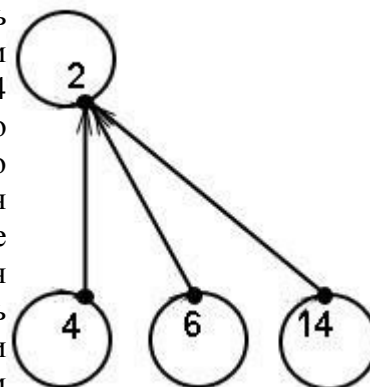
Решение. Очевидно, что числа 1, 2, 3 следует представить в виде вершин графа. Тогда каждую пару вершин должно соединять одно ребро. Решая эту задачу, мы пришли к таким основным понятиям теории графов, как ориентированные и неориентированные графы. Неориентированные графы — такие, рёбра которых не имели направления. Или, как говорят ещё чаще, порядок двух концов ребра не существенен. В самом деле, граф, построенный в самом начале этого урока и отображавший отношение знакомства между людьми, не нуждается в направлениях рёбер, так как можно утверждать, что "человек номер 1" знаком с "человеком номер 2" в той же мере, как и "человек номер 2" с "человеком номер 1". В нашем же нынешнем примере одно число меньше другого, но не наоборот. Поэтому соответствующее ребро графа должно иметь направление, показывающее, какое всё же число меньше другого. То есть, порядок концов ребра существенен. Такой граф (с рёбрами, имеющими направление) называется ориентированным графом или орграфом.

Итак, в нашем множестве A число 1 меньше числа 2 и числа 3, а число 2 меньше числа 3. Этот факт отображаем рёбрами, имеющими направление, что показывается стрелками. Получаем следующий граф:



Пример 2. Пусть A — множество чисел 2, 4, 6, 14: $A = \{2, 4, 6, 14\}$. Построить граф для отображения отношения "делится нацело на" на этом множестве.

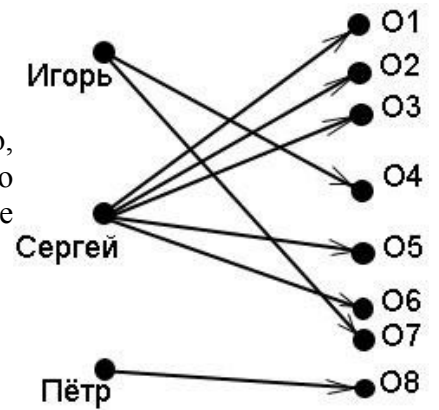
Решение. В этом примере часть рёбер будут иметь направление, а некоторые не будут, то есть, строим смешанный граф. Перечислим отношения на множестве: 4 делится нацело на 2, 6 делится нацело на 2, 14 делится нацело на 2, и ещё каждое число из этого множества делится нацело на само себя. Это отношение, то есть когда число делится нацело на само себя, будем отображать в виде рёбер, которые соединяют вершину саму с собой. Такие рёбра называются петлями. В данном случае нет необходимости давать направление петле. Таким образом, в нашем примере три обычных направленных ребра и четыре петли. Получаем следующий граф:



Пример 3. Пусть даны множества $A = \{\alpha, \beta, \gamma\}$ и $B = \{a, b, c\}$. Построить граф для отображения отношения "декартово произведение множеств".

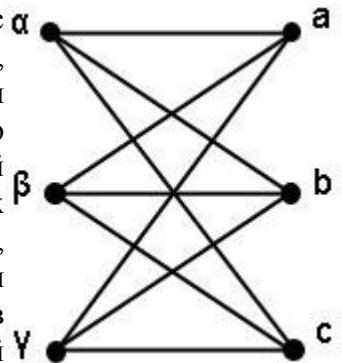
Решение. Как известно из определения декартова произведения множеств, в нём нет упорядоченных наборов из элементов одного и того же множества. То есть в нашем примере нельзя соединять греческие буквы с греческими и латинские с латинскими. Этот

факт отображается в виде двудольного графа, то есть такого, в котором вершины разделены на две части так, что вершины, принадлежащие одной и той же части, не соединены между собой. Получаем следующий граф:



Пример 4. В агентстве по недвижимости работают менеджеры Игорь, Сергей и Пётр. Обслуживаются объекты O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8. Построить граф для отображения отношений "Игорь работает с объектами O4, O7", "Сергей работает с объектами O1, O2, O3, O5, O6", "Пётр работает с объектом O8".

