

РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ОБЪЕМЫ УСЛУГ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

С. И. Носков, А. С. Вергасов

*Иркутский государственный университет путей сообщения,
Иркутск, Российская Федерация*

В результате организованного с использованием соответствующей вычислительной технологии конкурса регрессионных моделей разработаны математические модели влияния некоторых экономических показателей (стоимости экспортированной сырой нефти, нефтепродуктов, природного газа, прямых инвестиций за границу и в Россию, объема ВВП) на объемы экспорта и импорта информационных, компьютерных и телекоммуникационных (ИКТ) услуг. Выбор именно таких выходных показателей в модели обусловлен значительным ростом мирового рынка этих услуг за последние десятилетия в целом. При этом относительный рост телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг намного более динамичен по сравнению с услугами в традиционных сферах, таких как транспортировка, строительство, переработка товаров. Немаловажной причиной выбора именно данных показателей является также высокий уровень участия предприятий IT-отрасли в экспорте ИКТ-услуг. По некоторым оценкам, в него вовлечены около 2 000 фирм отрасли. Другими словами, более 60 % предприятий ИКТ в России занимаются экспортом своих услуг в зарубежные страны, при этом основными странами-импортерами услуг ИКТ из России являются европейские страны и США. Объемы ИКТ-услуг, как следует из формального и содержательного анализа построенных моделей, более чем на 50 % обеспечиваются уровнем развития экономики страны, индикатором которого является ВВП. При этом на динамику как экспорта, так и импорта телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг существенное влияние оказывают также стоимость экспортированного сырья – сырой нефти, нефтепродуктов и природного газа. Представленные в работе модели могут быть эффективно использованы для дальнейшего детального анализа влияния макроэкономических факторов на развитие информационных и компьютерных технологий и решения широкого круга прогнозных задач средне- и краткосрочного характера.

Ключевые слова: информационные и компьютерные технологии, объем экспорта и импорта, регрессионная модель, конкурс моделей, критерии адекватности, нефть, нефтепродукты и природный газ, внутренний валовой продукт.

Для цитирования: *Носков С. И., Вергасов А. С.* Регрессионные модели оценки влияния экономических показателей на объемы услуг в сфере информационных и коммуникационных технологий // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2021. № 4. С. 95–103. DOI: 10.24143/2072-9502-2021-4-95-103.

Введение

В соответствии с национальными интересами и стратегическими национальными приоритетами в России разработана Стратегия национальной безопасности, введенная в действие Указом Президента РФ от 31 декабря 2015 г. № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». Стабилизация национальной экономики является важной частью экономической составляющей национальной безопасности государства [1]. Значительной угрозой экономике любой страны является ее моноотраслевость [2, 3], заключающаяся в формировании значительной доли бюджета за счет одной отрасли. В России со второй половины XX в. таковой является нефтегазовая отрасль, при этом действительная оценка уровня зависимости экономики от этой отрасли может быть занижена в силу существенной вовлеченности в нее других отраслей [4].

Разрабатываемыми направлениями стабилизации экономики являются оптимизация добычи ресурсов с последующей их переработкой и диверсификация доходной части бюджета страны [5]. Следует отметить, что решение поставленных задач косвенно влияет на экологию и, как следствие, на экологическую безопасность страны. Основным инструментом перераспределения доходов должна выступать взвешенная и проработанная политика в области государственного регулирования экономики страны [6, 7].

Одним из наиболее перспективных направлений качественного изменения стратегии развития экономики в рамках сложившейся конъюнктуры является инвестирование в сферу информационных и компьютерных технологий (ИКТ) [8]. Данное утверждение базируется на следующих фактах. Во-первых, благодаря развитию ИКТ помимо улучшений в самой отрасли происходит повышение эффективности других секторов экономики и рост международной торговли [9–11]. Во-вторых, развитие отечественной IT-отрасли позволит увеличить темпы импортозамещения. В-третьих, существует прямое положительное влияние уровня ИКТ на информационную безопасность государства. Наконец, в России уже реализуется национальный проект «Цифровая экономика РФ», включающий в себя следующие направления: кадровое обеспечение для цифровой экономики, информационная безопасность, цифровые технологии и т. д. Для количественного измерения уровня данного показателя разработана методика подсчета так называемого *индекса развития ИКТ*, состоящего из субиндексов доступа, использования и навыков [12].

