

УДК 338.2

**Погудина Ольга Константиновна**

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий проектирования, [orcid.org/0000-0001-5689-2552](https://orcid.org/0000-0001-5689-2552)

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков

**Третьяк Артем Витальевич**

Студент кафедры информационных технологий проектирования, [orcid.org/0000-0002-5528-0711](https://orcid.org/0000-0002-5528-0711)

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков

**АГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОХОДОВ ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРА**

***Аннотация.** Прогнозирование доходов, полученных путем пополнения личных счетов клиентов интернет-провайдеров, дает ряд преимуществ, среди которых: расчет стоимости предоставляемых услуг; планирование бюджета; планирование закупки нового или модернизация старого оборудования; повышение качества управления развитием предприятия; расчет рентабельности и экономической устойчивости предприятия; планирование заработной платы сотрудников. В работе рассмотрена модель прогнозирования доходов интернет-провайдеров на основе агентного подхода моделирования. Для этого выполнена сегментация потребителей, рассмотрена формализация их поведения и построена имитационная модель. Предложена статистика работы небольшого интернет-провайдера для проверки адекватности результата имитационного моделирования. Полученная модель учитывает изменения стоимости и смену тарифных планов, условия перехода агентов в модели, сезонность использования интернета.*

***Ключевые слова:** прогнозирование доходов; имитационная модель; агентное моделирование; сегментация клиентов; поведенческая экономика*

**Введение**

Прогнозирование доходов, полученных путем пополнения личных счетов клиентов интернет-провайдера, дает ряд преимуществ, среди которых: расчёт стоимости предоставляемых услуг; планирование бюджета организации, а также закупка нового или модернизация старого оборудования; повышение качества управления развитием предприятия; расчёт рентабельности и экономической устойчивости предприятия; планирование изменения заработной платы сотрудников.

При прогнозировании доходов интернет-провайдера важно учитывать сезонность (в летний период времени наблюдается спад спроса), изменение цен предоставляемых услуг и возможность того, что пользователи могут пополнять счет на несколько месяцев вперед.

В настоящее время существует около 220 методов прогнозирования, но чаще всего на практике используются не более 10, в том числе:

– экономико-математический инструментарий оценки и прогнозирования финансовой устойчивости высокотехнологичных предприятий [1];

– модели прогноза направления движения цены (восходящий / нисходящий тренд) на валютном рынке FoRex [2];

– методика анализа и прогнозирования финансового состояния предприятия [3].

В предложенных работах модель прогнозирования доходов основана на предположении, что в будущем анализируемый показатель будет изменяться по тем же законам, что и в прошлом, с учетом роста стоимости предоставляемых услуг, сезонного спада и других, менее незначительных факторов. Ограничения этих моделей в том, что в них не анализируется поведение клиентов. Такие модели могут работать на растущем рынке, где есть стабильный спрос на услуги.

В условиях зрелого рынка на первое место выходит не подключение новых абонентов, а работа на удержание и повышение уровня сервиса. По данным провайдеров, лояльные абоненты более осознанно подходят к потреблению услуг и по статистике приносят больше прибыли, чем недовольные. В этом случае необходимо рассмотреть модель прогнозирования доходов с учетом исследования поведения потребителей.

Работы Р. Галера [4], А. Рубенштейна [5], К. Камерера [6], Б. Артура [7] позволили создать

целую область экономики – поведенческую экономику (behavioral economics), занимающуюся изучением иррациональных особенностей принятия решений. Поведенческие исследования показали необходимость понимать мотивы и логику поведения абонентов, в том числе – нерациональные аспекты поведения потребителей.

Поведенческая экономика во многом сформировала спрос на новый подход экономического моделирования, который бы позволил учесть индивидуальные особенности принятия решений. Для реализации данного подхода используется инструментальный агентного моделирования [8].

### Цель статьи

Обзор моделей прогнозирования доходов интернет-провайдеров на основе агентного моделирования абонентов. Выявление видов и особенностей поведения разных групп абонентов. Определение значимых характеристик поведения абонентов для прогнозирования доходов.

