

Семиглазов А.М., Семиглазов В.А.

Сборник задач по компьютерному моделированию бизнес – процессов.

Задача 1.

Нефтеперерабатывающая установка может работать в двух различных режимах. При работе в первом режиме из одной тонны нефти производится 300 кг темных и 600 кг светлых нефтепродуктов; при работе во втором режиме – 700 кг темных и 200 кг светлых нефтепродуктов. Ежедневно на этой установке необходимо производить 110 т. темных и 70 т. светлых нефтепродуктов. Это плановое задание необходимо ежедневно выполнять, расходуя минимальное количество нефти.

Вопросы:

1. Сколько тонн нефти следует ежедневно перерабатывать в первом режиме?
2. Сколько тонн нефти следует ежедневно перерабатывать во втором режиме?
3. Каков минимальный ежедневный расход нефти?
4. На сколько тонн увеличится ежедневный минимальный расход нефти, если потребуется производить в день 80 т светлых нефтепродуктов?

Задача 2.

Фирма производит два типа химикатов. На предстоящий месяц она заключила контракт на поставку следующего количества этих химикатов:

Тип химикатов	Продажи по контракту, т
1	100
2	120

Производство

фирмы ограничено ресурсом времени работы двух химических реакторов. Каждый тип химикатов должен быть обработан сначала в реакторе 1, а затем в реакторе 2. Ниже в таблице приведен фонд рабочего времени, имеющийся у каждого реактора в следующем месяце, а также время на обработку одной тонны каждого химиката в каждом реакторе.

Реактор	Время на обработку 1 т. химикатов, ч		Фонд времени, ч
	Типа 1	Типа 2	
1	4	2	300

2	3	6	400
---	---	---	-----

Из-

за ограниченных возможностей, связанных с существующим фондом времени на обработку химикатов в реакторах, фирма не имеет достаточных мощностей, чтобы выполнить обязательства по контракту. Выход заключается в следующем: фирма должна купить какое-то количество этих химикатов у других производителей, чтобы использовать эти закупки для выполнения контракта. Ниже приводится таблица затрат на производство химикатов самой фирмой и на закупку их со стороны:

Тип химикатов	Затраты на производство, т.руб./т	Затраты на покупку, тыс.руб./т
1	35	45
2	56	66

Цель фирмы состоит в том, чтобы обеспечить выполнение контракта с минимальными издержками. Это позволит ей максимизировать прибыль, так как цены на химикаты уже оговорены контрактом. Другими словами, фирма должна принять решение: сколько химикатов каждого типа производить у себя, а сколько – закупать со стороны для того, чтобы выполнить контракт с минимальными издержками.

Вопросы:

1. Сколько химикатов типа 1 следует производить фирме?
2. Сколько химикатов типа 2 следует производить фирме?
3. Сколько химикатов типа 1 следует закупать со стороны?
4. Сколько химикатов типа 2 следует закупать со стороны?
5. Каковы минимальные издержки на выполнение контракта?
6. Следует ли изменить объем закупок химикатов типа 2 со стороны, если их цена возрастет до 75 тыс.руб. за тонну?
7. На сколько возрастут минимальные издержки, если фонд времени работы реактора 2 сократится с 400 до 300 ч.?

Задача 3

Василий Иванов – владелец небольшого мебельного цеха. Он производит столы трех моделей: А, В и С. Каждая модель требует определенных затрат времени на выполнение трех операций: производство заготовок, сборка и покраска.

Василий имеет возможность продать все столы, которые он изготовит. Более того, модель С может быть продана и без покраски (Модель $C_{\text{бп}}$). При этом прибыль уменьшается на 200 руб. за штуку. Василий нанимает нескольких рабочих, которые работают у него по совместительству, так что количество часов, отводимое на каждый вид работ, изменяется от месяца к месяцу.

Постойте модель линейного программирования, которая помогла бы Иванову найти такую программу выпуска продукции, чтобы прибыль в следующем месяце была максимальная. Предполагается, что по каждому виду работ возможны трудозатраты до 100 ч. В следующей таблице указаны время (в часах), необходимое для выполнения операций по производству столов каждой модели, и прибыль (в руб.), которая может быть получена от реализации каждого изделия.

Вопросы:

1. Какую максимальную прибыль может получить Василий в течение месяца?
2. Сколько столов модели А следует производить?
3. Следует ли продавать неокрашенные столы модели С?
4. На сколько увеличится максимальная прибыль, если допустимый объем трудозатрат на этапе сборки возрастет на 10 %?
5. На какую минимальную величину должна возрасти прибыль от производства и продажи окрашенного стола модели С, чтобы стало выгодно их производить?

Задача 4.

После предпринятой рекламной кампании фирма «Давидко» испытывает необыкновенный рост спроса на два типа мангалов для приготовления шашлыков на открытом воздухе – газовые и угольные. Фирма заключила контракт на ежемесячную поставку в магазины 300 угольных и 300 газовых мангалов.

Производство мангалов ограничивается мощностью следующих трех участков: производства деталей, сборки и упаковки. В таблице показано, сколько человеко-часов затрачивается на каждом участке на каждую единицу продукции, а также приведен допустимый ежемесячный объем трудозатрат:

Фирма «Давидко» не может обеспечить выполнение контракта своими силами. Поэтому она провела переговоры с другим производителем, который в настоящее время располагает избыточными мощностями. Этот производитель согласился поставлять фирме «Давидко» в

любом количестве угольные мангалы по 3 тыс. руб. за штуку и газовые мангалы по 5 тыс.руб. за штуку. Эти цены превышают себестоимость мангалов на заводе фирмы «Давидко» на 1,5 тыс. руб за каждый угольный мангал и на 2 тыс.руб. за каждый газовый мангал.

Задача фирмы «Давидко» состоит в том, чтобы найти такое соотношение закупаемых и производимых мангалов, которое обеспечило бы выполнение контракта с минимальными общими затратами.

Вопросы:

1. Каковы минимальные издержки на выполнение контракта?
2. Сколько угольных мангалов следует ежемесячно производить фирме «Давидко»?
3. Сколько газовых мангалов следует ежемесячно производить?
4. Сколько газовых мангалов следует приобретать?
5. Следует ли сохранить объемы закупок газовых мангалов, если компания, выполняющая заказы для фирмы «Давидко», поднимет цену на них до 5,5 тыс.руб?

Задача 5

Планирование производства на сочинском винозаводе.

Сочинский винозавод производит две марки сухого вина: «Черный лекарь» и «Букет роз». Оптовые цены, по которым реализуется готовая продукция, соответственно 68 и 57 руб. за литр. Ингредиентами для приготовления этих вин является белое, розовое и красное сухие вина, закупаемые в Краснодаре. Эти вина стоят соответственно 70,50 и 40 руб. за литр. В среднем на сочинский винозавод поставляется ежедневно 2 000 л. Белого , 2 500 л. Розового и 1 200 л. Красного вина.

В вине «черный лекарь» должно содержаться 60 % белого вина и не более 20 % красного. Вино «букет роз» должно содержать не более 60 % красного и не менее 15 % белого.

Определите рецепты смешения ингредиентов для производства вин «черный лекарь» и «букет роз», обеспечивающие заводу максимальную прибыль.

Вопросы:

1. Какую максимальную прибыль можно получить за один день?
2. Сколько литров вина «черный лекарь» следует производить ежедневно?
3. Сколько процентов белого вина должен содержать «черный лекарь»?
4. Сколько литров вина «Букет роз» следует производить ежедневно?

5. Сколько процентов розового вина должен содержать «Букет роз»?
6. На сколько возрастет прибыль винозавода, если поставки красного вина удастся увеличить до 1300 л. В день?
7. На сколько уменьшится прибыль винозавода, если поставки белого вина сократятся до 1 800 л?

Задача 6

Животноводческая фирма имеет возможность закупать корма четырех видов по различным ценам. В кормах содержатся питательные вещества трех видов, необходимые для кормления коровы. Составьте еженедельный рацион кормления коровы, обеспечивающий с минимальными затратами нормы содержания питательных веществ.

Данные, необходимые для составления рациона, приведены в следующей таблице (содержание вещества в кормах указано в килограммах на тонну)

Вопросы:

1. Какое количество корма 1 следует закупать для составления еженедельного кормления коровы?
2. Какое количество корма 4 следует закупать для составления еженедельного рациона кормления коровы?
3. Каков общий вес еженедельного рациона коровы?
4. Каковы минимальные затраты на покупку кормов для еженедельного рациона одной коровы?
5. На сколько возрастут затраты, если еженедельный рацион должен содержать не менее 6 кг вещества А?
6. До какой величины должна возрасти цена на корм 4, чтобы использование этого корма оказалось невыгодным?

Задача 7.

Мощности завода позволяют произвести в текущем месяце ингредиенты для производства удобрений в следующем количестве: 10т. нитратов, 15 т фосфатов и 12 т. поташа. В результате смешения этих активных ингредиентов с инертными, запасы которых не ограничены, на заводе могут быть получены четыре типа удобрений.

Удобрение 1 содержит 5 % нитратов, 10 % фосфатов и 5 % поташа.

Удобрение 2 содержит 5 % нитратов, 10 % фосфатов и 10 % поташа.

Удобрение 3 содержит 10 % нитратов, 10 % фосфатов и 10 % поташа.

Удобрение 4 содержит 10 % нитратов, 5 % фосфатов и 10 % поташа.

Цены на удобрение соответственно 400, 500, 400 и 450 руб. за тонну. Объем спроса на удобрения практически не ограничен.

Стоимость производства одной тонны нитратов 360 руб., фосфатов 240 руб. и поташа 200 руб.

Инертные ингредиенты закупаются заводом по цене 100 руб. за тонну.

На текущий месяц завод уже заключил контракт на поставку 10 т удобрения 3.

Определите, какие удобрения и в каком количестве следует производить, чтобы в текущем месяце завод получил максимальную прибыль?

Вопросы:

1. Сколько удобрения 1 следует производить?
2. Сколько всего следует производить удобрений?
3. Какова максимальная прибыль?
4. На сколько изменилась бы прибыль, если бы заказчик отказался от контракта на поставку удобрения 3?

Задача 8.

Изготовление парников из металлических стержней.

При изготовлении парников используется материал в виде металлических стержней длиной 220 см. Этот материал разрезается на стержни длиной 120, 100 и 70 см. Для выполнения заказа требуется изготовить 80 стержней длиной 120 см, 120 стержней длиной 100 см. и 102 стержня длиной 70 см.

Вопросы:

1. Сколько существует рациональных способов раскроя?
2. Какое минимальное количество материала следует разрезать, чтобы выполнить заказ?
3. Сколько способов раскроя следует использовать при выполнении заказа?

Задача 9.

Из прямоугольного листа железа размером 100*60 см необходимо изготовить квадратные заготовки со сторонами 50,40 и 20 см. Эти заготовки нужны в качестве перегородок при изготовлении пластмассовых коробок для хранения инструментов. Чтобы сделать одну коробку, нужно иметь четыре заготовки со стороной 50 см, шесть заготовок со стороной 40 см. и двенадцать – со стороной 20 см. На складе находится 100 листов материала.

Вопросы:

1. Сколько существует рациональных способов раскроя?
2. Какое максимальное количество коробок можно изготовить при условии, что оставшиеся заготовки можно использовать для следующей партии коробок?
3. Сколько рациональных способов раскроя следует использовать?
4. Сколько листов материала нужно, чтобы изготовить одну коробку?

Задача 10.

Существует три рациональных способа раскроя единицы материала А на заготовки трех типов. Эти же заготовки могут быть получены двумя рациональными способами при раскрое единицы материала В. Количество заготовок, получаемых каждым из этих способов, показано в следующей таблице:

Заготовки используются для производства бытовой техники. В комплект поставки входят четыре заготовки первого типа, три заготовки второго типа и семь – третьего типа. На складе имеется 100 единиц материала А и 300 единиц материала В.

Вопросы:

1. Сколько рациональных способов раскроя следует использовать?
2. Какое максимальное число комплектов заготовок можно изготовить из имеющегося материала в предположении, что оставшиеся заготовки можно использовать при выполнении следующего заказа?
3. Сколько единиц материала А следует раскраивать третьим способом?
4. Какое максимальное число комплектов заготовок можно изготовить из имеющегося материала, если число заготовок второго типа в комплекте увеличится до семи?

Задача 11.

Вложение денег под проценты.

Петр Перфилов – управляющий компанией, которая только что заключила контракт на покупку нового оборудования для консервирования овощей. В соответствии с договором компания должна выплатить поставщику в общей сложности 750 тыс. руб. Причем 150 тыс. руб. необходимо уплатить через 2 месяца, а остальные 600 тыс. через 6 мес. после того, как оборудование будет поставлено и испытано. Петр считает, что сразу после подписания договора следует образовать целевой фонд и использовать эти средства для вложения денег под проценты. Поскольку такие инвестиции породят дополнительную наличность к тому времени, когда придется вносить деньги за оборудование. Петр понимает, что целевой фонд должен быть меньше, чем 750 тыс.руб. А вот сколько именно – зависит от имеющихся возможностей инвестирования.

Проанализировав варианты, Петр решил сосредоточиться на 12 возможных способах вложения денег под проценты. Виды вкладов, их продолжительность, возможные сроки вложения и проценты по вкладу приведены в следующей таблице.

Данные о возможностях вложений и возврата денег (в руб.) предоставлены в следующей таблице.

С учетом этих возможностей необходимо минимизировать размер целевого фонда, обеспечивающего оплату оборудования.

Вопросы:

1. Каков минимальный размер целевого фонда, позволяющий сделать необходимые выплаты?
2. Какова стоимость в начальный момент времени одного рубля, который надо выплатить в начале седьмого месяца (через шесть месяцев)?
3. Какова стоимость в начальный момент времени одного рубля, который надо выплатить в начале пятого месяца (через четыре месяца)?

Задача 12

У Василия Иванова есть 50 тыс.руб, которые можно инвестировать. Необходимо максимизировать денежную наличность к концу шестимесячного периода. Возможные виды инвестиций представлены в следующей таблице.

Для каждого вида вкладов известна экспертная оценка риска задержки выплаты по вкладу.

