

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ВНЕШНЕГО ИНТЕРНЕТ-КАНАЛА ОРГАНИЗАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОГО КАЧЕСТВА ПОДКЛЮЧЕНИЯ

© 2006 В. Г. Грачев, Е. А. Симановский

Самарский государственный аэрокосмический университет

Предлагается математическая модель Интернет-канала организации и методика оценки его скорости передачи данных для обеспечения требуемого качества подключения.

Для выбора конкретного поставщика услуг Интернет по критериям скорость передачи данных одной пользовательской сессии/приведенная стоимость подключения применяется метод функции полезности.

Задача оценки скорости передачи данных внешнего канала и выбора поставщика услуг Интернет (ПУИ) возникает либо при первоначальном подключении организация к сети Интернет, либо при расширении списка сетевых сервисов, доступных пользователям данной организации. Данная задача особенно актуальна для научных и образовательных организаций, когда, с одной стороны, необходимо обеспечить качественный доступ к сетевым ресурсам, а с другой стороны, минимизировать затраты на подключение.

Ошибки в выборе скорости Интернет-канала организации могут привести к тому, что доступ к сетевым ресурсам будет затруднен или неэффективен, а затраты на Интернет-подключение значительно возрастут. Действительно, оценка скорости подключения к сети Интернет самым прямым образом влияет на выбор типа линии связи, канального и сетевого оборудования. Дополнительные затраты на их замену в случае неверной оценки необходимой скорости передачи дан-

ных внешнего канала могут многократно превысить первоначальные вложения.

Таким образом, правильный выбор скорости передачи данных внешнего Интернет-канала организации позволяет достигать требуемого качества подключения к сети Интернет при минимуме финансовых вложений.

Математическая модель внешнего Интернет-подключения

Подключение организации к сети Интернет показано на рис. 1.

Задача оценки необходимой скорости передачи данных внешнего канала организации решается на основе математической модели внешнего Интернет-подключения [1]. Модель основана на следующих основных допущениях:

1. Сетевой трафик рассматривается на уровне пользовательских сессий, каждая из которых представляет собой поток данных от одного источника, инициированный пользователем (загрузка файла по протоколу FTP, html странички по протоколу HTTP и т. д.), и

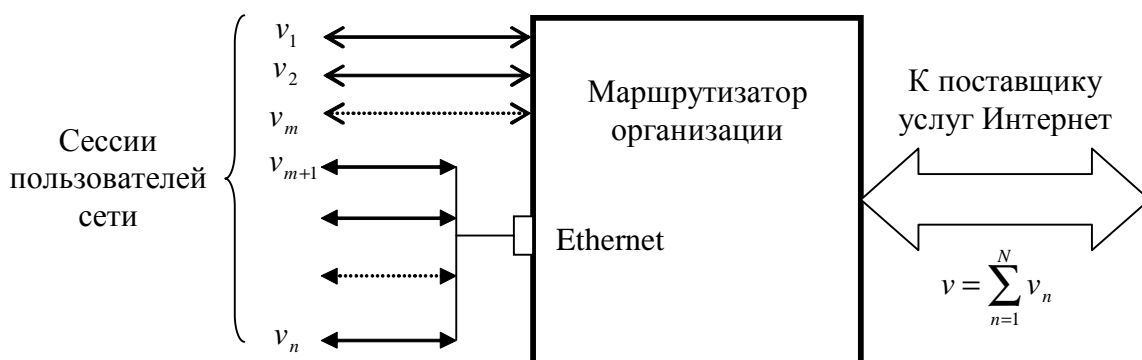


Рис. 1. Подключение организации к сети Интернет

характеризуется длиной (в байтах) и длительностью (в секундах).

2. Интервал наблюдения можно разбить на подынтервалы, в течение каждого из которых поток запросов на открытие пользовательских сессий будет стационарным пуассоновским со своим значением интенсивности.

3. Учитываются структура трафика сети и особенности алгоритмов работы конкретных, наиболее популярных протоколов (транспортного уровня UDP и TCP, прикладного уровня HTTP и FTP).

