

## 13. Лекция: Основы принятия решений и ситуационного моделирования

Рассматриваются основные понятия теории принятия решений и ситуационного моделирования систем, примеры.

Цель лекции: содержательное введение в основы принятия решений и ситуационное моделирование систем.

*Принятие решения* и целеполагающая ресурсоориентированная деятельность человека в социальной, экономической, политической, идеологической, военной сферах тесно связаны. В них крайне нежелательны ошибки, которые могут привести к пагубным последствиям. Но из-за ограниченных информационных возможностей человека ошибки всегда возможны. Поэтому есть настоятельная необходимость применения научного подхода к обоснованию и *принятию решений*.

*Принятие решений*, наряду с прогнозированием, планированием, ситуационным анализом обстановки, исполнением решений, контролем и учетом является функцией управления. Все функции управления направлены так или иначе на формирование или реализацию решений, и любую функцию управления технологически можно представить в виде последовательности каких-либо связанных общей целью решений.

При прогнозировании и планировании принимаются решения, связанные с выбором методов и средств, организацией работы, оценкой достоверности информации, выбором наиболее достоверного варианта прогноза и наилучшего варианта плана. Таким образом, функция *принятия решений* является с методологической и технологической точек зрения более общей, чем другие функции управления. Для лица, принимающего решение (*ЛПР*), *принятие решений* является основной задачей, которую он обязан исполнять в процессе управления. Поэтому знание методов, технологий и средств решений этой задачи является необходимым элементом квалификации руководителя, базой для дальнейшего управления.

Конечным результатом любой задачи *принятия решений* становится решение, конструктивное предписание к действию. Решение является одним из видов мыслительной деятельности и имеет следующие признаки: имеется выбор из множества возможностей; выбор ориентирован на сознательное достижение целей; выбор основан на сформировавшейся установке к действию. Основной характеристикой решения является его эффективность, т.е. степень, темп достижения целей и затраты ресурсов для *принятия* и реализации *решения*. Решение тем эффективнее, чем больше степень достижения целей и меньше стоимость затрат.

**Принятие решения** - это выбор одного из множества рассматриваемых допустимых вариантов. Обычно их число конечно, а каждый вариант выбора определяет некоторый результат (экономический эффект, прибыль, выигрыш, полезность, надежность и т.д.), допускающий количественную оценку. Такой результат обычно называется полезностью решения. Таким образом, ищется вариант с наибольшим значением полезности решения. Возможен и подход с минимизацией противоположной оценки, например, отрицательной величины полезности. Часто на практике встречается ситуация, когда каждому варианту решения соответствует единственный результат (детерминированность выбора решения), хотя возможны и другие случаи, например, когда каждому варианту  $i$  и условию  $j$ , характеризующему полезность, соответствует результат решения  $x_{ij}$ . Таким образом, можно говорить о матрице решений  $||x_{ij}||$ ,  $i=1, 2, \dots, m$ ;  $j=1, 2, \dots, m$ . Чтобы оценить решение, необходимо уметь оценивать все его последствия. Существуют различные подходы для такой оценки. Например, если решения альтернативные, то можно последствия каждого из них характеризовать суммой его наибольшего и наименьшего результатов, максимумом из возможных таких сумм, максимумом из максимумов по всем вариантам (оптимистическая позиция выбора), максимумом из среднего арифметического (нейтральная позиция выбора), максимумом из минимума (пессимистическая позиция) и другие.

Классические модели *принятия решений*, как правило, являются оптимизационными, ставящими цель максимизировать выгоду и на основе этих моделей получить практическую прибыль. Так как теоретиков больше интересует первая сторона, а практиков - вторая, то при разработке и использовании таких моделей необходимо их тесное сотрудничество. Практические рекомендации (решения) могут быть получены, если при построении модели *принятия решений* придать большее значение учету существенных структурных элементов моделируемой системы, т.е. разработке имитационной модели *принятия решений*, с привлечением экспериментальных, полужэкспериментальных и теоретических методов. Кроме классических, оптимизационных *процедур принятия решений* существуют и ряд базовых неклассических (неоклассических) процедур, технологий *принятия решений*, некоторые из которых мы рассмотрим.