Составьте модель линейного программирования для определения максимального размера дохода, который может получить Василий Иванов через полгода, используя имеющиеся у него возможности для вложения 50 тыс.руб.

Вопросы:

1. Каков максимальный размер дохода через полгода?

2. Какой максимальный доход можно получить через полгода от вложения одного рубля в начальный момент времени?
3. Какой максимальный размер дохода можно получить через полгода, если средний риск в каждый момент времени не должен превышать β ?
4. Какова «плата» за снижение риска (в руб.)?
5. В начале четвертого месяца Василий предполагает вложить еще 20 тыс.руб. На сколько возрастет его доход через полгода с учетом риска?

Задача 13

Константин Иванов – управляющий компанией «Золотой колос», специализирующейся на выпуске пива. Компания закупила оборудование для выпуска популярного сорта пива «Двойное золото».

Стоимость оборудования 900 тыс. руб. В соответствии с условиями контракта 200 тыс. руб. необходимо выплатить через 2 месяца, когда оборудование будет поставлено, а оставшиеся 700 тыс.руб. – через шесть месяцев, когда оборудование будет смонтировано.

Чтобы расплатиться полностью, Константин предполагает тотчас же образовать целевой фонд, который можно использовать на инвестиции. Поскольку такие инвестиции породят дополнительную наличность к тому времени, когда придется вносить деньги за оборудование. Константин знает, что ему следует отложить меньше, чем 900 тыс.руб. А вот сколько именно – зависит от имеющихся возможностей инвестирования.

Константин решил сосредоточиться на 12 возможностях инвестирования.

Данные для задачи финансового планирования представлены в таблице

Для каждого вида вкладов известна экспертная оценка риска задержки выплаты по вкладу.

Составьте модель линейного программирования для определения минимального размера целевого фонда, позволяющего сделать необходимые выплаты.

Вопросы

1. Каков минимальный размер целевого фонда, позволяющий сделать необходимые выплаты без учета риска?
2. Какова стоимость в начальный момент времени одного рубля, который надо выплатить в начале седьмого месяца (через шесть месяцев)?
3. Каков минимальный размер целевого фонда, позволяющий сделать необходимые выплаты, если средний риск в каждый момент времени не должен превышать β ?
4. Какова «плата» за снижение риска (в руб)?

Задача 14

Задача 1. Животноводческая ферма имеет возможность закупать корма четырех видов по различным ценам. В кормах содержатся питательные вещества трех видов, необходимые для кормления коров. Составьте еженедельный рацион кормления коровы, обеспечивающий с минимальными затратами нормы содержания питательных веществ.

Данные, необходимые для составления рациона, приведены в следующей таблице (содержание веществ в кормах указано в килограммах на тонну):

Корм \ Вещество	1	2			Норма содержания веществ в еженедельном рационе коровы, кг
A	20	40			Не менее 5
B	30	10			Не менее 3, не более 4
C	50	90			Не менее 8, не более 10
Цена 1т корма, руб.	180	200			

Вопросы:

1. Какое количество корма 1 следует закупить для составления еженедельного рациона кормления коровы?
2. Какое количество корма 4 следует закупить для составления еженедельного рациона кормления коровы?
3. Каков общий вес еженедельного рациона коровы?
4. Каковы минимальные затраты на покупку кормов для еженедельного рациона одной коровы?
5. На сколько возрастут затраты, если еженедельный рацион должен содержать не менее 6 кг вещества A?
6. До какой величины должна возрасти цена на корм 4, чтобы использование этого корма оказалось невыгодным?

Задача 15

В аптеке продаются поливитамины пяти наименований. Каждый поливитамин содержит витамины и вещества, наиболее важные для Павла Кутикова, перенесшего простудное заболевание. Необходимо определить, какие поливитамины и в каком количестве следует принимать Павлу для восстановления нормальной работоспособности. В следующей таблице указано количество витаминов и веществ (в мг), которое должен получить Павел за весь курс лечения, а также данные о содержании витаминов и веществ в поливитаминах (в мг на 1 г) и цены за 1 г поливитаминов (в руб.):

Поливитамин \ Витамин	1	2	3	4	5	Необходимо
A	1,1	1,2	1,8	1,1	1,3	250
B	0,9	1,1	0,7	1	1,1	128
C	50	60	40	30	60	7000
Железо	24	45	18	12	37	3700
Кальций	210	340	150	260	300	32000
Цена		3,4	4,3	2,4	2,2	3,7

Определите, какие поливитамины следует принимать, чтобы с минимальными затратами пройти курс лечения.

Вопросы:

1. Какое количество поливитамина 4 следует принять?
2. Какое общее количество поливитаминов следует принять?
3. Какова минимальная стоимость курса лечения?
4. До какого значения должна снизиться цена на поливитамины 2, чтобы его следовало включить в курс лечения?

Задача 16

Мощности завода позволяют произвести в текущем месяце ингредиенты для производства удобрений в следующем количестве: 10 т нитратов, 15 т фосфатов и 12 т поташа. В результате смешения этих активных ингредиентов с инертными, запасы которых не ограничены, на заводе могут быть получены четыре типа удобрений.

Удобрение 1 содержит 5% нитратов, 10% фосфатов и 5% поташа.

Удобрение 2 содержит 5% нитратов, 10% фосфатов и 10% поташа.

Удобрение 3 содержит 10% нитратов, 10% фосфатов и 10% поташа.

Удобрение 4 содержит 10% нитратов, 5% фосфатов и 5% поташа.

Цены на удобрения соответственно 400, 500, 400 и 450 руб. за тонну. Объем спроса на удобрения практически не ограничен.

Стоимость производства одной тонны нитратов 360 руб., фосфатов 240 руб. и поташа 200 руб.

Инертные ингредиенты закупаются заводом по цене 100 руб. за тонну.

На текущий месяц завод уже заключил контракт на поставку 10 т удобрения 3.

Определите, какие удобрения и в каком количестве следует производить, чтобы в текущем месяце завод получил максимальную прибыль.

Вопросы:

1. Сколько удобрения 1 следует производить?
2. Сколько всего следует производить удобрений?
3. Какова максимальная прибыль?
4. На сколько изменилась бы прибыль, если бы заказчик отказался от контракта на поставку удобрения 3?

Задача 17

На кондитерской фабрике изготавливают два вида продуктов — восточные сладости, для которых используют орехи: миндаль, фундук и арахис. Миндаль фабрика закупает по цене 75 руб. за килограмм, фундук — 60 руб., а арахис — 45 руб. Продукт 1 должен содержать не менее 12% миндаля и не более 18% фундука, продукт 2 — не менее 25% миндаля.

Цены готовых продуктов 1 и 2 соответственно 70 и 65 руб. за килограмм. Ежедневно фабрика получает следующее количество орехов: миндаля — 33 кг, фундука — 80 кг, арахиса — 60 кг.

Вопросы:

1. Какое количество фундука следует использовать при производстве продукта 1?
2. Какое количество продукта 2 следует производить ежедневно, чтобы фабрика получала максимальную прибыль?
3. Каков общий объем ежедневно производимой продукции?
4. Какова максимальная прибыль?
5. На сколько увеличится прибыль, если увеличить закупки миндаля на 5 кг?

Задача 18. Сочинский винзавод производит три марки сухого вина: «Черный лекарь», «Букет роз» и «Белые ночи». Оптовые цены, по которым реализуется готовая продукция, соответственно 68, 57 и 60 руб. за литр. Ингредиентами для приготовления этих вин являются белое, розовое и красное сухие вина, закупаемые в Краснодаре. Эти вина стоят соответственно 70, 50 и 40 руб. за литр. В среднем на сочинский винзавод поставляется ежедневно 2000 л белого, 2500 л розового и 1200 л красного вина.

В вине «Черный лекарь» должно содержаться не менее 60% белого вина и не более 20% красного. Вино «Букет роз» должно содержать не более 60% красного и не менее 15% белого. Суммарное содержание красного и розового вина в вине «Белые ночи» не должно превышать 90%.

Определите рецепты смешения ингредиентов для производства вин «Черный лекарь» и «Букет роз», обеспечивающие заводу максимальную прибыль.

Вопросы:

1. Какую максимальную прибыль можно получить за один день?
2. Сколько литров вина «Черный лекарь» следует производить ежедневно?
3. Сколько процентов белого вина должен содержать «Черный лекарь»?
4. Сколько литров вина «Букет роз» следует производить ежедневно?
5. Сколько литров вина «Белые ночи» следует производить ежедневно?
6. Сколько процентов розового вина должны содержать «Белые ночи»?
7. На сколько возрастет прибыль винзавода, если поставки красного вина удастся увеличить до 1300 л в день?
8. На сколько рублей уменьшится прибыль винзавода, если поставки белого вина сократятся до 1800 л в день?

Задача 19 Из прямоугольного листа железа размером 100 х 60 см необходимо изготовить квадратные заготовки со сторонами 50, 40 и 20 см. Эти заготовки нужны в качестве перегородок при изготовлении пластмассовых коробок для хранения инструментов. Чтобы сделать одну коробку, нужно иметь четыре заготовки со стороной 50 см, шесть заготовок со стороной 40 см и двенадцать — со стороной 20 см. На складе находится 100 листов материала.

Вопросы:

1. Сколько существует рациональных способов раскроя?
2. Какое максимальное количество коробок можно изготовить при условии, что оставшиеся заготовки можно использовать для следующей партии коробок?
3. Сколько рациональных способов раскроя следует использовать?
4. Сколько листов материала нужно, чтобы изготовить одну коробку?

Задача 20 Существует три рациональных способа раскроя единицы материала A на заготовки трех типов. Эти же заготовки могут быть получены двумя рациональными способами при раскрое единицы материала B . Количество заготовок, получаемых каждым из этих способов, показано в следующей таблице:

Заготовка	Материал A			Материал B	
	Способ 1	Способ 2	Способ 3	Способ 4	Способ 5

1	0	2	9	1	5
2	4	3	2	5	4
3	10	6	0	8	0

Заготовки используются для производства бытовой техники. В комплект поставки входят четыре заготовки первого типа, три заготовки второго типа и семь — третьего типа. На складе имеется 100 единиц материала *A* и 300 единиц материала *B*.

Вопросы:

1. Сколько рациональных способов раскроя следует использовать?
2. Какое максимальное число комплектов заготовок можно изготовить из имеющегося материала в предположении, что оставшиеся заготовки можно использовать при выполнении следующего заказа?
3. Сколько единиц материала *A* следует раскраивать третьим способом?
4. Какое максимальное число комплектов заготовок можно изготовить из имеющегося материала, если число заготовок второго типа в комплекте увеличится до семи?

Задача 21. При раскрое деталей для производства единственного изделия на швейной фабрике используются два артикула ткани. Ширина ткани 1 м. Изделие собирается из двух деталей, причем каждая из них может быть получена путем раскроя ткани любого типа. Ткани можно раскраивать тремя способами, количество деталей каждого вида, полученных из одного погонного метра ткани, указано в следующей таблице:

Деталь	Ткань 1			Ткань 2		
	Способ 1	Способ 2	Способ 3	Способ 4	Способ 5	Способ 6
1	8	0	4	12	0	6
2	0	3	1	0	5	2

Ткани 1 поступает на фабрику в 2 раза больше (по длине), чем ткани 2. Количество готовых изделий должно быть максимальным.

Вопросы:

1. Сколько способов раскроя ткани 1 следует использовать?
2. Какая часть (в %) ткани 1 должна быть раскроена способом 1?
3. На сколько (в %) изменится выход готовых изделий по сравнению с первоначальным, если на фабрику будет поступать равное количество обеих тканей?

Задача 4. На производство поступила партия стержней длиной 250 и 190 см. Необходимо получить 470 заготовок длиной 120 см и 450 заготовок длиной 80 см. Отходы должны быть минимальны.

Вопросы:

1. Какое количество стержней длиной 250 см надо разрезать?
2. Какое количество стержней длиной 190 см надо разрезать?
3. Какова величина отходов (в см)?
4. Оказалось, что количество стержней длиной 250 см ограничено и равно 200 шт. Какое количество стержней длиной 190 см надо разрезать в этом случае?
5. На сколько при этом увеличатся отходы (в см)?

Задача 22.

Завод заключил договор на поставку комплектов стержней длиной 18, 23 и 32 см. Причем количество стержней разной < длины в комплекте должно быть в соотношении 1:5: 3. На сегодня

няшный день имеется 80 стержней дайной по 89 см. Как их следует разрезать, чтобы количество комплектов было максимальным?

Вопросы:

1. Сколько существует рациональных способов раскроя?
2. Сколько комплектов стержней будет выпущено?
3. Какова при этом величина отходов (в см)?

Задача 23. Фирма по прокату автомобилей «Золотое кольцо России» собирает заявки на аренду во всех городах центра России. Клиент имеет возможность получить автомобиль в любом удобном для него населенном пункте и оставить его в любом месте, где он заканчивает путешествие, в том числе и в своем родном городе. Работники фирмы забирают оставленные автомобили и перегоняют их для передачи новым клиентам. Сейчас 4 автомобиля компании оставлены в Клину, 3 — в Ростове Великом, 6 — в Ярославле и 1 — в Серпухове. Имеются заказы на 5 автомобилей во Владимире, на 3 автомобиля в Санкт-Петербурге и на 6 автомобилей в Москве. Расстояния между городами (в км) приведены в следующей таблице:

	Владимир	Санкт-Петербург	Москва
Клин	300	550	100
Ростов Великий	200	620	200
Ярославль	350	570	250
Серпухов	250	700	150

Составьте план, по которому следует перегонять автомобили новым клиентам. Ориентируйтесь на минимизацию расстояния, которое пройдут все перегоняемые автомобили.

Вопросы:

1. Чему равно минимальное расстояние, которое должны пройти все автомобили?
2. Сколько автомобилей следует перегнать в Москву из Ярославля?
3. На сколько увеличится минимальное расстояние, которое должны пройти все автомобили, если дополнительно стало известно, что еще один автомобиль оставлен в Серпухове и еще один клиент появился в Москве?