4. В незагруженном режиме работы сети времена обслуживания отдельных пользовательских сессий независимы друг от друга, зависимость между длиной и длительностью пользовательской сессии появляется только для длинных (по объему передаваемой информации) сессий.

5. Момент перегрузки в сети определяется по возникновению зависимости между временами обслуживания отдельных пользовательских сессий и между длиной и длительностью коротких сессий.

В рамках данной модели получены следующие выражения для среднего значения и дисперсии скорости передачи данных во внешнем Интернет-канале организации для незагруженного режима работы сети:

$$M[v] = I_{UDP} \bar{L}_{UDP} + I_{FTP} \bar{L}_{FTP} + I_{HTTP} \bar{L}_{HTTP},$$

$$D[v] = I_{UDP} M_{UDP} \left[\frac{L_n^2}{W_n} \right] + \frac{28}{27} I_{FTP} M_{FTP} \left[\frac{L_n^2}{W_n} \right] + \frac{C}{\ln r} \frac{r-1}{r+1} I_{HTTP} M_{HTTP} \left[\frac{L_n^2}{W_n} \right],$$

$$D[v] = I_{UDP} \frac{\bar{L}_{UDP}^2 + D[L_{UDP}]}{\bar{W}_H} + \frac{28}{27} I_{FTP} \frac{\bar{L}_{FTP}^2 + D[L_{FTP}]}{\bar{W}_H} + \frac{C}{\ln r} \frac{r-1}{r+1} I_{HTTP} \frac{\bar{L}_{HTTP}^2 + D[L_{HTTP}]}{\bar{W}_H},$$

где I_x - интенсивность потока запросов на открытие пользовательских сессий для данного протокола; L_x - длина пользовательской сессии; W_x - длительность пользовательской сессии; C, r - параметры протокола TCP.

Если физическая скорость передачи данных внешнего Интернет-канала выбрана таким образом, что превышает верхнюю границу изменения скорости передачи данных, получаемую из модели (например, согласно неравенству Чебышева, в случае произвольного вида распределения скорость передачи данных будет лежать в диапазоне $M[v] \pm 3\sqrt{D[v]}$ с вероятностью 0,89), то сеть будет находиться в незагруженном режиме, обеспечивая наилучшее качество обслуживания, доступное для данного канала и поставщика услуг Интернет (наибольшую доступную скорость передачи данных пользовательской сессии).

В режиме перегрузки скорость передачи данных одной пользовательской сессии будет зависеть от всех других пользовательских сессий, находящихся на обслуживании в данный момент времени, и, естественно, значение скорости будет меньше, чем в незагруженном режиме.

Методика оценки скорости передачи данных внешнего Интернет-канала организации

Исходными параметрами для методики оценки скорости передачи данных внешнего Интернет-канала организации являются минимальная требуемая средняя скорость одной пользовательской сессии \bar{v}_n (байт/с) и оценки следующих величин:

$I_{UDP}, I_{FTP}, I_{HTTP}$ - интенсивность поступления запросов на открытие сессий по различным протоколам, $1/c$;

$\bar{L}_{UDP}, \bar{L}_{FTP}, \bar{L}_{HTTP}$ - средние длины сессии по различным протоколам, байт;

$D[L_{UDP}], D[L_{FTP}], D[L_{HTTP}]$ - дисперсия длины сессии по различным протоколам;

$r_{FTP} \left[\frac{L_n^2}{W_n} \right]$ - коэффициент корреляции случай-

ных величин L_n^2 и $1/W_n$ для протокола FTP;

$s_{FTP} [L_n^2]$, $s_{FTP} [1/W_n]$ - средние квадратические отклонения данных случайных величин для протокола FTP;

$\bar{W}_{H UDP}$, $\bar{W}_{H FTP}$, $\bar{W}_{H HTTP}$ - среднее гармоническое времени обслуживания сессии по различным протоколам.

