

## Моделирование как метод научного познания

**Цель работы** - сформировать представление о модели и моделировании. Научиться создавать и исследовать информационные модели.

### Краткие теоретические сведения

#### *Объекты моделирования*

Объект - это любая часть окружающей нас действительности, воспринимаемая как единое целое.

**Объекты** делятся на

- объекты – предметы (ноутбук);
- объекты – процессы (строительный процесс);
- объекты – явления (торнадо).

Наш мир очень многообразен, и каждый объект в нем назван именем.

*Признаком* любого объекта может быть его свойство, действие, поведение или состояние.

**Свойства** объектов отвечают на вопросы: «Чем может отличаться один объект от другого?», «Что может измениться у объекта при выполнении действия?».

**Действия** объекта отвечает на вопросы: «Что он может делать?» (активное действие), «Что с ним можно делать?» (пассивное действие).

**Поведение** объекта - это пошаговое описание каждого действия, соответствующего этому объекту.

**Состояние** объекта определённое сочетание значений всех или некоторых свойств этого объекта.

Чтобы отличить один объект от другого в случае, если их имена одинаковы, нужны дополнительные характеристики, например, форма, цвет, назначение. Эти дополнительные характеристики называются **свойствами**.

Например, собаки могут отличаться друг от друга окрасом, города — численностью населения, реки — длиной; при редактировании документа его размер может уменьшиться, при нагревании воды увеличивается ее температура.

Рассмотрим объект по имени «книга». Чтобы отличить книгу от других объектов (не книг), надо перечислить ее свойства. Каждую книгу можно охарактеризовать с количественной стороны: размер страницы (длина и ширина), количество страниц. Однако для книги более важны ее качественные характеристики: автор, содержание, оформление. По содержанию книга может быть художественной, научно- популярной, учебной, справочной и т.д. Можно назвать и другие характеристики книги. Например, если книга художественная, то можно указать ее жанр: детектив, исторический роман, фантастика ...

Чтобы отличить одну книгу от другой, надо указать ее название, автора, количество страниц и другие характеристики. Иначе говоря, надо указать конкретные **значения** свойств объекта. Значения могут быть

количественными, например, количество страниц (60, 300, 500), а могут быть качественными, например цвет (красный, желтый, зеленый).

Свойство объекта, которое может быть представлено конкретным значением, часто называют **параметром**. Параметры описывающие количественные характеристики (вес, возраст, размер), называют **величиной**. Параметры описывающие качественные характеристики объекта (цвет, форма, вкус, материал), называют **признаками**.

**Параметр** – признак или величина, характеризующее какое-либо свойство объекта и принимающая различные значения.

Каждое свойство определяется некоторой **величиной** и тем **значением**, которое она принимает. Примеры величин: цвет, материал, форма, длина. Примеры значений: красный, железный, прямоугольный, 2 м.

Примеры:

<b>Объект:</b> дом	<b>Объект:</b> монитор
<b>Величина:</b> количество этажей	<b>Величина:</b> диагональ
<b>Значение:</b> три этажа	<b>Значение:</b> 17 дюймов
<b>Свойство:</b> трехэтажный	<b>Свойство:</b> семнадцатидюймовый

<i>Имя объекта</i>	<i>Компьютер</i>
<i>Свойства объекта</i>	<i>Модель, размер памяти, тип процессора и т.д.</i>
<i>Действия объекта</i>	<i>Выполнять программу, вычислять и т.д.</i>
<i>Состояние объекта</i>	<i>Выключен, включен и т.д.</i>
<i>Среда существования</i>	<i>Помещение</i>
<i>Модели</i>	<i>Логическая схема компьютера; Функциональная схема Процессор</i>

**Система** – это совокупность, набор, коллекция **объектов**.

Объекты, составляющие некоторую систему, называются **элементами**.

### **Моделирование**

Одним из методов познания объектов окружающего мира является **моделирование**, состоящее в создании и исследовании упрощённых заменителей реальных объектов. Объект-заменитель принято называть **моделью**, а исходный объект — **прототипом** или **оригиналом**.

К созданию моделей прибегают тогда:

- когда исследуемый объект слишком велик (Солнечная система) или слишком мал (атом),
- когда процесс протекает очень быстро (переработка топлива в двигателе внутреннего сгорания) или очень медленно (геологические процессы),
- когда исследование объекта может оказаться опасным для окружающих (атомный взрыв), привести к разрушению его самого (проверка сейсмических свойств высотного здания) или когда создание реального объекта очень дорого (новое архитектурное решение) и т. д.