Задачей публикации является формализация поведения агентов для использования в агентной модели прогнозирования доходов абонентов интернет провайдера.

### Изложение основного материала

#### Сегментация клиентов провайдера интернет-услуг

Основной доход интернет-провайдера, как правило, связан с реализацией услуг абонентам. Поэтому для повышения качества прогноза доходности организации важно классифицировать потребителей. Основные признаки классификации следующие: доходность, перечень потребляемых услуг, лояльность или склонность к уходу. Нужно иметь возможность разделять аудитории и работать с каждым сегментом отдельно. Для этого интернет-провайдеры используют специальные тарифы, разные договора подключения и другие инструменты.

Чаще всего в организациях используют для классификации признак «ценность абонентов». Он может быть определен по набору следующих данных:

- склонности к долгосрочным партнерским отношениям на основе среднего срока обслуживания клиента группы и прошедшего времени;
- социального статуса на базе биллинга, программ лояльности и социального графа;
- по текущему портфелю услуг (истории заказов);
- на базе предиктивной модели – по списку услуг или товаров, который будет с высокой

вероятностью использоваться клиентом в будущем;

- лояльности (на основе истории событий).

Кроме того интернет-провайдеры, как правило, используют разные условия предоставления услуг и тарифы для юридических и физических лиц.

Сегментация клиентов важна также с позиции управления организацией интернет-провайдера в долгосрочной перспективе. Многие провайдеры услуг доступа в Интернет для обеспечения роста делают ставку на интенсивные сделки по слияниям и поглощениям. Рост доли на рынке в данном случае планируется за счет выкупа абонентской базы своих конкурентов.

Для небольших провайдеров вариант развития через слияние и поглощение других провайдеров не подходит. Перед ними стоит несколько другая задача – выжить на рынке предоставления услуг. Это можно сделать за счет охвата новой территории; индивидуального подхода к клиенту; предоставление вторичных услуг и других менее влиятельных способов. Основным источником прибыли для них являются клиенты, поэтому необходимо тщательно подойти к вопросу ценообразования стоимости услуг.

Интернет-провайдеру не рекомендуется часто менять стоимость своих услуг, т.к. это может плохо повлиять на его репутацию. Цену нужно установить такую, чтобы она была сопоставимой с ценами услуг от других провайдеров, но при этом не была слишком низкой или слишком высокой.

В работе [9] рассматриваются вопросы оценки и прогнозирования емкости рынка услуг интернет-провайдеров региона. Обоснован выбор факторов, предложен методический подход к прогнозированию емкости данного рынка услуг интернет-провайдеров региона. Отмечена важность умелого использования фактора привлекательности сети Интернет.

Таким образом, для формализации имитационной модели поведения абонентов, которая будет использоваться для прогнозирования доходов небольшого интернет-провайдера в долгосрочной перспективе, была выполнена сегментация потребителей (рис. 1).

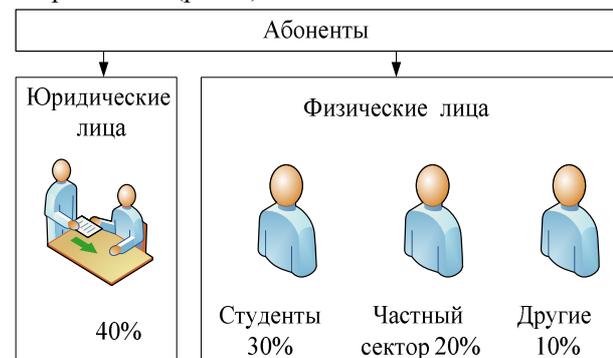


Рисунок 1 – Абоненты интернет-провайдера

Абоненты представлены двумя основными категориями: юридические и физические лица. В процентах указана доля дохода, приходящаяся на определенную группу абонентов. Из-за территориального расположения оборудования на территории университета и студенческого городка основными абонентами в группе физических лиц являются студенты. Рассмотренные категории абонентов характеризуются разным поведением, что и будет учтено при построении имитационной модели на основе агентного моделирования.