Россия – это страна с сырьевой экономикой, а рыночная конъюнктура сильно зависима от показателей нефте- и газодобычи в стране. В условиях масштабной цифровизации представляется интересным рассмотреть влияние добывающего сектора на импорт-экспортную составляющую отечественного ИКТ-рынка. Сделать это качественно позволяет подход, основанный на методах регрессионного моделирования, в рамках которого можно оценить значимость влияния независимых факторов на выходной показатель, что и предполагается осуществить в настоящей работе.

Моделирование зависимости объема услуг в сфере информационных и коммуникационных технологий от макроэкономических показателей в России

В качестве количественных показателей уровня развития ИКТ примем объемы экспорта y_1 и импорта y_2 телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг, выраженные в миллионах долларов США. Этот выбор обусловлен значительным ростом мирового рынка услуг за последние десятилетия в целом. При этом относительный рост телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг намного более динамичен в своем развитии по сравнению с услугами в традиционных сферах, таких как транспортировка, строительство, переработка товаров. Немаловажной причиной выбора именно данных показателей является также высокий уровень участия предприятий отрасли в экспорте ИКТ услуг. По некоторым оценкам, в него вовлечены около 2 000 фирм отрасли ИКТ. Другими словами, более 60 % предприятий ИКТ в России занимаются экспортом своих услуг в зарубежные страны. Следует отметить, что основными странами-импортерами услуг ИКТ из России являются европейские страны и США.

Телекоммуникационными сервисами, в соответствии со «Стратегией развития экспорта услуг до 2025 года», принято считать услуги трансляции или передачи звуковой информации, изображений и других информационных потоков через системы кабельной, радиотрансляционной, телевизионной или спутниковой связи, услуги по аренде и техническому обслуживанию линий связи, сетей передачи звука, изображений и данных. К компьютерным услугам относятся операции, связанные с созданием и внедрением программного обеспечения, деятельность, связанная с обработкой данных, хранением баз данных и действиями с ними, услуги по разработке, дизайну и размещению веб-страниц на сервере, предоставлению консультационных услуг, связанных с программным обеспечением и функционированием вычислительной техники. В список информационных услуг включено снабжение средств массовой информации сводками новостей, фотографическим материалом и тематическими статьями, услуги по использованию коммерческих сайтов в интернете. По прогнозам Минэкономразвития, экспорт услуг сферы ИКТ к 2025 г. должен достигнуть объема более 12 млрд долл. США и стать самым быстрорастущим сектором экономики России.

В качестве факторов, влияющих на y_1 и y_2 , выделены следующие экономические показатели:

- x_1 – стоимость экспортированной сырой нефти (в млн долл.);
- x_2 – стоимость экспортированных нефтепродуктов (в млн долл.);
- x_3 – стоимость экспортированного природного газа (в млн долл.);
- x_4 – прямые инвестиции за границу (в млн долл.);
- x_5 – прямые инвестиции в Россию (в млн долл.);
- x_6 – валовой внутренний продукт РФ (ВВП) (в млрд долл.).

Для построения модели воспользуемся статистическими данными (табл.) по выделенным показателям за 2001–2020 гг. [13].

