

## Исследование проблемы выбора минимального набора услуг для расширения деятельности предприятия на примере интернет-провайдера

И.В. Матях, Е.О. Савкова, О.В. Ченгарь  
Донецкий национальный технический университет  
iramatyakh@gmail.com

*Матях И.В., Савкова Е.О., Ченгарь О.В. Исследование проблемы выбора минимального набора услуг для расширения деятельности предприятия на примере интернет-провайдера. В статье рассматривается формализация задачи принятия решения о целесообразности открытия или расширения сферы деятельности фирмы, на примере интернет-провайдера. Для этого исследованы внешние и внутренние факторы, влияющие на прибыль предприятия. Рассмотрены две модели представления задачи: в виде матрицы полезностей и матричной игры. Выделены достоинства и недостатки данных моделей, описаны методы решения задачи.*

**Ключевые слова:** интернет-провайдер, прибыль, случайная ситуация, набор услуг, матрица полезностей, матричная игра, альтернативное решение, правило комбинаторики.

### Введение

Каждый из нас, хоть раз в жизни, наблюдал за торжественным открытием различных магазинов, фирм, коммерческих организаций. Но, к сожалению, некоторые из них, вскоре прекращали свою деятельность. И вот, на месте только что открывшегося магазина остались лишь пустые помещения, которые, в настоящее время, часто можно увидеть на улицах города.

На успешность работы любой фирмы влияет огромное количество факторов, как внешних (например, регион, где расположена фирма, действие или бездействие конкурентов в данном регионе), так и внутренних (правильно ли подобраны спектр услуг, цены на предоставляемые услуги). Успешная деятельность нового или расширения сферы деятельности существующего предприятия во многом зависит от определения таких факторов и оценки их влияния на прибыль. Проблема оценки этих показателей остается актуальной на сегодняшний день. Многолетний опыт отечественных и зарубежных фирм показывает, что недооценка планирования и прогнозирования предпринимательской деятельности или же их некомпетентное выполнение приводят к экономическим затратам (убытку) или же к банкротству предприятия.

Следовательно, руководитель предприятия (менеджер) должен проанализировать множество случайных ситуаций, которые могут повлиять на работу предприятия и спрогнозировать получаемую прибыль при таких ситуациях. Только после

этого можно принять решение о целесообразности открытия или расширения фирмы.

### Постановка задачи

В практической деятельности часто встречаются задачи, решение которых заключается в поиске лучшего варианта (альтернативы) по одному или нескольким критериям. В данном случае, альтернативой является выбор руководителем предприятия одного решения из множества возможных. Критерий – один из элементов задачи принятия решений, в соответствии с которым лицо, принимающее решение выбирает ту или иную альтернативу [1].

Для выбора лучшей альтернативы, необходимо выполнить анализ случайных показателей, влияющих на работу фирмы и провести оценку их влияния на доход предприятия.

Задачу принятия решения об открытии фирмы или расширения ее сферы деятельности для получения максимальной прибыли рассмотрим на примере организации, предоставляющей интернет-услуги населению.

В результате анализа, определен перечень случайных ситуаций, которые могут произойти в процессе работы интернет-провайдера, и, соответственно, повлиять на прибыль. Результаты анализа представлены в таблице 1.

В данной задаче, на прибыль предприятия влияет не только перечень случайных ситуаций, но и набор услуг, которые может предоставить фирма. В связи с этим определен перечень основных услуг, предоставляемых интернет-провайдером:

- предоставление интернет услуг (подключение интернета с различными характеристиками физическим и юридическим лицам);
- переподключение абонентов от других интернет-провайдеров;
- диагностика оборудования клиента;
- вызов монтажника;
- настройка оборудования клиента (роутера);
- восстановление настроек сетевого оборудования.