*Модель не является точной копией объекта-оригинала: она отражает только часть его свойств, отношений и особенностей поведения.*

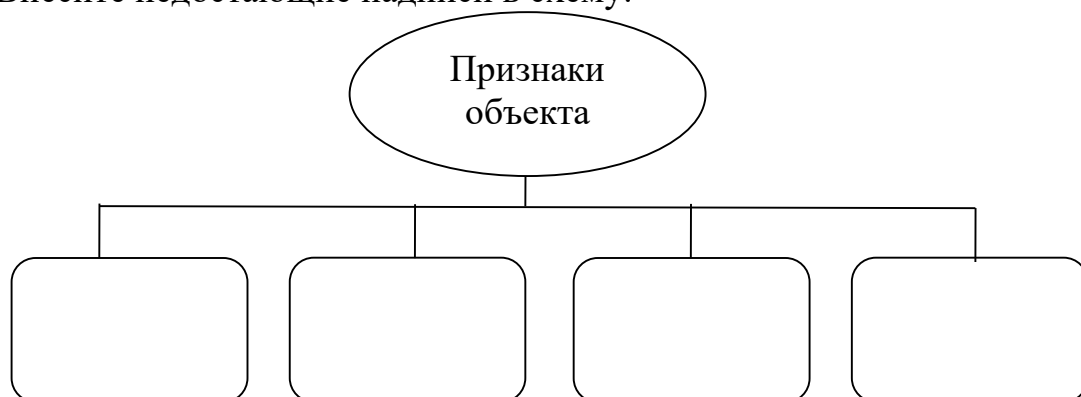
Чем больше признаков объекта отражает модель, тем она полнее. Однако *отразить в модели все признаки объекта-оригинала невозможно*, а чаще всего и не нужно. Признаки объекта-оригинала, которые должны быть воспроизведены в модели, определяются **целью моделирования**— назначением будущей модели. Эти признаки называются **существенными** для данной модели с точки зрения цели моделирования.

**Модель** — это новый объект, который отражает существенные с точки зрения цели моделирования признаки изучаемого предмета, процесса или явления.

**Моделирование** — метод познания, заключающийся в создании и исследовании моделей.

### Порядок выполнения работы

1. Назовите имена объектов (не менее 3)
  - а) используемых для хранения информации;
  - б) расположенных на Рабочем столе компьютера;
  - в) жилищного строительства.
2. Внесите недостающие надписи в схему:



3. Запишите величины и их значения, определяющие следующие свойства объектов:

Кирпичный дом, Графический файл.

4. Заполните таблицу:

Объект	Действия	
	Активные	Пассивные
Автомобиль		
Файл		

5. В первом столбце в каждом предложении подчеркнуты названия двух объектов. Заполните таблицу: придумайте и запишите два разных имени действий, так, чтобы их можно было включить в описание либо

одного, либо другого объекта. (Образец заполнения таблицы приведен в первой строке.)

Объекты	Действие <u>объекта</u>	Действие <u>объекта</u>
<u>Человек</u> ведет <u>машину</u>	ВЕСТИ МАШИНУ	ДВИГАТЬСЯ
<u>Пассажир</u> садится в <u>поезд</u>		
<u>Преподаватель</u> сообщает студенту номер задания		
<u>Человек</u> переставляет <u>шкаф</u>		

6. Соедините каждое действие лифта с теми его атрибутами, которые изменяются или используются при выполнении этого действия.

Действия	Атрибуты
Впустить пассажиров	МАКСИМУМ – максимальный допустимый вес пассажиров в лифте
Выпустить пассажиров	ВЕС ПАССАЖИРОВ – вес пассажиров в лифте
Двигаться	НОМЕР ЭТАЖА – номер этажа, на котором находится лифт
	ПОЛОЖЕНИЕ ДВЕРЕЙ (открыты, закрыты)

7. Объект - некоторая часть окружающего мира, рассматриваемая человеком как единое целое. Каждый объект имеет имя, обладает некоторыми признаками и существует в определённой среде.

Выберите объект из строительной области. Запишите свойства объекта, действия объекта, среду существования, состояние объекта. Укажите модели объекта.