Решение. Граф, отображающий данные отношения, будет так же двудольным, так как менеджер не работает с менеджером и объект не работает с объектом. Однако, в отличие от предыдущего примера, граф будет ориентированным. В самом деле, например, Игорь работает с объектом O4, но не объект O4 работает с Игорем. Часто, когда такое свойство отношений очевидно, необходимость давать рёбрам направления может показаться "математической тупостью". Но всё же, и это вытекает из строгого характера математики, если отношение носит односторонний характер, то давать направления рёбрам нужно. В приложениях отношений эта строгость окупается, например, в программах, предназначенных для планирования, где тоже применяются графы и маршрут по вершинам и рёбрам должен проходить строго в заданном направлении. Итак, получаем следующий ориентированный двудольный граф:

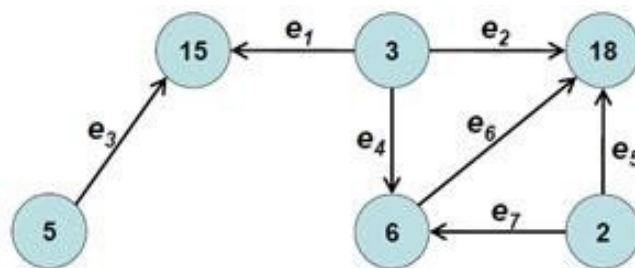


Пример 5. Пусть задано множество $C = \{2, 3, 5, 6, 15, 18\}$. Построить граф, реализующий отношение, определяющее все пары чисел a и b из множества C , у которых при делении второго элемента на первый получаем частное, которое является целым числом больше 1

Решение. Граф, отображающий данные отношения, будет ориентированным, так как в условии есть упоминание о втором и первом элементе, то есть, ребро будет направлено от первого элемента ко второму. Из этого однозначно понятно, какой элемент является первым, а какой вторым. Ещё добавим терминологию: ориентированные рёбра принято называть дугами. В нашем графе будет 7 дуг: $e_1 = (3, 15)$, $e_2 = (3, 18)$, $e_3 = (5, 15)$, $e_4 = (3, 6)$, $e_5 = (2, 18)$, $e_6 = (6, 18)$, $e_7 = (2, 6)$. В этом

примере рёбра (дуги) графа просто пронумерованы, но порядковые номера — не единственное, что можно приписать дуге. Дуге можно приписать также веса означающие, например, стоимость пересылки груза из одного пункта в другой. Но с весами дуг мы познакомимся позже и подробнее. Итак, получаем следующий ориентированный граф:

Как мы уже знаем из теоретической вступительной части, теория графов не



учитывает специфическую природу множеств и с помощью одного и того же графа можно задать отношения на множествах с самым разным содержанием. То есть, от этого самого содержания при моделировании задачи можно абстрагироваться. Перейдём к примерам, иллюстрирующим это замечательное свойство теории графов.

Практическая работа № 7

Тема: Сравнительный анализ примеров марковских процессов. Сравнение примеров потоков в логистике.

Цель работы: научиться применять методы моделирования и исследования операций для решения профессиональных задач.

Формируемые компетенции: ОК 1, ОК 2.

Перечень основных терминов: математические символы, обозначения при построении и исследовании математических моделей.

Комплексно – методическое оснащение: методические указания к практической работе

Практическая часть:

Задание 1: Данные объема перевозок между пунктом отправления и назначения приведены в таблице 1. Построить эпюру (особый вид графика) материалопотока, если расстояние между пунктами, км:

А–Б (Б–А) – 15 км; Б–В (В–Б) – 20 км; В–Г (Г–В) – 30 км.

Таблица 1

Исходные данные для построения эпюры материалопотока

Пункты отправления, T	Объем перевозок, T				Отправлено (вывоз), T
	Пункты назначения				
	А	Б	В	Г	
А	=	200	300	400	900
Б	100	=	200	300	600
В	200	300	=	100	600
Г	300	100	200	=	600
Получено (ввоз), Г	600	600	700	800	2700

Методика выполнения:

При построении эпюры мы имеем два направления продвижения материалопотока (АГ и ГА). Условимся, что вверх от нулевой отметки мы будем откладывать то направление, которое имеет наибольший объем перевозок по сравнению с другим.