Фактические значения показателей

| x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | x_6 | y_1 | y_2 |
|---------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|----------|
| 24 990 | 9 375 | 17 770 | 2 541 | 2 847 | 328,5 | 547 | 1 046 |
| 29 113 | 11 253 | 15 897 | 3 533 | 3 474 | 370,1 | 599 | 1 104 |
| 39 679 | 14 060 | 19 981 | 9 724 | 7 929 | 461,5 | 589 | 983 |
| 59 045 | 19 269 | 21 853 | 13 782 | 15 403 | 633,3 | 695 | 973 |
| 83 438 | 33 807 | 31 671 | 17 880 | 15 508 | 817,7 | 1 041 | 1 202 |
| 102 283 | 44 672 | 43 806 | 29 993 | 37 595 | 1 061 | 1 369 | 1 513 |
| 121 503 | 52 228 | 44 837 | 44 801 | 55 874 | 1 393 | 2 281 | 2 228 |
| 161 147 | 79 886 | 69 107 | 55 663 | 74 783 | 1 779 | 3 045 | 3 270 |
| 100 593 | 48 145 | 41 971 | 43 281 | 36 583 | 1 308 | 2 551 | 3 302 |
| 135 799 | 70 471 | 47 739 | 52 616 | 43 168 | 1 633 | 2 624 | 3 955 |
| 181 812 | 95 710 | 64 290 | 66 851 | 55 084 | 2 047 | 3 101 | 4 946 |
| 180 930 | 103 624 | 62 253 | 48 822 | 50 588 | 2 191 | 3 494 | 5 169 |
| 173 668 | 109 414 | 65 972 | 86 507 | 69 219 | 2 288 | 4 163 | 6 080 |
| 153 896 | 115 810 | 54 685 | 57 082 | 22 031 | 2 049 | 4 504 | 6 854 |
| 89 588 | 67 454 | 41 779 | 22 085 | 6 853 | 1 357 | 3 933 | 5 558,04 |
| 73 713 | 46 191 | 31 190 | 22 314 | 32 539 | 1 281 | 3 903 | 5 468,89 |
| 93 377 | 58 247 | 38 661 | 36 757 | 28 557 | 1 575 | 4 652 | 5 383,42 |
| 129 202 | 78 235 | 49 753 | 31 377 | 8 785 | 1 665 | 5 260 | 5 487,9 |
| 122 229 | 66 947 | 41 787 | 21 923 | 31 975 | 1 703 | 5 489 | 5 243,7 |
| 72 366 | 45 346 | 25 248 | 5 298 | 8 663 | 1 464 | 5 936 | 5 901,39 |

Следует отметить, что существуют определенные зависимости между экспортными объемами нефти и нефтепродуктов и особенностями ценообразования нефтепродуктов в странах – крупнейших потребителях и России [14, 15]. Так, например, установлена положительная связь между общим объемом экспорта из России и уровнем экспорта сырой нефти и газа.

Поставим задачу построения регрессионных моделей, связывающих выходные переменные y_1 и y_2 с входными $x_i, i = \overline{1,6}$ в классе линейных по параметрам аппроксимирующих функций, хорошо себя зарекомендовавших при исследовании сложных объектов различной природы:

$$y_{k1} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^6 \alpha_i f_{ji}(x_{ki}), \quad k = \overline{2001, 2020}; \quad (1)$$

$$y_{k2} = \beta_0 + \sum_{i=1}^6 \beta_i g_{ji}(x_{ki}), \quad k = \overline{2001, 2020}, \quad (2)$$

где f_{ji} и g_{ji} – преобразования независимых переменных, выбранные из набора $\{x, x^2, x^3, 1/x, \ln(x)\}$ для некоторой переменной x в рамках проведения конкурса моделей в соответствии с предложенной в [16] вычислительной технологией. Такой конкурс состоит в построении множества альтернативных вариантов модели заданного класса и последующем выборе лучшего варианта на основе использования векторного критерия оценки его адекватности [17]. Включим в его состав широко применяющиеся в регрессионном анализе критерии Фишера F и множественной детерминации R [18–20]. Кроме того, для углубленного анализа полученных моделей будем использовать оценки вкладов факторов в соответствующие выходные показатели (см., например, [17, 21]). Для модели (1) они рассчитываются по формуле

$$p(x_i) = 100 \% \left| \alpha_i f_{ji}(x_i^*) \right| / \left| \sum_{i=1}^6 \alpha_i f_{ji}(x_i^*) \right|,$$

где

$$x_i^* = \max_k x_{ki}.$$

Величины $p(x_i)$ позволяют оценить степень влияния переменной x_i на выходной фактор y_i , выраженную в процентах.

