

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Математические методы и модели

ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА НА РЕГИОНАЛЬНУЮ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)*

Игорь Леонидович БЕИЛИН

кандидат экономических наук, доцент, докторант Института управления, экономики и финансов,
Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ),
Казань, Российская Федерация
i.beilin@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5878-4915>
SPIN-код: 4175-5512

История статьи:

Рег. № 97/2019
Получена 07.02.2019
Получена в
доработанном виде
27.02.2019
Одобрена 10.04.2019
Доступна онлайн
30.08.2022

УДК 33.338

JEL: C45, O32, O33

Ключевые слова:

региональная
экономика,
инновационное
предприятие,
нефтегазохимический
кластер, цифровая
экономика

Аннотация

Предмет. Объем отгруженных товаров собственного производства нефтегазохимического кластера Республики Татарстан в 2012–2018 гг., выполненных работ и услуг по видам экономической деятельности, связанной с производством чистой продукции, в целом по региону и организациям, не относящимся к субъектам малого предпринимательства. **Цели.** На основе эконометрического анализа определить значение малых инновационных предприятий и найти оптимальные соотношения обрабатывающих производств нефтегазохимического кластера в региональной экономической системе с преобладающей долей доходов от добычи и переработки нефти и газа.

Методология. В процессе исследования использованы методы множественной регрессии и симплексной оптимизации.

Результаты. Установлено, что модели множественной регрессии и симплексной оптимизации развития регионального нефтегазохимического кластера на примере Республики Татарстан в целом и по совокупности только крупных бюджетообразующих предприятий имеют практически полное совпадение. Всеобщее преобладание крупнотоннажных производств в экономике региона характерно для XX в., поэтому Казанская и Камская производственные агломерации в настоящее время признаны неэффективными.

Выводы. Постиндустриальная экономика основана на цифровых инновационных технологиях, наибольшая эффективность которых возможна в организациях, относящихся к субъектам малого предпринимательства. Эта стратегия выражается в форме кластеризации крупных нефтегазохимических компаний, в повышении конкурентоспособности малых инновационных предприятий на каждой стадии переработки продукта до высокой добавленной стоимости в пределах этого же кластера. Необходимо цифровое совершенствование методов экономико-математического моделирования инновационных проектов, обеспечивающих повышение эффективности инновационной инфраструктуры и трансфера инноваций.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

* Статья подготовлена по материалам журнала «Региональная экономика: теория и практика». 2019. Т. 17. Вып. 5.

Для цитирования: Беилин И.Л. Цифровой эконометрический анализ влияния малых инновационных предприятий нефтегазохимического кластера на региональную экономическую систему (на примере Республики Татарстан) // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2022. – Т. 21, № 8. – С. 1541 – 1561.
<https://doi.org/10.24891/ea.21.8.1541>

Данные в цифровой форме являются важным фактором, способствующим развитию производства во всех сферах социально-экономической деятельности, что повышает конкурентоспособность региона, качество жизни граждан, обеспечивает экономический рост и национальный суверенитет. Весовое значение нефтегазохимического кластера Республики Татарстан в валовом региональном продукте в 2018 г. составляет 63,1% (1 608 390 млн руб. к 2 547 585,3 млн руб. соответственно). Этот показатель представлен как процентное отношение доли добычи сырой нефти и природного газа, предоставления услуг в области добычи полезных ископаемых, производства кокса и нефтепродуктов, производства химических веществ и химических продуктов, производства резиновых и пластмассовых изделий к ВРП Республики Татарстан. Весовое значение производственного нефтегазохимического кластера во всех обрабатывающих производствах региона составило 55,4%. Этот показатель представлен как процентное отношение доли производства кокса и нефтепродуктов, производства химических веществ и химических продуктов, производства резиновых и пластмассовых изделий ко всем обрабатывающим производствам Республики Татарстан (961 003 млн руб. к 1 736 151 млн руб. соответственно). Для организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, первое отношение составило 66%, а второе – 58%. Исходя из полученных данных, можно сделать два в целом негативных для региональной экономической системы вывода:

- весовая доля продукции низких степеней переработки значительно превышает долю продукции с высокой добавленной стоимостью;
- весовая доля крупных бюджетообразующих предприятий в региональном нефтегазохимическом кластере выше (как в ВРП в целом, так и в обрабатывающих производствах) по сравнению с долей всех предприятий, включая организации, относящиеся к субъектам малого предпринимательства (табл. 1).

Показатели отгрузки разрабатываются применительно к видам экономической деятельности, связанной с производством чистой продукции. При этом соблюдается принцип однородности видов деятельности без учета ведомственной принадлежности производителя.

