

Н. И. СУТЯГИНА

## ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА РЫНКЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ

**Ключевые слова:** жилищно-коммунальные услуги, оптимальная стратегия, принятие решений, теория игр, условия неопределенности.

**Аннотация.** В данной статье на примере конкретного предприятия жилищно-коммунального хозяйства предложена схема принятия решений в условиях риска и неопределенности с использованием матричных игр. Предлагаемый подход может быть использован организациями сферы ЖКХ при принятии управленческих решений с целью максимизации прибыли.

Нижегородская область – один из динамично развивающихся регионов Российской Федерации. Основные направления и тенденции развития жилищно-коммунального хозяйства области во многом характерны для данного сектора экономики всей страны. Основу жилищно-коммунального хозяйства составляют предприятия, деятельность которых должна тщательно анализироваться, в том числе при проведении различного рода преобразований в данной сфере.

Продукт деятельности предприятий жилищно-коммунального хозяйства (далее – ЖКХ) – жилищно-коммунальные услуги. Жилищно-коммунальные услуги Нижегородской области так же, как в среднем по Российской Федерации, в 2011 году составляли наибольший удельный вес в структуре платных услуг – 40,8 %, из них коммунальные – 32,5 %, жилищные – 8,3 % [8].

Основными объектами коммунальной инфраструктуры региона, используемыми предприятиями для оказания жилищно-коммунальных услуг, являются:

- 2 938 котельных тепловой мощностью 14,2 тыс. Гкал/ч;
- 4 266 км тепловых сетей (в 2-х трубном исчислении);

- 443 центральных тепловых пункта;
- 11 837,4 км водопроводных сетей;
- 2 713 водозаборов;
- 421 водопроводная насосная станция;
- 37 очистных водопроводных сооружений пропускной способностью 1 453,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут.;
- 4 768 км канализационных сетей;
- 558 канализационных насосных станций;
- 156 очистных канализационных сооружений пропускной способностью 2 183 тыс. м<sup>3</sup>/сут. [6]

Жилищный фонд Нижегородской области по состоянию на 2011 год составлял – 80,6 млн кв.м, из него 89,5 % – частный жилищный фонд, 9,6 % – муниципальный, 0,9 % – государственный.

По данным Министерства жилищно-коммунального хозяйства и топливно-энергетического комплекса Нижегородской области, износ объектов коммунальной инфраструктуры в среднем составляет более 60 %. Степень изношенности водопроводного хозяйства составляет 75 %, канализации – 80 %, теплосетевого хозяйства – 78 %.

Износ коммунальной инфраструктуры влияет на увеличение технологических нарушений на объектах жизнеобеспечения, соответственно на увеличение финансирования капитального и текущего ремонтов. Расходы бюджетов районов и городов на жилищно-коммунальное хозяйство в 2011 г. выросли на 9,1 % и составили 12,6 млрд рублей. При этом их доля в общих расходах местных бюджетов сократилась на 1,1 % и составила 18,8 %. Доля капитальных расходов в общих расходах на ЖКХ в среднем по области увеличилась: с 20,7 % до 31,5 % всех расходов на эту сферу.

В 2011 году доля убыточных организаций жилищно-коммунального комплекса в среднем по области снизилась по сравнению с 2010 годом на 10,2 % и составила 39,8 %. Положительная динамика отмечена в 9 районах и городских округах. Рост показателя (отрицательная динамика) произошел в 6 районах [7].

В целом при анализе рынка жилищно-коммунальных услуг Нижегородской области выявлены такие сдерживающие факторы его развития, как: значительный износ основных фондов коммунальной инфраструктуры, приводящий к технологическим авариям; ветхость и аварийность жилищного фонда; убыточность многих организаций данной сферы; рост расходов бюджетов районов и городов на ЖКХ; высокая стоимость жилищно-коммунальных услуг; несвоевременная оплата оказанных услуг населением [5].

Таким образом, несмотря на то, что в последние годы проблемы, связанные с функционированием рынка жилищно-коммунальных услуг, стали объектом пристального политического внимания, серьезных позитивных изменений в этой сфере к настоящему времени не произошло [3,4].

Сфера ЖКХ по-прежнему нуждается в коренных преобразованиях, которые должны осуществляться и на микроуровне, т. е. на уровне конкретных предприятий. Важнейшим резервом повышения эффективности работы предприятий отрасли является улучшение качества принимаемых решений, которое достигается путем совершенствования данного процесса в выработке оптимальных стратегий. Ведущая роль в этом принадлежит математическим методам.

При принятии решений предприятиям жилищно-коммунального комплекса предлагается использовать теорию игр, в рамках которой возможно построение математических моделей и разработка методов решений, возникающих в условиях неопределенности. Неопределенность будем понимать как ситуацию, при которой приходится принимать решения в условиях отсутствия информации. Стратегию можно представить как систему правил, однозначно определяющую поведение игрока (в данном контексте – предприятия ЖКХ) на каждом ходе в зависимости от ситуации, сложившейся в процессе игры. Оптимальная стратегия – стратегия, которая при многократном повторении игры обеспечивает игроку максимально возможный средний выигрыш.

Рассмотрим предлагаемую схему принятия оптимального решения методами теории игр на примере конкретной организации – муниципального унитарного предприятия «Княгининское ЖКХ». МУП «Княгининское ЖКХ» на территории Княгининского района Нижегородской области обслуживает водопроводные, канализационные сети, очистные сооружения, занимается вывозкой ТБО и обслуживанием полигона твердых бытовых отходов, осуществляет управление многоквартирными домами.

Услуги по водоснабжению большей части населения г. Княгинино оказываются МУП «Княгининское ЖКХ» посредством использования двух скважин. Потребление воды с первой скважины составляет 170 тыс. куб. м в год, со второй – 120 тыс. куб. м в год, причем увеличение потребления возможно только после реконструкции скважин. Затраты предприятия на оказание услуг водоснабжения составляют по первой скважине 3 570 тыс. руб., по второй – 2 160 тыс. руб. в год или 21 руб. за 1 куб. м. воды и 18 руб. за 1 куб. м. воды соответственно. В связи с новым строительством в рассматриваемом году на территории города возможно увеличение потребления до

200 тыс. куб. м с 1 скважины или до 160 тыс. куб. м со 2 скважины. Для этого необходима реконструкция первой скважины на сумму 850 тыс. руб. или второй скважины на 1 100 тыс. рублей.

МУП «Княгининское ЖКХ» располагает ограниченными денежными средствами, поэтому важнейшей задачей является – определить стратегию предприятия по реконструкции скважин, обеспечивающую максимальный доход от оказания услуг водоснабжения при тарифе 23 руб. за 1 куб. м воды.

Итак, у предприятия есть две стратегии:

$A_1$  – реконструкция первой скважины;

$A_2$  – реконструкция второй скважины.

Затраты предприятия на услуги водоснабжения меняются в зависимости от реконструкции соответствующих скважин. Так, если предприятие провело реконструкцию, и спрос на услуги действительно увеличился, затраты на 1 куб. м воды по первой скважине составят 22 руб., по второй – 20 руб. Если реконструкция произведена, а потребление не увеличилось, то затраты по первой скважине составят – 26 руб. за 1 куб. м воды, по второй – 27 руб. за 1 куб. м.

Таким образом, если предприятие примет стратегию  $A_1$  и увеличится потребление воды от первой скважины, то доход предприятия составит:

$$200 \cdot (23 - 22) + 120 \cdot (23 - 18) = 800 \text{ тыс. руб.}$$

Увеличение потребления воды от второй скважины в условиях стратегии  $A_1$  гарантирует доход предприятию в размере:

$$170 \cdot (23 - 26) + 120 \cdot (23 - 18) = 90 \text{ тыс. руб.}$$

Аналогично, если предприятие примет стратегию  $A_2$  и увеличится потребление воды от второй скважины, то доход составит:

$$170 \cdot (23 - 21) + 160 \cdot (23 - 20) = 820 \text{ тыс. руб.}$$

Увеличение потребления воды от первой скважины в условиях стратегии  $A_2$  гарантирует доход предприятию в размере:

$$170 \cdot (23 - 21) + 120 \cdot (23 - 27) = -140 \text{ тыс. руб.}$$

Т.е. в данном случае предприятие получит убыток в размере 140 тыс. руб.

Рассматривая предприятие и спрос на оказываемые услуги в качестве двух игроков, получим платежную матрицу:

$$\begin{pmatrix} 800 & 90 \\ -140 & 820 \end{pmatrix}$$

Нижняя и верхняя цены игры составят:

$$\alpha = \max(90; -140) = 90;$$

$$\beta = \min(800; 820) = 800.$$

Цена игры лежит в диапазоне:

$$90 \leq v \leq 800.$$

Из платежной матрицы видно, что при всех условиях доход предприятия будет не меньше 90 тыс. руб., но если потребительский спрос совпадет с выбранной стратегией, то доход предприятия может составить 800 тыс. рублей. Игра не имеет седловой точки, т.е. применение чистых стратегий не дает оптимального решения.

Найдем решение игры в смешанных стратегиях. Обозначим вероятность применения предприятием стратегии  $A_1$  через  $x_1$ , стратегии  $A_2$  – через  $x_2$ , причем  $x_1 = 1 - x_2$ .

Решая игру, получим:

$$\bar{x}_{\text{опт}} = (0,57; 0,43),$$

при этом цена игры  $v = 400,36$  тыс. руб.

Таким образом, в данных условиях оптимальным решением для предприятия является смешивание стратегий  $A_1$  и  $A_2$  с вероятностями 0,57 и 0,43 соответственно. Другими словами, учитывая, что игра не имеет многократного повторения, предприятию целесообразно осуществлять реконструкцию первой скважины и второй скважины на 57 % и 43 % соответственно. В этом случае доход предприятия от оказания услуг водоснабжения составит не менее 400 360 рублей.

Оптимальная стратегия спроса на услуги водоснабжения по скважинам определяется аналогично:

$$\bar{y}_{\text{опт}} = (0,44; 0,56).$$

В условиях неопределенности, если предприятию не представляется возможным применить игру в смешанных стратегиях, для определения оптимальной стратегии используем следующие критерии природы.

1. Критерий Вальда (критерий крайнего пессимизма). Согласно этому критерию оптимальной считается стратегия, при которой гарантируется выигрыш не меньший, чем нижняя цена игры. Критерий Вальда ориентируется на принцип, что хуже не будет при любых условиях. Применим этот критерий в нашей конкретной ситуации, получим:

$$\max_i \min_j a_{ij} = \max_i (90; -140) = 90 \text{ тыс. руб.}$$

Результат достигается при использовании стратегии  $A_1$ , значит, именно эту стратегию предприятию целесообразно использовать.

2. Критерий максимума. Критерий рекомендует крайний оптимизм, в результате его применения имеем следующий результат:

$$\max_i \max_j a_{ij} = \max_i (800; 820) = 820 \text{ тыс. руб.}$$

В данном случае выбираем стратегию  $A_2$ .

3. Критерий Лапласа. Полагая, что увеличение спроса на услуги водоснабжения со стороны потребителей первой и второй скважин равновероятны, воспользуемся формулой:

$$\max_i \bar{a}_{ij} = \max_i \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m a_{ij} = \max_i (445; 340) = 445 \text{ тыс. руб.}$$

Получаем, что предприятию необходимо использовать стратегию  $A_1$ .

4. Критерий Гурвица. По критерию Гурвица максимизируется взвешенное среднее между выигрышами крайнего пессимизма и крайнего оптимизма, причем коэффициент пессимизма  $\alpha$  заключен между 0 и 1. Коэффициент выбирается интуитивно, руководствуясь субъективным мнением. В соответствии с критерием Гурвица оптимальная стратегия выбирается из условия:

$$\max_i (\alpha \cdot \min_j a_{ij} + (1 - \alpha) \cdot \max_j a_{ij}).$$

Используем коэффициент пессимизма  $\alpha=0,4$ . Получаем:

$$\alpha \cdot \min_j a_{ij} + (1 - \alpha) \cdot \max_j a_{ij} = 0,4 \cdot 90 + (1 - 0,4) \cdot 800 = 516 \text{ тыс. руб.}$$

$$\alpha \cdot \min_j a_{ij} + (1 - \alpha) \cdot \max_j a_{ij} = 0,4 \cdot (-140) + (1 - 0,4) \cdot 820 = 436 \text{ тыс. руб.}$$

Предприятию необходимо выбрать стратегию  $A_1$ .

5. Критерий Сэвиджа. Этот критерий ориентирован не на выигрыш (в нашем случае, получение дохода предприятием), а на риск. Риск определяется как разность между максимальным выигрышем и реальным выигрышем:

$$r_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}.$$

В качестве оптимальной выбирается та стратегия, при которой величина риска минимальна, т. е. оптимальная стратегия та, которая дает минимальный риск в наихудших условиях:

$$\min_i \max_j r_{ij}.$$

В данной ситуации матрица рисков имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 0 & 730 \\ 940 & 0 \end{pmatrix}.$$

Тогда,

$$\min_i \max_j r_{ij} = \min_i (730; 940) = 730 \text{ тыс. руб.},$$

т.е. выбираем стратегию  $A_1$ .

Необходимо отметить, что каждый из рассмотренных критериев не может быть признан вполне удовлетворительным для окончательного выбора решений, однако их совместный анализ позволяет более наглядно представить последствия принятия управленческого решения. Предлагается в результате применения нескольких критериев сравнивать их между собой, и в качестве наилучшей выбирать ту стратегию, статистика которой чаще других фигурирует в качестве наилучшей [1].

В нашем случае предприятию целесообразно выбрать стратегию  $A_1$  и заняться реконструкцией первой скважины.

Рассмотренный подход предлагается использовать организациям сферы ЖКХ при принятии управленческих решений с целью максимизации прибыли. Эффективная система управления предприятиями отрасли обеспечит устойчивое функционирование и развитие систем жилищно-коммунального комплекса, повысит инвестиционную привлекательность территорий, улучшит уровень жизни населения Нижегородской области.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Красс М. С., Чупрынов Б. П. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании. М.: Дело, 2001. 688 с.
2. Проваленова Н. В. Основные тенденции развития жилищно-коммунального комплекса Нижегородской области // ЭПОС. 2009. № 2. С. 66–71.
3. Проваленова Н. В. Современный этап развития рынка жилищно-коммунальных услуг Нижегородской области: тенденции и проблемы // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2012 № 6 URL:<http://www.uecs.ru> (дата обращения: 20.08.2013).

4. Сутягина Н. И. Развитие рынка коммунальных услуг Нижегородской области // Вестник НГИЭИ. Серия экономические науки. Выпуск 1(20). Княгинино: НГИЭИ. 2013. С. 81–92.

5. Доклад «Об итогах работы Министерства ЖКХ и ТЭК Нижегородской области в 2012 году и планы на 2013 год» // Министерство жилищно-коммунального хозяйства и топливно-энергетического комплекса Нижегородской области. URL: <http://www.mingkh.nnov.ru> (дата обращения: 15.08.2013).

6. Сводный доклад Нижегородской области о результатах мониторинга эффективности деятельности ОМСУ по итогам 2011 года // Министерство экономики Нижегородской области. URL: <http://minesec.government-nnov.ru> (дата обращения: 15.08.2013).

7. Центральная База Статистических Данных // Федеральная служба Государственной статистики [сайт]. URL: <http://cbds.gks.ru> (дата обращения 15.08.2013)

## **DECISION-MAKING IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY IN THE MARKET OF HOUSING-AND-MUNICIPAL SERVICES**

*Keywords: Housing-and-municipal services, optimum strategy, decision-making, the theory of games, conditions of uncertainty.*

*Annotation. In the given article on an example of the specific enterprise of housing and communal services the diagram of decision-making in conditions of risk and uncertainty with use of matrix games is offered. The offered approach maybe is used by the organizations of area of housing and communal services at acceptance of administrative decisions with objective of maximization of profit.*

---

**СУТЯГИНА НАТАЛЬЯ ИГОРЕВНА – к. э. н., заведующая кафедрой физико-математических наук, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (kafedra\_fmnn@mail.ru).**

**SUTYAGINA NATALIA IGOREVNA – the candidate of economic sciences, the manager of the chair of physics and mathematics, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (kafedra\_fmnn@mail.ru).**

---