

УДК 519.233.33

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ВЫРУЧКИ ИТ-КОМПАНИИ)

Кузнецов В.Д., Трегуб И.В.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, Россия (125993, г. Москва, ГСП-3, Ленинградский проспект, 49), e-mail: academy@fa.ru

На основе анализа современного состояния сектора информационных технологий как составной части рынка информационно-коммуникационных технологий выявлены факторы, влияющие на величину выручки компании, функционирующей в данной области. С использованием реальных статистических данных о показателях деятельности компании был разработан комплекс эконометрических моделей, описывающих динамику выручки ИТ-компании. При помощи информационных критериев Акайке и Шварца была выбрана наилучшая модель, включающая следующие факторы: расходы компании на рекламу в средствах массовой информации, размер инвестиций в основной капитал в России, прибыль всех крупных и средних организаций в России. Для прогнозирования объема инвестиций в основной капитал и величины случайного возмущения разработаны отдельные имитационные модели. В результате исследования был построен график обратной интегральной функции распределения прогнозного значения выручки ИТ-компании, с помощью которого можно делать прогноз будущих минимальных значений выручки компании с желаемой степенью достоверности.

Ключевые слова: прогнозирование, имитационное моделирование, выручка ИТ-компании, рынок информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

MATHEMATICAL MODELING DYNAMICS OF ECONOMIC INDICATORS (THE CASE OF REVENUE IT-COMPANY)

Kuznetsov V.D., Tregub I.V.

The Federal State-Funded Educational Institution of Higher Professional Education "Financial University under the Government of the Russian Federation", Moscow, Russia (125993, Moscow, Russia, GSP-3, Leningradsky Prospekt, 49), e-mail: academy@fa.ru

Factors, influencing the value of the IT-company's revenue were identified by analysis of the current state of the IT sector as an integral part of information-communication technologies. A complex of econometric models describing the dynamics of the revenue of the IT-company was developed with the use of real statistical data on the company performance. Using the Akaike and Schwartz information criteria the best model was selected. This model included the following factors: costs of advertising in the media, size of the investment in fixed assets in Russia, profits of all large and medium-sized enterprises in Russia. To predict the volume of investment in fixed assets and the value of the random disturbance separate simulation models were developed. As a result of research a reverse cumulative distribution function of the revenue of IT-company was plotted to predict the future minimum values of the company's revenue with the desired degree of certainty.

Keywords: forecasting, simulation modeling, revenues of IT-company, Information and communication technology (ICT) market.

Введение

Развитие и широкое применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) является глобальной тенденцией научно-технического прогресса последних десятилетий, которое привело к значительным изменениям во многих сферах человеческой деятельности, таких как образование, занятость, здравоохранение, экономика и др. Использование ИКТ имеет решающее значение для повышения конкурентоспособности экономики, расширения возможностей её интеграции в мировую систему хозяйства, повышения эффективности государственного управления и местного самоуправления.

Развитие информационных технологий переводит постиндустриальное общество в новое качественное состояние – информационное общество.

Успех деятельности организации в значительной степени зависит от того, насколько реалистично оцениваются менеджментом перспективы ее развития. Вопросы точности прогнозирования стоимостных показателей (выручка, прибыль, затраты и др.) всегда занимают руководство организации, ее акционеров и потенциальных инвесторов.

Целью исследования является прогнозирование финансово-экономических показателей деятельности фирмы на примере IT-компании.

Основными **методами** исследования являются методика анализа эконометрических моделей и методы имитационного моделирования.

На основе анализа современного состояния сектора информационных технологий как составной части отрасли ИКТ можно выделить факторы, влияющие на величину выручки компании, функционирующей в данной области:

- расходы компании на рекламу в средствах массовой информации (X_1);
- численность персонала организации (X_2);
- размер инвестиций в основной капитал в России (X_3);
- прибыль всех крупных и средних организаций в России (X_4);
- финансовый результат деятельности крупных и средних российских организаций (сальдо прибылей и убытков) (X_5).