Таблица 1. Перечень случайных ситуаций, влияющих на прибыль предприятия

Случайная ситуация	Описание
Погодные условия	Природные факторы, которые могут приводить к поломкам оборудования провайдера и клиента. Можно выделить три погодных условия, влияющих на работу интернет-провайдера: гроза, при которой могут выйти из строя коммутаторы и кабель; при сильном ветре, урагане повышается вероятность падения деревьев, в результате чего может быть повреждено оборудование; аномальная жара, при которой оборудование перегревается и выходит из строя.
Сбой оборудования клиента	К оборудованию клиента относятся: роутер, компьютер, сетевой адаптер. Так же на стороне клиента могут произойти: сбой параметров системы, сбой настроек файервола, заражение вирусами, блокирующими работу интернета. Кроме этого могут выйти из строя коммуникации клиента: кабель, интернет-розетки.
Сбой работы оборудования провайдера	К оборудованию провайдера относят коммутаторы, кабель, сервер. При выходе из строя данного оборудования, предприятие может понести большие потери.
Количество абонентов	От количества абонентов напрямую зависит прибыль предприятия. Нельзя назвать конкретное число абонентов, при котором предприятие будет получать доход, так как большую роль играет регион, где будет расположен интернет-провайдер, его населенность, а также качество услуг, которые предоставляют фирмы-конкуренты в данном регионе.

В теории принятия решений очень важным является определение типа решаемой задачи. Выяснение этого вопроса влияет на объем и структуру необходимой информации, а также на выбор методов, используемых при решении задачи. Из формулировки цели данной задачи можно сразу ограничиться решением на основе одного критерия, определяющего целесообразность функционирования предприятия. Из теории известно, что в зависимости от доступной информации, задачу можно отнести к одной из трех типов [2]:

- в условиях определенности;
- в условиях риска;
- в условиях неопределенности.

Для рассматриваемой задачи отсутствует вся необходимая информация, поэтому можно рассматривать только второй и третий вариант. Кроме этого, такие задачи для формализации требуют получения следующей информации:

- определения множества всех возможных случайных событий, влияющих на функционирование предприятия, а значит, на получение возможного дохода;
- определение множества всех доступных видов услуг, которые может предоставить предприятие;
- оценка этих видов услуг с позиции получаемого дохода.

Структурированная таким образом информация служит для дальнейшего анализа задачи: если известны вероятности случайных событий или они могут быть определены по статистическим данным и при этом лицо, принимающее решение доверяет этой вероятности, тогда задача должна быть формализована как задача в условиях риска [3] и решаться соответствующими методами, в противном случае решение принимается в условиях неопределенности.

В данной задаче, одним из определяющих факторов является внешняя среда, т. е. перечень случайных ситуаций, которые могут находиться в одном из  $k$  состояний  $S_1, S_2, \dots, S_k$ , вероятность возникновения которых неизвестна лицу, принимающему решение. Это значит, что мы не можем точно определить, будет ли гроза и приведет ли она к поломке оборудования. В основном, такие данные можно получить статистическим путем или же с помощью экспертов в данной области [4]. Но если необходимые для принятия решений статистические данные отсутствуют (как в рассматриваемой задаче), или имеется недоверие к таким данным, то задачи указанного типа относят к задачам принятия решений в условиях неопределенности [4].

Для формализации задачи в условиях неопределенности необходимо выполнить следующие действия:

1. Определить множество  $\{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$  всех возможных внешних ситуаций, которые влияют на экономические результаты решения;
2. Составить перечень  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  анализируемых альтернативных решений;
3. Определить модель представления задачи;
4. Определить ожидаемые доходы при принятии соответствующего решения;
5. Выбрать критерий для расчета наилучшего решения.

**Определение множества возможных ситуаций, влияющих на экономические результаты решения**

Указанный набор ситуаций  $\{Q_j, j=\overline{1, n}\}$  должен представлять собой полную группу событий. Это означает, что должны выполняться следующие два условия, представленные в формуле (1).

$$\forall (k, l) \quad Q_k \cap Q_l = \emptyset \quad (1)$$

т.е. одновременное наступление любых двух событий такой полной группы – невозможно, как показано в формуле (2).

$$\bigcup_{j=1}^n Q_j = \Omega \quad (2)$$

т.е. одно из событий полной группы наступит обязательно.

При определении числа событий полной группы во множестве всех возможных ситуаций  $\{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$ , которые необходимо учесть при анализе решений, удобно пользоваться основным правилом комбинаторики [6].

Сформулируем сначала это правило применительно к случаю, когда учитываются только два фактора, каждый из которых обуславливает свой специфический вид неопределенности, отражающийся на экономическом результате.