### Формализация имитационной модели поведения абонентов

Агентные системы используются для задач:

- формального описания многоагентной системы концептуального моделирования [10];
- имитационного моделирования полета группы ЛА [11];
- анализа поведения клиентов интернет-провайдеров [12]

В основе агентного моделирования лежит попытка понять логику принятия решения отдельно взятым потребителем, формализовать ее и объединить в единую модель, которая агрегирует индивидуальный выбор сотен и тысяч независимо действующих потребителей. На языке моделирования автономно принимающий решение субъект и называется агентом: агентом может быть как индивидуальный потребитель, так и целые социальные группы или организации.

Агентное моделирование позволяет выявлять, каким образом значительные последствия рождаются из небольших и на первый взгляд незначительных факторов, определяющих поведение и взаимодействие каждого из агентов. Данный вид моделирования основан на описании процессов «снизу-вверх»: в основе модели лежит набор основных параметров, которые характеризуют агентов и алгоритм принятия индивидуальных решений. Обобщенное поведение системы рождается из этих индивидуальных решений, а также взаимодействия между агентами.

В основе формализации поведения агента «физическое лицо» возьмем предлагаемую в работе [12] базовую формулу перехода агента от одного провайдера к другому:

$$P_i n_j + S_i m_j > (P_{i+1} n_j + S_{i+1} m_j) \cdot (1 + k_j),$$

где  $P$  – привлекательность цены;  $n$  – вес параметра цена;  $S$  – привлекательность скорости;  $m$  – вес параметра скорость;  $k$  – коэффициент консерватизма;  $i$  – текущий тариф;  $i+1$  – предлагаемый тариф;  $j$  – социальная группа пользователя.

Агент совершает переход только в том случае, если «полезность» предложенного ему тарифа на интернет-услуги будет выше полезности его текущего тарифа, умноженного на коэффициент консервативности. Другими словами, чтобы перейти на тариф иного провайдера (в случае, если потребитель в целом удовлетворен имеющимся тарифом), необходимо, чтобы новый тариф был лучше текущего на определенную величину.

Применим ее к небольшому интернет-провайдеру, например, ООО «КБ-АВИА». Данный провайдер предоставляет услуги доступа в интернет-клиентам, проживающим в общежитиях и клиентам, проживающим в жилых домах и частном секторе. Для разных клиентов предусмотрены разные тарифные планы с разным ценообразованием, кроме того для агентов «Студент» следует учитывать сезонность использования интернета:

$$(P_i n_j + S_i m_j) Y_i > (P_{i+1} n_j + S_{i+1} m_j) \cdot (1 + k_j) \cdot Y_i,$$

где  $Y_i$  – сезонная составляющая, учитывающая вероятность проживания агента в  $i$ -й месяц на территории предоставления интернета.

В модели определено множество тарифов для студентов  $\{T_i\}, i=1..n_1$  и для абонентов частного сектора  $\{T_{i2}\}, i_2=1..n_2$ .

На основе анализа количества абонентов «Юридические лица» за прошедший период был сделан вывод, что данную величину в модели можно установить константой, а при прогнозе следует учитывать лишь смену тарифных планов.

Учитывая вышеперечисленное, получаем формулу, по которой рассчитывается прибыль за выбранный месяц:

$$R = (T_1 \cdot U_{a_1}) + (T_2 \cdot U_{a_2}) + (T_3 \cdot U_{a_3}) + \dots + (T_n \cdot U_{a_n}),$$

где  $R$  – прогнозируемая, месячная прибыль;  $T_1, T_2, T_3, T_n$ , – стоимость тарифных планов (в гривнах);  $U_a$  – определенное в имитационной модели количество клиентов, пользующихся тарифом.