Величина расходов на рекламу является одним из важнейших факторов, влияющих на выручку компании. Согласно теории микроэкономики фирмы, реклама – средство увеличения спроса на товар со стороны потребителя, следовательно, она оказывает влияние и на выручку компании. Реклама находит свое отражение в выручке не сразу, поскольку с момента осуществления рекламы до получения соответствующей ей выручки должны пройти процессы, занимающие значительное время (а именно: стадия переговоров, заключение договора, IT-консалтинг с учетом отраслевой специфики бизнеса, анализ и формализация бизнес-процессов заказчика и т.д.).

Численность персонала организации также оказывает влияние на выручку – чем больше сотрудников задействованы в предоставлении услуг, тем больший объем работ может быть выполнен, и тем большую выручку сможет получить предприятие.

Услугами IT-компаний пользуются многие отрасли экономики, государственные структуры и внебюджетные организации. Программное обеспечение относится к нематериальным активам организации и входит в основной капитал. Поэтому размер инвестиций в основной капитал в России может выступать в роли фактора, от которого

зависит выручка ИТ-компаний России, и в частности выручка исследуемой компании. По экономическому смыслу данный показатель близок к инвестициям в отрасль информационных технологий.

Проекты по внедрению программного обеспечения требуют значительных финансовых вложений, поэтому главные пользователи услуг ИТ-компаний – крупные и средние предприятия. Наличие свободных денежных средств, которые могут быть потрачены на автоматизацию бизнеса, определяется остатком средств на расчетном счете организации. Деньги, потраченные с данного счета на программное обеспечение, увеличивают стоимость нематериальных активов и уменьшают прибыль. Следовательно, прибыль всех крупных и средних организаций в России также можно использовать для объяснения выручки ИТ-компаний в качестве показателя, характеризующего общую макроэкономическую ситуацию в стране.

Схожим по экономическому смыслу, но отличающимся по статистическому ряду является показатель, отражающий финансовый результат деятельности крупных и средних организаций (сальдо прибылей и убытков).

Выбор наилучшей модели динамики экономического процесса на рынке ИКТ осуществляется при помощи информационных критериев Акайке и Шварца. Данные критерии разобраны в работе [4].

Критерий Акайке «вознаграждает» за качество приближения, а также «штрафует» за использование излишнего количества параметров модели. Критерий Шварца «штрафует» свободные параметры в большей мере. Считается, что наилучшей является модель с наименьшим значением данных критериев.

В общем случае значение информационного критерия Акайке вычисляется по формуле:

$$AIC = 2k/T - 2\ln(L)/T,$$

где k – число параметров в статистической модели;

L – максимизированное значение функции правдоподобия модели;

T – число наблюдений.

Критерий Шварца рассчитывается следующим образом:

$$SC = (k \ln T)/T - 2\ln(L)/T.$$

При моделировании выручки ИТ-компаний на основе отобранных факторов комплекс эконометрических моделей удобно строить и исследовать в программной среде Eviews 7.0.

Спецификация выбранной модели имеет следующий вид:

$$V_t = \underset{(83,785)}{503,068} \cdot X_{1,t-4} + \underset{(23,913)}{46,135} \cdot X_{3,t} - \underset{(0,0425)}{0,0903} \cdot X_{4,t-2} + \underset{(41701,49)}{\varepsilon_t},$$

где V_t - выручка ИТ-компаний в текущем временном периоде, $X_{1,t-4}$ - величина расходов на рекламу, совершенных 4 периода назад, $X_{3,t}$ - размер инвестиций в основной капитал в России за текущий период, $X_{4,t-2}$ - прибыль всех крупных и средних организаций в России за позапрошлый период.

В круглых скобках под значениями коэффициентов приведены значения стандартных ошибок коэффициентов и оценка дисперсии случайного возмущения.

Эконометрические оценки позволяют сделать вывод о том, что размер инвестиций в основной капитал в России является одним из важнейших факторов, влияющих на выручку ИТ-компаний. Поэтому для успешного развития рынка информационно-коммуникационных технологий необходим благоприятный инвестиционный климат в стране.