В результате проведенного конкурса при построении моделей (1) и (2), в рамках которого было построено несколько тысяч их альтернативных вариантов, а также с привлечением приемов преобразования регрессоров, представленных в работах [22–25], сформированы следующие модели:

$$y_1 = -458,2 - 1,92 \cdot 10^{-7} x_1^2 - 19,97 \sqrt{x_2} + 0,0778 x_3 - 12,512 \sqrt{x_4} - 0,025 x_5 + 7,547 x_6; \quad (3)$$

$$R = 0,97; F = 74,49;$$

$$p(x_1) = 5,17;$$

$$p(x_2) = 21,92;$$

$$p(x_3) = 10,12;$$

$$p(x_4) = 4,69;$$

$$p(x_5) = 1,12;$$

$$p(x_6) = 56,98;$$

$$y_2 = 67,13 - 41,282 \sqrt{x_1} + 0,034 x_2 + 3,262 \cdot 10^{-7} x_3^2 - 80669,25 \frac{1}{x_4} - 2,91 \cdot 10^{-7} x_5^2 + 406,45 \sqrt{x_6}; \quad (4)$$

$$R = 0,986; F = 151,45;$$

$$p(x_1) = 36,61;$$

$$p(x_2) = 5,08;$$

$$p(x_3) = 6,85;$$

$$p(x_4) = 0,1;$$

$$p(x_5) = 0,07;$$

$$p(x_6) = 51,29.$$

Отметим высокое качество аппроксимации моделей (3) и (4), на что указывают значения критериев R и F , а также близость расчетных и фактических траекторий выходных переменных (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Расчетные и фактические значения экспорта ИКТ, модель (3)

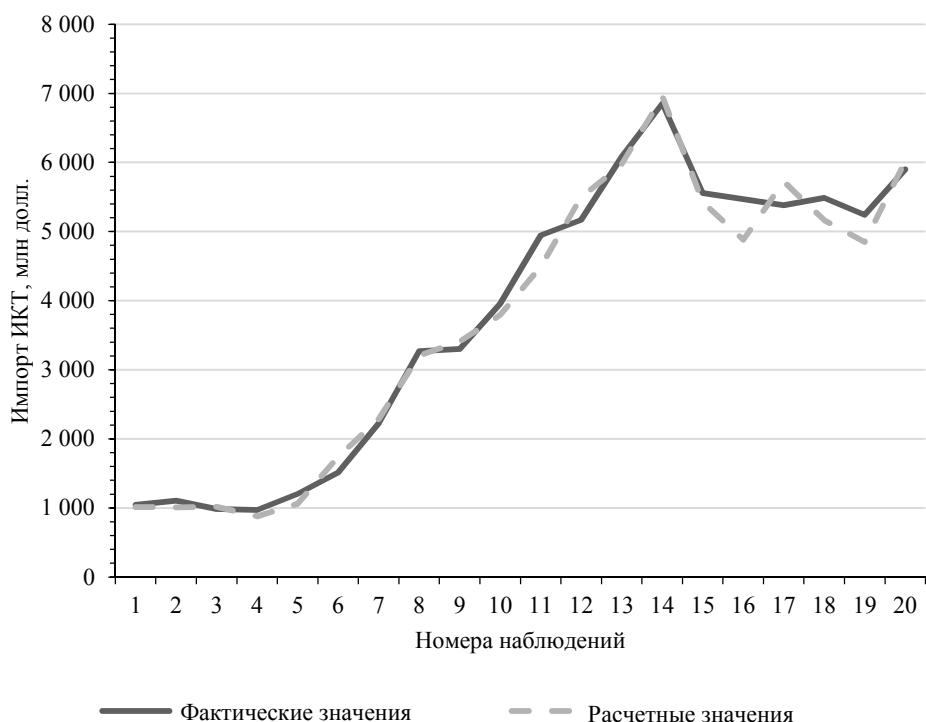


Рис. 2. Расчетные и фактические значения импорта ИКТ, модель (4)

Проанализируем знаки коэффициентов моделей. Они указывают на то, что позитивное влияние на y_1 оказывают только переменные x_3 и x_6 , а на y_2 – они же, а также x_4 и x_2 . Рост остальных факторов приводит к снижению импорта и (или) импорта объемов телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг. Анализ вкладов факторов позволяет сделать вывод о том, что более 50 % этого объема обеспечивается уровнем развития экономики страны, индикатором которого является ВВП. При этом на динамику как экспорта, так и импорта телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг существенное влияние оказывают также стоимость экспортированной сырой нефти, нефтепродуктов и природного газа. Влияние остальных факторов незначительно.

Модели (3) и (4) могут быть использованы для дальнейшего детального анализа влияния экономических факторов на развитие ИКТ и решения широкого круга задач прогнозного характера.

Заключение

В работе в результате организованного с использованием соответствующей вычислительной технологии конкурса регрессионных моделей разработаны математические модели влияния экономических показателей – стоимости экспортированной сырой нефти, нефтепродуктов, природного газа, прямых инвестиций за границу и в Россию, объема ВВП – на объемы экспорта и импорта телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг. Эти объемы, как следует из моделей, более чем наполовину зависят от уровня развития экономики страны, обобщенным выражением которого является ВВП. При этом на динамику и экспорта, и импорта телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг весьма значительное влияние оказывают также такие важные макроэкономические показатели, как стоимость экспортированной сырой нефти, нефтепродуктов и природного газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецова Е. И. Национальная экономическая безопасность как предмет экономической стратегии государства // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2008. Т. 4. № 7 (28). С. 30–34.
2. Isham J., Woolcock M., Pritchett L., Busby G. The varieties of resource experience: Natural resource export structures and the political economy of economic growth // World Bank Economic Review. 2005. V. 19 (2). P. 141–174.

3. *Farzanegan M. R., Markwardt G.* The effects of oil price shocks on the Iranian economy // *Energy Economics*. 2009. V. 31 (1). P. 134–151.
4. *Иуханян М. В., Сотникова О. А.* Эконометрический анализ зависимости между динамикой мирового рынка сырой нефти и курсом акций транспортных компаний // *Вклад транспорта в национальную экономическую безопасность: сб. тр. II Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 06 апреля 2017 г.) / под ред. Р. А. Кожевникова, Ю. И. Соколова. М.: Изд-во МИИТ, 2017. С. 154–156.*
5. *Nurunnabi M.* Transformation from an Oil-based Economy to a Knowledge-based Economy in Saudi Arabia: the Direction of Saudi Vision 2030 // *Journal of the Knowledge Economy*. 2017. V. 8 (2). P. 536–564.
6. *Заорский Г. В., Илющенко Т. В.* Ресурсное обеспечение государственного регулирования экономики // *Проблемы развития мировой и российской экономики: материалы Междунар. науч. конф. (Иркутск, 26 марта 2013 г.) / отв. ред. В. П. Горев. Иркутск: Изд-во Байкал. гос. ун-та экономики и права, 2013. С. 61–78.*
7. *Ивантер В. В.* Стратегия перехода к экономическому росту // *Проблемы прогнозирования*. 2016. № 1 (154). С. 3–7.
8. *Nath H. K., Liu L.* Information and communications technology (ICT) and services trade // *Information Economics and Policy*. 2017. N. 41. P. 81–87.
9. *Liu L., Nath H. K.* Information and communications technology and trade in emerging market economies // *Emerging Markets Finance and Trade*. 2013. V. 49 (6). P. 67–87.
10. *Tay C.* Comparison of the impact of information and communication technology between bilateral trade in goods and services // *Journal of System and Management Sciences*. 2020. V. 10 (1). P. 1–31.
11. *Green R., Burgess J., Turner G.* The ICT Sector, Growth and Productivity: Ireland and Australia Compared // *The Economic and Labour Relations Review*. 2004. V. 15 (1). P. 99–127.
12. *The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology.* URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2015/methodology.aspx> (дата обращения: 15.06.2021).
13. *Центральный банк Российской Федерации: официальный сайт.* URL: <https://www.cbr.ru/> (дата обращения: 15.06.2021).
14. *Окунев Д. О.* Влияние мировых цен сырой нефти на цену нефтепродуктов в России, Китае и США // *Евразийское пространство: добрососедство и стратегическое партнерство: материалы VIII Евраз. эконом. форума молодежи (Екатеринбург, 19–21 апреля 2017 г.): в 3 т. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. эконом. ун-та, 2017. Т. 2. С. 87–90.*
15. *Borenstein S., Cameron C., Gilbert R.* Do gasoline prices respond asymmetrically to crude oil price changes? // *Quarterly Journal of Economics*. 1997. V. 112 (1). P. 304–339.
16. *Базилевский М. П., Вергасов А. С., Носков С. И.* Групповой отбор информативных переменных в регрессионных моделях // *Юж.-Сиб. науч. вестн.* 2019. № 4-1 (28). С. 36–39.
17. *Носков С. И.* Технология моделирования объектов с нестабильным функционированием и неопределенностью в данных. Иркутск: Облформпечать, 1996. 320 с.
18. *Базилевский М. П.* Аналитические зависимости между коэффициентами детерминации и соотношением дисперсий ошибок исследуемых признаков в модели регрессии Деминга // *Математическое моделирование и численные методы*. 2016. № 2 (10). С. 104–116.
19. *Базилевский М. П.* Аналитические зависимости для некоторых критериев адекватности модели регрессии деминга // *Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та*. 2016. Т. 20. № 10 (117). С. 81–89.
20. *Носков С. И., Базилевский М. П.* Множественное оценивание параметров и критерий согласованности поведения в регрессионном анализе // *Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та*. 2018. Т. 22. № 4 (135). С. 101–110.
21. *Носков С. И., Врублевский И. П.* Анализ регрессионной модели грузооборота железнодорожного транспорта // *Вестн. транспорта Поволжья*. 2020. № 1 (79). С. 86–90.
22. *Носков С. И.* Выбор метода оценивания параметров линейной регрессии на основе выявления аномальных наблюдений // *Вестн. Воронеж. гос. техн. ун-та*. 2021. Т. 17. № 2. С. 24–29.
23. *Носков С. И.* Метод смешанного оценивания параметров линейной регрессии: особенности применения // *Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Системный анализ и информационные технологии*. 2021. № 1. С. 126–132.
24. *Носков С. И.* Оценивание параметров линейной регрессии посредством максимизации числа совпадений знаков приращений фактических и расчетных значений зависимой переменной // *Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами*. 2021. № 2 (10). С. 109–111.
25. *Носков С. И., Базилевский М. П., Врублевский И. П.* Оценка результатов среднесрочного прогнозирования эксплуатационных характеристик железной дороги // *Вестн. Урал. гос. ун-та путей сообщения*. 2020. № 1 (45). С. 51–57.