Классификация задач *принятия решений* проводится по различным признакам. Наиболее существенными являются: степень определенности информации; использование эксперимента для получения информации; количество лиц, принимающих решения; содержание решений; направленность решений.

На процесс *принятия решения* часто воздействуют различные случайные (стохастические) параметры, усложняющие процедуру. Недостаток информации об их распределении (сложность их измерения) приводит к необходимости принятия каких-то гипотез как об области их изменения, так и о характере их распределения (о функции распределения вероятностей). Правильность используемых гипотез необходимо проверять с помощью методов оценки статистических гипотез. При отсутствии достаточной информации для такой процедуры приходится привлекать большое число типов распределения. Проблемы *принятия решений* с недетерминированными параметрами называют проблемами *принятия решений* в условиях недостатка информации. Чем меньше информации у нас, тем больше может оказаться различие между ожидаемым и действительным результатами принимаемых решений в целом. Мера влияния информации (параметров) на результат решения называется релевантностью. Особо важно в социально-экономической сфере *принятие решения* при наличии рисков (неплатежей, невозвратов кредитов, ухудшения условий жизни и т.д.).

Формализуемые решения принимаются на основе соответствующих математических методов (алгоритмов). Математическая модель задачи оптимизации формализуемого решения включает следующие элементы:

1. заданную оптимизируемую целевую функцию (критерий управляемости):  
 $\Phi = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , где  $x_j$  ( $j=1, 2, \dots, n$ ) - параметры, учитываемые при *принятии решения* (отражающие ресурсы *принятия решений*);
2. условия, отражающие ограниченность ресурсов и действий *ЛПП* при *принятии решений*:  $g_i(x_j) < a_i$ ,  $k_i(x_j) = b_i$ ;  $c_j < x_j < d_i$ ,  $i=1, 2, \dots, m$ ;  
 $j=1, 2, \dots, n$ .

Непременным требованием для решения задачи оптимизации является условие  $n > m$ .

В зависимости от критерия эффективности, стратегий и факторов управления выбирается тот или иной метод (алгоритм) оптимизации.

Основными являются следующие классы методов:

1. методы линейного и динамического программирования (*принятия решения* об оптимальном распределении ресурсов);
2. методы теории массового обслуживания (*принятие решения* в системе со случайным характером поступления и обслуживания заявок на ресурсы);
3. методы имитационного моделирования (*принятие решения* путем проигрывания различных ситуаций, анализа откликов системы на различные наборы задаваемых ресурсов);

4. методы теории игр (*принятие решений* с помощью определения стратегии в тех или иных состязательных задачах);
5. методы теории расписаний (*принятие решений* с помощью разработки календарных расписаний выполнения работ и использования ресурсов);
6. методы сетевого планирования и управления (*принятие решений* с помощью оценки и перераспределения ресурсов при выполнении проектов, изображаемых сетевыми графиками);
7. методы многокритериальной (векторной) оптимизации (*принятие решений* при условии существования многих критериев оптимальности решения)

и другие методы.

Выбор решения - заключительный и наиболее ответственный этап процесса *принятия решений*. Здесь *ЛПР* должно осмыслить полученную на этапах постановки задачи и формирования решений информацию и использовать ее для обоснования выбора. В реальных задачах *принятия решений* к началу этапа выбора решения еще сохраняется большая неопределенность, поэтому сразу осуществить выбор единственного решения из множества допустимых решений практически очень сложно. Поэтому используется принцип последовательного уменьшения неопределенности, который заключается в последовательном трехэтапном (обычно) сужении множества решений. На первом этапе исходное множество альтернативных решений  $Y$  сужается (используя ограничения на ресурсы) до множества приемлемых или допустимых решений  $Y_1 \subseteq Y$ . На втором этапе множество допустимых решений  $Y_1$  сужается (учитывая критерий оптимальности) до множества эффективных решений  $Y_2 \subseteq Y_1$ . На третьем этапе осуществляется выбор (на основе критерия выбора и дополнительной информации, в том числе и экспертной) единственного решения  $Y^* \in Y_2$ .