Задача 23. Компания «Уют» производит пластмассовую мебель для отдыха на открытом воздухе. Основной продукт компании — стулья. Производство находится в Можайске, Наро-Фоминске и Туле, Сейчас на складе в Можайске находятся 7250 стульев, в Наро-Фоминске — 10 150, в Туле — 4350.

Основными потребителями продукции компании «Уют» являются фирмы по оптовой продаже в Москве, Санкт-Петербурге, Минске и Воронеже. Сейчас эти фирмы готовы закупить соответственно 8800, 5800, 2900 и 2100 стульев.

Удельные затраты на перевозку стульев (в руб./шт.) указаны в следующей таблице:

	Можайск	Наро-Фоминск	Тула
Москва	М	0,8	1,6
Санкт-Петербург	2,6	2,4	3,4
Минск	1,9	2,0	2,8
Воронеж	2,2	2,1	1,7

Помогите компании «Уют» составить план транспортировки стульев потребителям.

Вопросы:

1. Чему равны минимальные издержки на перевозку всех стульев?
2. Сколько стульев компания должна перевозить в Москву из Можайска?
3. Какое количество стульев останется на складе в Туле?
4. Стало известно, что для сбыта в Москве не годятся стулья, сделанные в Туле, а для сбыта в Санкт-Петербурге — стулья из Наро-Фоминска. Не подходит цвет стульев. Составьте новый план перевозок с учетом этих условий. На сколько рублей увеличатся при этом совокупные транспортные издержки?

Задача 24. Компания, занимающаяся добычей железной руды, имеет четыре карьера C_1+C_4 Производительность карьеров соответственно 170, 150, 190 и 200 тыс. т ежемесячно. Железная руда направляется на три принадлежащие этой компании обогатительные фабрики S_1-S_3 мощности которых соответственно 250, 150 и 270 тыс. т в месяц.

- Транспортные затраты (в тыс. руб.) на перевозку 1 тыс. т руды с карьеров на фабрики указаны в следующей таблице:

Фабрика Карьер	S_1	S_2	S_3
C_1	7	3	8
C_2	5	4	6
C_3	4	5	9
C_4	6	2	5

Определите план перевозок железной руды на обогатительные фабрики, который обеспечивает минимальные совокупные транспортные издержки.

Вопросы:

1. Сколько руды следует перевозить с карьера C_1 на обогатительную фабрику S_2 ?
2. Сколько руды следует перевозить с карьера C_4 на обогатительную фабрику S_3 ?
3. Какова общая минимальная стоимость перевозок?
4. Стало известно, что поставки с карьера C_1 на обогатительную фабрику S_2 нужно ограничить объемом 50 тыс. т. К тому же из-за плохого состояния дороги перевозки с карьера C_4 на обогатительную фабрику S_3 невозможны. Определите новый план перевозок, учитывающий эти условия. На сколько возрастет стоимость перевозок?
5. Сколько руды следует перевозить с карьера C_4 на обогатительную фабрику S_2 с учетом дополнительной информации?

Задача 25. Фирма «Мойдодыр» оценила спрос на производимый ею лосьон для каждого из четырех следующих месяцев: 100 ящиков в июне, 140 — в июле, 170 — в августе и 90 — в сентябре. Без использования сверхурочного времени фирма может производить по 125 ящиков лосьона в месяц. В сверхурочное время может быть произведено еще 25 ящиков в месяц, но производство каждого ящика обойдется при этом на 1 тыс. руб. дороже. Хранение одного ящика в течение месяца обходится в 100 руб.

Используя модель транспортной задачи, определите, сколько ящиков лосьона следует производить в каждый из этих месяцев, чтобы удовлетворить спрос с минимальными совокупными затратами.

Задача 26. Цех металлообработки получил срочный заказ на "тиск партии деталей. Для производства детали необходимо "полнить операции на четырех станках. В цехе работают четыре слесаря высокой квалификации, каждый из которых может работать на любом станке, но с различным процентом брака (процент брака известен из документации ОТК)

Станок \ Рабочий	1	2	3	4
1	2,3	1,9	2,2	2,7
2	1,8	2,2	2,0	1,8
3	2,5	2,0	2,2	3,0
4	2,0	2,4	2,4	2,8

Распределите станки между рабочими таким образом, чтобы процент брака был минимальным. (Предполагается, что ОТК проверяет готовую деталь, т.е. общий процент брака определяется как сумма процентов брака, допущенного всеми рабочими.)

Вопросы:

1. На каком станке должен работать рабочий 2?
2. Чему равен минимальный общий процент брака?

Задача 27.

Воронежская фирма по производству мужских головных уборов планирует освоение новых рынков сбыта в пяти городах. Возможности сбыта невелики, так что в каждый город достаточно направить одного торгового представителя фирмы для заключения с магазинами договоров о поставках.

В следующей таблице указан объем спроса (в млн руб.):

Город	Москва	Санкт-Петербург	Новгород	Самара	Ростов
Объем спроса	9	5	4	3	6

Фирма располагает данными о профессиональных возможностях шести своих сотрудников. В следующей таблице содержатся оценки степени освоения рынка, которую может обеспечить соответствующий торговый представитель фирмы:

Представитель	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_5	Π_6
Оценка степени освоения рынка	0,7	0,6	0,5	0,8	0,4	0,5

Так, представитель Π_1 , может освоить 70% от объема спроса в любом городе. Например, если направить его в Москву, то доход фирмы на этом рынке составит 6,3 млн руб.

Распределите торговых агентов по городам таким образом, чтобы фирма получила максимальный доход.

Вопросы:

1. Чему равен максимальный доход фирмы?
2. В какой город следует направить торгового представителя Π_1 ?
3. Кто из торговых представителей не будет использован?

Задача 28

Фирма получила заказы на разработку пяти программных продуктов. На фирме работают шесть квалифицированных программистов, которым можно поручить выполнение этих заказов.

Каждый из них дал оценку времени (в днях), требуемого разработки программ. Эти оценки приведены в следующей таблице:

Программа \ Программист	1	2	3	4	5
Галкин	46	59	24	62	67
Палкин	47	56	32	55	70
Малкин	44	52	19	61	60
Чалкин	47	59	17	64	73
Залкинд	43	65	20	60	75
Кузьмин	41	53	28	54	68

Выполнение каждого из пяти заказов фирма решила поручить одному программисту. Ясно, что один из программистов не получит заказа.

Каждому программисту, которому будет поручено выполнять , фирма предложила оплату 1 тыс. руб. в день. Распределите работу между программистами, чтобы общие издержки на разработку программ были минимальными.

Вопросы:

1. Чему равны минимальные издержки фирмы на выполнение всех пяти заказов?
2. Какую программу следует поручить Малкину?
3. Какую программу следует поручить Залкинду?
4. Кто из программистов не получит заказа?
5. Стало известным, что не все программисты согласились с условиями оплаты, обосновывая это тем, что имеют разную квалификацию. В результате была достигнута договоренность о следующих размерах оплаты в день (в тыс. руб.):

Программист	Размер оплаты
Галкин	1
Палкин	2
Малкин	1,5
Чалкин	2
Залкинд	1,5
Кузьмин	2

Изменится ли распределение работ между программистами при новых условиях оплаты труда? Каковы будут в этом случае общие минимальные издержки?

6. Кто из программистов при новых условиях не получит заказа?

Задача 29.

Пять учебных групп экономического факультета МГУ собираются посетить во время практики 10 предприятий и НИИ. Каждая учебная группа может посетить две организации. Путем опроса студентов выявлены предпочтения каждой группы для 10 организаций (1 означает «наиболее предпочтительна», а 10 — «наименее предпочтительна»). Предпочтения каждой из пяти учебных групп показаны в таблице (П-1: П-5 — промышленные предприятия; НИИ-1: НИИ-5 — научно-исследовательские институты):

Группа \ Организация	1	2	3	4	5
П-1	3	2	1	4	2

П-2	2	5	3	3	5
П-3	1	1	2	1	1
П-4	4	3	5	2	3
П-5	6	7	4	6	6
НИИ-1	7	4	8	7	4
НИИ-2	10	8	6	10	9
НИИ-3	5	6	7	5	10
НИИ-4	9	9	10	9	8
НИИ-5	8	10	9	8	7

Определите, какие две организации должна посетить каждая группа, чтобы в максимальной степени были учтены предпочтения всех студентов.

Вопросы:

1. Чему равна сумма баллов, соответствующая наилучшему распределению групп по организациям?
2. Какая группа должна посетить НИИ-2?
3. Какую еще организацию должна посетить эта группа?
4. Деканат внес предложение, чтобы каждая группа посетила одно предприятие и один НИИ. Укажите теперь такой вариант распределения, чтобы каждой группе досталось по одному промышленному предприятию и одному НИИ. Чему равна сумма оценочных баллов в этом случае?
5. Какая группа должна посетить НИИ-5 при новых условиях?
6. Какую еще организацию должна посетить эта группа?

Задача 30.

Самолеты компании «Аэрофлот» летают между Москвой и Сочи. Полеты беспосадочные.

График движения показан в дующей таблице:

Рейсы из Москвы в Сочи			Рейсы из Сочи в Москву		
Номер рейса	Время отправления	Время прибытия	Номер рейса	Время отправления	Время прибытия
110	6:00	9:00	210	7:00	10:00
120	8:00	11:00	220	10:00	13:00
130	12:00	15:00	230	13:00	16:00
140	15:00	17:00	240	16:00	19:00
150	19:00	22:00	250	21:00	24:00
160	23:00	2:00	260	0:00	3:00

Рейсы могут обслуживаться московскими или сочинскими экипажами. Любой экипаж выполняет пару рейсов — «туда и обратно». Время, необходимое для подготовки самолета к очередному рейсу, — один час. Требуется определить, какую пару рейсов следует выполнять каждому экипажу и из какого отряда, московского или сочинского, должен быть соответствующий экипаж. Распределение рейсов необходимо осуществить таким образом, что-

суммарное время ожидания вылета в «чужом» городе было минимальным. Время ожидания не включает тот час, который уходит на подготовку самолета к очередному рейсу.

Вопросы:

1. Верно ли, что рейс 210 должен выполняться московским экипажем?
2. Верно ли, что рейсы 240 и 160 должны выполняться одним экипажем?
3. Верно ли, что рейс 160 должен обслуживаться сочинским экипажем?
4. Каково минимальное общее время пребывания экипажей в «чужих» городах?
5. Какое количество рейсов должны выполнять московские экипажи?

Задача 31. Экономический факультет МГУ разрабатывает новую программу для повышения квалификации преподавателей, обучающих количественным методам анализа экономики. Желательно, чтобы эту программу можно было реализовать в наиболее сжатые сроки. Имеются существенные взаимосвязи между дисциплинами, которые необходимо отразить, составляя расписание занятий. Например, методы управления проектами *PERT/CPM* должны рассматриваться лишь после того, как слушатели обсудят различные аспекты (коммерческие, финансовые, экономические, технические и др.) проектного анализа, связанные с жизненным циклом проекта.

Дисциплины и их взаимосвязь указаны в следующей таблице:

Дисциплина	Непосредственно предшествующие дисциплины	Время изучения, дни
<i>A</i>	—	4
<i>B</i>	—	6
<i>C</i>	<i>A</i>	2
<i>D</i>	<i>A</i>	6
<i>E</i>	<i>C, B</i>	3
<i>F</i>	<i>C, B</i>	3
<i>G</i>	<i>D, E</i>	5

Найдите минимальное время, за которое можно выполнить грамму.

Вопросы:

1. Какова длина критического пути?
2. Какое количество дисциплин находится на критическом пути?
3. Каков резерв времени изучения дисциплины *F*?

Задача 32.

Консалтинговая компания «Системы управленческих решений» специализируется на разработке систем поддержки проектов. Компания заключила контракт на разработку компьютерной системы, предназначенной для помощи руководству фирмы планировании капиталовложений.

Руководитель проекта разработал следующий перечень взаимосвязанных работ:

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>A</i>	—	4
<i>B</i>	—	6
<i>C</i>	—	5

D	B	2
E	A	9
F	B	4
C	C, D	8
И	B, E	3
I	F, G	5
J	H	7

Постройте графическое представление проекта. Используйте метод *СРМ* для нахождения критического пути.

Вопросы:

1. Какова длина критического пути?
2. Сколько работ находится на критическом пути?
3. Каков резерв выполнения работы F?

Задача 33. Рассмотрите следующий проект:

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
A	—	5
B	—	3
C	A	7
D	A	6
E	B	7
F	D, E	3
G	D, E	10
H	C, F	8

Найдите критический путь.

Вопросы:

1. За какое минимальное время может быть выполнен проект?
2. Сколько работ находится на критическом пути?
3. На сколько недель можно отложить выполнение работы D без отсрочки завершения проекта в целом?
4. На сколько недель можно отложить выполнение работы C без отсрочки завершения проекта в целом?

Задача 34. Проект пусконаладки компьютерной системы состоит восьми работ.

Непосредственно предшествующие работы и продолжительность выполнения работ указаны в следующей таблице:

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, дни

<i>A</i>	—	3
<i>B</i>	—	6
<i>C</i>	<i>A</i>	2
<i>D</i>	<i>B, C</i>	5
<i>E</i>	<i>D</i>	4
<i>F</i>	<i>E</i>	3
<i>G</i>	<i>B, C</i>	9
<i>H</i>	<i>F, G</i>	3

Найдите критический путь.

Вопросы:

1. Сколько времени потребуется для выполнения проекта?
2. Сколько работ на критическом пути?
3. Чему равно наиболее раннее время начала работы *C*?
4. На сколько дней можно отложить выполнение работы *C* без отсрочки завершения проекта в целом?
5. Чему равно наиболее позднее время окончания работы *F*?
6. На сколько дней можно отложить выполнение работы *F* без отсрочки завершения проекта?

Задача 35.

Московский государственный университет рассматривает предложение о строительстве новой библиотеки. Работы, которые следует выполнить перед началом строительства, представлены ниже:

Работа	Содержание работы	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>A</i>	Определить место строительства	—	6
<i>B</i>	Разработать первоначальный проект	—	8
<i>C</i>	Получить разрешение на строительство	<i>A, B</i>	12
<i>D</i>	Выбрать архитектурную мастерскую	<i>C</i>	4
<i>E</i>	Разработать смету затрат на строительство	<i>C</i>	6
<i>F</i>	Разработать проект строительства	<i>D, E</i>	15
<i>G</i>	Обеспечить финансирование проекта	<i>E</i>	12
<i>H</i>	Нанять подрядчика	<i>F, G</i>	8

Найдите критический путь.