Темпы роста отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами в действующих ценах по полному кругу организаций-производителей и организациям, не относящимся к субъектам малого предпринимательства, одинаково (121,5% к соответствующему периоду

предыдущего года). При этом средние темпы роста нефтегазохимического кластера выше в обоих случаях и составили 123,8% и 124,1% соответственно. Важным с экономической точки зрения является факт меньшего роста этого показателя по организациям, относящимся к субъектам малого предпринимательства [1–5]. Это может объясняться трендами снижения государственной поддержки малых инновационных предприятий в 2017 г., которое объясняется их незначительной эффективностью. Действительно, их вклад в валовой региональный продукт, например Республики Татарстан, нельзя назвать большим: 237 032,2 млн руб. против 2 310 553,1 млн руб., что является почти десятикратным перевесом в пользу бюджетообразующих предприятий. Крупным предприятиям значительно легче отгружать большими партиями продукцию низких степеней переработки, чем заниматься увеличением ее добавленной стоимости [6–10]. Подобная ситуация возможна в условиях высокой обеспеченности сырьем в своем регионе.

Однако углеводородные ресурсы не являются неисчерпаемыми, во всем мире ведется поиск альтернативных источников энергии, и конкурирующие монополии могут значительно влиять на рынок топливных полезных ископаемых в зависимости от экономических и политических изменений в мировой системе. Опыт Китая, Германии и других крупных экономик показывает необходимость развития сопутствующих крупным компаниям субъектов малого предпринимательства, деятельность которых направлена на выполнение работ и предоставление услуг для выпуска наукоемкой высокотехнологичной инновационной продукции [11–14].

Таким образом, не только создаются новые рабочие места, увеличивается валовой региональный продукт, но и повышается устойчивость всей региональной экономической системы, а через совокупности таких регионов – и национальной экономики в целом. Что касается нефтегазохимического кластера Республики Татарстан, то процент малых инновационных предприятий по обрабатывающим производствам и предоставлению услуг в области добычи полезных ископаемых также находится на уровне 10% (от 13,5% в предоставлении услуг в области добычи полезных ископаемых до 5,9% в производстве химических веществ и химических продуктов). Значительно выпадает из этого интервала добыча полезных ископаемых (2% – добыча сырой нефти и 0,4% – природного газа). Развитие технологий, повышающих коэффициент извлечения нефти, является одной из важнейших задач нефтегазохимического кластера.

Крупные компании не очень заинтересованы в дополнительной разработке месторождений с остающимися трудно извлекаемыми ископаемыми, так как эти компании являются региональными монополистами в отрасли добычи нефти и газа [15–18]. В таких условиях органам государственной и региональной власти необходимо наращивать работу по созданию дополнительных благоприятных условий развития малых наукоемких высокотехнологичных инновационных предприятий по добыче трудно извлекаемых нефти и газа. Так, увеличение

коэффициента извлечения нефти на 1% по девонским отложениям Ромашкинского месторождения позволяет увеличить прирост запасов нефти на 42 млн т. В Республике Татарстан этот показатель составляет 43% в условиях среднего по Российской Федерации 30–35%, а по всему миру – 40–50%. Высокая величина коэффициента извлечения нефти Республики Татарстан относительно среднего национального уровня обусловлена, в том числе, большим процентом малых инновационных предприятий в соответствующем нефтегазохимическом кластере, чем в других регионах.

На основании изложенного представляется необходимым составить уравнение множественной регрессии, основная цель которого – построить модель с большим числом факторов нефтегазохимического кластера, определив при этом влияние каждого из них в отдельности, а также совокупное их воздействие на моделируемый показатель – валовой региональный продукт.

С помощью специализированных программных разработок интернет-сервисов, содержащих ряд онлайн-калькуляторов по экономическим направлениям, можно найти следующие показатели для множественной регрессии [19–26]:

- уравнение множественной регрессии, матрицу парных коэффициентов корреляции, средние коэффициенты эластичности для линейной регрессии;
- множественный коэффициент детерминации, доверительные интервалы для индивидуального и среднего значений результативного признака.

Кроме этого, проводится проверка на автокорреляцию остатков и гетероскедастичность. При вычислении параметров уравнения множественной регрессии используется матричный метод. Построение уравнения множественной регрессии начинается с решения вопроса о спецификации модели, который, в свою очередь, включает отбор факторов и выбор уравнения регрессии.

Отбор факторов обычно осуществляется в два этапа:

- теоретический анализ взаимосвязи результата и круга факторов, оказывающих на него существенное влияние;
- количественная оценка взаимосвязи факторов с результатом.

При линейной форме связи между признаками данный этап сводится к анализу корреляционной матрицы (матрицы парных линейных коэффициентов корреляции). Научно обоснованное решение задач подобного вида также осуществляется с помощью дисперсионного анализа: однофакторного, если проверяется существенность влияния того или иного фактора на рассматриваемый признак, или многофакторного в случае изучения влияния на него комбинации факторов.