При смене стоимости тарифного плана необходимо переопределить в модели привлекательность цены  $P$  для отдельных агентов (при этом учитывая обновленные данные о ценах конкурентов), а также изменить значения  $T_1, T_2, T_3, T_n$ , при расчете прогнозируемой месячной прибыли. При отмене какого-либо тарифного плана провайдер как правило предлагает альтернативный тарифный план в ожидании того, что клиенты отменяемого тарифа перейдут на альтернативный. В таком случае в агентную модель нужно добавить новый предлагаемый тариф и уровень его привлекательности.

Адекватность модели проверена путем сравнения количества прогнозируемых и реальных абонентов по сведениям статистического отчета интернет-провайдера №14-связь за предыдущий период. Данный отчет о деятельности операторов, провайдеров телекоммуникаций и почтовой связи включает в себя сведения о количестве абонентов Интернет. Были рассмотрены сведения о количестве абонентов за 2011-2016 гг. (рис. 2).

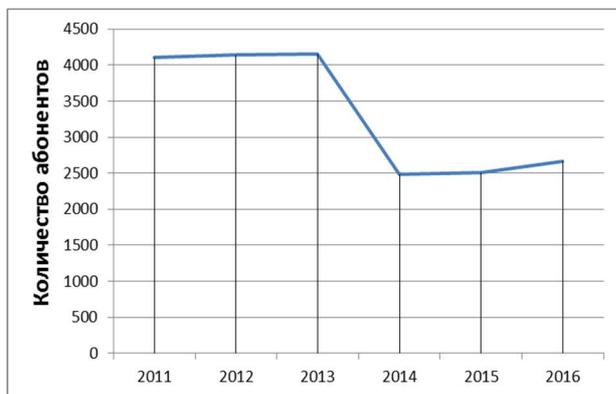


Рисунок 2 – Статистика абонентов

Таким образом, внедряя данную агентную модель, в дальнейшем можно осуществлять проверку гипотез о стратегических решениях по программам лояльности и получать прогноз доходности, а также оценивать существующую клиентскую базу и внедрять стратегии привлечения либо удержания абонентов.

## Выводы

Рассмотрены традиционные методы прогнозирования и использование агентного моделирования для прогноза дохода интернет-провайдера. Выполнена сегментация клиентов провайдера интернет-услуг. Выявлены основные группы абонентов: юридические и физические лица. Физические лица для выбранного интернет-провайдера включают следующие подгруппы: студенты, частный сектор и др. Определено процентное соотношение абонентских групп.

Выполнена формализация имитационной модели поведения абонентов. Определены соотношения для выбора тарификации абонентом в агентной модели. Приведена формула расчёта общего прогнозируемого дохода. Для проверки адекватности модели собрана статистика о количестве абонентов за последние шесть лет.

Исходя из формального описания модели, для прогнозирования дохода полученного от клиентов интернет-провайдером ООО «Конструкторское бюро АВИА», необходимо учесть:

- изменение стоимости тарифного плана;
- смену тарифных планов (прекращения действия старых, внедрение новых);
- условия перехода агентов в модели;
- сезонность использования Интернета (летом наблюдается спад пополнений личных счетов).

Направление дальнейших исследований связаны с построением данной модели в среде Anylogic. На данный момент авторами Д.Ю. Каталевским, В.В. Солодовым, К.К. Кравченко, Р.А. Пановым [12] построена модель агентов клиентов интернет-услуг, однако, она не учитывает поведения разных групп абонентов, поэтому будет усовершенствована.