***Система принятия решений*** - совокупность организационных, методических, программно-технических, информационно-логических и технологических обеспечений *принятия решений* для достижения поставленных целей.

Общая *процедура принятия решений* может состоять из следующих этапов:

1. анализ проблемы и среды (цели *принятия решения*, их приоритеты, глубина и ограничения рассмотрения, элементы, связи, ресурсы среды, критерии оценки);
2. постановка задачи (определение спецификаций задачи, альтернатив и критериев выбора решения);
3. выбор (адаптация, разработка) метода решения задачи;

4. выбор (адаптация, разработка) метода оценки решения;
5. решение задачи (математическая и компьютерная обработка данных, имитационные и экспертные оценки, уточнение и модификация, если это необходимо);
6. анализ и интерпретация результатов.

Задачи *принятия решений* могут быть поставлены и решены в условиях детерминированных (определенности, формализованности и единственности целевой функции, ее количественной оцениваемости), риска (возможные решения, исходы распределены вероятностно) и недетерминированных (неопределенности, неточности, плохой формализуемости информации).

В моделях *принятия решений* используются различные процедуры. В частности, наиболее просты и эффективны следующие:

1. методы математического программирования;
2. методы кривых безразличия;
3. многокритериального выбора альтернатив на основе четкого или же нечеткого отношения предпочтения;
4. последовательной оценки и последующего исключения вариантов;
5. многомерного ранжирования (шкалирования) объектов и другие.

При выборе рационального решения необходимо принимать во внимание внешнюю среду и побочные явления, динамическую изменчивость критериев оценок решения, необходимость ранжирования аспектов и приоритетов решения, их неполноту и разнородность (а иногда и конфликтность).

Продемонстрируем *ситуационное моделирование* на примере моделирования деятельности банка. Банковская система является одной из подсистем современной экономической системы, наиболее подверженной информатизации. Развитие банковской системы сопровождается постоянным поиском адекватных оптимальных методов и инструментов управления, *принятия решений* на основе экономико-математического анализа и моделирования деятельности банков. При этом необходимо учитывать тот факт, что финансовые операции имеют еще и стохастические составляющие, усложняющие и без того сложные процессы начисления процентных ставок, взносов и выплат, регулирования и управления, инвестиций и др. Эти процессы сложны не только динамически, но и вычислительно, логически. Кроме того, от таких прогнозов зависят и прогноз, анализ темпов инфляции, структуры активов и пассивов банка, доходности акций, курсов валют, процентная ставка и др.

Ситуационный анализ денежных потоков состоит в основном - часто на имитационном моделировании - анализе эффективности того или иного набора финансовых операций и процедур (из множества возможных и допустимых) путем сравнения результатов их воздействия на финансовые, денежные потоки с величиной финансовых, денежных активов без учета их воздействия. Следовательно, ситуационный анализ денежных потоков является динамическим процессом, использующим методы оптимизации и критерии оптимальности. При ситуационном анализе некоторых базовых значений величины активов (соответствующих определенным финансовым условиям и обязательствам, например, величине уставного капитала), можно по некоторым критериям оптимальности (целевым функциям оптимизации), выбрать оптимальный набор возможных, допустимых финансовых операций, обеспечивающих, например, наибольшую доходность. Возможно построение целевой функции максимизации с учетом ликвидности. Возможно также получение решения задач, свидетельствующего об отсутствии роста (или малого роста) каких-либо финансовых параметров, например, активов, из которого можно сделать вывод о невозможности проведения оптимизирующих операций (процедур).