Статья поступила в редакцию 05.07.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Иванович Носков – д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры информационных систем и защиты информации; Иркутский государственный университет путей сообщения; Россия, 664074, Иркутск; sergey.noskov.57@mail.ru.

Александр Сергеевич Вергасов – ассистент кафедры информационных систем и защиты информации; Иркутский государственный университет путей сообщения; Россия, 664074, Иркутск; tluck@inbox.ru.



**REGRESSION MODELS OF ASSESSING INFLUENCE
OF ECONOMIC INDICATORS ON AMOUNT OF SERVICES IN INFORMATION
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

S. I. Noskov, A. S. Vergasov

*Irkutsk State Transport University,
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. The paper highlights the results of a regression model contest organized using the computing technology and presents the mathematical models of the impact of economic indicators (the cost of exported crude oil, petroleum products, natural gas, direct investment abroad and to Russia, the volume of GDP) on the amount of exports and imports of telecommunications, computer and information services (ICT). The choice of such output indicators in the model is stipulated by a significant growth of the ICT world market over the past decades. Besides, the relative growth of telecommunications, computer and information services is much more dynamic compared to services in the conventional spheres such as transportation, construction, and goods processing. Another important reason for choosing these particular indicators is a high level of participation of IT enterprises in the ICT services export. According to some estimates, about 2,000 firms in the industry are involved. In other words, more than 60% of ICT enterprises in Russia are exporting their services to foreign countries, the most countries-importers of ICT services from Russia being the European countries and the United States. The amount of ICT services, as follows from the formal and meaningful analysis of the constructed models, is more than 50% provided by the level of development of the country's economy, in which GDP is the main indicator. At the same time, the dynamics of both export and import of telecommunications, computer and information services is also significantly influenced by the cost of exported raw materials: crude oil, oil products and natural gas. The models presented in the work can be effectively used for further detailed analysis of the influence of macroeconomic factors on the development of information and computer technologies and for solving a wide range of medium and short term forecasting problems.