Высокий коэффициент при регрессоре, описывающем величину расходов на рекламу, свидетельствует о значимости данного фактора для формирования будущей выручки компании.

Увеличение величины общей прибыли крупных и средних организаций, наоборот, ведет к снижению выручки ИТ-компаний, поскольку внедрение программного обеспечения увеличивает расходы организации, выступающей в роли заказчика.

Рассмотрение модели показывает, что переменные, характеризующие расходы на рекламу ($X_{1,t-4}$), и прибыль всех крупных и средних организаций в России ($X_{4,t-2}$) имеют лаговые значения. Значения регрессора $X_{3,t}$, показывающего размер инвестиций в основной капитал в России, относятся к текущему моменту времени. По этой причине для прогнозирования объема инвестиций в основной капитал и величины случайного возмущения необходима разработка отдельных моделей.

В рассматриваемом примере моделирования выручки ИТ-компаний следующим шагом является проверка соответствия теоретического нормального закона распределения эмпирическим данным о случайной составляющей инвестиций в основной капитал с использованием критерия Колмогорова – Смирнова, поскольку он дает хорошие результаты при соответствующих объемах выборок. При использовании данного критерия проверка

согласий двух распределений осуществляется путем задания интегральной функции, следующей из теоретического распределения, и ее сравнения с интегральной функцией распределения эмпирических данных. Данная проверка подробно описана в научном труде [5].

На основании найденных математического ожидания и стандартного отклонения случайных возмущений, и также середин интервалов разбиения с использованием функции Microsoft Excel «НОРМРАСП» определяются значения интегральной функции распределения нормального закона.

Далее для всех групп значений случайной величины находятся абсолютные разности эмпирической и теоретической кумулятивной вероятности. Поскольку в рассматриваемом примере наибольшая абсолютная разность оказалась меньше критического значения статистики, гипотеза о нормальном распределении остатков принимается.

С помощью функции Microsoft Excel «НОРМОБР», параметрами которой выступают математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение эмпирических данных, а также датчик случайных чисел от 0 до 1, осуществляется моделирование 1000 возможных значений случайной составляющей статистического ряда инвестиций в основной капитал.

Аналогичным образом сгенерируется 1000 значений случайного возмущения модели множественной регрессии, имеющих нормальное распределение.

Для каждой пары псевдослучайных чисел, описывающих случайное возмущение регрессионной модели и случайную составляющую статистического ряда инвестиций в основной капитал, вычисляются значения возможной выручки ИТ-компании в следующем периоде. При этом используется формула

$$V_{t+1} = \underset{(83,785)}{503,068} \cdot X_{1,t-3} + \underset{(23,913)}{46,135} \cdot X_{3,t+1} - \underset{(0,0425)}{0,0903} \cdot X_{4,t-1} + \underset{(41701,49)}{\varepsilon_{t+1}},$$

$$\text{где } X_{1,t-3} = 764,667, \quad X_{4,t-1} = 2359273, \quad X_{3,t+1} = X_{3,t+1}^T + X_{3,t+1}^C + X_{3,t+1}^R,$$

$$X_{3,t+1}^T + X_{3,t+1}^C = 2335,614, \quad X_{3,t+1}^R \text{ и } \varepsilon_{t+1} - \text{сгенерированные псевдослучайные числа.}$$

Для нахождения прогнозных значений исследуемого показателя необходимо вычислить значения интегральных функций распределения подобранных теоретических законов с оцененными параметрами. Графическое изображение интегральных функций распределения позволяет определить будущее значение анализируемой случайной величины с заданной степенью достоверности.

На основе полученных 1000 значений будущей выручки ИТ-компании строится гистограмма распределения частот. Количество показателей выручки, попавшее в каждый из

интервалов, делится на общий объем наблюдений для получения вероятности попадания значения выручки в данный интервал. Накопленные вероятности вычитаются из единицы для построения графика, с помощью которого можно делать прогноз будущих минимальных значений выручки ИТ-компании с желаемой степенью достоверности.