*Например, имя объекта КОМПЬЮТЕР.*

<i>Имя объекта</i>	<i>Компьютер</i>
<i>Свойства объекта</i>	<i>Модель, размер памяти, тип процессора и т.д.</i>
<i>Действия объекта</i>	<i>Выполнять программу, вычислять и т.д.</i>
<i>Состояние объекта</i>	<i>Выключен, включен и т.д.</i>
<i>Среда существования</i>	<i>Помещение</i>
<i>Модели</i>	<i>Логическая схема компьютера; Функциональная схема Процессор</i>

8. Впишите в определение недостающее слово.

Модель - это новый объект, который отражает  с точки зрения цели моделирования признаки изучаемого предмета, процесса или явления.

9. Вставьте недостающие слова в определение.

Моделирование — метод познания, заключающийся в \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ моделей.

10. Установите соответствие:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1) моделируемый объект;  | A) увеличение скорости;  |
| 2) моделируемый процесс;                                       | B) форма автомобиля;     |
| 3) цель моделирования;   | C) движение автомобиля;  |
| 4) характеристика, значимая с точки зрения цели моделирования. | D) автомобиль;           |
|  | E) сопротивление воздуха |

11. Рассмотрим деятельности небольшого производственного участка, принадлежащего крупной домостроительной компании. Предположим, этот участок выпускает различные детали мелкими партиями в соответствии с потребностями предприятия. Мастер, руководящий работой участка, ежедневно получает план выпуска деталей и распределяет сменное задание между рабочими таким образом, чтобы оно было выполнено. При распределении сменного задания между рабочими мастер должен учитывать как их квалификацию, так и технические характеристики оборудования, на которых они работают.

Запишите моделируемый процесс, моделируемый объект, цель моделирования.

12. Создание дерева решений

### ЧАСТЬ 1.

#### Вариант 1.

Компания Kelly Construction хочет принять участие в строительстве студенческих общежитий. Для этого компания должна сначала выкупить участок земли, на котором можно построить комплекс на 100, 200 или 300 жилых модулей. В строительстве участвуют многие компании, причем строительство их комплексов находится на разных стадиях готовности. Поэтому в настоящий момент очень сложно прогнозировать спрос на студенческое жилье. В таблице приведены возможные платежи компании Kelly Construction для разных уровней спроса. Пусть вероятность низкого спроса равна 0,3, среднего спроса – 0,5 и высокого – 0,2. С помощью дерева решений найдите оптимальную стратегию для компании.

Решение	Спрос		
	Низкий	Средний	Высокий
Строить 100 модулей	400000	400000	400000
Строить 200 модулей	100000	800000	800000
Строить 300 модулей	-200000	500000	1200000

#### Вариант 2.

Дана таблица платежей

Акции	Состояния экономики		
	Неблагоприятное	Благоприятное	Отличное
IBM	10	15	18
T	5	15	20
Q	-15	25	45
WFT	-15	0	15

Какие акции принесут наибольший ожидаемый доход, если предположить, что вероятность неблагоприятного состояния экономики равна 0,1, благоприятного – 0,5, а отличного – 0,4.

### Вариант 3.

Допустим, у вас имеется возможность вложить деньги в три инвестиционных фонда открытого типа: простой, специальный (обеспечивающий максимальную долгосрочную прибыль от акции мелких компаний) и глобальный. Прибыль от инвестиции может измениться в зависимости от условий рынка. Существует 10%-ная вероятность, что ситуация на рынке ценных бумаг ухудшится, 50%-ная – что рынок останется умеренным и 40%-ная – рынок будет возрастать. Следующая таблица содержит значения процентов прибыли от суммы инвестиции при трех возможностях развития рынка.

Альтернатива (фонды)	Процент прибыли от инвестиции (%)		
	Ухудшающийся рынок	Умеренный рынок	Растущий рынок
Простой	5	7	8
Специальный	-10	5	30
Глобальный	2	7	20

Представьте задачу в виде дерева решений.

### Вариант 4.

Фирма планирует производство новой продукции быстрого питания в национальном масштабе. Исследовательский отдел убежден в большом успехе новой продукции и хочет внедрить ее немедленно, без рекламной кампании на рынках сбыта фирмы. Отдел маркетинга положение вещей оценивает иначе и предлагает провести интенсивную рекламную кампанию. Такая кампания обойдется в 100000 долл., а в случае успеха принесет 950000 долл. годового дохода. В случае провала рекламной кампании (вероятность этого составляет 30%) годового дохода оценивается лишь в 200000 долл. Если рекламная кампания не проводится вовсе, годового дохода оценивается в 400000 долл. при условии, что покупателям понравится новая продукция (вероятность этого равна 0,8), и в 200000 долл. с вероятностью 0,2, если

покупатели останутся равнодушными к новой продукции. Представьте задачу в виде дерева решений.