Пусть  $d_t$  - средний уровень доходности, получаемый в результате проведения некоторых инвестиционных мероприятий, а  $P_t$  - процентная ставка на момент времени  $t=0, 1, 2, \dots, T$ . Тогда рост активов  $A$  будет осуществляться по закону

$$A = \sum_{t=1}^T P_t (1 + d_t)^t$$

и можно использовать при ситуационном анализе критерий эффективности:

$$\sum_{t=1}^T P_t (1 + d_t)^t \Rightarrow \max.$$

Соотношение между доходностью активов и ценой пассивов коммерческого банка является важнейшим показателем, который отражает эффективность денежно-финансовой политики банка.

Ситуационный анализ соотношения осложняется рядом факторов:

1. структура активов и пассивов могут отражаться ссудами различной длительности, а также различными схемами размещения и привлечения обязательств и ценных бумаг, например, возврат денег может быть осуществлен по схеме ежемесячного отчисления процентов и уплаты кредита в конце либо по схеме единовременного возврата суммы долга и процентов в конце промежутка кредитования;

2. необходимостью учета (прогноза) инфляционного ожидания и "увеличения" или "очистки" тех или иных составляющих активов и пассивов в зависимости от инфляции;
3. различными параметрами и факторами, влияющими на степень риска, затрудненностью оценки величины риска.

Различные структуры и схемы размещения и привлечения финансовых ресурсов определяют и различные динамические модели.

Например, если схема предусматривает возврат долга с процентами одновременно, реальная ставка рублевого кредита  $d$  может быть определена по формуле

$$d = (z - a) / (1 + a/100) \quad (\%),$$

где  $z$  - номинальная ставка рублевого кредита (%),  $a$  - инфляция за период кредитования (%).

Для валютного кредита, очищенного от инфляции, с учетом внутренней конвертируемости рубля:

$$d = [ ( (1 + z/100) (1 + g/100) - (1 + a/100) ) / (1 + a/100) ] 100 \quad (\%),$$

где  $z$  - номинальная ставка валютного кредита (%),  $g$  - рост курса валюты за период кредитования (%).

Если же договор размещения кредитов предусматривает учет динамики возврата долга (части долга) и уплаты процентов, то реальная ставка может определяться следующей процедурой:

1. определяется динамика срочных выплат (части долга и процентов), гарантирующая полное выполнение обязательств за период кредитования, т.е. обеспечивающая выполнение условий

$$\sum_{t=1}^T g_t (1 + z)^{-t} = S$$

где  $g_t$  - ежемесячные (ежеквартальные, ежегодные) выплаты,  $t$  - номер месяца (квартала, года), в конце которого происходит выплата,  $S$  - размер ссуды, выданной в начале договора кредитования,  $T$  - количество дней (месяцев, кварталов, лет) кредитования;

2. задается динамика инфляции, например, дискретная функция  $a_t = a(t)$ ,  $t = 1, 2, \dots, T$ ;

3. определяется реальная ставка  $d$  - решение уравнения:

$$\sum_{t=1}^T g_t / \prod_{i=1}^t (1 + a_i / 100)(1 + d / 100) = S;$$

если кредит - валютный, то необходимо дополнить этапы 1-3 этой процедуры следующими этапами:

4. осуществляется прогноз роста курса валюты, т.е. определяется (задается) дискретная функция  $g_t = g(t)$ ,  $t = 1, 2, \dots, T$ ;
5. реальная ставка определяется из уравнения вида ( $S$  - ссуда в валюте):

$$\sum_{t=1}^T g_t / \prod_{i=1}^t (1 + a_i / 100)(1 + g_i / 100)(1 + d / 100) = S.$$

В долговременных финансово-кредитных операциях проценты либо выплачиваются сразу после их начисления, либо их реинвестируют, применяя сложные проценты. Исходная сумма  $S$  (база) увеличивается по принятому (кредитором и дебитором) соглашению, а для простых процентов база постоянная и равна начальной сумме  $S$ . Присоединение начисленных процентов к базовой сумме называется капитализацией процентов,  $t = 0, \dots, T$ .