1. Определяем объем перевозок в направлениях:

Направление АГ: $Q_{AG} = Q_{AB} + Q_{AV} + Q_{AG} + Q_{BV} + Q_{BG} + Q_{VG} = 200 + 300 + 400 + 200 + 300 + 100 = 1500$ т.

Направление ГА: $Q_{GA} = Q_{GA} + Q_{GB} + Q_{GV} + Q_{VA} + Q_{VB} + Q_{BA} = 300 + 100 + 200 + 200 + 300 + 100 = 1200$ т.

Так как $AG > GA$, т. е. $1500 > 1200$, то направление АГ откладывается вверх.

Общий объем перевозок: $Q_{об} = Q_{AG} + Q_{GA} = 1500 + 1200 = 2700$ т.

2. Определяем транспортную работу в направлениях: Направление АГ:

$R_{AG} = 200 \cdot 15 + 300 \cdot 35 + 400 \cdot 65 + 200 \cdot 20 + 300 \cdot 50 + 100 \cdot 30 = 61\,500$ ткм.

Направление ГА:

$R_{GA} = 300 \cdot 65 + 100 \cdot 50 + 200 \cdot 30 + 200 \cdot 35 + 300 \cdot 20 + 100 \cdot 15 = 44\,000$ ткм.

Общая транспортная работа:

$P_{об} = R_{AG} + R_{GA} = 61\,500 + 44\,000 = 105\,500$ ткм.

Среднее расстояние перевозки: $l_{cp} = P_{об} / Q_{об} = 105\,500 / 2700 = 39,0$ км.

После расчета показателей, построим эпюры материалопотока (рисунок 1).

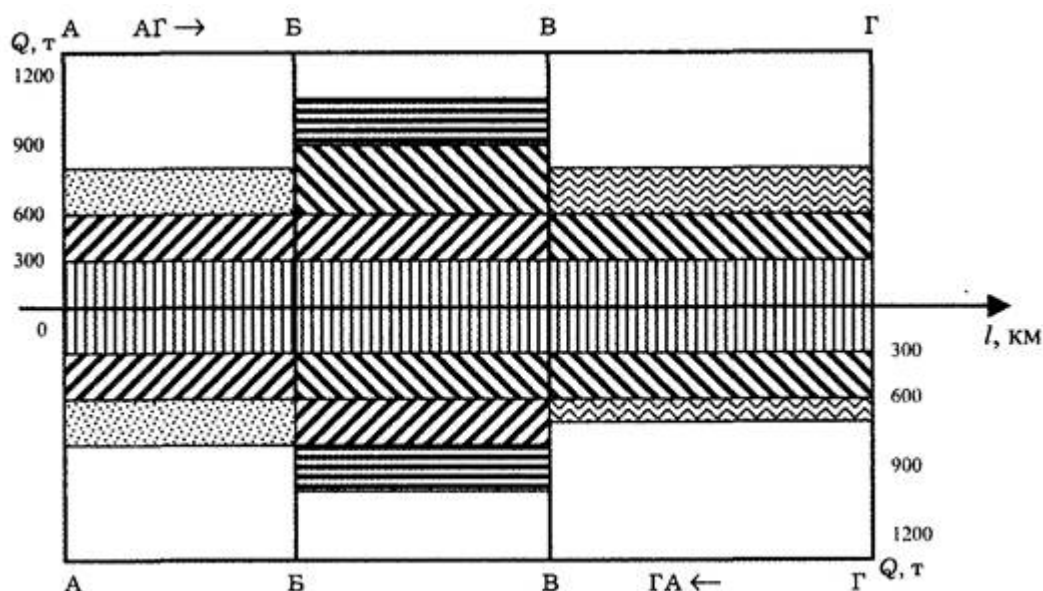


Рисунок 1 – Эпюра материалопотока

Эпюра строится в координатах «объем перевозки – расстояние». «Объем перевозки» Q , т, откладывается по оси ординат, а «расстояние перевозки» l , км, – по оси абсцисс. Эпюра строится в соответствии с выбранным масштабом.

Для удобства построения начинают с объема перевозок, идущего от пункта А к пункту Г, т. е. с самого дальнего. Полученное пространство между осевой и проведенной линией заштриховывается. Затем откладывается объем перевозок из А в пункт В, т. е. 300 т. Откладываем не от 0, а от объема, который имеется на данном участке. Полученное пространство также заштриховывается. Аналогично откладываются и следующие объемы перевозок. Нижняя часть эпюры строится таким же способом, что и верхняя.