Оценки величин I_{UDP} , I_{FTP} , I_{HTTP} , \bar{L}_{UDP} , \bar{L}_{FTP} , \bar{L}_{HTTP} , $D[L_{UDP}]$, $D[L_{FTP}]$, $D[L_{HTTP}]$, $s_{FTP} [L_n^2]$ могут быть получены методом экспертных оценок с учетом “класса” сети организации. Будем относить несколько сетей к одному классу, если эти сети имеют сходную структуру трафика, т. е. похожее распределение трафика по протоколам и запрашиваемым документам. В этом случае можно констатировать, что значения исходных параметров, описанных выше, будут подобны (с поправкой на размер сети) значениям тех же параметров сети другой организации, уже имеющей подключение к сети Интернет и относящейся к тому же “классу”.

Можно предложить следующие классы организаций: гуманитарный вуз, технический вуз, банк, коммерческая организация определенного профиля, организация, предоставляющая доступ в Интернет пользователям, работающим из дома по телефонной линии, и т. д.

Дать точные оценки описанных выше величин обычно не представляется возможным, так как они носят вероятностный характер. Поэтому их оценки следует рассматривать как случайные величины и из опыта или методом экспертных оценок задавать их закон распределения: непрерывный (с помощью функции плотности распределения) или дискретный (с помощью ряда распределения). Вероятности, фигурирующие в этих законах распределения, могут быть интерпретированы как субъективные вероятности [2]. В случае, когда нет уверенности в том, какой конкретный вид распределения будут иметь

исходные величины, могут быть заданы несколько возможных распределений для каждой из них (как в подходе, описанном в [2]) совместно с вероятностью реализации каждого вида распределения. Все эти меры по подготовке исходных данных позволят получить более точную оценку необходимой скорости подключения организации к сети Интернет.

Оценки величин $\bar{W}_{H UDP}$, $\bar{W}_{H FTP}$, $\bar{W}_{H HTTP}$,

$r_{FTP} \left[\frac{L_n^2}{W_n} \right]$, $s_{FTP} [1/W_n]$ получают тестирова-

нием сети поставщика услуг Интернет. Для тестирования должен использоваться набор сетевых ресурсов, характерный для данного класса организации. Они могут быть также заданы как непрерывные или дискретные случайные величины.

Предлагаемая методика состоит из последовательного выполнения следующих шагов:

1. Оценка значений исходных величин.

Методом экспертных оценок с учетом “класса” и размера сети организации дать оценки следующих величин в виде ряда распределения или функции плотности распределения: I_{UDP} , I_{FTP} , I_{HTTP} , \bar{L}_{UDP} , \bar{L}_{FTP} , \bar{L}_{HTTP} , $D[L_{UDP}]$, $D[L_{FTP}]$, $D[L_{HTTP}]$, $s_{FTP} [L_n^2]$.

2. Тестирование сети поставщика услуг Интернет.

Протестировать сетевые ресурсы, характерные для данной организации, и получить оценки величин $\bar{W}_{H UDP}$, $\bar{W}_{H FTP}$, $\bar{W}_{H HTTP}$,

$r_{FTP} \left[\frac{L_n^2}{W_n} \right]$, $s_{FTP} [1/W_n]$.

3. Оценка необходимой скорости внешнего Интернет-канала организации для данного поставщика услуг Интернет.

Оценка необходимой скорости внешнего Интернет канала производится по одному из следующих критериев:

3.1. Критерий наиболее вероятного события.

Оценка скорости внешнего Интернет-канала находится из следующего выражения:

$$v_{\text{вн}} = M[v] + kS[v].$$

Здесь

$$M[v] = I_{UDP} \bar{L}_{UDP} + I_{FTP} \bar{L}_{FTP} + I_{HTTP} \bar{L}_{HTTP} = I \bar{L},$$

$$S^2[v] = I_{UDP} \frac{\bar{L}_{UDP}^2 + D[L_{UDP}]}{\bar{W}_{H UDP}} + \\ + \frac{28}{27} I_{FTP} \left(\frac{\bar{L}_{FTP}^2 + D[L_{FTP}]}{\bar{W}_{H FTP}} + r \left[\frac{L_n^2}{W_n} \right] S_{FTP}[L_n^2] S_{FTP}[1/W_n] \right) + \\ + \frac{C}{\ln r} \frac{r-1}{r+1} I_{HTTP} \frac{\bar{L}_{HTTP}^2 + D[L_{HTTP}]}{\bar{W}_{H HTTP}},$$