Важнейшим показателем при ситуационном анализе и моделировании деятельности и жизнеспособности банка является надежность, банковский или кредитный риск. Надежность банка - не просто вероятность быть надежным банком в данный момент, а вероятность банка сохранять надежность характеристики и отношения на некотором допустимом промежутке их варьирования и для определенного промежутка времени.

Пусть  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \Omega$  - вектор, характеризующий надежность банка, а  $\Omega$  - некоторое множество его допустимых изменений. В качестве меры надежности можно взять условную вероятность  $p = p(P/\Omega)$ , где  $P$  - оценка (степень) надежности,  $P/\Omega$  - оценка при условии изменения  $x \in \Omega$ .

Пример. Пусть  $\Omega = \Omega(x_1, x_2, x_3)$  - информационные ресурсы, доступные объекту (субъекту), который производит анализ надежности банка, а  $x = (x_1, x_2, x_3)$ , где  $x_1$  - активы банка,  $x_2$  - пассивы банка,  $x_3$  - дебиторская задолженность банку. Пусть, например, мы хотим оценить надежность банка, но не имеем о банке информации (или имеем нулевую информацию). Тогда значение  $p(P/\Omega)$  можно получить, только исходя из двух возможных равновероятных состояний - банк либо надежен, либо не надежен, т.е.



$p(P/\Omega) = 0,5$ . Результат мало информативен и может быть применен к любому банку при любых условиях  $\Omega$ . Пусть теперь известно, что существует лишь 30 % надежных банков, т.е. мы при оценке надежности банка используем эту информацию. В этом случае можно оценить надежность банка как  $0 \leq p(P/\Omega) \leq 0,3$ . В то же время, как и для предыдущего случая, такая оценка надежности будет малоинформативной, так как здесь мы имеем, как и в первом случае, два возможных состояния ( $p \leq 0,3$  и  $p > 0,3$ ) и по формуле Шеннона количество информации в том и в другом случае равно

$$I = \log_2 N = \log_2 2 = 1 \text{ (бит)}.$$

Чем более точной информацией о банке владеет вкладчик (дебитор), тем проще ему можно принимать верные решения, т.е. тем чаще и ближе будут оценки вероятности (надежности)  $p$  к  $p=0$  и  $p=1$ . Чем меньше информации, тем сложнее принять однозначное решение, тем чаще и ближе будет оценка вероятности к  $p=0,5$  ("пятьдесят на пятьдесят").

Величину  $p(P/\Omega)$  принято называть апостериорной вероятностью (a posteriori - после опыта). Под опытом здесь подразумевается процесс получения информации  $\Omega$ , следовательно,  $p(P/\Omega)$  - вероятность быть надежным банком с учетом полученной в результате опыта информации.

При определении надежности (например, экспертами) могут допускаться ошибки, в том числе и субъективного характера. Это - вероятность "ложной классификации". Пусть  $p_1$  - вероятность отнесения (априори) надежного банка в класс ненадежных, а  $p_2$  - вероятность отнесения (априори) ненадежного банка в класс надежных банков. Если не учитывать гипотез о степени их предпочтения (рейтинг банка), то показатель качества классификации - сумма вероятностей совершения ошибок, т.е.  $p = p_1 + p_2$ . Можно снабдить их весами (предпочтения)  $a_1$  и  $a_2$ , например, если  $a_1=1$ ,  $a_2=2$ , то вероятность  $p_2$  в 2 раза важнее  $p_1$  (иначе говоря, в 2 раза опаснее относить ненадежный банк в группу надежных, чем надежный банк в группу ненадежных). Тогда итоговый показатель является средневзвешенной суммой вероятностей:

$$p = a_1 q_1 + a_2 q_2,$$

где  $a_1, a_2 \geq 0$ ,  $q_1, q_2 \geq 0$ ,  $q_1, q_2$  - вероятности ошибок,  $q_1 = 1 - p_1$ ,  $q_2 = 1 - p_2$ .