Грузопотоки могут быть также изображены в виде схемы. Схемы грузопотоков строятся с использованием карты района перевозок, на которой нанесены пункты или микрорайоны отправления и назначения груза, т.е. грузообразующие и грузопоглощающие точки.

Грузопотоки могут также иметь вид картограммы. Картограмма – это графическое изображение грузопотоков на карте по действительным путям перемещения грузов.

При помощи схем и эпюр создается наглядная схема перемещения грузов, определяется транспортная работа в тонно-километрах (которая равна площади грузопотоков в масштабе), устанавливается, наиболее выгодное расположение стоянки автотранспорта или автохозяйства, чтобы непроизводительные пробеги из гаража к месту работы или обратно были минимальными.

Особое значение имеют схемы, эпюры, картограммы грузопотоков для разработки маршрутов работы транспорта, обеспечивающих наибольшую производительность транспортных средств и снижение стоимости доставки.

Задание 2 (для самостоятельного решения): Данные объема перевозок между пунктом отправления и назначения приведены в таблице 2. Построить эпюру материалопотока, если расстояние между пунктами, км:

А–Б (Б–А) – 10 км; Б–В (В–Б) – 15 км; В–Г (Г–В) – 25 км.

Таблица 2

Исходные данные для построения эпюры материалопотока

Пункты	Объем перевозок, T	Отправлено
--------	----------------------	------------

отправления, T	Пункты назначения				(вывоз), T
	А	Б	В	Г	
А	—	100	150	200	450
Б	200	—	100	150	450
В	250	150	—	100	500
Г	300	150	200	—	650
Получено (ввоз), Г	750	400	450	450	2050

Практическая работа № 8

Тема: Решение задач массового обслуживания. Моделирование логистических систем с использованием теории массового обслуживания.

Цель работы: научиться применять методы моделирования и исследования операций для решения профессиональных задач.

Формируемые компетенции: ОК 1, ОК 2.

Перечень основных терминов: математические символы, обозначения при построении и исследовании математических моделей.

Комплексно – методическое оснащение: методические указания к практической работе

Практическая часть:

Задача 1. Решить задачу СМО средствами MS Excel.

На строительном участке в инструментальной мастерской работают два мастера. Если рабочий заходит в мастерскую, когда оба мастера заняты обслуживанием ранее обратившихся работников, то они покидают мастерскую, не ожидая обслуживания. Статистика показала, что среднее число рабочих, обратившихся в мастерскую в течение часа, равно 18; среднее время, которое мастер затрачивает на заточку или ремонт равно 10 мин.

Оценить характеристики работы данной мастерской как СМО с отказами. Сколько мастеров должно работать в мастерской, чтобы вероятность обслуживания рабочих была выше 85%?

Решение.

По условию задачи:

- В системе работают 2 мастера - мастерская представляет собой 2- канальную СМО: $n=2$;
- работник покидает мастерскую, не ожидая обслуживания - СМО с отказами;
- среднее число рабочих, обратившихся в мастерскую в течение часа, равно 18 - поток заявок простейший с интенсивностью $\lambda = 18$;
- среднее время на обслуживание равно 10 мин. - $\bar{t}_{об.} = 10$ мин или $1/6$ часа.

Вычислим интенсивность длительности обслуживания: $\mu = 1/\bar{t}_{об.} = 6$.

Определим характеристики СМО. Для этого следует определить: вероятность того, что заявка, пришедшая в момент времени t , получит отказ; абсолютную и относительную пропускную способность СМО; среднее число заявок, обслуживаемых одновременно (другими словами, среднее число занятых мастеров).

Воспользуемся формулами:

1. Вероятность отказа в обслуживании (*формулы Эрланга*)

$$p_{отк} = p_n = p_0 \frac{\alpha^n}{n!},$$

где $p_0 = \left(1 + \alpha + \frac{\alpha^2}{2!} + \dots + \frac{\alpha^n}{n!}\right)^{-1}$ – вероятность того, что все мастера свободны;

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu} = 18/6=3 \text{ - нагрузка на систему:}$$

$$\text{при } n = 2 \quad p_0 = \left(1 + \alpha + \frac{\alpha^2}{2!}\right)^{-1} = \left(1 + 3 + \frac{3^2}{2!}\right)^{-1} \approx 0,118$$

$$p_{\text{отк}} = p_0 \frac{\alpha^n}{n!} = 0,118 \cdot \frac{3^2}{2!} \approx 0,53$$

2. Относительная пропускная способность B , т.е. вероятность того, что заявка будет обслужена,

$$B = 1 - p_{\text{отк}} = 1 - 0,53 \approx 0,47.$$

3. Абсолютную пропускную способность A получим, умножая интенсивность потока заявок λ на B :

$$A = \lambda B = \lambda \left(1 - p_0 \frac{\alpha^n}{n!}\right) = 18 \cdot 0,47 \approx 8,47.$$

4. Среднее число занятых каналов

$$M = \frac{A}{\mu} = \alpha \left(1 - p_0 \frac{\alpha^n}{n!}\right) = \frac{8,47}{6} \approx 1,41$$

Очевидно, что СМО перегружена: из двух мастеров занято в среднем $M=1,4$, а из обращающихся в мастерскую рабочих около $P_{\text{отк}}=53\%$ остаются необслуженными.

Определим, сколько мастеров должно работать в мастерской, чтобы вероятность обслуживания рабочих была выше 85%.

События «отказ в обслуживании» и «рабочего обслужили» являются противоположными, следовательно, $p_{\text{отк}} \leq 15\%$.

Рассчитаем $p_{\text{отк}}$ для разного количества мастеров:

$$\text{при } n = 1 \quad p_0 = (1 + \alpha)^{-1} = (1 + 3)^{-1} = 0,25;$$

$$p_{\text{отк}} = p_0 \frac{\alpha^n}{n!} = 0,25 \cdot \frac{3^1}{1!} = 0,75 > 0,15$$

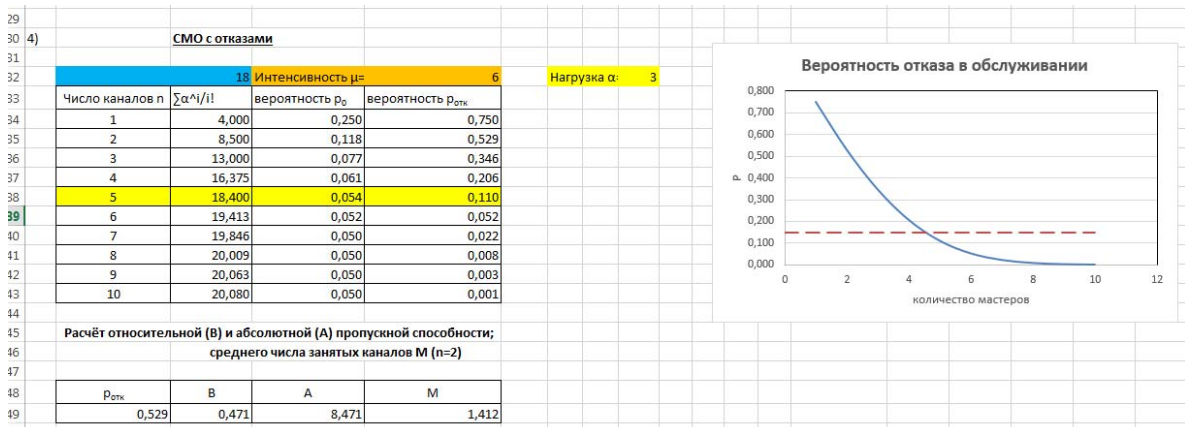
$$\text{при } n = 2 \quad p_0 = \left(1 + \alpha + \frac{\alpha^2}{2!}\right)^{-1} = \left(1 + 3 + \frac{3^2}{2!}\right)^{-1} = 0,118;$$

$$p_{\text{отк}} = 0,118 \cdot \frac{3^2}{2!} = 0,529 > 0,15$$

$$\text{при } n = 3 \quad p_0 = \left(1 + \alpha + \frac{\alpha^2}{2!} + \frac{\alpha^3}{3!}\right)^{-1} = \left(1 + 3 + \frac{3^2}{2!} + \frac{3^3}{3!}\right)^{-1} = 0,077$$

$$p_{\text{отк}} = 0,077 \cdot \frac{3^3}{3!} = 0,346 > 0,15 \text{ и т.д.}$$

Остальные вычисления выполнены в Excel:



Из графика и из таблицы расчетов видно, что минимальное число каналов обслуживания (мастеров), при котором вероятность обслуживания работников будет выше 85% (вероятность отказа ниже 15%), равно $n = 5$.

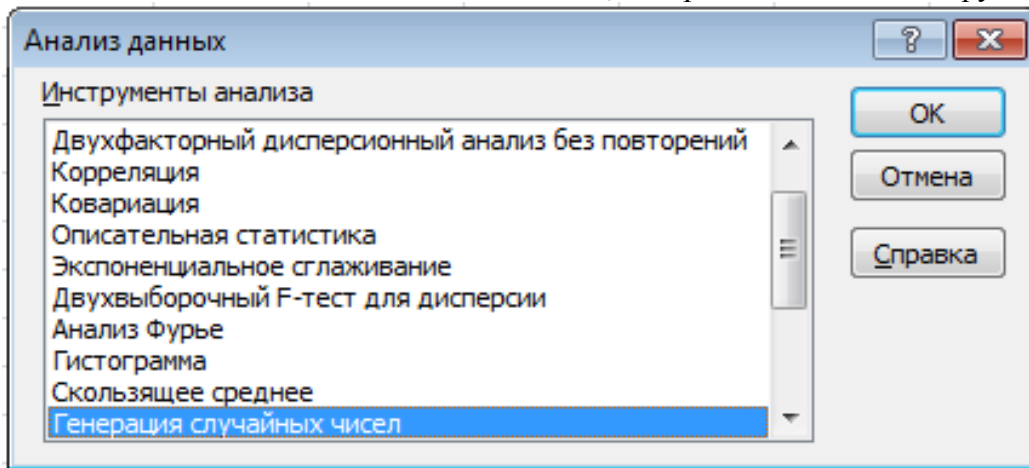
Задача 2. Имитационное моделирование.

Смоделировать 10 значений СВ X – длительность приёма пациентов в кабинете врача, имеющую показательное распределение, где интенсивность приёма $\mu = 3$, и СВ Y - число поступающих в единицу времени пациентов, имеющую распределение Пуассона, где параметр Пуассона $\lambda = 4$, используя средства Excel.

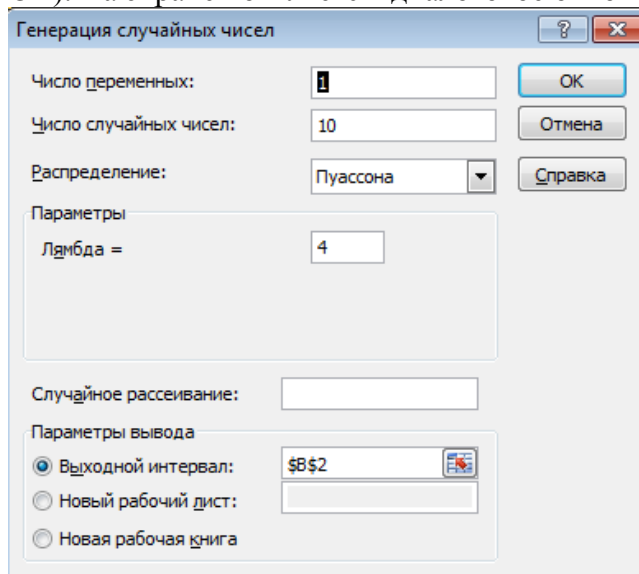
Решение.

Для получения значений случайной величины X с показательным законом распределения $f(x) = \mu e^{-\mu x}$ используем датчик случайных чисел $x_i = -\frac{1}{\mu} \ln P_i$. Так как P_i есть равномерно распределенная случайная величина в интервале от 0 до 1, то и $(1 - P_i)$ является таковой. Непрерывное распределение моделирует функция Excel = СЛЧИС(), которая возвращает случайное число из интервала от 0 до 1. У этой функции нет аргумента (рис. 26).

Для моделирования значений СВ Y используем инструмент Генерация случайных чисел в MS Excel Пакет анализа. При вызове этой надстройки (Данные/ Анализ данных) появляется диалоговое окно Анализ данных, содержащее список инструментов анализа:



Из списка Инструменты анализа выбирается пункт Генерация случайных чисел (кнопка ОК). На экране появляется диалоговое окно Генерация случайных чисел:



Рассматриваемая надстройка позволяет использовать семь типов распределений: равномерное, нормальное, Бернулли, биномиальное, Пуассона, модельное и дискретное.