k - коэффициент, зависящий от вида распределения скорости во внешнем Интернет-канале и требуемой вероятности попадания скорости в интервал $M[v] \pm kS[v]$. В случае произвольного вида распределения можно положить $k = 3$. Тогда, согласно неравенству Чебышева, вероятность попадания в заданный интервал $p \approx 0,89$ и, соответственно, вероятность того, что скорость во внешнем канале превысит величину $M[v] + 3S[v]$ не больше $\tilde{p} = 1 - p \approx 0,11$. Когда распределение скорости во внешнем канале симметрично относительно ее математического ожидания, то $(1 - p)/2 \approx 0,055$. В случае нормального распределения $\Phi(k) = (1 - 2\tilde{p})/2$, где $\Phi(x)$ - функция Лапласа.

В качестве значений исходных величин I_{UDP} , I_{FTP} , I_{HTTP} , \bar{L}_{UDP} , \bar{L}_{FTP} , \bar{L}_{HTTP} , $D[L_{UDP}]$, $D[L_{FTP}]$, $D[L_{HTTP}]$, $S_{FTP}[L_n^2]$ для расчета данного критерия берутся значения с наибольшей вероятностью реализации. В частном случае, когда величины \bar{L}_x и $D[L_x]$ являются зависимыми, необходимо руководствоваться максимумом совместной плотности (ряда) оценки скорости внешнего канала.

Данный критерий лучше всего подходит для ситуации, когда вероятность одной из реализаций исходных величин значительно больше, чем вероятности остальных реализаций.

3.2. Критерий предельного уровня.

Оценка скорости внешнего канала вычисляется с помощью тех же выражений, что и для критерия наиболее вероятного события. В качестве значений исходных величин берутся их максимальные значения, для которых вероятность совместной реализации больше нуля (в случае независимости значений исходных величин любая их комбинация будет иметь ненулевую вероятность).

Данный критерий может использоваться в случае, когда необходимо обеспечить качественное Интернет-подключение при предельной нагрузке.

3.3. Комбинация ожидаемого значения и дисперсии.

При комбинации ожидаемого значения и дисперсии можно учесть возможное отклонение величины рассчитываемой скорости передачи данных внешнего Интернет-канала организации от ее среднего значения вследствие вероятностной природы исходных данных. Данный критерий выражается с помощью соотношения

$$v_{\text{вн КОЗД}} = M[v_{\text{вн}}] + k_{\text{КОЗД}} \frac{S[v_{\text{вн}}]}{M[v_{\text{вн}}]}.$$

Здесь $v_{\text{вн КОЗД}}$ - скорость внешнего Интернет-канала по критерию ожидаемого значения и дисперсии;

$v_{\text{вн}} = M[v] + kS[v]$ - расчетное выражение для скорости внешнего Интернет-канала;

$M[v]$, $S[v]$ - среднее значение и средне-квадратическое отклонение скорости во внешнем Интернет-канале;

$$M[v] = I_{UDP} \bar{L}_{UDP} + I_{FTP} \bar{L}_{FTP} + I_{HTTP} \bar{L}_{HTTP} = I \bar{L},$$

$$S^2[v] = I_{UDP} \frac{\bar{L}_{UDP}^2 + D[L_{UDP}]}{\bar{W}_{H UDP}} + \\ + \frac{28}{27} I_{FTP} \left(\frac{\bar{L}_{FTP}^2 + D[L_{FTP}]}{\bar{W}_{H FTP}} + r \left[\frac{L_n^2}{W_n} \right] S_{FTP}[L_n^2] S_{FTP}[1/W_n] \right) + \\ + \frac{C}{\ln r} \frac{r-1}{r+1} I_{HTTP} \frac{\bar{L}_{HTTP}^2 + D[L_{HTTP}]}{\bar{W}_{H HTTP}};$$

k - постоянный коэффициент, определяемый

так же, как и в критерии наиболее вероятно-го события;

$M[v_{\text{вн}}]$, $S[v_{\text{вн}}]$ - среднее значение и средне-квадратическое отклонение расчетной скоро-сти внешнего канала;

$k_{\text{КОЗД}}$ - постоянный коэффициент, “уровень несклонности к риску”. Чем большее значе-ние организация придает риску перегрузки внешнего Интернет-канала за счет дисперсии его расчетной скорости, вызванной вероятно-стной природой исходных данных, тем боль-шее значение должен иметь данный коэффи-циент.

Среднее значение и среднеквадратичес-кое отклонение расчетной скорости переда-чи данных внешнего канала определяются как числовые характеристики функции несколь-ких независимых случайных аргументов (ис-ходных величин).

В случае, когда исходные величины за-даны в виде рядов распределений:

$$M[v_{\text{вн}}] = \sum_{i_1} \mathbf{K} \sum_{i_{10}} v_{\text{вн}}(x_{1,i_1}, x_{2,i_2}, \mathbf{K}, x_{10,i_{10}}) \times \\ \times p(x_{1,i_1}, x_{2,i_2}, \mathbf{K}, x_{10,i_{10}}), \\ S^2[v_{\text{вн}}] = \sum_{i_1} \mathbf{K} \sum_{i_{10}} (v_{\text{вн}}(x_{1,i_1}, x_{2,i_2}, \mathbf{K}, x_{10,i_{10}}) - M[v_{\text{вн}}])^2 \times \\ \times p(x_{1,i_1}, x_{2,i_2}, \mathbf{K}, x_{10,i_{10}}).$$

Для исходных величин, заданных в виде функций плотности распределений:

$$M[v_{\text{вн}}] = \int_{-\infty}^{+\infty} \mathbf{K} \int_{-\infty}^{+\infty} v_{\text{вн}}(x_1, x_2, \mathbf{K}, x_{10}) \times \\ \times f(x_1, x_2, \mathbf{K}, x_{10}) dx_1 dx_2 \mathbf{K} dx_{10}, \\ S^2[v_{\text{вн}}] = \int_{-\infty}^{+\infty} \mathbf{K} \int_{-\infty}^{+\infty} (v_{\text{вн}}(x_1, x_2, \mathbf{K}, x_{10}) - M[v_{\text{вн}}])^2 \times \\ \times f(x_1, x_2, \mathbf{K}, x_{10}) dx_1 dx_2 \mathbf{K} dx_{10},$$

где $x_1, x_2, \mathbf{K}, x_{10}$ - значения исходных величин I_{UDP} , I_{FTP} , I_{HTTP} , \bar{L}_{UDP} , \bar{L}_{FTP} , \bar{L}_{HTTP} , $D[L_{UDP}]$, $D[L_{FTP}]$, $D[L_{HTTP}]$, $S_{FTP}[L_n^2]$ соответственно;

$p(x_{1,i_1}, x_{2,i_2}, \mathbf{K}, x_{10,i_{10}})$ - совместный ряд рас-пределения.

В случае независимости исходных дис-кретных величин:

$$p(x_{1,i_1}, x_{2,i_2}, \mathbf{K}, x_{10,i_{10}}) = p_{x_{1,i_1}} p_{x_{2,i_2}} \mathbf{K} p_{x_{10,i_{10}}};$$

$p_{x_1}, p_{x_2}, \mathbf{K}, p_{x_{10}}$ - вероятности исходных вели-чин;

$f(x_1, x_2, \mathbf{K}, x_{10})$ - совместная плотность рас-пределения.