### Вариант 5.

Фред – владелец театра на Бродвее. Сейчас он решает вопрос о том, какую пьесу принять к постановке. Постановка первой пьесы (которая называется *Собаки*) требует \$2 млн., тогда как постановка второй пьесы (называется *Ушедшие со снегом*) требует \$4 млн. Однако вторую пьесу можно будет играть значительно дольше, чем первую. Вероятности успеха каждой пьесы и возможные доходы от них представлены в таблице.

Уровень успеха	Вероятности		Доход, млн.долл.	
	Собаки	Ушедшие со снегом	Собаки	Ушедшие со снегом
Хит сезона	0,3	0,4	5	25
Умеренный	0,3	0,3	4	15
Низкий	0,3	0,2	2	2
Провал	0,1	0,1	0,5	0,75

С помощью дерева решений определите, какую пьесу следует принять к постановке.

### Вариант 6.

Допустим, вы являетесь автором романа, который обещает быть популярным. Вы можете либо самостоятельно напечатать роман, либо сдать его в издательство. Издательство предлагает вам 20000 долл. за подписание контракта. Если роман будет пользоваться спросом, будет продано 200000 экземпляров, в противном случае – лишь 10000 экземпляров. Издательство выплачивает авторский гонорар в сумме один доллар за экземпляр. Исследование рынка, проведенное издательством, свидетельствует о том, что существует 70%-ная вероятность, что роман будет популярным. Если же вы сами напечатаете роман, то понесете потери в сумме 90000 долл., связанное с печатанием и маркетингом, но в этом случае каждый проданный экземпляр принесет вам прибыль в два доллара. Постройте дерево решений.

### Вариант 7.

Феремер Мак-Кой может выращивать либо кукурузу, либо соевые бобы. Вероятность того, что цены на будущий урожай этих культур повысятся, останутся на том же уровне или понизятся, равна соответственно 0,25, 0,30 и 0,45. Если цены возрастут, урожай кукурузы даст 30000 долл. чистого дохода, а урожай соевых бобов – 10000 долл. Если цены останутся неизменными, Мак-Кой лишь покроет расходы. Но если цены станут ниже, урожай кукурузы и соевых бобов приведет к потерям в 35000 и 5000 долл. соответственно. Определите с помощью дерева решений какую культуру следует выращивать Мак-Койю?

### Вариант 8.

Женщина-предприниматель собирается открывать ресторан недалеко от университетского городка. По одному плану проект включает бар с продажей пива, другой план не включает бар. В том и другом случае ее шансы на успех будут 0,6 (и на провал 0,4). Ежегодный доход, включая бар, равен \$325 000. Без бара доход составит только \$250000. Провал при наличии бара был бы оценен \$70 000, а без бара – \$20 000. Выберите вариант для предпринимателя, используя показатель денежной отдачи как критерий решения Должен ли бизнес-план включать бар?

### Вариант 9.

Женщина – владелица бензоколонки думает о том, каков должен быть размер ее станции. После полного анализа маркетинговых факторов, относившихся к производству бензина и спросу на него, она разработала следующую таблицу:

Размер станции	Хороший рынок, \$	Средний рынок, \$	Плохой рынок, \$
Маленькая	50000	20000	-10 000
Средняя	80000	30000	-20000
Большая	100000	30000	-40000
Очень большая	300000	25000	-160000
Вероятность	0,3	0,2	0,5

Постройте дерево решений.

### Вариант 10.

Дженни Линд – автор любовных романов. Кинокомпания и телекомпания хотят получить эксклюзивные права на ее наиболее популярный роман для экранизации. Если Дженни продаст права телекомпании, то она получит одноразовую фиксированную сумму \$900 000. Если же она продаст права кинокомпании, то ее гонорар будет зависеть от прокатного успеха кинокартины. Таблица платежей для данной ситуации имеет вид

Решение	Состояния природы		
	Малый успех	Средний успех	Большой успех
Продать права кинокомпании	\$200000	\$1000000	\$3000000
Продать права телекомпании	\$900000	\$900000	\$900000

Определите, кому Дженни должна продать права на свой роман, если вероятность малого успеха будущей картины оценивается как 0,3, среднего – 0,6, а большого – 0,1.