## Список литературы

1. Батьковский, А.М. Модели оценки и прогнозирования финансовой устойчивости высокотехнологичных предприятий / А.М. Батьковский, М.А. Батьковский, А.П. Мерзлякова // Проблемы экономики и менеджмента. – 2011. – Вып. 1 (1). – С. 35 – 37.
2. Крюкова, В.В. Статистическое прогнозирование валютного курса [Текст] / В.В. Крюкова, П.А. Крюков // Вестник КузГТУ. – 2010. – Вып. 6. – С. 179 – 182.
3. Крылов С.И. Методические аспекты анализа и прогнозирования финансового состояния промышленного предприятия / С.И. Крылов, О.А. Решетникова // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2010. – Вып. 8 (32). – С. 2 – 7.
4. Thaler, R.H. (1999). *Mental accounting matters*. // *Journal of Behavioral Decision Making*. – №12 (3). – P. 183 – 206. [in English].
5. Rubinstein, A. (1998). *Modeling Bounded Rationality*. Cambridge, England. – 220 p. – ISBN 0-262-18187-8 [in English].
6. Camerer, C.F. (2003). *Behavioral game theory: Experiments on strategic interaction*. Princeton, USA. – 568 p. – ISBN: 9780691090399 [in English].
7. Arthur, W.B. (1991) *Designing Economic Agents that act like human agents: A Behavioral Approach to Bounded Rationality* // *The American Economic Review*. California, USA. – №81 (2). – P. 353 – 359 [in English].
8. Садовникова, Н.П., Применение агентного моделирования для построения сценариев стратегического развития / Н.П. Садовникова, А.С. Киктев // Известия ВолгГТУ. – 2012. – №13. – С. 144 – 147.

9. Тимофеева, И.Н. *Методический подход к прогнозированию емкости рынка услуг интернет-провайдеров региона* / И.Н. Тимофеева // *Региональная экономика: теория и практика*. – 2012. – №32. – С. 58 – 64.
10. Погудина, О.К. *Обзор моделей и средств построения концептуальной модели мультикоптера* / О.К. Погудина, А.Ю. Гетьманская, В.А. Шепитько // *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. – 2016 – №73. – С. 16 – 21.
11. Погудина, О.К. *Имитационная модель мультиагентной сети беспилотных летательных аппаратов* / О.К. Погудина // *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. – 2013. – № 58. – С.143 – 146.
12. Каталевский Д.Ю., Солодов В.В., Кравченко К.К., Панов Р.А. *Моделирование поведения потребителей* [Электронный ресурс]. – <https://www.anylogic.ru/upload/iblock/736/736d3a2e7bcad4bce3bc4bc977f49e32.pdf> (дата обращения: 27.05.2017).
13. Соснова О.А. *Компьютеризированная подсистема поддержки принятия решения при кратковременном менеджменте в условиях динамично меняющегося производства* [Электронный ресурс]. – <http://ea.dgtu.donetsk.ua:8080/bitstream/123456789/6780/1/Sosnova.pdf> (дата обращения: 27.05.2017).

Статья поступила в редколлегию 03.07.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Е.А. Дружинин, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков.

**Погудіна Ольга Костянтинівна**

Кандидат технічних наук, доцент, [orcid.org/0000-0001-5689-2552](https://orcid.org/0000-0001-5689-2552)

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків

**Третяк Артем Віталійович**

Студент, [orcid.org/0000-0002-5528-0711](https://orcid.org/0000-0002-5528-0711)

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків

**АГЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДОХОДІВ ІНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРА**

**Анотація.** Прогнозування доходів, отриманих шляхом поповнення особистих рахунків клієнтів інтернет-провайдерів, дає ряд переваг, серед яких: розрахунок вартості послуг, що надаються; планування бюджету; планування закупівлі нового або модернізація старого обладнання; підвищення якості управління розвитком підприємства; розрахунок рентабельності та економічної стійкості підприємства; планування заробітної плати співробітників. Розглянуто модель прогнозування доходів інтернет-провайдерів на основі агентного підходу моделювання. Для цього було виконано сегментацію споживачів, розглянуто формалізацію їх поведінки і побудовано імітаційну модель. Запропоновано статистику роботи невеликого інтернет-провайдера для перевірки адекватності результату імітаційного моделювання. Отримана модель враховує зміни вартості та зміну тарифних планів, умови переходу агентів у моделі, сезонність використання Інтернету.