Key words: information and computer technologies, amount of import and export, regression model, model competition, adequacy criteria, oil, petroleum products and natural gas, gross domestic product.

For citation: Noskov S. I., Vergasov A. S. Regression models of assessing influence of economic indicators on amount of services in information and communication technologies. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics.* 2021;4:95-103. (In Russ.) DOI: 10.24143/2072-9502-2021-4-95-103.

REFERENCES

1. Kuznetsova E. I. Natsional'naya ekonomicheskaya bezopasnost' kak predmet ekonomicheskoi strategii gosudarstva [National economic security as subject of state economic strategy]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 2008, vol. 4, no. 7 (28), pp. 30-34.
2. Isham J., Woolcock M., Pritchett L., Busby G. The varieties of resource experience: Natural resource export structures and the political economy of economic growth. *World Bank Economic Review*, 2005, vol. 19 (2), pp. 141-174.

3. Farzanegan M. R., Markwardt G. The effects of oil price shocks on the Iranian economy. *Energy Economics*, 2009, vol. 31 (1), pp. 134-151.
4. Ishkhanian M. V., Sotnikova O. A. Ekonometricheskii analiz zavisimosti mezhdu dinamikoi mirovogo rynka syroi nefi i kursom aktsii transportnykh kompanii [Econometric analysis of relationship between dynamics of global crude oil market and stock price of transport companies]. *Vklad transporta v natsional'nuiu ekonomicheskuiu bezopasnost': sbornik trudov II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Moskva, 06 apreliia 2017 g.)*. Pod redaktsiei R. A. Kozhevnikova, Iu. I. Sokolova. Moscow, Izd-vo MIIT, 2017. Pp. 154-156.
5. Nurunnabi M. Transformation from an Oil-based Economy to a Knowledge-based Economy in Saudi Arabia: the Direction of Saudi Vision 2030. *Journal of the Knowledge Economy*, 2017, vol. 8 (2), pp. 536-564.
6. Zaorskii G. V., Iliushchenko T. V. Resursnoe obespechenie gosudarstvennogo regulirovaniia ekonomiki [Resource provision of state regulation of economy]. *Problemy razvitiia mirovoi i rossiiskoi ekonomiki: materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (Irkutsk, 26 marta 2013 g.)*. Otvetstvennyi redaktor V. P. Gorev. Irkutsk, Izd-vo Baikal. gos. un-ta ekonomiki i prava, 2013. Pp. 61-78.
7. Ivanter V. V. Strategiia perekhoda k ekonomicheskomu rostu [Strategy of transition to economic growth]. *Problemy prognozirovaniia*, 2016, no. 1 (154), pp. 3-7.
8. Nath H. K., Liu L. Information and communications technology (ICT) and services trade. *Information Economics and Policy*, 2017, no. 41, pp. 81-87.
9. Liu L., Nath H. K. Information and communications technology and trade in emerging market economies. *Emerging Markets Finance and Trade*, 2013, vol. 49 (6), pp. 67-87.
10. Tay C. Comparison of the impact of information and communication technology between bilateral trade in goods and services. *Journal of System and Management Sciences*, 2020, vol. 10 (1), pp. 1-31.
11. Green R., Burgess J., Turner G. The ICT Sector, Growth and Productivity: Ireland and Australia Compared. *The Economic and Labour Relations Review*, 2004, vol. 15 (1), pp. 99-127.
12. *The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology*. Available at: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2015/methodology.aspx> (accessed: 15.06.2021).
13. *Tsentr'al'nyi bank Rossiiskoi Federatsii: ofitsial'nyi sait* [Central Bank of the Russian Federation: website]. Available at: <https://www.cbr.ru/> (accessed: 15.06.2021).
14. Okunev D. O. Vliianie mirovykh tsen syroi nefi na tsenu nefteproduktov v Rossii, Kitae i SShA [Impact of crude oil world market prices on price of petroleum products in Russia, China and the USA]. *Evraziiskoe prostranstvo: dobrososedstvo i strategicheskoe partnerstvo: materialy VIII Evraziiskogo ekonomicheskogo foruma molodezhi (Ekaterinburg, 19–21 apreliia 2017 g.): v 3 tomakh*. Ekaterinburg, Izd-vo Ural. gos. ekonom. un-ta, 2017. Vol. 2. Pp. 87-90.
15. Borenstein S., Cameron C., Gilbert R. Do gasoline prices respond asymmetrically to crude oil price changes? *Quarterly Journal of Economics*, 1997, vol. 112 (1), pp. 304-339.
16. Bazilevskii M. P., Vergasov A. S., Noskov S. I. Gruppovoi otbor informativnykh peremennykh v regressiionnykh modeliakh [Group selection of informative variables in regression models]. *Iuzhno-Sibirskii nauchnyi vestnik*, 2019, no. 4-1 (28), pp. 36-39.
17. Noskov S. I. *Tekhnologiia modelirovaniia ob"ektov s nestabil'nym funktsionirovaniem i neopredelenost'iu v dannykh* [Technology for modeling objects with unstable functioning and data uncertainty]. Irkutsk, Oblinformpechat', 1996. 320 p.
18. Bazilevskii M. P. Analiticheskie zavisimosti mezhdu koeffitsientami determinatsii i sootnosheniem dispersii oshibok issleduemykh priznakov v modeli regressii Deminga [Analytical relationships between determination coefficients and ratio of variances of errors of studied features in Deming regression model]. *Matematicheskoe modelirovanie i chislennye metody*, 2016, no. 2 (10), pp. 104-116.
19. Bazilevskii M. P. Analiticheskie zavisimosti dlia nekotorykh kriteriev adekvatnosti modeli regressii deminga [Analytical dependencies for adequacy criteria of Deming regression model]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2016, vol. 20, no. 10 (117), pp. 81-89.
20. Noskov S. I., Bazilevskii M. P. Mnozhestvennoe otsenivanie parametrov i kriterii soglasovannosti povedeniia v regressiionnom analize [Multiple parameter estimation and criterion for consistency of behavior in regression analysis]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2018, vol. 22, no. 4 (135), pp. 101-110.
21. Noskov S. I., Vrublevskii I. P. Analiz regressiionnoi modeli gruzooborota zheleznodorozhnogo transporta [Analysis of regression model of freight turnover in railway transport]. *Vestnik transporta Povolzh'ia*, 2020, no. 1 (79), pp. 86-90.
22. Noskov S. I. Vybor metoda otsenivaniia parametrov lineinoi regressii na osnove vyavleniia anomal'nykh nabliudenii [Choosing method of estimating parameters of linear regression based on identification of anomalous observations]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2021, vol. 17, no. 2, pp. 24-29.