## ЧАСТЬ 2

### Вариант 1.

Руководитель компании Kelly Construction (см. задачу из части 1) хочет уменьшить неопределенность относительно спроса на студенческое жилье. Он обратился в строительное управление муниципалитета, где ему могут сделать прогноз спроса, однако результат прогноза можно охарактеризовать только как "малый спрос" (обозначим такой прогноз как  $M_1$ ), и "большой спрос" ( $M_2$ ). Надежность такого прогноза показана в табл. 1, а таблица платежей (несколько отличная от аналогичной таблицы в задаче части 1) – в табл. 2.

Таблица 1

Прогноз	P(M D)		
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>
M <sub>1</sub>	0,7	0,4	0,2
M <sub>2</sub>	0,3	0,6	0,8

Таблица 2

Решение	Спрос, долл.		
	Низкий (D <sub>1</sub> )	Средний (D <sub>2</sub> )	Высокий (D <sub>3</sub> )
Строить 100 модулей	500000	500000	500000
Строить 200 модулей	0	1000000	1000000
Строить 300 модулей	-700000	400000	1500000
Вероятность	0,3	0,5	0,2

- 1) Создайте дерево решений для данной ситуации.
- 2) Найдите оптимальную стратегию.
- 3) Вычислите ожидаемые значения дополнительной и полной информации.

### Вариант 2.

Вернитесь к задаче части 1. Дирекция хочет нанять фирму, занимающуюся маркетинговыми исследованиями, чтобы эта фирма провела исследование по прогнозированию успеха ( $У$ ) или неуспеха ( $Н$ ) за 5 тыс. ден.ед. Надежность прогноза показана в табл. 3.

Таблица 3

	Успех	Неуспех
IBM	0,5	0,15
T	0,3	0,15
Q	0,1	0,6
WFT	0,1	0,1

- 1) Создайте дерево решений для данной ситуации.
- 2) Найдите оптимальную стратегию.
- 3) Вычислите ожидаемые значения дополнительной и полной информации.

### Вариант 3.

Вернитесь к задаче части 1. Вы хотите нанять фирму, занимающуюся маркетинговыми исследованиями, чтобы эта фирма провела исследование по прогнозированию успеха ( $У$ ) или неуспеха ( $Н$ ) за 10 тыс. ден.ед. Надежность прогноза представлена в табл. 4.

Таблица 4

Прогноз	Успех	Неуспех
Простой	0,5	0,4
Специальный	0,1	0,2
Глобальный	0,4	0,4

- 1) Создайте дерево решений для данной ситуации.
- 2) Найдите оптимальную стратегию.
- 3) Вычислите ожидаемые значения дополнительной и полной информации.

#### Вариант 4.

Пусть в задаче части 1 дирекция компании решила провести пробную продажу своей продукции в выбранных населенных пунктах. Результатом пробной продажи являются оценки «хорошо» ( $a_1$ ) или «плохо» ( $a_2$ ). Тест дает следующие условные вероятности с проведением рекламной кампании и без нее.

$P(a_j v_i)=$ с рекламной кампанией		$a_1$	$a_2$
	$v_1$	0,95	0,05
	$v_2$	0,3	0,7

$P(a_j w_i)=$ без рекламной кампанией		$a_1$	$a_2$
	$w_1$	0,8	0,2
	$w_2$	0,4	0,6

Здесь  $v_1$  и  $v_2$  обозначают соответственно «успех» и «неуспех», а  $w_1$  и  $w_2$  – «восприимчивый» и «невосприимчивый» покупатель.

- 1) Создайте дерево решений для данной ситуации.
- 2) Найдите оптимальную стратегию.
- 3) Вычислите ожидаемые значения дополнительной и полной информации.

#### Вариант 5.

Предположим, что вы хотите вложить на фондовой бирже 10000 долл. В акции одной из двух компаний: А или В. Акции компании А являются рискованными, но могут принести 5000 долл. прибыли на протяжении следующего года. Если условия фондовой биржи будут неблагоприятны, вы потеряете 2000 долл.. Компания В обеспечивает 1500 долл. прибыли в условиях повышения котировок на бирже и только 500 долл. – в условиях понижения котировок. Все аналитические публикации, с которыми можно познакомиться, с вероятностью 60% прогнозируют повышение котировок и с вероятностью 40% - понижение котировок. Предположим, вместо того, чтобы полностью полагаться на эти публикации, вы решили провести

личное исследование путем консультаций с другом, который хорошо разбирается в вопросах, касающихся фондовой биржи. Друг высказывает общее мнение «за» или «против» инвестиций. Это мнение в дальнейшем определяется количественно следующим образом. При повышении котировок его мнение с 90%-ной вероятностью будет «за», при снижении котировок вероятность его мнения «за» уменьшится до 50%.

- 1) Создайте дерево решений для данной ситуации.
- 2) Найдите оптимальную стратегию.
- 3) Вычислите ожидаемые значения дополнительной и полной информации.

#### **Вариант 6.**

Вернитесь к проблеме выбора решения из задачи части 1. Предположим, что вы заключили договор с литературным агентом на исследование, связанное с потенциальным успехом романа. Исходя из предыдущего опыта, компания извещает вас, что если роман будет пользоваться спросом, то исследование предскажет неверный результат в 20% случаев. Если же роман не станет популярным, то исследование предскажет верный результат в 85% случаев. Как эта информация повлияет на ваше решение.

- 1) Создайте дерево решений для данной ситуации.
- 2) Найдите оптимальную стратегию.
- 3) Вычислите ожидаемые значения дополнительной и полной информации.

#### **Вариант 7.**

Вернитесь к проблеме выбора решения фермером Мак-Коем из задачи части 1. Фермер имеет дополнительный выбор, связанный с использованием земли как пастбища, что гарантированно принесет ему прибыль в 7500 долл. Фермер получил также дополнительную информацию от брокера, касающуюся степени стабильности будущих цен на продукцию. Оценки брокера «благоприятный-неблагоприятный» выражаются количественно в виде следующих условных вероятностей.

$$P(a_i|s_j)=$$

	$a_1$	$a_2$
$s_1$	0,15	0,85
$s_2$	0,5	0,5
$s_3$	0,85	0,15

В данном случае  $a_1$  и  $a_2$  – оценки брокера «благоприятный» и «неблагоприятный», а  $s_1$ ,  $s_2$  и  $s_3$  представляют изменение в будущих ценах: соответственно «понижение», «повышение».

- 1) Создайте дерево решений для данной ситуации.
- 2) Найдите оптимальную стратегию.
- 3) Вычислите ожидаемые значения дополнительной и полной информации.

#### **Вариант 8.**

Вернитесь к проблеме выбора решения из задачи части 1. Женщина обратилась в фирму, чтобы эта фирма провела исследование по

прогнозированию успеха ( $У$ ) или неуспеха ( $Н$ ) будущего ресторана за 10000\$. Надежность такого прогноза показана в таблице 7.

Таблица 7

	Успех	Неуспех
Ресторан с баром	0,4	0,5
Ресторан без бара	0,6	0,5

- 1) Создайте дерево решений для данной ситуации.
- 2) Найдите оптимальную стратегию.
- 3) Вычислите ожидаемые значения дополнительной и полной информации.

### Вариант 9.

Женщина – владелица бензоколонки думает о том, каков должен быть размер ее станции (задача из части 1). Она обратилась в фирму, чтобы эта фирма провела исследование по прогнозированию успеха ( $У$ ) или неуспеха ( $Н$ ) будущей бензоколонки за 10000\$. Надежность такого прогноза показана в таблице 8.

Таблица 8

Размер станции	Успех	Неуспех
Маленькая	0,03	0,15
Средняя	0,07	0,3
Большая	0,3	0,3
Очень большая	0,6	0,25

- 1) Создайте дерево решений для данной ситуации.
- 2) Найдите оптимальную стратегию.
- 3) Вычислите ожидаемые значения дополнительной и полной информации.

### Вариант 10.

Вернитесь к задаче части 1. Дженни Линд хочет нанять фирму, занимающуюся маркетинговыми исследованиями, чтобы эта фирма провела исследование по прогнозированию успеха ( $У$ ) или неуспеха ( $Н$ ) будущей кинокартины, снятой по ее роману. За это Дженни согласна заплатить \$100000. Точность прогноза определяется следующими условными вероятностями:  $P(У|М) = 0,3$ ,  $P(У|С) = 0,6$ ,  $P(У|Б) = 0,8$ ,  $P(Н|М) = 0,7$ ,  $P(Н|С) = 0,4$ ,  $P(Н|Б) = 0,2$ .

- 1) Создайте дерево решений для данной модели.
- 2) Найдите оптимальную стратегию.
- 3) Вычислите ожидаемое значение дополнительной информации. Какую наибольшую цену она может заплатить за исследования?