**Ключові слова:** прогнозування доходів; імітаційна модель; агентне моделювання; сегментація клієнтів; поведінкова економіка

**Pohudina Olha Konstantinovna**

PhD (Eng.), Associate Professor, [orcid.org/0000-0001-5689-2552](https://orcid.org/0000-0001-5689-2552)

National Aerospace University "Kharkov Aviation Institute", Kharkov

**Tretyak Artem Vitalevich**

Student, [orcid.org/0000-0002-5528-0711](https://orcid.org/0000-0002-5528-0711)

National Aerospace University "Kharkov Aviation Institute", Kharkov

**AGENT MODELING OF PROVIDER INTERNET INCOME**

**Abstract.** Forecasting of incomes received by replenishing personal accounts of Internet service providers gives a number of advantages, among them: calculation of the cost of services provided; budget planning; planning the purchase of a new one or the modernization of old equipment; improving the quality of enterprise development management; calculation of profitability and economic sustainability of the enterprise; planning of employees' salaries. In this paper, a model for forecasting the income of Internet providers based on the agent approach of modeling is considered. For this, segmentation of consumers was carried out, formalization of their behavior was considered, and a simulation model was constructed. The statistics of the work of a small Internet provider for checking the adequacy of the result of simulation modeling are proposed. The received model takes into account the changes in cost and the change of tariff plans, the conditions for the transition of agents to models, the seasonality of using the Internet.

**Keywords:** income forecasting; simulation model; agent modeling; customer segmentation; behavioral economics

## References

1. Bat'kovskyy, A.M., Bat'kovskyy, M.A., & Merzlyakova, A.P. (2011). Models of evaluation and forecasting of financial stability of high-tech enterprises. *Problems of Economics and Management*, 11, 35-37.
2. Kryukova, V.V., & Kryukov, P.A. (2010). Statistical forecasting of the exchange rate. *Bulletin of KuzGTU*, 6, 179-182.
3. Krilov, S.Y. & Reshetnykova, O.A. (2010). Methodical aspects of analysis and forecasting of the financial condition of an industrial enterprise. *Financial analytics: problems and solutions*, 8 (32), 2-7.
4. Thaler, R.H. (1999). Mental accounting matters. *Journal of Behavioral Decision Making*, 12 (3), 183–206.
5. Rubinstein, A. (1998). *Modeling Bounded Rationality*. Cambridge, England, 220. – ISBN 0-262-18187-8.
6. Camerer, C.F. (2003). *Behavioral game theory: Experiments on strategic interaction*. Princeton, USA, 568. – ISBN: 9780691090399
7. Arthur, W.B. (1991). Designing Economic Agents that act like human agents: A Behavioral Approach to Bounded Rationality // *The American Economic Review*. California, USA, 81 (2), 353–359.
- 8
9. Tymofeeva, Y.N. (2012). Methodical approach to forecasting the market capacity of Internet service providers in the region. *Regional economy: theory and practice*, 32, 58-64.
10. Pohudyna, O.K., Het'manskaya, A.Yu. & Shepyt'ko, V.A. (2016). The review of models and means of construction of the conceptual model of the multicopter. *Open information and computer integrated technologies*, 73, 16-21.
11. Pohudyna, O.K. (2013). Simulation model of multi-agent network of unmanned aerial vehicles. *Open information and computer integrated technologies*, 58, 16-21.
12. Katalevskyy, D.Yu., Solodov, V.V., Kravchenko, K.K., & Panov, R.A. Modeling of consumer behavior [electronic source]. <https://www.anylogic.ru/upload/iblock/736/736d3a2e7bcad4bce3bc4bc977f49e32.pdf>
13. Sosnova, O.A. Computerized subsystem of decision support under short-term management in the conditions of dynamically changing production [electronic source]. – <http://ea.dgtu.donetsk.ua:8080/bitstream/123456789/6780/1/Sosnova.pdf>

## Ссылка на публикацию

Pohudina, Olha & Tretyak, Artem. (2017). Agent modeling of provider internet income. *Management of Development of Complex Systems*, 31, 111–116.

Государственный университет «Донецк». Аналитическое моделирование доходов Интернет-провайдеров. *Управление развитием сложных систем*, 31, 111–116.