Вопросы:

1. Сколько работ находится на критическом пути? (Фиктивные работы не учитываются.)
2. Через какое минимальное время после принятия решения о реализации проекта можно начать работу по строительству библиотеки?
3. На сколько недель можно отложить выбор архитектурной мастерской?
4. Чему равно наиболее позднее время завершения работы по обеспечению финансирования?

Задача 36.

Ниже даны оценки продолжительности выполнения работ (в днях) применительно к небольшому проекту:

Работа	Оптимистическое время a_i	Наиболее вероятное время m_i	Пессимистическое время b_i
<i>A</i>	4	5	6
<i>B</i>	8	9	10
<i>C</i>	7	7,5	11
<i>D</i>	7	9	10
<i>E</i>	6	7	9
<i>F</i>	5	6	7

Рассчитайте ожидаемое время выполнения и дисперсию для каждой работы.

Известно, что критический путь составляют работы *B*, *D*, *F*.

Вопросы:

1. Чему равно ожидаемое время выполнения работы *B*?
2. Чему равна дисперсия времени выполнения работы *D*?
3. Каково ожидаемое время выполнения проекта?
4. Чему равна дисперсия времени выполнения проекта?

Задача 37. Проект строительства плавательного бассейна состоит из девяти основных работ. Работы, их непосредственные предшественники и оценки времени выполнения работ (в днях) приведены ниже:

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Оптимистическое время a_i	Наиболее вероятное время m_i	Пессимистическое время b_i
<i>A</i>	—	3	5	6
<i>B</i>	—	2	4	6
<i>C</i>	<i>A</i> , <i>B</i>	5	6	7
<i>D</i>	<i>A</i> , <i>B</i>	7	9	10
<i>E</i>	<i>B</i>	2	4	6
<i>F</i>	<i>C</i>	1	2	3
<i>G</i>	<i>D</i>	5	8	10
<i>H</i>	<i>D</i> , <i>F</i>	6	8	10
<i>I</i>	<i>E</i> , <i>G</i> , <i>H</i>	1	4	5

Постройте сеть *PERT/CPM* для этого проекта.

Вопросы:

1. Каков ожидаемый срок завершения проекта?
2. Чему равна стандартная ошибка (корень квадратный из дисперсии) времени завершения проекта?
3. Какова вероятность того, что проект будет выполнен за 24 дня?

Задача 38. Рассмотрите следующий проект (оценки времени выполнения работ указаны в неделях):

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Оптимистическое время a_i	Наиболее вероятное время m_i	Пессимистическое время b_i
<i>A</i>	—	4	5	6
<i>B</i>	—	2,5	3	3,5
<i>C</i>	<i>A</i>	6	7	8
<i>D</i>	<i>A</i>	5	5,5	9
<i>E</i>	<i>B</i>	5	7	9
<i>F</i>	<i>D, E</i>	2	3	4
<i>G</i>	<i>D, E</i>	8	10	12
<i>H</i>	<i>C, F</i>	6	7	4

Вопросы:

1. Какова ожидаемая продолжительность проекта?
2. Чему равна вероятность того, что проект будет завершен за 21 неделю?
3. Чему равна вероятность того, что проект будет завершен за 25 недель?

Задача 39. Деканат экономического факультета МГУ предполагает провести летние курсы переподготовки преподавателей экономической теории в каком-либо из загородных домов отдыха. Для подготовки курсов необходимо выполнить следующие работы (оценки времени указаны в неделях):

Работа	Содержание работы	Непосредственно предшествующие работы	Оптимистическое время a_i	Наиболее вероятное время m_i	Пессимистическое время b_i
<i>A</i>	Определить темы занятий	—	1,5	2	2,5
<i>B</i>	Договориться с лекторами	<i>A</i>	2	2,5	6
<i>C</i>	Определить возможные места проведения курсов	—	1	2	3
<i>B</i>	Выбрать место проведения курсов	<i>C</i>	1,5	2	2,5
<i>E</i>	Разработать график работы лекторов	<i>B, D</i>	0,5	1	1,5
<i>P</i>	Получить окончательное согласие лекторов	<i>E</i>	1	2	3
<i>C</i>	Подготовить и разослать приглашения	<i>B, D</i>	3	3,5	7
<i>H</i>	Зарезервировать места для участников	<i>G</i>	3	4	5
<i>I</i>	Выполнить последние приготовления	<i>F, H</i>	1,5	2	2,5

Вопросы:

1. Каково ожидаемое время завершения проекта?
2. Сколько работ на критическом пути?

3. Если деканат хочет добиться того, чтобы к заезду преподавателей все подготовительные мероприятия были выполнены с вероятностью 0,975, то в какие сроки следует ожидать их завершения?

Задача 40. Менеджер плавательного бассейна МГУ разрабатывает план подготовки к первой тренировке команды пловцов. Тренировку предполагается провести 1 сентября. Данные о подготовительных мероприятиях приведены в следующей таблице (оценки времени указаны в днях):

Работа	Содержание работы	Непосредственно предшествующие работы	Оптимистическое время a_i	Наиболее вероятное время m_i	Пессимистическое время b_i
<i>A</i>	Согласовать вопрос с заведующим кафедрой физического воспитания	—	1	1	2
<i>B</i>	Нанять тренеров	<i>A</i>	4	6	8
<i>C</i>	Зарезервировать плавательный бассейн	<i>A</i>	2	4	6
<i>B</i>	Объявить программу тренировки	<i>B, C</i>	1	2	3
<i>E</i>	Встретиться с тренерами	<i>B</i>	2	3	4
<i>P</i>	Заказать костюмы для пловцов	<i>A</i>	1	2	3
<i>C</i>	Зарегистрировать пловцов	<i>D</i>	1	2	3
<i>H</i>	Собрать взносы	<i>G</i>	1	2	4
<i>I</i>		<i>E, F, H</i>			
	Подготовить план проведения первой тренировки		1	1	1

Вопросы:

1. Какова ожидаемая продолжительность проекта?
2. Сколько работ на критическом пути?
3. Если менеджер планирует начать проект 11 августа, то какова вероятность того, что программа тренировки пловцов будет завершена к 1 сентября за 16 рабочих дней?

Задача 41. Рассмотрите следующую сеть проекта с показателя-продолжительности работ (в неделях) и информацией о затратах на сокращение продолжительности работ (в тыс. руб.) за счет привлечения дополнительных финансовых средств:

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения		Затраты при времени выполнения	
		нормальное	минимальное	нормальном	минимальном
<i>A</i>	—	3	2	800	1400
<i>B</i>	—	2	1	1200	1900
<i>C</i>	<i>A</i>	5	3	2000	2800

D	B	5	3	1500	2300
E	C,D	6	4	1800	2800
F	C,D	2	1	600	1000
G	F	2	1	500	1000

Найдите критический путь и затраты на реализацию проекта нормальном времени выполнения всех работ, предположим, что руководство хотело бы завершить проект в сдельный срок. Постройте модель линейного программирования, которую можно было бы использовать для того, чтобы делить минимальные затраты на сокращение времени выполнения проекта. Вопросы:

1. Какова продолжительность проекта при нормальном времени выполнения работ?
2. Каковы затраты на выполнение проекта при нормальной продолжительности работ?
3. Чему равны минимальные затраты на выполнение проекта в 10-недельный срок?
4. Для какого количества работ необходимо сократить время выполнения, чтобы завершить проект за 10 недель?

Задача 42. В следующей таблице представлена информация о продолжительности работ проекта (в месяцах) и затратах на их выполнение (в тыс. руб.):

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения		Затраты при времени выполнения	
		нормальное	минимальное	нормальном	минимальном
A	—	4	2	50	70
B	—	6	3	40	55
C	A	2	1	20	24
D	A	6	4	100	130
E	C, B	3	2	50	60
F	C, B	3	3	25	25
G	D, E	5	3	60	76

Найдите критический путь и продолжительность проекта при нормальном времени выполнения работ.

Вопросы:

1. Какова продолжительность проекта при нормальном времени выполнения работ?
2. Каковы затраты на выполнение проекта при нормальной продолжительности работ?
3. Чему равны минимальные затраты на выполнение проекта за один год?
4. За какое минимальное время может быть выполнен проект?

Задача 43. Отдел ЭВМ экономического факультета МГУ разработал предложения по внедрению новой компьютерной системы для нужд администрации факультета. В предложения включен перечень работ, которые необходимо выполнить, чтобы ввести систему в действие. Соответствующая информация представлена в следующей таблице (время — в неделях, затраты — в тыс. руб.):

Работа	Содержание работы	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения		Затраты при времени выполнения	
			нормальное	минимальное	нормальном	минимальном

A	Определить потребность	—	10	8	30	60
B	Заказать оборудование	A	8	6	120	150
C	Установить оборудование	B	10	7	100	160
D	Создать компьютерный класс	A	7	6	40	50
E	Провести курс обучения	B	10	8	50	74
F	Опробовать систему	C,E	3	3	60	60

Вопросы:

1. Какова продолжительность проекта при нормальном времени выполнения работ?
2. Каковы затраты на выполнение проекта при нормальной продолжительности работ?
3. Чему равны минимальные затраты на выполнение проекта за 26 недель?
4. За какое минимальное время может быть выполнен проект?

Задача 44.

Конструкторское бюро Московского часового завода (МЧЗ) разработало новый настольный радиобудильник. По мнению проектировщиков, запуск в серию нового продукта позволит расширить рынок сбыта и получить дополнительную прибыль, руководство МЧЗ решило изучить возможности реализации го продукта. Результатом исследования должны стать рекомендации относительно действий, которые следует предпринять организации производства и сбыта нового продукта.

Перечень работ, время, необходимое для их выполнения (в неделях), и затраты (в тыс. руб.) указаны в следующей таблице:

Работа	Содержание работы	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения	Затраты на выполнение
A	Подготовить конструкторский проект	—	5	90
B	Разработать маркетинговый план	—	2	16
C	Подготовить маршрутные карты	A	3	3
D	Создать опытный образец	A	4	100
E	Выпустить рекламную брошюру	A	3	6
F	Подготовить оценки затрат	C	2	2
G	Провести предварительное тестирование	D	3	60
H	Выполнить исследование рынка	B,E	3	30
I	Подготовить доклад о ценах	H	2	4
J	Подготовить заключительный доклад	F,G,I	2	2

Определите критический путь для данного проекта, наиболее раннее и наиболее позднее время начала каждой работы. Определите динамику роста общих затрат на проект, основанную на данных о наиболее раннем и наиболее позднем времени начала работ.

Используйте полученные оценки сметных расходов для контроля за фактическим расходованием средств. Предполагается, что все работы финансируются пропорционально времени их выполнения.

Вопросы:

1. За какое минимальное время может быть выполнен проект?
 2. Чему равно максимальное значение совокупных затрат на конец пятой недели, при котором проект может быть выполнен за время, соответствующее длине критического пути?
 3. Чему равно минимальное значение совокупных затрат на конец пятой недели, при котором проект может быть выполнен за время, соответствующее длине критического пути?
- Какова величина недостатка или перерасхода средств в конце пятой недели, если фактические затраты в этот момент составили 100 тыс. руб.? .5. Какова величина недостатка средств в конце десятой недели, если фактические затраты в этот момент составили 230 тыс. руб.?

Задача 45. Ниже представлена сеть проекта, а также данные о времени выполнения работ (в неделях) и затратах (в тыс. руб.):

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения	Затраты на выполнение
A	—	1	6
B	A	2	4
C	—	3	15
D	C	3	18
E	B, D	2	30
F	C	2	20
G	E, F	1	2
H	E, F	3	6
I	G	2	12
J	G	1	2
A	H, I	3	9

Определите критический путь для данного проекта, наиболее раннее и наиболее позднее время начала каждой работы. Определите динамику роста общих затрат на проект, основанную на данных о наиболее раннем и наиболее позднем времени начала работ.

Используйте полученные оценки сметных расходов для контроля за фактическим расходованием средств. Предполагается, что все работы финансируются пропорционально времени их выполнения.

Вопросы:

1. За какое минимальное время может быть выполнен проект?
2. Чему равно максимальное значение совокупных затрат на конец четвертой недели, при котором проект может быть выполнен за время, соответствующее длине критического пути?
3. Чему равно минимальное значение совокупных затрат на конец четвертой недели, при котором проект может быть выполнен за время, соответствующее длине критического пути?
4. Какова величина недостатка или перерасхода средств в конце четвертой недели, если фактические затраты в этот момент составили 35 т.р.?
5. Какова величина недостатка средств в конце восьмой недели, если фактические затраты в этот момент составили 90 тыс.руб?

Задача 46. По требованию рабочих некоторой компании профсоюз ведет с ее руководством переговоры об организации горячих обедов за счет компании. Профсоюз, представляющий интересы рабочих, добивается того, чтобы обед был как можно более качественным и, следовательно, более дорогим. Руководство компании имеет противоположные интересы. В конце концов стороны договорились о следующем. Профсоюз выбирает одну из шести фирм (Φ_1 – Φ_6), поставляющих горячее питание, а руководство компании — набор блюд из семи возможных вариантов (B_1 – B_6). После подписания соглашения профсоюз формирует следующую платежную матрицу, элементы которой представляют стоимость набора блюд:

Вариант Фирма	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7
Φ_1	2,3	4,3	3,3	2,8	5,2	2,9	3,3
Φ_2	4,2	2,2	2,7	4,2	2,2	3,7	2,7
Φ_3	1,2	3,7	2,7	5,2	1,2	1,7	3,7
Φ_4	4,2	1,7	2,2	1,4	2,9	3,2	1,2
Φ_5	3,2	3,2	2,9	2,2	6,2	2,4	1,7
Φ_6	1,7	4,2	2,5	3,2	4,7	2,7	2,0

Определите оптимальные стратегии игроков и цену игры.

Вопросы:

1. Чему равна цена игры?
2. Какая фирма наиболее предпочтительна для профсоюза?
3. Какой набор руководство компании считает наиболее «выгодным»?
4. Чему равна нижняя цена игры?

Задача 47. Известный актер обдумывает, где бы ему провести в текущем году отпуск. Он рассматривает шесть возможных вариантов: Монте-Карло (МК), Гавайские острова (Г), Багамские острова (Б), Канарские острова (К), Сочи (С), озеро Байкал (ОБ), Единственный критерий для выбора места отдыха — это стремление избежать встречи с журналистами, которые могут испортить отпуск. Если они «выследят» актера, отдых будет испорчен (полезность равна 0). В противном случае все будет, как запланировано (полезность равна 1). Журналисты могут обнаружить актера с такой вероятностью: в Монте-Карло — 0,34; на Гавайских островах — 0,12; на Багамских островах — 0,16; на Канарских ост.— 0,4; в Сочи — 0,5; на озере Байкал — 0,2. ищите данную ситуацию как игру двух лиц с нулевой суммой (актер — игрок 1). Вычислите цену игры и определите минные стратегии обоих игроков.

Вопросы:

1. Чему равна максимальная ожидаемая полезность отпуска актера?
2. С какой вероятностью актер поедет в отпуск на Байкал?
3. Чему равна верхняя цена игры?
4. В каком из мест наиболее вероятно будет отдыхать актер?

Задача 48. На «Диком Западе» имела место следующая ситуация. Группа из пяти индейцев взяла в осаду лагерь, охраняемый четырьмя белыми. У лагеря два входа: E_1 и E_2 . Разведчик белых установил, что перед входом E_1 находится как минимум один индеец, а перед входом E_2 — как минимум два индейца. Остальное распределение неизвестно. Командир осажденных может себя и остальных трех человек распределить по E_1 и E_2 , причем у каждого входа должен быть как минимум один человек. Предполагается, что численно превосходящая (у каждого входа) группа берет в плен всю группу противника без собственных потерь, в то время как при

равенстве сил перед каким-либо входом потерь нет с, обеих сторон. В качестве платежа (выигрыша) выступает разность числа пленных.

Определите все чистые стратегии обоих противников. Постройте платежную матрицу, считая игроком 1 обороняющуюся сторону. Редуцируйте матрицу, насколько это возможно, и найдите оптимальные стратегии сторон.

Вопросы:

1. С какой частотой белым следует использовать стратегию: расположить по два человека у каждого входа?
2. Кто больше в среднем захватит пленных — белые или индейцы?
3. Какова абсолютная величина разности числа захваченных обеими сторонами пленных?
4. С какой частотой белым следует использовать стратегию: расположить у первого входа одного, а у второго — трех человек?
5. С какой частотой индейцам следует использовать стратегию: расположить у первого входа трех, а у второго — двух воинов?

Задача 49. Имеются два предприятия, которые в дополнение к основной продукции могут выпускать побочную продукцию одного и того же назначения — пластмассовые игрушки. Известно, что они могут продавать ее в одном и том же городе. Игрушки немного отличаются по конструкции, оформлению, удобству и т.д. Первое предприятие может выпускать игрушки типа A_1, A_2, \dots, A_m второе — типа B_1, B_2, \dots, B_n . Себестоимость и цена игрушек у всех предприятий одинаковы. Всего в течение года продается N игрушек. Если первое предприятие выпускает игрушки типа A_i а второе — типа B_j , то первое предприятие продаст $r_{ij}N$ игрушек, второе — $(N - r_{ij}N)$. Каждое предприятие стремится получить максимальный доход от продажи игрушек.

Пусть $m = 4, n = 5, N = 300\,000$, цена (равновесная) одной игрушки составляет 20 руб., элементы матрицы $\{r_{ij}\}_{4,5}$ представлены в таблице:

Игрушки предприятия 2 \ Игрушки предприятия 1	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	0,2	0,7	0,4	0,8	0,3
A_2	0,8	0,5	0,1	0,3	0,7
A_3	0,4	0,6	0,9	0,5	0,6
A_4	0,7	0,3	0,5	0,3	0,5

Сформулируйте игру двух лиц, считая игроком 1 первое предприятие. Определите выигрыш (доход от продажи) каждого предприятия.

Вопросы:

1. Каков общий средний доход первого предприятия?
2. Каков общий средний доход второго предприятия?
3. Какое изделие следует выпускать первому предприятию с наибольшей вероятностью?
4. Какое изделие следует выпускать второму предприятию с наибольшей вероятностью?
5. Какова частота применения стратегии «Выпускать изделие B_2 »?

Задача 50. Сторона B посылает подводную лодку в один из n регионов. Сторона A , располагая m противолодочными кораблями, стремится обнаружить лодку противника. Сторона B стремится этого избежать. Вероятность обнаружения подводной лодки в j -ом регионе одним противолодочным кораблем равна $p_j (j=1, \dots, n)$.

Предполагается, что обнаружение лодки каждым кораблем является независимым событием. Сторона A может посылать в различные регионы разное количество кораблей (распределение

М кораблей по регионам и есть ее стратегия).

Пусть $m = 3$, $n = 2$, $p_1 = 0,4$, $p_2 = 0,6$.

Считая сторону A игроком 1, постройте игру и найдите оптимальное распределение противолодочных кораблей по регионам

Вопросы:

1. Каков средний выигрыш стороны A ?
2. С какой частотой стороне A следует посылать в регион 2 три противолодочных корабля?
3. С какой частотой стороне A следует посылать в регион 1 один противолодочный корабль?
4. С какой частотой стороне B следует посылать подводную лодку в регион 2?

Задача 51. Компания «Комуойл» производит на одном из своих заводов три марки неэтилированного бензина А-88, А-92 и А-95 из нефти, добываемой на трех месторождениях: на двух сибирских — тюменском и самотлорском — и на башкирском. Причем из Сибири нефть поступает по трубопроводу в смеси в количестве 250 т в сутки.

Нефть	Октановое число	Максимальный объем поставок	Цена, долл/т
Саматлорская	97	250	320
Тюменская	94		270
БАшкирская	84	150	250

Данные о нефти представлены в следующей таблице:

Марка бензина	Октановое число	Минимальный выпуск, т.	Цена, долл./т
А-88	88	90	450
А-92	92	70	500
А-95	95	100	550

Требуемые характеристики бензина:

Предположим, что других затрат, кроме затрат на покупку сырой нефти, нет. Определите оптимальную (с точки зрения максимума прибыли) суточную производственную программу завода.

Вопросы:

1. Какова максимальная прибыль завода?
2. Каков оптимальный выпуск бензина А-88?
3. Какова доля тюменской нефти в смеси, поступающей из Сибири?
4. Каковы общие затраты?

Задача 52. На кондитерской фабрике «Десерт» вследствие уменьшения спроса на ряд ее изделий освободилась часть производственных мощностей. Чтобы избежать сокращения численности

работающих, специалисты фабрики разработали технологию производства двух новых видов шоколадных конфет: шоколадных бочонков с коньяком, получивших название «Братец Иванушка» (БИ), и шоколадных шариков с вишней, названных «Сестрица Аленушка» (СА). Для изготовления любого нового вида конфет должны быть задействованы три производственные линии: производство шоколада, непосредственное изготовление конфет, упаковка и контроль. Первая и третья линии — общие для конфет обоих наименований. Доля

шоколада в общем весе одной конфеты БИ составляет 70%, а в конфете СА — 80%. Максимальная мощность линии по изготовлению шоколада (для новой продукции) составляет 250 кг в сутки. Производительность линии по изготовлению конфет БИ — 170 кг в сутки, конфет СА — также 170 кг. Удельные переменные затраты составляют: для конфет БИ — 180 руб./кг, для конфет СА — 150 руб./кг. Предполагается, что все изготовленные в течение суток конфеты будут проданы. В силу своей исключительности новые изделия не испытывают внешней конкуренции, однако они конкурируют друг с другом. В результате проведенного исследования были получены следующие зависимости объемов сбыта от цен:

$$x_1 = 500 - p_1 + 0,2p_2, \quad x_2 = 500 + 0,3p_1 - p_2,$$

где x_1 — произведенное (проданное) в течение суток количество конфет БИ, кг;

x_2 — произведенное (проданное) в течение суток количество конфет СА, кг;

p_1 — цена конфет БИ, руб./кг;

p_2 — цена конфет СА, руб./кг.

Определите производственную программу, при которой суточная прибыль фабрики от производства новой продукции максимальна.

Вопросы:

1. Какова максимальная прибыль фабрики?
2. Каков оптимальный выпуск конфет БИ?
3. Каков оптимальный выпуск конфет СА?
4. Какова оптимальная цена конфет БИ?
5. Какова оптимальная цена конфет СА?

Задача 53. На молочном комбинате помимо других продуктов производится также сырковая масса трех

наименований: «Изюминка», «Ваниль» и «Орешек» — жирности соответственно 6, 5 и 3%. В качестве основных исходных продуктов используются творог жирности 8, 7 и 2%, объемы суточных поставок которого составляют по 200 кг каждого вида, и сахар, имеющийся в количестве 70 кг в сутки.

По технологии для получения 1 кг сырковой массы «Изюминка» требуется 30 г сахара, для «Ванили» —

40 г и для «Орешка» — 60 г. Цена сырковой массы «Изюминка» равна 36 руб./кг, «Ванили» — 35 руб./кг, «Орешка» — 33 руб./кг.

Закупочная цена творога 8%-й жирности определяется зависимостью $(29 - 0,003x)$ руб./кг, где x — объем закупки (в кг). Аналогичные зависимости для творога 7%-й жирности $(27 - 0,008x)$ руб./кг и 2%-й жирности $(26 - 0,005x)$ руб./кг.

Минимальный выпуск для «Изюминки» 100 кг, «Ванили» 50 кг, «Орешка» 50 кг.

Постройте производственную программу, максимизирующую общую суточную прибыль.

Вопросы:

1. Какова максимальная прибыль?
2. Каков оптимальный объем производства сырковой массы «Орешек»?
3. Каков оптимальный объем производства сырковой массы «Ваниль»?

Задача 54. Горно-обогажительная фабрика получает из руды, поступающей из двух месторождений, никель, медь и серебро. Данные о количестве ценных металлов, получаемых из одной тонны руды каждого месторождения, приведены в следующей таблице: _

Металл	Выход металлов, т, из 1 т руды месторождения		Средние затраты (на 1 кг металла), тыс. руб./т, месторождения		Цена, тыс. руб./т	Минимальный выпуск, т
	1	2	1	2		
Никель	0,02	0,025	5	6	8	25
Медь	0,03	0,02	4	3,5	6	25
Серебро	0,001	0,0008	22	20	30	0,8

В течение месяца фабрика перерабатывает не более 1000 т руды. За счет увеличения (уменьшения) затрат можно изменить доли выхода металлов в пределах Γ \pm 10% по сравнению с приведенными в таблице. Предположим, что удельные затраты после изменения средних (приведенных в таблице) коэффициентов выхода металлов определяются зависимостью $s = (2k - 1) s_0$, где k показывает, во сколько раз изменяется средний выход металла из 1 т руды, а s_0 — средние удельные затраты. При этом предполагается, что общие затраты, связанные с изменением нескольких коэффициентов, аддитивны.

Постройте модель нелинейного программирования с учетом возможности изменения коэффициентов выхода металлов. Определите оптимальные значения коэффициентов, обеспечивающих максимум прибыли фабрики.

Вопросы:

1. Какова максимальная прибыль?
2. Каково оптимальное значение коэффициента выхода никеля из руды месторождения 2?
3. Каково оптимальное значение коэффициента выхода меди из руды месторождения 1?
4. Какое количество руды месторождения 2 следует использовать в производстве?

Задача 55. Завод производит два вида высококачественного паркета из дуба, отличающиеся формой и

толщиной деталей. Дефицитными ресурсами служат дубовая доска и специальная жидкость для пропитки деталей. Для производства 1 м² паркета первого вида требуется 0,01 м³ дубовой доски и 0,05 кг жидкости для пропитки. Для производства 1 м² паркета второго вида потребности в ресурсах составляют соответственно 0,02 м³ и 0,15 кг. Максимальное количество ресурсов за месяц: 20 м³ дубовой доски и 150 кг жидкости для пропитки.

Затраты на единицу первого ресурса (на 1 м³ дубовой доски) составляют $(1000 - 3r_1)$ руб./м³, где r_1 — объем дубовых досок, использованных в производстве паркета. Затраты на единицу второго ресурса (на 1 кг жидкости для пропитки) составляют $(500 - 0,5r_2)$ руб./кг, где r_2 — количество использованной в производстве паркета жидкости для пропитки. Предполагается, что других затрат нет. Оба вида паркета могут частично заменять друг друга, поэтому величины спроса на них взаимозависимы. Цена 1 м² паркета первого вида (руб./м²) определяется зависимостью $p_1 = 100 - 0,04x_1 - 0,01x_2$, а цена 1 м² паркета второго вида — зависимостью $p_2 = 210 - 0,008x_1 - 0,03x_2$, где x_1, x_2 — объемы производства (м²) паркета соответственно первого и второго вида.

В предположении, что весь паркет может быть продан, определите производственную программу завода, обеспечивающую максимум прибыли.

Вопросы:

1. Какова максимальная прибыль предприятия?
2. По какой цене следует продавать паркет первого вида?

3. По какой цене следует продавать паркет второго вида?
4. Какое количество жидкости для пропитки используется в производстве?
5. Каков оптимальный выпуск паркета второго вида?

Задача 56. Данная задача является одним из вариантов задачи формирования портфеля ценных бумаг

Клиент поручил брокерской конторе купить для него на 3 млн руб. акции четырех известных ему компаний. Сделка заключается на год. Клиент заинтересован в минимальном риске при условии, чтобы средний процент прибыли, обеспечиваемый портфелем акций к концу года, был не менее 9%.

Известно, что средние значения процентов годовой прибыли от акций компаний составляют соответственно 8,5; 13; 9 и 10%.

Дисперсии процентов прибыли: $s_{11} = 0,1$, $s_{22} = 0,19$, $s_{33} = 0,13$, $s_{44} = 0,14$.

Ковариации: $s_{12} = 0,05$, $s_{13} = 0,02$, $s_{14} = 0,03$, $s_{23} = 0,04$, $s_{24} = 0,03$, $s_{34} = 0,01$.

Вопросы:

1. Чему равна средняя годовая прибыль?
2. На какую сумму следует купить акции компании 1?
3. На какую сумму следует купить акции компании 2?
4. Какова минимальная дисперсия портфеля акций?

Задача 57. Мистер Бобров приобретает в течение года 1500 телевизоров для розничной продажи в своем магазине. Издержки хранения каждого телевизора равны 45 руб. в год. Издержки заказа — 150 руб.

Количество рабочих дней в году равно 300, время выполнения заказа — 6 дней.

Вопросы:

1. Каков оптимальный размер заказа?
2. Чему равны годовые издержки заказа?
3. Чему равна точка восстановления запаса?

Задача 58. Анна Васильева из компании «Сюрприз» продает 400 водяных кроватей в год, причем издержки хранения равны 1 тыс. руб. за кровать в день, а издержки заказа — 40 тыс. руб. Количество рабочих дней равно 250, время выполнения заказа — 6 дней.

Вопросы:

1. Каков оптимальный размер заказа?
2. Чему равна точка восстановления запаса?
3. Каков оптимальный размер заказа, если издержки хранения равны 1,5 тыс. руб.?

Задача 59. Мекки Мессер владеет маленькой компанией, которая выпускает электрические ножи. В среднем она может производить 150 ножей в день. Дневной спрос на ножи примерно равен 40 шт.

Фиксированные издержки производства составляют 100 руб., издержки хранения — 8 руб. за нож в год. В году 250 рабочих дней.

Вопросы:

1. Каков оптимальный размер производственного заказа?
2. Чему равны издержки хранения?
3. Чему равны совокупные издержки за год?

Задача 60. Годовой заказ на тостер «Слава» для магазина Марии Монеты — 3000 единиц, или 10 единиц в день. Издержки заказа равны 25 руб., издержки хранения — 0,4 руб. в день. Так как тостер «Слава» очень популярен, то в случае отсутствия товара покупатель обычно согласен

подождать, пока не поступит следующая партия товара. Однако издержки вследствие дефицита равны 0,75 руб. за тостер в день.

Вопросы:

1. Сколько тостеров будет заказывать Мария?
2. Каков максимальный дефицит?
3. Чему равны совокупные издержки?

Задача 61. Магазин Все для дома закупает линолеум размером 2 x 3 м² в компании Химические товары . В зависимости от размера заказа компания предлагает следующие скидки:

Размер заказа	9 кусков или менее	10+50 кусков	50 кусков и более
Цена 1 куска, тыс. руб.	18	17,5	17,25

Издержки заказа равны 45 тыс. руб. Годовые издержки хранения составляют 50% от закупочной цены, годовой спрос на линолеум равен 100 кускам. Определите оптимальный размер заказа.

Задача 62. Мебельный салон Антик продает в год около 1000 спальных гарнитуров по цене 50 тыс. руб. Размещение одного заказа на поставку гарнитуров обходится в 40 тыс. руб. Годовая стоимость хранения гарнитура составляет 25% его цены. Салон может получить у поставщика скидку в 3%, если размер заказа составит не менее 200 гарнитуров. Следует ли салону воспользоваться этой скидкой?

Задача 63. Система банка Автодор позволяет клиенту совершать некоторые банковские операции, не выходя из машины. Утром в рабочие дни прибывает в среднем 24 клиента в час. Прибытие клиентов описывается законом Пуассона. Время обслуживания распределено экспоненциально со средней скоростью обслуживания 36 клиентов в час.

Определите следующие характеристики системы:

- среднее число клиентов в очереди;
- среднее число клиентов в системе;
- среднее время ожидания;
- среднее время, которое клиент проводит в системе.

Вопросы:

1. Сколько клиентов в среднем прибывает за 5 мин?
2. Каковы вероятности того, что ровно 0, 1, 2, 3 клиента придут за 5 мин?
3. Если в течение 5 мин прибывает более 3 клиентов, то возникает проблема перегруженности системы. Какова вероятность возникновения такой проблемы?
4. Каковы вероятности того, что время обслуживания составит: а) не более 1 мин; б) не более 2 мин; в) более 2 мин?
5. Какова вероятность того, что прибывающему клиенту придется ждать обслуживания?
6. Каковы вероятности того, что в системе находится: а) 0 клиентов; б) 3 клиента; в) более 3 клиентов?

Задача 64. Автосервис решил нанять механика для того, чтобы он менял старые покрышки на новые. На это место есть два кандидата. Один из них имеет ограниченный опыт и может быть нанят за 7 долл. В час. Ожидается, что этот механик сможет обслуживать 3 клиента в час. Другой механик более опытен, он в состоянии обслужить 4 клиента в час, но его можно нанять

на работу за 10 долл. в час. Клиенты прибывают со скоростью 2 клиента в час. Компания оценивает издержки по ожиданию клиентами своей очереди в 15 долл. в час. Предполагая пуассоновское распределение прибытия и экспоненциальное — времени обслуживания, определите:

среднее время, которое клиент проводит в очереди;

среднюю длину очереди;

среднее время, которое клиент проводит в системе обслуживания;

среднее число клиентов в системе обслуживания;

вероятность того, что система обслуживания окажется свободной при условии найма одного или другого механика.

Вопросы:

1. Какого механика следует нанять, чтобы обеспечить меньшие совокупные издержки?
2. Каковы минимальные совокупные издержки?

Задача 65. □У Петра□ — маленький магазин с одним прилавком. Предположим, что покупатели прибывают в магазин по закону Пуассона со средней скоростью 15 покупателей в час. Время обслуживания распределено экспоненциально, средняя скорость обслуживания — 20 покупателей в час.

Рассчитайте:

среднее время, которое покупатель проводит в очереди;

среднюю длину очереди;

среднее время, которое покупатель проводит в магазине;

среднее число покупателей в магазине;

вероятность того, что в магазине не окажется покупателей.

Владелец магазина установил, что затраты, связанные с ожиданием, выражаются в снижении спроса и равны 2 долл. за один час ожидания. Он решил ограничить среднее время ожидания обслуживания пятью минутами. Можно попытаться достигнуть этого, реализовав одну из следующих альтернатив:

A. Нанять продавца, который бы выполнял заказ, в то время как кассир рассчитывается с покупателем (часовая оплата каждого — 3 долл.). Это позволит увеличить среднюю скорость обслуживания до 30 покупателей в час.

B. Нанять второго кассира (часовая оплата — 3 долл.), тем самым создав в магазине двухканальную очередь (средняя скорость обслуживания — 20 клиентов в час для каждого работника).

Вопрос: Какую альтернативу следует выбрать?

Задача 66. В верхнем течении Волги построена новая станция по обслуживанию речных судов. Суда прибывают по закону Пуассона со средней скоростью 5 судов в час. Время обслуживания распределено экспоненциально со средней скоростью обслуживания 10 судов в час. В среднем издержки по простоям речного судна составляют 100 долл./ч, а издержки по обслуживанию дока — 75 долл./ч.

Вопросы:

1. Какова вероятность того, что док будет пуст?
2. Каково среднее число судов в очереди?
3. Каково среднее время ожидания обслуживания?
4. Каково среднее время пребывания в доке?
5. Администрация станции рассматривает возможность введения в строй еще одного дока с той же скоростью обслуживания. Есть ли в этом необходимость?

Задача 67. □Гибкий путь□ — небольшой супермаркет в одном из районов города. Покупатели прибывают в магазин по закону Пуассона со средней скоростью 15 человек в час. На выходе из супермаркета стоит один кассовый аппарат, и обслуживает его один кассир. Время, затраченное на расчеты с клиентом, распределено экспоненциально и в среднем равно 3 мин.

Владелец магазина решил приобрести второй кассовый аппарат в целях сокращения времени, проводимого клиентами в очереди, для чего необходимо нанять второго кассира. Часовая оплата кассира — 2 долл. Затраты, связанные с ожиданием в очереди, приводят к снижению потребительского спроса и оцениваются в среднем в 3 долл. за час.

Вопросы:

1. Есть ли необходимость в приобретении второго кассового аппарата с точки зрения экономического эффекта? (Амортизационные отчисления от приобретенного кассового аппарата и затраты на его обслуживание пренебрежимо малы, поэтому в расчетах их можно не учитывать.)
2. Приобретение третьего кассового аппарата приведет к дальнейшему сокращению очереди, но есть ли в этом необходимость с точки зрения экономического эффекта?

Задача 68. Предприятие быстрого питания обслуживает клиентов, прибывающих на автомашинах по закону Пуассона со средней скоростью 24 машины в час. Время обслуживания распределено экспоненциально. Клиенты делают свой заказ, а затем отъезжают, чтобы оплатить и получить заказанное. Каждый час, который клиент проводит в очереди, оценивается в 25 долл. Оплата служащим равна 6,5 долл. в час. Помимо зарплаты для обеспечения работы каждого из каналов надо тратить 20 долл. в час.

Рассматриваются следующие возможные конфигурации системы:

A. Одноканальная система с одним служащим, выполняющим заказы и принимающим оплату. Среднее время обслуживания клиента — 2 мин.

B. Одноканальная система с одним служащим, выполняющим заказ, и другим служащим, принимающим оплату. Среднее время обслуживания — 1,25 мин.

C. Двухканальная система с двумя служащими, каждый из которых выполняет заказы и принимает оплату. Среднее время обслуживания — 2 мин для каждого из служащих.

Для каждой конфигурации системы определите:

вероятность того, что в системе нет машин;

среднее число машин в очереди;

среднее время ожидания обслуживания;

среднее время пребывания в системе;

среднее число машин в системе;

вероятность того, что вновь прибывшей машине придется ждать.

Вопрос: Какой из вариантов требует меньших затрат?

Задача 69. Механики компании □Автосервис□ прибывают на главный склад за запчастями со средней скоростью 4 механика в минуту. Сейчас на складе один работник. Каждый механик в среднем находится на складе 4 мин. Найдите:

среднее число клиентов в системе;

среднее время обслуживания одного клиента в системе;

среднее число клиентов в очереди.

Опыт использования двух работников на складе показал, что время ожидания механиком своей очереди снизилось. Определите для двухканальной системы:

среднее число клиентов в системе;

среднее время обслуживания одного клиента в системе;

среднее число клиентов в очереди.

Механик получает 1200 руб. в час, а работник отдела запчастей — 720 руб. в час.

Вопрос: Какая из двух систем (одноканальная или двухканальная) более экономична?

Задача 70. Автоматическая мойка машин может обслужить 10 машин в час. Машины прибывают по закону Пуассона со средней скоростью 24 автомашины за 8-часовой рабочий день. Система одноканальная.

Вопросы:

1. Чему равно среднее число автомобилей в очереди?
2. Чему равно среднее время ожидания?
3. Какую часть рабочего времени система занята?

Задача 71. Компания «Жалюзи на дом» решила довести число своих машин до 8. Президент компании интересуется, стоит ли в этом случае нанимать на работу второго механика в помощь к одному имеющемуся. Средняя скорость прибытия на ремонт равна 0,05 раза в час для каждой машины, средняя скорость обслуживания — 0,5 машины в час. Каждый механик получает 20 долл. в час, а стоимость простоя машины составляет 80 долл. в час.

Рассчитайте следующие операционные характеристики, если компания оставляет единственного механика:

вероятность того, что все машины работают и механик простаивает;
 среднее число ожидающих ремонта машин;
 среднее число машин в системе (машины в очереди и на обслуживании);
 среднее время ожидания начала ремонта;
 среднее время нахождения в системе (ожидание и ремонт).

Используя компьютерную программу, рассчитайте те же характеристики для случая с двумя механиками.

Вопрос:

Сколько механиков следует нанять с экономической точки зрения?

Задача 71. В распоряжении магазина находится 10 грузовиков. Грузовики прибывают в магазин в случайном порядке в течение дня для погрузки-разгрузки. Каждый грузовик прибывает на обслуживание дважды за 8-часовой рабочий день. Средняя скорость обслуживания — 4 грузовика в час. Поток грузовиков описывается пуассоновским распределением, время обслуживания — экспоненциальным. Определите:

вероятность того, что ни один грузовик не ожидает погрузки-разгрузки;
 среднее число грузовиков в очереди;
 среднее число грузовиков у магазина (грузовики в очереди и на погрузке-разгрузке);
 среднее время ожидания в очереди.

Вопрос: Каковы часовые издержки по функционированию системы, если в час издержки на каждый грузовик равны 50 долл., а на работы с грузовиками — 30 долл.? __

Задача 72. Компания Шустрова обслуживает и сдает внаем квартиры в большом жилом комплексе. Иван Шустров хотел бы оценить предполагаемые затраты на замену компрессоров для кондиционирования воздуха. Он хотел бы определить число компрессоров, выходящих из строя ежегодно в течение 20 лет. Используя данные по аналогичному жилому комплексу, которым его компания владеет в другом городе, Шустров получил относительные частоты выхода компрессоров из строя:

Число компрессоров, вышедших из строя	Вероятность (относительная частота)
0	0,06
1	0,13
2	0,25
3	0,28
4	0,20
5	0,07
6	0,01

Он решил провести имитационный эксперимент, используя двузначные случайные числа, начиная с числа 37 второй строки таблицы случайных чисел (см. Приложение 2).

Вопросы:

1. Найдутся ли последовательно три года, в каждом из которых из строя выйдет ровно один компрессор?
2. Найдутся ли последовательно три года, в каждом из которых из строя выйдут ровно два компрессора?

Задача 73. Количество машин, прибывающих на автомойку Марка Беззаботного каждый час, за последние 200 часов ее работы приведено в следующей таблице:

Число машин, прибывающих каждый час	Частота
3 и менее	0
4	20
5	30
6	50
7	60
8	40
9 и более	0
<i>Итого</i>	200

Постройте распределение вероятностей и интегральное распределение вероятностей для количества прибывающих машин. Определите для этой переменной интервалы случайных чисел. Сымитируйте прибытие машин в течение 15 часов работы мойки.

Выберите необходимые для имитации случайные числа из четвертой строки таблицы случайных чисел, начиная со значения 69

Вопросы:

1. Сколько машин прибудет в первый час?
2. Сколько машин в среднем прибывает в час?

Задача 74. Грузенные баржи, отправляемые вниз по Волге из индустриальных центров, к вечеру достигают Астрахани. Число барж, ежедневно входящих в док, колеблется от 0 до 5. Вероятность прихода 0, 1, ..., 5 барж, а также количество разгружаемых барж и соответствующие вероятности указаны в следующих таблицах:

Число барж	Вероятность
0	0,13
1	0,17
2	0,15
3	0,25
4	0,2
5	0,1

Ежедневный темп разгрузки	Вероятность
1	0,03
2	0,12
3	0,4
4	0,28
5	0,12
6	0,05

Сымитируйте 15 дней работы порта. Используйте для генерирования числа прибывающих барж случайные числа с начала первой строки таблицы случайных чисел, а для генерирования числа разгруженных барж — с начала второй строки этой таблицы (см. Приложение 2).

Вопросы:

1. Сколько в среднем барж простаивает в день?
2. Сколько в среднем барж приходит ежедневно?
3. Сколько в среднем барж разгружается ежедневно?

Задача 75. Центральный травматологический пункт в Москве имеет шесть отделений:

- 1) приемное (где может быть оказана неотложная помощь и ставится диагноз) — *A*;
- 2) рентгеновское — *B*;
- 3) операционное — *C*;
- 4) протезное — *D*;
- 5) диагностическое (где проводится обследование для уточнения диагноза) — *E*;
- 6) выписки (где оформляются больничные документы и осуществляется оплата) — *F*.

Вероятности перехода пациента из одного отделения в другое указаны в следующей таблице:

Из отделения	В отделение	Вероятность	Из отделения	В отделение	Вероятность
<i>A</i>	<i>B</i>	0,45	<i>C</i>	<i>D</i>	0,25
	<i>C</i>	0,15		<i>E</i>	0,70
	<i>E</i>	0,10		<i>F</i>	0,05
	<i>F</i>	0,30	<i>D</i>	<i>E</i>	0,55
<i>B</i>	<i>C</i>	0,10		<i>B</i>	0,05
	<i>D</i>	0,25		<i>F</i>	0,40
	<i>E</i>	0,35	<i>C</i>	0,15	
	<i>F</i>	0,30	<i>B</i>	0,15	
			<i>E</i>	<i>F</i>	0,70

Сымитируйте передвижение в травматологическом пункте для 10 пациентов. Рассматривайте одного пациента в течение всего времени с момента, когда он поступает в приемное отделение, и до момента, когда он выписывается. Вам следует учитывать, что пациент может попадать в одно и то же отделение более одного раза. Используйте для генерирования переходов случайные числа из пятой строки таблицы случайных чисел (см. Приложение 2).

Вопросы:

1. Сколько раз (максимум) один пациент посетит отделение *B*?
2. Сколько раз в среднем один пациент посетит отделение *D*?

Задача 76. Штаб военно-воздушной дивизии использует большое количество компьютерных графопостроителей. Графопостроитель наносит на лист бумаги линии в различных направлениях до тех пор, пока не будет сделан весь рисунок. В графопостроителе используется четыре пера различных цветов. Каждое перо может выйти из строя. В этом случае выходит из строя весь графопостроитель и требуется замена соответствующего пера. В штабе замена проводится каждый раз, когда перо выходит из строя. Инженер, обслуживающий графопостроители, предложил при выходе из строя одного пера проводить замену сразу всех четырех перьев. Это должно уменьшить число выходов из строя графопостроителей. На замену одного пера требуется один час, на замену всех

Каждое перо стоит 8 тыс. руб.
 Время, проходящее между выходами графопостроителя из строя, распределяется следующим образом:

- а) при замене одного пера
- б) при замене четырех перьев

Время между поломками, ч	Вероятность
10	0,05
20	0,15
30	0,15
40	0,20
50	0,20
60	0,15
70	0,10

Время между поломками, ч	Вероятность
100	0,15
110	0,25
120	0,35
130	0,20
140	0,05

Сымитируйте две различные стратегии и определите лучшую. Используйте для генерирования поломок случайные числа из четвертой строки таблицы случайных чисел (см. Приложение 2). Проведите десять испытаний.

Вопросы:

1. Следует ли заменять сразу все четыре пера?
2. Какую экономию обеспечивает лучшая стратегия в течение месяца работы графопостроителя?

Задача 77. Доктор Елена Прекрасная имеет зубоврачебную практику в Москве. Елена составляет расписание своего приема для того, чтобы пациентам не пришлось долго ожидать. В таблице приведено расписание на 20 мая:

Пациент	Время приема, назначенное пациенту	Предполагаемое время обслуживания
Иванов	9:30	15
Новиков	9:45	20
Грачев	10:15	15
Васильева	10:30	10
Сычев	10:45	30
Галеев	11:15	15
Гринев	11:30	20
Лапин	11:45	15

К сожалению, не все пациенты приходят точно к назначенному времени. К тому же и время обслуживания нельзя указать точно. Опыт Елены указывает на то, что:

- а) 20% пациентов придут на 20 мин раньше;
- б) 10% — на 10 мин раньше;
- в) 40% — вовремя;

- г) 25% — на 10 мин позже;
 д) 5% — на 20 мин позже.

Кроме того:

- а) в 15% случаев на обслуживание понадобится на 20% меньше времени, чем указано;
 б) в 50% — столько, сколько указано;
 в) в 25% — на 20% больше времени;
 г) в 10% — на 40% больше времени.

Доктор Елена Прекрасная хотела бы закончить прием 20 мая в 12:15 для того, чтобы вылететь в Минск на конференцию стоматологов. В этот день Елена готова начать прием в 9:30. Пациенты обслуживаются в порядке, указанном в расписании (даже если один пациент приходит раньше, чем назначенный на прием перед ним).

Используйте для генерирования времени прихода и обслуживания пациентов случайные числа из первой строки таблицы случайных чисел (см. Приложение 2).

Вопросы:

1. На сколько минут позже желательного срока закончится прием?
2. Скольким пациентам, пришедшим вовремя, придется ожидать приема?

Задача 78. Магазин Петушкова поддерживает на складе запас 30-ведерных водонагревателей для владельцев индивидуальных домов. Хозяин магазина хотел бы иметь под рукой максимальный запас водонагревателей, чтобы удовлетворить любой спрос. Однако он понимает, что это невыгодно из-за высокой стоимости их хранения. Он проследил за объемом продаж водонагревателей за последние 50 недель и отметил следующее:

Объем продаж водонагревателей за неделю	Число недель, в которые наблюдался этот объем продаж
4	6
5	5
6	9
7	12
8	8
9	7
10	3

Используйте для имитации седьмую строку таблицы случайных чисел (см. Приложение 2).

Вопросы:

1. Если Петушков будет иметь еженедельный запас в 8 водонагревателей, то сколько раз за 20 недель ему не хватит этого запаса для удовлетворения спроса?
2. Каков объем продаж за 20 недель?

Задача 79. Владелец магазина Петушков уточнил данные о продаже водонагревателей (см. задачу 7), проведя учет за 100 недель, и построил следующее распределение объема продаж:

Объем продаж водонагревателей за неделю	Число недель, в которые наблюдался этот объем продаж
---	--

3	2
4	5
5	10
6	15
7	25
8	21
9	12
10	10

Определите объем упущенных продаж в новых условиях. Используйте для имитации шестую строку таблицы случайных чисел (см. Приложение 2).

Вопросы:

1. Чему равен объем упущенных реализации за 20 недель, если еженедельный запас водонагревателей равен 8?
2. Чему равно среднее число продаж в неделю?

Задача 80. Маша Кондратьева, аспирантка МГУ, испытывает некоторые проблемы с личным бюджетом. Ее доход складывается из стипендии и гонораров за реферативные статьи. Распределение уровня ее доходов в месяц показано в следующей таблице:

Доход, руб	Вероятность
350	0,4
400	0,2
450	0,3
500	0,1

Предполагается, что доход поступает на ее счет и учитывается в начале следующего месяца. Расходы Маши также меняются от месяца к месяцу и подчиняются следующему распределению вероятностей:

Доход, руб	Вероятность
300	0,1
400	0,45
500	0,3
600	0,15

В начале текущего года обучения на ее счете было 600 руб. Сымитируйте текущий год (12 месяцев) и оцените финансовое положение Маши. Предполагается, что реальные расходы

Маши не могут превышать суммы на счете. Используйте для имитации шестую строку таблицы случайных чисел (см. Приложение 2).

Вопросы:

1. Сколько месяцев из 12 Маша будет испытывать дефицит бюджета?
2. Какая сумма останется на счете у Маши в конце текущего года?

Задача 81. Даша Василькова — менеджер московского салона фирмы □Мерседес-Бенц□. В последние 100 месяцев объем продаж фирмы колеблется от 6 до 12 новых автомобилей. Частота различных объемов продаж показана в следующей таблице:

Даша заказа	Объем продаж в месяц, шт	Число месяцев, в которые наблюдался этот объем продаж
	6	8
	7	11
	8	17
	9	33
	10	25
	11	3
	12	3

считает, что продажа будет идти в тех же объемах еще 24 месяца. Время выполнения на поставки распределяется следующим образом:

Время поставок, мес.	Вероятность
1	0,44
2	0,33
3	0,16
4	0,07

Даша Василькова каждый раз заказывает 21 автомобиль (3 трейлера по 7 автомобилей в каждом); при этом новый заказ можно делать тогда, когда запас в магазине снижается до 12 автомобилей и только после выполнения предыдущего заказа. Сымитируйте эту стратегию в течение 24 месяцев.

Используйте для имитации вторую строку таблицы случайных чисел (см. Приложение 2).

Считайте, что:

- а) начальный запас составляет 28 автомобилей;
- б) затраты на хранение одной автомашины составляют в месяц 0,6 тыс. руб.;
- в) одна упущенная продажа приносит убыток в среднем 4,35 тыс. руб.;
- г) один заказ обходится в 0,57 тыс. руб.

Вопросы:

1. Сколько заказов придется сделать за два года?
2. Чему равны издержки данной стратегии?

Недельный спрос, тыс. дм ²	Вероятность
6	0,05
7	0,15
8	0,2
9	0,3
10	0,2
11	0,1

Задача 82. Фирма □Веста□ — производитель промышленных моечных машин. Одной из

комплектующих деталей в производственном процессе является стальной лист размером 8 x 10 дм. Сталь поставляется на контрактной основе компанией «Уралсталь», причем еженедельный объем поставок может составлять 8 или 11 тыс. дм² (45% шансов на то, что объем поставок составит 8 тыс. дм², и 55% шансов на то, что 11).

Распределение величины потребности в стали показано в следующей таблице:

Фирма «Веста» может хранить на складе не более 25 тыс. дм² стали одновременно. Сымитируйте заказы на сталь и ее использование в течение 20 недель. Начните первую неделю с нулевого запаса на складе. Если запас на конец недели окажется отрицательным, то восполните необходимую разницу из следующего заказа. Используйте для имитации третью строку таблицы случайных чисел (см. Приложение 2).

Вопросы:

1. Требуется ли фирме «Веста» дополнительные складские помещения?
2. Какое количество стали будет на складе фирмы в конце 20 недели?

Задача 83. Руководство завода предполагает провести комплекс организационно-технических мероприятий в целях модернизации производства. Мероприятия потребуют следующих затрат производственных площадей, трудовых и финансовых ресурсов:

Мероприятие	Трудовые ресурсы, человекодни	Финансовые ресурсы, тыс. руб.	Производственные площади, м ²	Экономический эффект, тыс. руб.
Закупка станков с ЧПУ	350	400	130	13 000
Текущий ремонт	250	90	—	3000
Монтаж транспортного конвейера	100	60	300	8000
Установка рельсового крана	200	300	150	12 000
Ввод системы контроля качества	130	—	150	2500
Разработка АСУП	800	500	100	15 000

На реализацию всех мероприятий завод может выделить трудовых ресурсов 1300 человекодней, финансовых — 10 млн руб., производственных площадей — 700 м².

Определите мероприятия, которые следует провести, располагая этими ресурсами, с тем чтобы общий экономический эффект был максимальным.

Вопросы:

1. Каков максимальный экономический эффект от проведения мероприятий?
2. Какое количество мероприятий следует провести?

Задача 84. В текущем году заводу необходимо:

- 1) закупить два универсальных станка с ЧПУ общей стоимостью 200 тыс. руб. Для этого требуются трудовые ресурсы в объеме 250 человекоднев и производственные площади 100 м²;
 2) смонтировать транспортный конвейер стоимостью 100 тыс. руб. Необходимы трудовые ресурсы 190 человекоднев и производственные площади 200 м².

Для проведения этих мероприятий завод располагает финансовыми ресурсами 250 тыс. руб., трудовыми — 200 человекоднев и производственными площадями 200 м².

Недостаток средств и ресурсов можно компенсировать, проведя некоторые из следующих мероприятия:

- 1) внедрить новые резцы для обработки металла. Экономия трудозатрат — 130 человекоднев, финансовые затраты — 50 тыс. руб.;
- 2) провести профилактический ремонт станочного парка. Трудозатраты — 10 человекоднев, прибыль — 20 тыс. руб.;
- 3) внедрить систему контроля качества продукции. Экономия трудозатрат — 190 человекоднев, затраты производственных площадей — 50 м², прибыль — 5 тыс. руб.;
- 4) реализовать устаревшее оборудование. Трудозатраты — 60 человекоднев, высвобождение производственных площадей — 200 м², прибыль — 300 тыс. руб.;
- 5) провести инвентаризацию запасов материальных ресурсов. Трудозатраты — 20 человекоднев, высвобождение производственных площадей — 150 м².

Вопрос: Какое минимальное количество мероприятий следует провести, чтобы закупить станки с ЧПУ и смонтировать транспортный конвейер?

Задача 85. В Сибири работают четыре химических завода. Они участвуют в конкурсе на размещение госзаказа по производству изделий пяти наименований в следующем объеме:

Изделие	1	2	3	4	5
Объем, шт.	350	250	400	150	150

Каждый завод представил несколько вариантов годовой производственной программы по выполнению госзаказа и соответствующие финансовые условия контракта:

	Варианты завода 1			Варианты завода 2		Варианты завода 3			Варианты завода 4	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Изделие 1	100	200	200	50	80	—	—	100	100	50
Изделие 2	200	100	150	—	—	200	250	100	40	60
Изделие 3	300	250	250	120	100	100	50	50	60	100
Изделие 4	100	50	100	100	50	—	—	—	50	—
Изделие 5	50	100	80	—	—	100	100	80	150	100
Объем финансирования, млн руб	12	16	14	7	9	16	15	17	5	8

Вопросы:

1. Каковы минимальные затраты на выполнение заказа?
2. Следует ли реализовать вариант 2 завода 1?

Задача 86. Нефтеперерабатывающее предприятие использует в производстве нефть трех сортов. Резервные запасы нефти каждого сорта должны быть не меньше соответственно 20,40 и 60 тыс. т. Для хранения нефти могут быть использованы четыре резервуара вместимостью 25, 30, 35,40 тыс. т. Затраты на хранение 1 т нефти сорта 2 на 10% выше, чем затраты для нефти сорта 1, а для сорта 3 на 20% выше, чем для сорта 1. Смешение нефти разных сортов при хранении не допускается.

Вопросы:

1. Сколько резервуаров следует использовать?
2. Нефть какого сорта следует хранить в резервуаре вместимостью 30 тыс. т?

Задача 87. Объединение кабельной промышленности состоит из трех заводов. Номенклатура выпускаемых изделий включает три позиции: кабель силовой, провод для осветительных установок и провод обмоточный. На трехлетний период планирования разработаны три варианта развития завода 1, два варианта развития завода 2 и один — завода 3. Производство кабельных изделий (в тыс. м) по годам приведено в следующей таблице:

		Кабель силовой			Провод для осветительных установок			Провод обмоточный			Затраты на 3 года, млн руб.
		Год 1	Год 2	Год 3	Год 1	Год 2	Год 3	Год 1	Год 2	Год 3	
Варианты завода 1	1	6,9	8,0	10,0	37	44	53	2,8	3,0	4,0	1557
	2	7,0	7,0	8,6	25	—	—	3,0	18,0	20,2	1399
	3	7,0	7,8	8,7	30	—	—	6,0	18,0	20,0	1034
Варианты завода 2	4	19,2	23,0	28,0	—	—	—	12,8	15,0	18,0	2822
	5	15,8	18,0	22,2	—	—	—	16,0	18,5	20,8	3044
Варианты завода 3	6	—	—	—	—	864	950	—	—	—	364
Потребность по годам, тыс. м		15	17	25	20	300	450	10	15	10	

Определите план выпуска продукции на трех заводах, обеспечивающий удовлетворение заданной потребности в кабельных изделиях с минимальными затратами.

Вопросы:

1. Каковы минимальные затраты?
2. Следует ли использовать вариант 3 для завода 1?

Задача 88. В последующие два года добыча угля К2 должна возрасти на 180 и 234 тыс. т соответственно, а угля СС — на 150 и 195 тыс. т. Для обеспечения роста добычи могут быть введены в действие три шахты. Для каждой из них разработаны два варианта добычи угля. Для

первого года с момента ввода шахты данные по объемам добычи (тыс. т) приведены в следующей таблице:

	Шахта 1		Шахта 2		Шахта 3	
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 1	Вариант 2
К2	80	120	30	50	60	40
СС	130	70	90	40	90	60
Затраты, тыс. руб.	100	120	50	40	70	50

На второй год с момента ввода:

на шахте 1 добыча угля К2 и СС выше по обоим вариантам на 10% при росте затрат на 10%;
на шахте 2 по первому варианту добыча К2 больше на 10%, а добыча СС меньше на 10% при неизменных затратах, по второму варианту добыча К2 меньше на 10%, а добыча СС больше на 10% при неизменных затратах;

на шахте 3 по обоим вариантам объем добычи и затраты те же, что и для первого года.

Любая шахта может быть введена как в первый, так и во второй год планового периода.

Введенные мощности продолжают использоваться в последующие периоды времени.

Составьте план ввода мощностей по добыче угля, обеспечивающий выполнение плановых заданий с минимальными затратами.

Вопросы:

1. Каковы минимальные затраты?
2. Следует ли использовать вариант 1 развития шахты 2?

Задача 89. Для реконструкции машиностроительного предприятия было представлено 10 проектов, каждый из которых характеризуется четырьмя агрегированными показателями: затратами труда, энергии, материалов, денежных средств, а также ежегодной прибылью в случае реализации проекта.

Соответствующие данные и объем имеющихся ресурсов приведены в таблице:

Проект	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ре-сурс-сы
Труд, норма-часы	50	60	30	40	80	70	50	20	40	50	300
Энергия, тыс. кВт·ч	4	4	2	5	5	2	3	6	6	3	24
Материалы, млн руб.	3	2	4	5	3	2	4	2	2	3	20
Денежные средства, млн руб.	7	5	9	6	4	3	7	2	4	5	30
Прибыль, млн руб.	9	8	8,5	8,8	9	8	9	8,7	8,9	8	

При выборе проектов необходимо учесть ряд ограничений технологического характера:

- 1) одновременно может быть реализовано не более семи проектов;
- 2) проекты 5 и 8 исключают друг друга;
- 3) проект 1 может быть реализован лишь при условии реализации проекта 2;
- 4) проект 4 может быть реализован лишь при условии реализации хотя бы одного из двух проектов: либо проекта 3, либо проекта 10.

Вопросы:

1. Какова максимальная прибыль?
2. Следует ли реализовывать проект 3?

Задача 90. Имеются одинаковые заготовки, которые могут быть раскроены тремя способами и из которых могут быть получены не менее 10 деталей первого типоразмера, не менее 8 деталей второго типоразмера и не менее 10 деталей третьего типоразмера.

Способы раскроя представлены в следующей матрице:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 0 \end{bmatrix},$$

где a_{ij} — количество деталей типоразмера i , получаемое из одной заготовки путем ее раскроя способом j .

Количество заготовок, раскраиваемых каждым способом, должно быть целым и не превышать 4. Отходы от одной заготовки для каждого из способов раскроя составляют соответственно 4,5 и 5 см. Выполните раскрой с минимальными суммарными отходами.

Вопросы:

1. Сколько заготовок должно быть раскроено вторым способом?
2. Чему равны минимальные суммарные отходы?

Задача 91. Лукерья Скальпель — администратор больницы в Почаеве. Она решает, следует ли сделать к больнице большую пристройку, маленькую пристройку или не делать пристройки вообще. Если население Почаева будет продолжать расти, то большая пристройка могла бы приносить ежегодно прибыль в 150 тыс. руб. Если будет сделана маленькая пристройка, то она может приносить больнице 60 тыс. руб. прибыли ежегодно при условии, что население будет увеличиваться. Если население Почаева не будет увеличиваться, то сооружение большой пристройки принесет больнице убыток в 85 тыс. руб., а маленькой — в 45 тыс. руб. К сожалению, у Лукерьи нет информации о том, как будет изменяться численность населения Почаева.

Постройте таблицу решений. Определите наилучшую альтернативу, используя критерий безразличия.

Вопросы:

1. Чему равно значение EMV для наилучшей альтернативы?
2. Получена дополнительная информация: вероятность роста населения равна 0,6, вероятность того, что его численность останется неизменной, — 0,4. Определите наилучшее решение, используя критерий максимизации ожидаемой стоимостной оценки. Чему равно значение EMV для наилучшей альтернативы при наличии дополнительной информации?
3. Какова ожидаемая ценность дополнительной информации?

Задача 92. Тамара Пончик предполагает построить ресторан недалеко от университетского общежития. Один из возможных вариантов — предусмотреть в нем пивной бар. Другой вариант не связан с продажей пива. В обоих случаях Тамара оценивает свои шансы на успех как 0,6 и на неудачу как 0,4.

Предварительные обсуждения показывают, что план, связанный с продажей пива, может принести 325 тыс. руб. прибыли. Без продажи пива можно заработать 250 тыс. руб. Потери в случае открытия ресторана с баром составят 70 тыс. руб., в случае ресторана без бара — 20 тыс. руб.

Выберите альтернативу для Тамары Пончик на основе средней стоимостной оценки в качестве критерия.

Вопросы:

1. Следует ли реализовать план, предусматривающий продажу пива?
2. Чему равно значение EMV для наилучшей альтернативы?

Задача 93. «Фотоколор» — небольшой магазин, торгующий химическими реактивами, которые используются некоторыми фотостудиями при обработке пленки. Один из продуктов, который предлагает «Фотоколор», — фиксаж ВС-6. Адам Полутонов, директор магазина, продает в течение месяца 11, 12 или 13 ящиков ВС-6. От продажи каждого ящика фирма получает 35 тыс. руб. прибыли.

Фиксаж ВС-6, как и многие фотореактивы, имеет малый срок годности. Поэтому, если ящик не продан к концу месяца, Адам должен его уничтожить. Так как каждый ящик обходится магазину в 56 тыс. руб., он теряет их в случае, если ящик не продан к концу месяца. Вероятность продать 11, 12 или 13 ящиков в течение месяца равна соответственно 0,45; 0,35 и 0,2.

Вопросы:

1. Сколько ящиков закупать фирме для продажи ежемесячно?
2. Какова ожидаемая стоимостная оценка этого решения?
3. Сколько ящиков следовало бы закупать, если бы Адам мог достать фиксаж ВС-6 с добавкой, которая значительно продлевает срок его годности?

Задача 94. Компания «Молодой сыр» — небольшой производитель различных продуктов из сыра. Один из продуктов — сырная паста — продается в розницу. Вадим Ароматов, менеджер компании, должен решить, сколько ящиков сырной пасты следует производить в течение месяца. Вероятность того, что спрос на сырную пасту в течение месяца будет 6, 7, 8 или 9 ящиков, равна соответственно 0,1; -0,3; 0,5; 0,1. Затраты на производство одного ящика пасты составляют 45 тыс. руб. Ароматов продает каждый ящик по цене 95 тыс. руб. Если сырная паста не продается в течение месяца, то она портится и компания не получает дохода.

Вопросы:

1. Сколько ящиков следует производить в течение месяца?
2. Какова ожидаемая стоимостная оценка этого решения?

Задача 95. Дмитрий Мухин не знает, что ему предпринять. Он может открыть в своей аптеке или большую, или маленькую секцию проката видеокассет. Мухин может получить дополнительную информацию о том, будет рынок видеопроката благоприятным или нет. Эта информация обойдется ему в 3 млн руб. Дмитрий считает, что эта информация окажется благоприятной с вероятностью 0,5. Если рынок будет благоприятным, то большая секция проката принесет прибыль 15 млн руб., а маленькая — 5 млн руб. При неблагоприятном рынке Мухин потеряет 20 млн руб. в случае, если он откроет большую секцию, и 10 млн руб. в случае, если маленькую. Не имея дополнительной информации, Дмитрий оценивает вероятность благоприятного рынка как 0,7. Положительный результат обследования гарантирует благоприятный рынок с вероятностью 0,9. При отрицательном результате рынок может оказаться благоприятным с вероятностью 0,4.

Вопросы:

1. Следует ли получить дополнительную информацию?
2. Следует ли открыть большую секцию?
3. Какова ожидаемая стоимостная оценка наилучшего решения?

Задача 96. Павел Спицын провел анализ, связанный с открытием магазина велосипедов. Если он откроет большой магазин, то при благоприятном рынке получит 60 млн руб., при неблагоприятном — понесет убытки 40 млн руб. Маленький магазин принесет ему 30 млн руб. прибыли при благоприятном рынке и 10 млн руб. убытков — при неблагоприятном. Возможность благоприятного и неблагоприятного рынка он оценивает одинаково. Исследование рынка, которое может провести профессор, обойдется Спицыну в 5 млн руб. Профессор считает, что с вероятностью 0,6 результат исследования рынка окажется благоприятным. В то же время при положительном заключении рынок окажется благоприятным с вероятностью 0,9. При отрицательном заключении рынок может оказаться благоприятным с вероятностью 0,12. Используйте дерево решений для того, чтобы помочь Павлу сделать правильный выбор.

Вопросы:

1. Следует ли заказать проведение обследования рынка?
2. Следует ли открыть большой магазин?
3. Какова ожидаемая стоимостная оценка наилучшего решения?

Задача 97. Компания «Луч» получает переключатели у двух поставщиков. Качество переключателей охарактеризовано в следующей таблице:

Процент брака	Вероятность для поставщика	
	<i>A</i>	<i>B</i>
1	0,7	0,3
2	0,2	0,4
3	0,1	0,3

Так, 1% всех переключателей, поставляемых поставщиком *A*, с вероятностью 0,7 окажется бракованным. Так как каждый заказ компании составляет 10 000 переключателей, это означает, что с вероятностью 0,7 они получают от этого поставщика 100 бракованных переключателей. Бракованный переключатель можно отремонтировать за 0,5 тыс. руб. Качество у поставщика *B* ниже, поэтому он уступает партию в 10 000 переключателей на 37 тыс. руб. дешевле, чем поставщик *A*.

Вопросы:

1. Какого поставщика следует выбрать компании?
2. Какова ожидаемая стоимостная оценка наилучшего решения?

Задача 98. Ивану Хлоркину, главному инженеру компании «Белый каучук», надо решить, монтировать или нет новую производственную линию с использованием последних технологий. Если новая линия будет работать безотказно, компания получит прибыль 200 млн руб. Если линия откажет, компания может потерять 150 млн руб. По оценкам Хлоркина, в 60% случаев новая линия откажет. Можно создать экспериментальную установку, а затем уже решать, монтировать или нет новую линию.

Эксперимент обойдется в 10 млн руб. Иван считает, что в 50% случаев экспериментальная установка будет работать. Если она будет работать, то в 90% случаев производственная линия (если ее смонтировать) также будет работать. Если установка не будет работать, то есть только 20% шансов, что линия будет работать.

Вопросы:

1. Следует ли строить экспериментальную установку?
2. Следует ли монтировать производственную линию?
3. Какова ожидаемая стоимостная оценка наилучшего решения?