23. Noskov S. I. Metod smeshannogo otsenivaniia parametrov lineinoi regressii: osobennosti primeneniia [Method of mixed estimation of linear regression parameters: application features]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sistemnyi analiz i informatsionnye tekhnologii*, 2021, no. 1, pp. 126-132.

24. Noskov S. I. Otsenivanie parametrov lineinoi regressii posredstvom maksimizatsii chisla sovpadenii znakov prirashchenii fakticheskikh i raschetnykh znachenii zavisimoi peremennoi [Estimation of parameters of linear regression by maximizing number of coincidences of signs of increments of actual and calculated values of dependent variable]. *Informatsionnye tekhnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhnymi sistemami*, 2021, no. 2 (10), pp. 109-111.

25. Noskov S. I., Bazilevskii M. P., Vrublevskii I. P. Otsenka rezul'tatov srednesrochnogo prognozirovaniia ekspluatatsionnykh kharakteristik zheleznoi dorogi [Assessing results of mid-term forecasting railway operational characteristics]. *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniia*, 2020, no. 1 (45), pp. 51-57.

The article submitted to the editors 05.07.2021

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sergey I. Noskov – Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Information Systems and Information Security; Irkutsk State Transport University; Russia, 664074, Irkutsk; sergey.noskov.57@mail.ru.

Alexandr S. Vergasov – Lecturer of the Department of Information Systems and Information Security; Irkutsk State Transport University; Russia, 664074, Irkutsk; tluck@inbox.ru.