Например, пусть первый фактор - это погодные условия, а второй - сбой оборудования клиента. Для первого из них в модели требуется учесть  $n_1$  различных сценариев развития событий, а для второго –  $n_2$ . Тогда, согласно указанному правилу, при формализации соответствующей полной группы событий всего необходимо учесть  $n_1 * n_2$  различных сценариев развития событий. Основное правило комбинаторики соответственно распространяется на случай произвольного числа учитываемых факторов.

В частности, для рассматриваемой задачи, требуется учесть следующие факторы, описанные в таблице 2.

Тогда применительно к данной задаче при формализации полной группы событий  $\{Q_j\}$  необходимо учесть  $4 * 2 * 2 * 3 = 48$  вариантов развития событий.

Рассмотрение выделенных случайных ситуаций во всех возможных комбинациях (т.е. 48 вариантов) является очень громоздкой задачей. В связи с этим, для примера рассмотрим только некоторые из них:

- Q1 - ситуация, при которой {Погодные условия - благоприятные} \* {сбой оборудования клиента – не произошел} \* {Сбой работы оборудования провайдера - не произошел} \* {Количество абонентов - много};

- Q2 - ситуация, при которой {Погодные условия - благоприятные} \* {сбой оборудования клиента – не произошел} \* {Сбой работы оборудования провайдера - не произошел} \* {Количество абонентов - среднее количество};

- Q3 - ситуация, при которой {Погодные условия - благоприятные} \* {сбой оборудования клиента – не произошел} \* {Сбой работы оборудования провайдера - не произошел} \* {Количество абонентов - клиентов много};

- Q4 - ситуация, при которой {Погодные условия – не благоприятные} \* {сбой оборудования клиента – произошел} \* {Сбой работы оборудования провайдера - не произошел} \* {Количество абонентов - много};

- Q5 - ситуация, при которой {Погодные условия – не благоприятные} \* {сбой оборудования клиента – не произошел} \* {Сбой работы оборудования провайдера - произошел} \* {Количество абонентов - много}.

Таблица 2. Факторы, влияющие на прибыль интернет-провайдера

Фактор	Возможные сценарии развития событий
Погодные условия	гроза; сильный ветер; аномальная жара; погода, не влияющая на работу провайдера.
Сбой оборудования клиента	сбой произошел; сбой не произошел.
Сбой работы оборудования провайдера	сбой произошел; сбой не произошел.
Количество абонентов	абонентов – мало; среднее количество абонентов; абонентов – много.

### Составление перечня альтернативных решений

Альтернативное решение представляет собой набор действий (в нашем случае работ или услуг), выполнение которых приносит прибыль. Составление перечня всех возможных альтернативных решений, влияющих на экономический результат, является сложной задачей, так как альтернатив может быть очень большое количество. Но вопрос о том, рассматривать или нет в рамках соответствующего анализа конкретную альтернативу, решает непосредственно лицо, принимающее решение. В связи с этим выделены основные альтернативные решения:

$X_1$  – Предоставление интернет-услуг;  
 $X_2$  – Предоставление интернет-услуг, переподключение абонентов от других интернет-провайдеров;

$X_3$  – Предоставление интернет-услуг, переподключение абонентов от других интернет-провайдеров, диагностика оборудования клиента, вызов монтажника, настройка оборудования клиента, Восстановление настроек сетевого оборудования.

$X_4$  – Предоставление интернет-услуг, переподключение абонентов от других интернет-провайдеров, диагностика оборудования клиента, вызов монтажника;

$X_5$  – Предоставление интернет-услуг, переподключение абонентов от других интернет-провайдеров, диагностика оборудования клиента, вызов монтажника, настройка оборудования клиента;

$X_6$  – Предоставление интернет-услуг, переподключение абонентов от других интернет-провайдеров, диагностика оборудования клиента;

Экономический результат альтернативных решений будет зависеть от того, какое из событий полной группы случайных ситуаций  $\{Q_j, j=\overline{1, n}\}$ , выделенной на предыдущем шаге, наступит.

### Определение модели представления задачи

Получив всю необходимую информацию выбираем модель представления задачи:

- в виде матрицы доходов (полезностей) [7];

- в виде матричной игры [8], где игрок А – предприятие, а игрок В - окружающая среда; стратегии игрока А – это виды услуг, а стратегии игрока В – случайные события, влияющие на доход предприятия.

Обе модели имеют свои плюсы и минусы. Рассмотрим их подробнее.

Первая модель – это матрица, строки которой – все возможные комбинации услуг,

представляющих альтернативные варианты деятельности предприятия, а столбцы – полная группа случайных событий. Для такой модели матрица полезности имеет следующий вид, представленный в таблице 3.

В приведенной матрице значения  $\{X_1, X_2, \dots, X_m\}$  характеризуют каждый из вариантов альтернатив принятия решения. Значения  $\{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$  – каждый из возможных вариантов ситуации развития событий, а значения  $\{A_{11}, A_{12}, \dots, A_{nm}\}$  - конкретный уровень эффективности решения (доход), соответствующий определенной альтернативе при определенной случайной ситуации.

Таблица 3. Матрица полезности в общем виде

Варианты альтернативных решений	Варианты ситуаций развития событий				
	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	...	$Q_n$
$X_1$	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	...	$A_{1n}$
$X_2$	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	...	$A_{2n}$
$X_3$	$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$	...	$A_{3n}$
...	...	...	...	...	...
$X_m$	$A_{m1}$	$A_{m2}$	$A_{m3}$	...	$A_{mn}$

На основе указанной матрицы рассчитывается наилучшее из альтернативных решений по избранному критерию. Для решения данной задачи наиболее распространенными критериями принятия решений являются [9]:

- максиминный критерий (критерий Вальда);
- оптимистический критерий;
- нейтральный критерий;
- критерий Сэвиджа;
- производные критерии;

Следует отметить, что приведенные критерии являются далеко не единственными для принятия решения в условиях неопределенности. Однако, остальные критерии, в основном, являются комбинацией приведенных критериев и образуют группу составных критериев.

Таким образом, данная модель характеризуется громоздкостью, сложностью для оценки всех возможных ситуаций, но проста для окончательного принятия решения.

Вторая модель – это также матрица, но ее размерность определяется только количеством строк – это возможные виды услуг, и столбцов – это случайные ситуации. То есть размерность такой матрицы существенно меньше, чем в первой модели. Заполняется матрица также значениями возможного дохода от конкретной услуги в определенной ситуации, что не сложно, так как является обязательной необходимой

информацией, которая получена на этапе исследования задачи.

Проблема возникает на этапе анализа матрицы по доминируемым строкам. Многие виды деятельности предприятия, являющиеся обязательными, не всегда приносят доход, соизмеримый с другими менее обязательными видами услуг. Поэтому, прежде чем заполнять такую матрицу, следует решить проблему соизмеримости альтернатив.

Эта проблема существует и для первой модели. Ее решение заключается в нормировании матриц [10], то есть приведении элементов матрицы к безразмерным величинам (к единой шкале).

Для нормирования переменной  $A_{ij}$ , значение которой стремиться к максимуму, необходимо использовать формулу (3).

$$A_{ij} = \frac{A_{ij} - A_{jmin}}{A_{jmax} - A_{jmin}} \text{ при } C_j \rightarrow \max \quad (3)$$

Для нормирования переменной  $A_{ij}$ , значение которой стремиться к минимуму, необходимо использовать формулу (4).

$$A_{ij} = \frac{A_{jmax} - A_{ij}}{A_{jmax} - A_{jmin}} \text{ при } C_j \rightarrow \min \quad (4)$$

Следовательно, после нормирования матрицы ее значения будут лежать в диапазоне [0; 1]. При чем значение 0 соответствует худшему значению, а 1 – лучшему.

Решение задачи в виде матричной игры позволит получить смешанную стратегию игрока А (руководителя предприятия) в виде вероятностей использования альтернатив для получения максимального дохода. Полученные вероятности можно интерпретировать как процентное отношение различных видов услуг в общей деятельности предприятия.

Решение задачи относительно игрока В (внешние условия) позволит определить вероятности выбранных случайных событий, при которых доход предприятия будет наилучшим. Анализ полученных результатов можно использовать для оценки целесообразности открытия фирмы или расширения ее сферы деятельности.

Таким образом, вторая модель характеризуется малой размерностью матрицы, простотой ее заполнения, легкостью анализа альтернатив при различных событиях, но недостатком матричной игры является то, что она не учитывает наступление нескольких случайных событий одновременно, что в реальности может произойти и повлиять на прибыль предприятия.

## Выводы

В результате исследования внешних и внутренних факторов, влияющих на работу интернет-провайдера, можно сделать вывод, что принятие решения о целесообразности открытия

или расширения сферы деятельности фирмы является очень трудоемкой задачей, так как для ее решения необходимо провести анализ случайных ситуаций, которых может быть сколь угодно много и которые могут принимать различное число состояний. Кроме этого нужно определить набор услуг, которые может предоставлять предприятие.

Не менее трудоемким является процесс построения матрицы полезности, предназначение которой - определить доход предприятия для каждой рассматриваемой альтернативы при влиянии возможных случайных ситуаций. Можно заметить, что чем больше факторов, тем больше размерность матрицы полезности и тем сложнее процесс выбора наилучшей альтернативы.

Рассмотрены две модели представления задачи: в виде матрицы полезностей и матричной игры. Первая модель является сложной для анализа всех ситуаций, но легкой для принятия решения. Вторая модель предназначена для анализа альтернатив при различных случайных ситуациях.

С увеличением размерности задачи (увеличение количества случайных ситуаций и их состояний, количества предлагаемых услуг и их комбинаций) является целесообразным разработать программную систему, с помощью которой можно решить проблему определения полной группы случайных событий, перебора всех возможных альтернативных решений, построения матрицы полезности и выбора метода решения полученной задачи.

## Литература

1. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. - СПб.:БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
2. Халин В.Г. Теория принятия решений: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – М.: Юрайт, 2016. – 250 с.
3. Петровский А.Б. Теория принятия решений: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2009. – 400 с.
4. Колпакова Т.А. Определение компетентности экспертов при принятии групповых решений // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2011. - №1 (24). – с.40-43.
5. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в волшебных странах: учебник. - М.: Логос, 2000. – 296 с.
6. Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике. Выбор в условиях неопределённости. – М.: Академия, 2010. – 336 с.
7. Евланов Л.Г. Теория и практика принятия решений. – М.: Экономика. 1984. – 176 с.
8. Гладких Б. А. Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров

информатики. Ч. III. Теория решений: учебное пособие. – Томск: НТЛ, 2012. – 281 с.

9. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений: пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 208 с.

10. Афоничкин А.И., Михаленко Д.Г. Управленческие решения в экономических системах: учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2009. – 480 с.

*Матях И.В., Савкова Е.О., Ченгарь О.В. Исследование проблемы выбора минимального набора услуг для расширения деятельности предприятия на примере интернет-провайдера. В статье рассматривается формализация задачи принятия решения о целесообразности открытия или расширения сферы деятельности фирмы, на примере интернет-провайдера. Для этого исследованы внешние и внутренние факторы, влияющие на прибыль предприятия. Рассмотрены две модели представления задачи: в виде матрицы полезностей и матричной игры. Выделены достоинства и недостатки данных моделей, описаны методы решения задачи.*

**Ключевые слова:** интернет-провайдер, прибыль, случайная ситуация, набор услуг, матрица полезностей, матричная игра, альтернативное решение, правило комбинаторики.

*Matiakh I.V., Savkova E.O., Chengar O.V. Investigation of the problem of choosing a minimum set of services for expanding the activity of an enterprise using the example of an Internet provider. The article deals with the formalization of the problem of making a decision about the expediency of opening or expanding the scope of the firm's activities, using the example of an Internet provider. For this, external and internal factors affecting the profit of the enterprise were investigated. Two models of the problem representation are considered: in the form of utility matrix and matrix game. The advantages and disadvantages of these models are singled out, methods for solving the problem are described.*

**Keywords:** Internet provider, profit, random situation, set of services, utility matrix, matrix game, alternative solution, combinatorial rule.

Статья поступила в редакцию 20.09.2016  
Рекомендована к публикации д-ром физ.-мат. наук А.С. Миненко