В случае независимости исходных не-прерывных величин:

$$f(x_1, x_2, \mathbf{K}, x_{10}) = f(x_1) f(x_2) \mathbf{K} f(x_{10});$$

$f(x_1), f(x_2), \mathbf{K}, f(x_{10})$ - функции плотности распределения исходных величин;

$$v_{\text{вн}}(x_1, \mathbf{K}, x_{10}) = I_{UDP} \bar{L}_{UDP} + I_{FTP} \bar{L}_{FTP} + I_{HTTP} \bar{L}_{HTTP} +$$

$$k \sqrt{I_{UDP} \frac{\bar{L}_{UDP}^2 + D[L_{UDP}]}{\bar{W}_{HUDP}} + \frac{28}{27} I_{FTP} \left(\frac{\bar{L}_{FTP}^2 + D[L_{FTP}]}{\bar{W}_{HFTP}} + r \left[\frac{L_n^2}{W_n} \right] S_{FTP}[L_n^2] S_{FTP}[1/W_n] \right) + \frac{C}{\ln r} \frac{r-1}{r+1} I_{HTTP} \frac{\bar{L}_{HTTP}^2 + D[L_{HTTP}]}{\bar{W}_{HHTTP}}}$$

- значение расчетной скорости передачи дан-ных внешнего канала.

4. Рассчитать среднюю скорость од-ной пользовательской сессии для данного по-ставщика услуг Интернет.

Использовать формулу: $\bar{v}_n = \bar{L}/\bar{W}$.

5. Рассчитать приведенную стоимость E подключения в месяц к данному постав-щику услуг Интернет.

Приведенная стоимость подключения в месяц к данному поставщику услуг Интернет будет складываться из платы за подключение $E_{\text{подкл.}}$, приведенной ко всему времени эксп-луатации внешнего канала T (в месяцах), и абонентской платы за подключение в месяц $E_{\text{абон.}}$: $E = E_{\text{подкл.}}/T + E_{\text{абон.}}$.

Очевидно, что если организация под-ключается к сети Интернет на короткий срок, то важное значение для принятия решения о

подключении к данному поставщику услуг Интернет имеет плата за подключение. При длительном подключении важное значение приобретает абонентская плата.

Расчет платы за подключение $E_{подкл.}$ и абонентской платы $E_{абон.}$ провести, используя полученную оценку скорости внешнего канала, условия подключения к данному поставщику услуг Интернет и выбранного тарифного плана.

6. Повторить пункты 2-5 для других поставщиков услуг Интернет.

7. Выбрать поставщика услуг Интернет и скорость внешнего канала.

Исходными данными на этом шаге являются рассчитанные для каждого поставщика услуг Интернет значения средней скорости одной пользовательской сессии \bar{v}_n и приведенная стоимость подключения в месяц E .

Выбор поставщика услуг Интернет

Задача выбора поставщика услуг Интернет в данных условиях является многокритериальной. Критерии являются взаимно конкурирующими. С одной стороны, при увеличении средней скорости пользовательской сессии \bar{v}_n качество обслуживания пользователей сети улучшается. С другой стороны, при увеличении средней скорости пользовательской сессии увеличивается расчетное значение необходимой скорости внешнего канала $v_{вн}$ (за счет увеличения дисперсии скорости передачи данных во внешнем канале) и, как следствие, возрастают плата за подключение $E_{подкл.}$, абонентская плата $E_{абон.}$ и приведенная стоимость подключения в месяц E , которую организация стремится минимизировать.

В рассматриваемой задаче каждому поставщику услуг Интернет (варианту подключения организации к сети Интернет) соответствует точка $(\bar{v}_n^{(i)}, E^{(i)})$ в двухмерном пространстве (рис. 2). На рисунке также показаны ограничения на значения критериев: $\bar{v}_{n\ мин}$ - минимальная допустимая скорость одной пользовательской сессии и $E_{\ макс}$ - максимальная приведенная стоимость подключения к сети Интернет.

Как известно, оптимальное решение (выбор того или иного поставщика услуг Интернет) может принадлежать только области компромиссов (области Парето), то есть подмножеству решений, каждый вариант которого не может быть улучшен по одному или нескольким критериям без ухудшения по одному или более из оставшихся критериев. Решения из области компромиссов на рис. 2 обведены.