Заполним его для распределения Пуассона, задавая количество чисел -10 и значение $\lambda = 4$ и ячейку для вывода значений СВ Y .

В итоге получим два столбца для X и Y .

	A	B	C	D	E	F
1	№	X	Y			
2	1	0,112952319	2		μ= 3	
3	2	0,334463125	5			
4	3	0,157740617	2			
5	4	0,101093119	4			
6	5	0,003468105	2			
7	6	0,395072454	4			
8	7	0,094426766	2			
9	8	0,161065663	1			
10	9	0,272941052	4			
11	10	0,377826495	5			

Полученные результаты можно интерпретировать следующим образом:

- для СВ Y : в первый час приёма кабинет врача посетило 2 пациента, во второй час - 5 пациентов и т.д.
- для СВ X : первый пациент был на приёме около 6 минут (0,11 часа); второй - 18 минут (0,33 часа) и т.д.

Задания для самостоятельной работы

Задание 1. Использовать методы теории массового обслуживания для исследования предлагаемой хозяйственной ситуации. При моделировании предполагается, что поток требований на обслуживание является простейшим (пуассоновским), а продолжительность обслуживания распределена по экспоненциальному (показательному) закону. Задачу следует решить с помощью средств MS Excel.

Задание 2. Организуйте датчики псевдослучайных чисел для целей статистического моделирования (для использования метода Монте-Карло).

**ЗАДАНИЯ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ОП.08 Моделирование логистических систем**

Самостоятельная работа: Разработка презентации.

Тема: «Сформулировать задачи линейного программирования.»

Цель работы: Помочь лучше усвоить материал, расширить кругозор учащихся по изучаемой теме и обобщить уже имеющиеся знания по данной теме.

Источники: Перечень рекомендуемых источников

Задание:

- Собрать материал.
- Информацию представить в виде описания, сравнительных таблиц, диаграмм.
- Оформить презентацию согласно Инструкции по оформлению презентации.

Форма контроля:

своевременное выполнение, выборочная проверка и краткое сообщение.

ЭКЗАМЕН ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ОП.08 Моделирование логистических систем
для специальности
38.02.03. Операционная деятельность в логистике
(базовая подготовка)
на базе основного общего образования
6 семестр

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ:

Раздел 1. Введение в моделирование логистических систем и исследование операций

1. Математические символы и обозначения при построении и исследовании математических моделей.
2. Основные понятия и принципы исследования операций в логистике. Математические модели операций.
3. Прямые и обратные задачи исследования операций.
4. Алгоритмы при проведении исследований операций

Раздел 2. Математическое программирование в логистике

5. Задачи линейного программирования.
6. Основная задача линейного программирования.
7. Геометрическая интерпретация основной задачи линейного программирования. Задача о назначении.
8. Транспортная задача.
9. Задачи нелинейного программирования в логистике.
10. Модели целочисленного программирования в логистике. Классические методы оптимизации.
11. Модели выпуклого программирования.
12. Задачи динамического программирования.
13. Понятие принципа оптимальности.

Раздел 3. Методы моделирования логистических систем

14. Элементы математической теории организации.
15. Элементы теории сетей и графов в логистике.
16. Понятие сетевых и графовых моделей.
17. Методы оптимизации решения задач на графах в логистике.
18. Понятие о марковском процессе. Марковский процесс принятия решений.
19. Потоки событий в логистике.
20. Уравнение Колмогорова для вероятности состояний. Финальные вероятности состояний.
21. Задачи теории массового обслуживания в логистике.

22. Классификация систем массового обслуживания.
23. Схема размножения и гибели.
24. Закон (формула) Литтла.
25. Простейшие системы массового обслуживания и их характеристики. Системы массового обслуживания в логистике.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКЗАМЕНА.

5 «отлично»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся демонстрирует глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором обучающийся уверенно ориентируется - владеет научно-понятийным аппаратом - за умение практически применять теоретические знания, высказывать и обосновывать свои суждения - делать необходимые выводы
4 «хорошо»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале - осознанно применяет теоретические знания на практике - грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности. - делать необходимые выводы
3 «удовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся обнаруживает понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, - в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения. - затруднения в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся имеет разрозненные, бессистемные знания по разделу/теме, - допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл - затрудняется практически применять теоретические знания. - затруднения в формулировке выводов