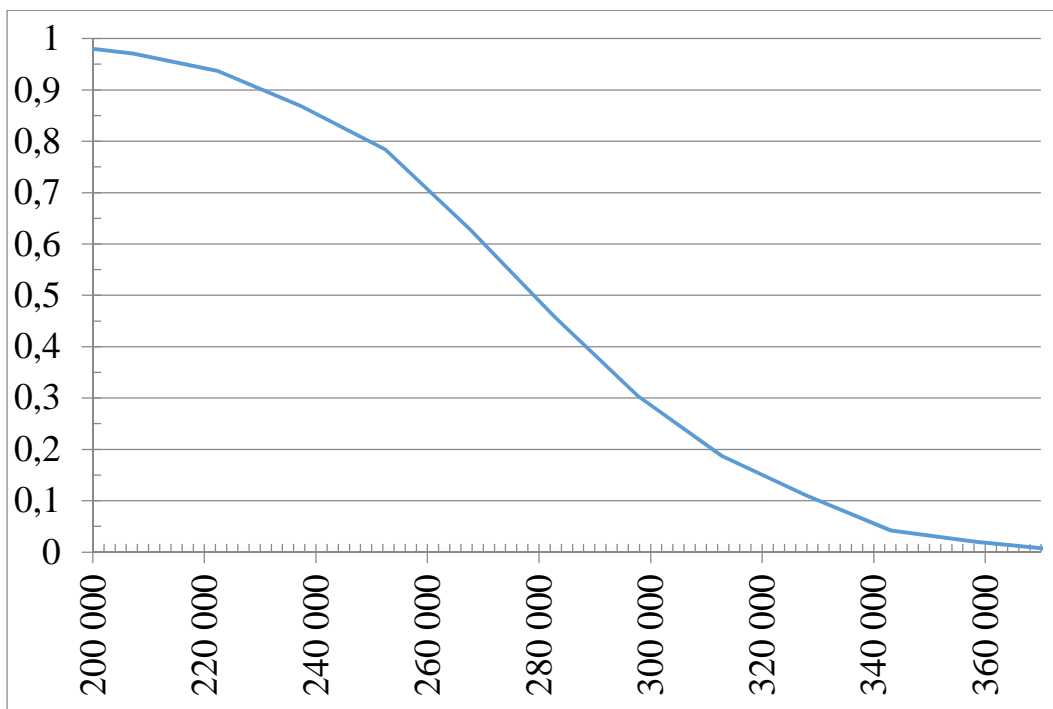


Рисунок 1. Обратная интегральная функция распределения прогнозного значения выручки ИТ-компании

Заключение

По результатам проведенного научного исследования можно сделать следующие выводы.

- Наибольшее влияние на выручку ИТ-компании в текущем квартале оказывают следующие факторы:
 - расходы на рекламу, осуществленные четыре квартала назад;
 - инвестиции в основной капитал, совершенные в том же периоде;
 - прибыль крупных и средних организаций в России в позапрошлом квартале.
- Каждая 1 000 руб., потраченная на рекламу в текущем периоде, принесет компании дополнительный доход через 4 квартала, равный 503 000 руб.
- При увеличении инвестиций в основной капитал в России на 1 млрд руб. выручка ИТ-компании увеличится на 46 тыс. руб.
- Рост общей прибыли крупных и средних организаций в России на 1 млрд руб. снижает выручку компании на 90 тыс. руб.

- С 90-процентной вероятностью можно утверждать, что выручка в следующем квартале составит величину, превышающую 230 млн руб.
- Ожидаемое значение выручки за следующий квартал – 279,5 млн руб.

Список литературы

1. Бабешко Л.О. Основы эконометрического моделирования : учебное пособие. - М., 2006.
2. Бывшев В.А. Эконометрика : учебное пособие. - М., 2008.
3. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика : учебник для вузов. - М., 2002.
4. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. - М., 2004.
5. Трегуб И.В. Прогнозирование экономических показателей на рынке дополнительных услуг сотовой связи. - М., 2009.

Рецензент:

Концевая Н.В., д.э.н., профессор кафедры «Моделирование экономических и информационных систем» ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва.