

# Анализ моделей развития телекоммуникационного рынка

**Аннотация.** В статье представлены обзор и анализ существующих отечественных и зарубежных моделей оценки динамики развития рынка информационно-коммуникационных технологий. Описана разработанная система классификации моделей и методов, применяемых для изучения данной области. Охарактеризованы наиболее значимые методы исследования с приведением примеров их применения. Дана оценка возможности использования различных моделей и методов исследования для анализа динамики развития российского рынка информационно-коммуникационных технологий.

**Ключевые слова:** рынок информационно-коммуникационных технологий (ИКТ); телекоммуникации; прогнозирование развития ИКТ; модель динамики развития рынка ИКТ; классификация моделей и методов исследования.

**Abstract.** Existing domestic and foreign dynamics models of development of information-communication technologies were analyzed. The developed classification system of models and methods of investigation in this area was described. The most important research methods were characterized with examples of their application. The possibility of using different models and research methods to the analysis of the dynamics of the Russian market of information and communication technologies was assessed.

**Keywords:** market of information and communication technologies; telecommunications; forecasting the development of ICT; dynamics model of the ICT market; classification of models and research methods.



## Кузнецов В.Д.,

аспирант кафедры «Моделирование экономических и информационных систем» Финансового университета  
✉ kooznetsov.vladimir@gmail.com

Информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) — технологии, использующие средства микроэлектроники для сбора, хранения, обработки, поиска, передачи и представления данных, текстов, образов и звука.

Развитие и широкое применение ИКТ является глобальной тенденцией научно-технического прогресса последних десятилетий. ИКТ вызвали значительные изменения практически во всех сферах человеческой деятельности, в частности в экономике, структуре занятости, образовании, здравоохранении и т.д. Использование ИКТ имеет решающее значение для повышения конкурентоспособности экономики, расширения возможностей ее интеграции в мировую систему хозяйства, повышения эффективности государственного управления и местного самоуправления. Развитие информационных технологий пере-

водит постиндустриальное общество в новое качественное состояние — информационное общество.

Отрасль ИКТ занимает одно из центральных мест в мировой экономике во многом благодаря тому, что именно она оказывает огромное влияние на сбор, обработку и передачу информации, одного из важнейших ресурсов современной экономики. Современные условия таковы, что информация является первоосновой для принятия практически всех значимых решений в компании.

Существует несколько моделей, посвященных изучению методологических и методических вопросов оценки динамики развития рынка ИКТ. Данные модели можно классифицировать по трем основным признакам.

### По области моделирования:

- модели для исследования национального рынка ИКТ;
- модели для изучения региональных рынков ИКТ;
- модели для изучения одного из сегментов национального рынка ИКТ;
- модели для исследования одного из сегментов регионального рынка ИКТ;
- модели для исследования деятельности отдельных предприятий, функционирующих на рынке ИКТ.

Научный руководитель: **Трегуб И.В.**, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор.

**По типу объекта:**

- модели основных (базовых) показателей развития рынка ИКТ;
- «узконаправленные модели», в которых объектами изучения являются «глубинные» процессы функционирования отрасли ИКТ.

**По методу исследования:**

- эконометрические модели;
- имитационные модели;
- модели, основанные на использовании агентного подхода;
- модели для решения задачи динамической классификации;
- комплекс системно-динамических моделей;
- модели в виде дифференциального уравнения или системы интегро-дифференциальных уравнений;
- «простейшие модели»;
- уникальные (по методу исследования) модели.

Труды многих отечественных исследователей посвящены изучению региональных рынков ИКТ, что обусловлено высокой дифференциацией уровня развития субъектов Российской Федерации. В то же время накопление большого объема статистической информации, отражающей тенденции развития филиалов компаний на региональных рынках, позволяет говорить о возможности применения различных экономико-математических методов.

Направленность многих разработок на исследование сегментов национального или региональных рынков ИКТ можно объяснить сложностью структуры ИКТ и высокой степенью различия между возможными видами деятельности предприятий, относящихся к данной отрасли. К таким видам деятельности относятся производство оборудования, разработка программного обеспечения, реализация оборудования и программного обеспечения, ИТ-услуги, передача данных, услуги мобильной связи, местной телефонной связи, междугородной и международной связи и т.д.

В связи с этим следует выделить основные недостатки моделей каждой области:

- модели для исследования национального рынка ИКТ не дают представления о реальных тенденциях развития ИКТ в отдельных регионах и в разрезе конкретных видов деятельности;
- модели для изучения региональных рынков ИКТ не учитывают различия в темпах развития сегментов отрасли;
- модели динамики развития одного из сегментов национального рынка ИКТ не характеризуют дифференциацию развития регионов;
- модели, созданные для исследования одного из сегментов регионального рынка ИКТ, не позволяют

оценить общую ситуацию, сложившуюся на национальном рынке ИКТ;

- модели, с помощью которых исследуется деятельность отдельных предприятий, не дают новой информации о развитии среды, в которой они функционируют.

Классы, выделенные при группировке по типу исследуемого объекта, можно охарактеризовать следующим образом.

В большинстве моделей основных (базовых) показателей развития рынка ИКТ исследуемым показателем является предложение (общая стоимость предоставленных услуг) на рынке телекоммуникаций. Другими изучаемыми объектами данного класса являются интегральный критерий эффективности функционирования информационной сети, результативность международного информационного рынка, число абонентов сотовой связи и т.д.

**Использование ИКТ имеет решающее значение для повышения конкурентоспособности экономики, расширения возможностей ее интеграции в мировую систему хозяйства, повышения эффективности государственного управления и местного самоуправления**

Несмотря на то что многие модели предложения информационно-коммуникационных услуг дополнены блоками, учитывающими такие факторы, как динамика численности групп пользователей, инновационные и инвестиционные мероприятия и т.п., они не учитывают снижение стоимости продукции отрасли ИКТ, обусловленное научно-техническим прогрессом.

В классе «узконаправленных моделей» стоит выделить те, с помощью которых изучается процесс диффузии инноваций (распространения нововведений). Другие работы данного класса направлены на исследование:

- индикаторов патентной активности в сфере ИКТ;
- операционных рисков в телекоммуникационных компаниях;
- телекоммуникационных услуг провайдерской организации;
- жизненного цикла телекоммуникационного продукта;
- определения стоимости лицензии на оказание телекоммуникационных услуг и т.д.

Недостаток «узконаправленных моделей» и моделей основных показателей развития рынка ИКТ,

отличных от предложения, заключается в том, что они дают оценку лишь одной из сторон функционирования рынка ИКТ, не позволяя судить об общем развитии отрасли.

Особое внимание стоит уделить описанию методов исследования, которые применялись авторами основных научных трудов, посвященных оценке динамики развития рынка информационно-коммуникационных технологий.

**Недостаток «узконаправленных моделей» и моделей основных показателей развития рынка ИКТ, отличных от предложения, заключается в том, что они дают оценку лишь одной из сторон функционирования рынка ИКТ, не позволяя судить об общем развитии отрасли**

## Эконометрические модели

Задача эконометрических моделей заключается в выявлении взаимосвязей количественных характеристик экономических объектов. Главной целью выявления взаимосвязей является разработка математических правил прогноза недоступных для наблюдения количественных характеристик исследуемых объектов по наблюдаемым или заданным значениям других количественных характеристик этих объектов [1]. В качестве яркого примера применения метода эконометрического моделирования можно рассмотреть научный труд, посвященный оценке результатов воздействия рекламы на показатели функционирования компании, основанной на методах эконометрического моделирования [2]. Стоит отметить, что данная эконометрическая модель может быть адаптирована для прогнозирования развития рынка ИКТ после замены факторов, описывающих деятельность конкретной компании, на общеотраслевые показатели.

## Имитационные модели

Использование методов имитационного моделирования обусловлено тем, что при исследовании экономических систем возможна ситуация, когда явная зависимость изучаемого экономического показателя от внешних факторов не может быть установлена в силу ряда объективных причин. В этом случае необходимо собрать статистические данные о динамике этого показателя и провести предварительный анализ, построив график зависимости экономического показателя от времени. В случае если значения показателя варьируют вокруг некоторого уровня и на графике не

наблюдается выраженная тенденция, для прогнозирования будущих значений показателя можно разработать вероятностную модель [3–7].

Построение вероятностной модели базируется на исследовании параметров эмпирического распределения и нахождении аналитической функции из числа общеизвестных теоретических законов распределения вероятности, которая согласуется с эмпирической функцией распределения. Алгоритм выбора закона распределения основан на аппарате математической статистики.

Имитационным моделям, разработанным в научных трудах И.В. Трегуб, стоит уделить особое внимание, поскольку автором описаны все этапы создания математических моделей. На заключительном этапе разработана имитационная модель для построения прогноза объема продаж дополнительных услуг сотовой связи.

Аналогично рассмотренной эконометрической модели данная имитационная модель прогнозирования объема продаж на рынке дополнительных услуг сотовой связи также может быть адаптирована для построения прогноза развития рынка ИКТ после замены факторов, описывающих сегмент рынка, на общеотраслевые факторы.

## Модели, основанные на использовании агентного подхода

Многоагентный подход — один из основных методов описания системы (наряду с системной динамикой и дискретно-событийным, или процессным, моделированием), доминирующих в настоящее время в бизнес-моделировании.

Агентная модель — это ряд активных и взаимодействующих объектов, которые отражают объекты и отношения в реальном мире. Таким образом, агентное моделирование — шаг вперед в понимании и управлении совокупностью сложных социально-экономических процессов.

С точки зрения практического применения агентное моделирование можно охарактеризовать как метод имитационного моделирования, направленный на изучение поведения децентрализованных агентов и того, как это поведение определяет поведение всей системы в целом.

Среди научных трудов, в которых используется агентный подход, можно выделить работу В.А. Гимарова, В.В. Гимарова, И.В. Иванова, посвященную моделированию регионального рынка интернет-услуг [8]. В статье представлено описание нестационарной структуры модели регионального рынка телекоммуникационных услуг, реализация которой позволит

повысить достоверность мультиагентной модели за счет возможности учета специфических особенностей отрасли и быстрой адаптации к изменчивости внешней среды.

В ходе анализа агентных моделей был сделан вывод, что их основными недостатками являются сложность калибровки (есть риск подобрать некорректный набор значений изменяемых параметров), высокие требования к вычислительной технике и затруднение при выявлении типа зависимости результата моделирования от входящих данных модели.

### Модели в виде дифференциального уравнения или системы интегродифференциальных уравнений

Дифференциальные уравнения применяются для описания многих процессов реальной действительности. Примерами использования дифференциальных уравнений при моделировании развития рынка ИКТ являются модели распространения нововведений Басса и Гомперца, а также разработанные для решения задач оптимального управления.

В работе И.П. Болодуриной, Е.П. Маас, Т.А. Огурцовой описана динамическая модель конкурентного поведения компании, функционирующей на рынке сотовой связи, в виде системы дифференциальных уравнений с запаздыванием [9].

Для описания конкурентного взаимодействия операторов сотовой связи на рынке телекоммуникационных услуг, а также общей динамики развития абонентской базы двух конкурирующих экономических агентов использована логистическая модель Лотки–Вольтерра с запаздыванием во времени. Задача эффективного управления поведением компаний, предоставляющих услуги сотовой связи, в данной работе заключается в оптимизации ценовой политики первого экономического агента с целью максимизации числа его абонентов. Для решения поставленной задачи использован принцип максимума Понтрягина для систем с постоянным запаздыванием в предположении, что стоимость минуты связи у фирм-конкурентов неизменна.

Модель Лотки–Вольтерра важна и актуальна, но, к сожалению, неприменима для прогнозирования развития рынка ИКТ, поскольку описывает поведение только двух экономических агентов, а число крупнейших компаний, функционирующих в отрасли ИКТ, значительно выше. Как утверждают сами авторы, данная модель применима к наращиванию абонентской базы, а не к прогнозированию развития рынка ИКТ. Кроме того, модель Лотки–Вольтерра с применением принципа максимума Понтрягина

требует использования громоздкого математического аппарата.

### Выводы по результатам анализа моделей и методов оценки динамики рынка ИКТ

Анализ показал, что только эконометрические и имитационные модели могут быть адаптированы для решения любых задач на рынке ИКТ, в том числе задачи прогнозирования развития рынка. При этом в задаче имитационного моделирования в качестве логико-математической модели целесообразно использовать эконометрическую модель.

Другие методы моделирования также являются актуальными, но они применимы при решении других задач. Адаптация этих методов представляется затруднительной.

### Литература

1. Бывшев В.А. Эконометрика: учебное пособие. М., 2008. С. 9.
2. Трутнева Е.А. Эконометрический анализ эффективности воздействия рекламной активности на стратегические показатели развития компании (на примере рынка телекоммуникаций) // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2009. Т. 13. № 4. С. 520–548.
3. Трегуб И.В. Прогнозирование экономических показателей на рынке дополнительных услуг сотовой связи. М.: Финакадемия при Правительстве РФ, 2009. С. 134–180.
4. Трегуб И.В. Прогнозирование инновационного развития рынка телекоммуникаций // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2013. Т. 20. Вып.2. С. 186–187.
5. Tregub I.V. Forecasting of the Russian Telecommunication Market // LA-Asia Pacific Research Exchange & Faculty Development Conference. Conference to be held on March, 28th – 29th, 2013, in Guangzhou, China. Guangzhou.
6. Трегуб И.В. Особенности инвестирования инновационных проектов телекоммуникационных компаний // Материалы II научно-практической конференции «Инвестиционный климат в России: ответ на современные потребности инновационной экономики» 22 марта 2013 г. М.: Финансовый университет при Правительстве РФ, 2013.
7. Трегуб И.В. Моделирование динамики телекоммуникационного рынка в целях повышения устойчивости экономики России // VI Московская Международная конференция по исследованию операций (ORM2010), Москва, 19–23 октября, 2010. М.: Макс Пресс, 2010. С. 516–518.
8. Гимаров В.В., Гимаров В.А., Иванова И.В. Нестационарная мультиагентная модель регионального рынка интернет-услуг // Прикладная информатика. 2011. № 6. С. 7–13.
9. Болодурина И.П., Огурцова Т.А., Маас Е.П. Сравнительный анализ решений задачи оптимального управления конкурентным поведением предприятий сотовой связи // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2013. Т. 2. № 2. С. 118–125.