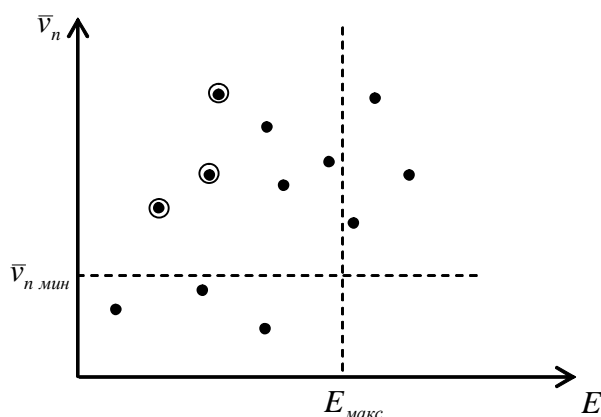


Рис. 2. Построение области компромиссов

В общем случае, нахождение области компромиссов не позволяет решить задачу до конца, но существенно сужает область поиска оптимального решения. На практике предпочтительная альтернатива может быть выбрана волевым решением лица, принимающего решения (ЛПР), или с помощью одного из методов выбора решения из области компромиссов.

Наиболее распространенные методы выбора решений из области компромиссов можно разделить на две большие группы [3].

Методы обобщенного критерия предполагают сведение задачи к однокритериальной путем формирования тем или иным образом (аддитивно, мультипликативно, комбинированно) из частных критериев некоторого обобщенного критерия, который затем максимизируется (минимизируется).

В методах последовательной оптимизации производится ряд последовательных приближений к оптимальному решению.

В работе [3] развивается метод выбора объективно предпочтительной альтернативы, названный методом функции полезности. Согласно данному методу каждая альтернатива характеризуется двумя (а не одним, как в методах выбора решения, которые описа-

ны выше и которые будем называть далее формальными методами) обобщенными критериями оптимальности: полезностью и платой за полезность.

Полезностью технической системы авторы называют некоторую количественную характеристику степени выполнения системой своего функционального назначения и доказывают, что может быть сформулирована объективная полезность для а) технических устройств индивидуального потребления при массовом производстве и б) устройств или систем общественного (неиндивидуального) использования.

Плата за полезность - обобщенный критерий, который объединяет частные критерии, не определяющие непосредственно полезность, но прямо или косвенно отражающие затраты (в широком смысле), на которые приходится соглашаться для приобретения полезности. К плате за полезность могут относиться такие частные критерии, как непосредственно стоимость (проектирования, изготовления, обслуживания) технического устройства (системы), его габариты, масса, энергопотребление и т. д.

Одним из главных отличий подхода, основанного на функции полезности и платы за полезность, от формальных методов является стремление избавиться от субъективизма в процессе принятия решения.

На последнем шаге предлагаемой методики оценки скорости передачи внешнего канала организации мы располагаем данными, которые могут быть непосредственно использованы при выборе предпочтительной альтернативы (конкретного поставщика услуг Интернет) методом функции полезности: приведенная стоимость подключения в месяц *E* может выступать в качестве обобщенного

критерия платы за полезность, а средняя скорость одной пользовательской сессии \bar{v}_n может входить в качестве частного критерия в выражение для полезности подключения организации к сети Интернет.

Заключение

Предложенная математическая модель внешнего Интернет-канала организации и методика оценки скорости передачи данных для обеспечения требуемого качества подключения могут быть использованы при проектировании сети организации и выборе поставщика услуг Интернет. Методика позволяет рассчитать скорость передачи данных внешнего Интернет-канала организации по требуемому сценарию (обеспечение качественного доступа в сеть Интернет для наиболее вероятного состояния сети, при максимальной загрузке, с заданным коэффициентом несклонности к риску) и выбрать конкретного поставщика услуг Интернет по критериям скорости передачи данных одной пользовательской сессии/приведенная стоимость подключения.

По данной методике проведены расчеты и выбрана скорость передачи данных внешнего Интернет-канала сети межвузовского медиацентра (г. Самара).

Список литературы

1. Грачев В. Г. Модель внешнего Интернет-канала организации// Аспирантский вестник Поволжья. – 2003. - №1. – С. 19-20.
2. Дехтяренко В. А., Своятыцкий Д. А. Методы многокритериальной оптимизации сложных систем при проектировании. – Киев: Изд-во АН УССР, 1976.
3. Брахман Т. Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике. – М.: Радио и связь, 1984.