Показатель  $p$  называют байесовским риском. Чем больше  $p$ , тем хуже произведена классификация, а чем она ближе к нулю, тем классификация ближе к реальной или априорной классификации.

Для ситуационного анализа необходимо иметь адекватные модели потока платежей. Как правило, этот поток - дискретный. Рассмотрим одну из простых

подмоделей модели ситуационного анализа, дополняющую выше приведенную процедуру.

Пусть в момент времени  $t_0=0$  имеется капитал  $x(0)$  (денежных единиц), а в момент времени  $t=t_1, t_2, \dots, t_n$  имеются транзакции (приход, расход)  $y(t_i)$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ . Рассмотрим, как это бывает на практике, одинаковые промежутки времени (год, месяц, день)  $[t_0; t_1], [t_1; t_2], \dots, [t_{n-1}; t_n]$ , т.е.  $t_i - t_{i-1} = \text{const}$  и векторы  $t=(0, t_1, t_2, \dots, t_n)$ ,  $x=(x(0), x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_n))$ ,  $y=(0, y(t_1), y(t_2), \dots, y(t_n))$ ,  $v=(0, v(t_1), v(t_2), \dots, v(t_n))$ , где  $v(t_i)$  - коэффициент дисконта на промежутке времени  $(0; t_i]$ , т.е. коэффициент относительной скидки или отношения приращения ссуды (капитала) за срок от 0 до  $t_i$  к наращенной сумме. Тогда потоки доходов и расходов будут, соответственно, равны

$$P = x(0) + \sum_{i=1}^n x(t_i)v(t_i),$$

$$R = \sum_{i=1}^n y(t_i)v(t_i).$$

Будем считать доходы кредитора (инвестора) отрицательными величинами (отдает), а поступления - положительными. Тогда  $z(0) = -x(0)$  - начальный доход (начальная величина инвестиций), а  $z(t_i) = y(t_i) - x(t_i)$  - поступление на его счет,  $i=1, 2, \dots, n$ .

Чистая стоимость потока  $Q=R-P$  равна:

$$Q = \sum_{i=1}^n y(t_i)v(t_i) - x(0) - \sum_{i=1}^n x(t_i)v(t_i) = -x(0) + \sum_{i=1}^n [y(t_i) - x(t_i)]v(t_i) = -x(0) + \sum_{i=1}^n z(t_i)v(t_i)$$

Аналогично, чистое наращенное значение потока на момент времени  $t_i > 0$  равно (вводя  $a(t_j, t_i)$  - коэффициент наращивания на  $(t_j; t_i]$ ,  $j=1, \dots, n-1$ )

$$Q_i = \sum_{j=1}^i z(t_j)a(t_j, t_i).$$

Наращенное значение всех платежей к моменту времени  $t_n=T$  равно  $Q_n$ .

Одним из эффективных механизмов принятия деловых решений (в проблемах инвестирования, выработки стратегии поведения, развития и т.д.) является использование ИСПР (просто СПР) - информационных систем поддержки решений (Decision Support Systems), сочетающих современные средства аналитической обработки и средства визуализации информации и технологии поддержки деятельности экспертной группы.

Пример. В области организационного управления наибольший интерес имеют так называемые ситуационные (эмерджентные) комнаты (центры), позволяющие быстро "погрузить" *ЛПР* в рассматриваемую проблемную ситуацию, обстановку, помочь разобраться в проблеме и принять локально-оптимальное (не обязательно глобально-оптимальное) решение. Например, президент США имеет несколько таких комнат. Существуют ситуационные центры Президента РФ, Совета Безопасности, МЧС. Ситуационные комнаты - это специальное место для поддержки построения, проигрывания проблемной ситуации и *принятия решений* одним человеком или группой людей. Эффект от использования ситуационной комнаты зависит от корректности поставленной проблемы, полноты и достоверности используемых данных, сценария обсуждения, технологий интеллектуальной и компьютерной поддержки (например, использования экспертных систем), временного интервала прогноза и др. Простое использование автоматизированной системы обработки документов, поисковых систем, средств визуализации и мультимедиа - недостаточные условия для функционирования ситуационной комнаты. Основная функция СПР - поддержка умственной, эвристической и творческой деятельности *ЛПР*. СПР может работать в следующих режимах:

1. проблемный мониторинг и актуализация информации (СМИ, органов власти, объектов управления и пр.) с целью текущего информирования и предупреждения о накапливающихся небольших негативных явлениях;
2. планово-аналитический режим - плановое заслушивание и обсуждение аналитических докладов по проблемной ситуации с целью поддержки и принятия заслушиваемого решения по заранее фиксированному сценарию подачи, демонстрации материала для анализа "вширь" и "вглубь";
3. чрезвычайный режим - оперативный мониторинг информации, принятие и контроль исполнения решений по непредвиденным, чрезвычайным проблемам с целью уменьшения негативных факторов, влияющих на обычное в таких ситуациях совмещение построения сценария, обсуждения и *принятия решений*.

В базовом варианте, ситуационная комната может включать экран коллективного доступа; компьютер (обычно, ноутбук) с возможностью отображения на экран коллективного доступа; средства доступа к базе данных (знаний), в том числе - с целью сохранения сценария обсуждения, систему подготовки презентаций.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое *принятие решения*? Что такое полезность решения?

2. Что такое *ЛПР*, СПР, ИСПР?
3. Как могут классифицироваться задачи *принятия решений*? Как влияет неопределенность и многокритериальность на такую классификацию и на решение задачи *принятия решений*?

### **Задачи и упражнения**

1. Требуется *принять решение* о том, когда необходимо проводить профилактический ремонт ЭВМ, чтобы минимизировать потери из-за неисправности. В случае, если ремонт будет производиться слишком часто, затраты на обслуживание будут большими при малых потерях из-за случайных поломок. Так как невозможно предсказать заранее, когда возникнет неисправность, необходимо найти вероятность того, что ПЭВМ выйдет из строя в период времени  $t$ . ЭВМ ремонтируется индивидуально, если она остановилась из-за поломки. Через  $T$  интервалов времени выполняется профилактический ремонт всех  $n$  ПЭВМ. Построить *процедуру принятия решения* о ремонте (исходя из различных ситуаций, в которые помещено *ЛПР*).
2. Интенсивность спроса  $x$  (спрос в единицу времени) на некоторый товар задается непрерывной функцией распределения  $f(x)$ . Если запасы в начальный момент невелики, возможен дефицит товара. В противном случае к концу рассматриваемого периода запасы нереализованного товара могут оказаться большими. Потери возможны и в том, и в другом случае. Предложите *процедуру принятия решения* о необходимом запасе товаров.
3. При работе на ЭВМ необходимо периодически проверять наличие вирусов. Приостановка в обработке информации приводит к определенным экономическим издержкам. Если же вирус вовремя не будет обнаружен, возможна и потеря информации, и затраты на восстановление. Варианты решения таковы:  $E_1$  - полная проверка;  $E_2$  - минимальная проверка (проверка каталога);  $E_3$  - отказ от проверки. ЭВМ может находиться в состояниях:  $F_1$  - вирус отсутствует;  $F_2$  - вирус есть, но он не успел активизироваться;  $F_3$  - некоторые файлы испорчены вирусом и нуждаются в восстановлении. Предложите *процедуру принятия решения*. Организуйте группу и руководство по *ситуационному моделированию* для решения этой проблемы (для *принятия решений* по проблеме).

## **Темы научных исследований и рефератов**

1. Функции, задачи, поведение *ЛПР*.
2. Системы поддержки и *принятия решений*.
3. Оптимизация и *принятие решений*.