Факторы, включаемые во множественную регрессию, должны отвечать следующим требованиям. Во-первых, эти факторы должны быть количественно измеримы. Если необходимо включить в модель качественный фактор, не имеющий количественного измерения, то ему нужно придать количественную определенность. Во-вторых, каждый фактор должен быть достаточно тесно связан с результатом (то есть коэффициент парной линейной корреляции между фактором и результатом должен быть существенным). В-третьих, факторы не должны быть сильно коррелированы друг с другом, тем более находиться в строгой функциональной связи (то есть они не должны быть интеркоррелированы). Разновидностью интеркоррелированности факторов является мультиколлинеарность – тесная линейная связь между факторами.

Оценка значимости уравнения множественной регрессии осуществляется путем проверки гипотезы о равенстве нулю коэффициента детерминации, рассчитанного по данным генеральной совокупности. Для ее проверки используют F -критерий Фишера.

Исходные данные получены на основании официальных сведений Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Татарстан в интервале 2012–2018 гг. (табл. 2).

В результате расчетов было получено уравнение множественной регрессии:

$$Y = -983\,022,6136 + 112,6915X_1 + 884,6983X_2 + 375,8399X_3 + 23\,829,4377X_4.$$

Экономическая интерпретация данного уравнения множественной регрессии может быть выражена таким образом, что повышение X_1 на одну единицу измерения приводит к повышению Y в среднем на 112,692 единиц измерения; повышение X_2 на одну единицу измерения приводит к повышению Y в среднем на 884,698 единиц измерения; повышение X_3 на одну единицу измерения приводит к повышению Y в среднем на 375,84 единиц измерения; повышение X_4 на одну единицу измерения приводит к повышению Y в среднем на 23 829,438 единиц измерения. По максимальному коэффициенту $\beta_1=1,217$ делаем вывод, что наибольшее влияние на результат Y оказывает фактор X_1 . Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Установлено, что в исследуемой ситуации 100% общей вариабельности Y объясняется изменением факторов X_j .

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена: связь между признаком $|e_i|$ и фактором X сильная и прямая. Поскольку $T_{kr} < p$, то отклоняем гипотезу о равенстве нулю коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Другими словами, коэффициент ранговой корреляции статистически значим, и ранговая корреляционная связь между оценками по двум тестам значима. Гипотеза об отсутствии гетероскедастичности принимается.

Тест Голдфелда – Квандта: поскольку $F < F_{kp}$, то гипотеза об отсутствии гетероскедастичности принимается.

Дальнейшее действие – обнаружение автокорреляции остатков. Согласно расчету коэффициента автокорреляции, свойство независимости остатков не выполняется, следовательно, присутствует автокорреляция. Согласно критерию Дарбина – Уотсона, не обращаясь к таблицам, можно пользоваться приблизительным правилом и считать, что автокорреляция остатков отсутствует, если $1,5 < DW < 2,5$. Поскольку $1,5 > 0,0178 < 2,5$, то автокорреляция остатков присутствует. Для более надежного вывода целесообразно обращаться к табличным значениям. По таблице Дарбина – Уотсона для $n=7$ и $k=4$ (уровень значимости составляет 5%) находим: $d_1 = 0,69$; $d_2 = 1,97$. Так как $0,69 > 0,0178$ и $1,97 > 0,0178 < 4-1,97$, то автокорреляция остатков присутствует.

Далее представим результаты аналогичного эконометрического анализа объемов отгруженных товаров собственного производства в 2012–2018 гг., выполненных работ и услуг (в действующих ценах, млн руб.) по чистым видам экономической деятельности организациями, не относящимися к субъектам малого предпринимательства. Анализ выполнен на основе данных по Республике Татарстан (табл. 3).

В результате расчетов получено уравнение множественной регрессии:

$$Y = -1\,507\,235,7325 + 98,4905X_1 + 725,7845X_2 + 930,8377X_3 + 12\,360,0388X_4.$$

Представим экономическую интерпретацию данного уравнения множественной регрессии таким же образом: повышение X_1 на одну единицу измерения приводит к повышению Y в среднем на 98,491 единиц измерения; повышение X_2 на одну единицу измерения приводит к повышению Y в среднем на 725,784 единиц измерения; повышение X_3 на одну единицу измерения приводит к повышению Y в среднем на 930,838 единиц измерения; повышение X_4 на одну единицу измерения приводит к повышению Y в среднем на 12 360,039 единиц измерения. По величине максимального коэффициента $\beta_1 = 2,633$ делаем вывод, что наибольшее влияние на результат Y оказывает фактор X_1 . Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Установлено, что в исследуемой ситуации 100% общей вариабельности Y объясняется изменением факторов X_i .

Результаты анализа коэффициента ранговой корреляции Спирмена, данных теста Голдфелда – Квандта, критерия Дарбина– Уотсона совпадают с соответствующими показателями для рассмотренного варианта объема отгруженных товаров собственного производства Республики Татарстан в 2012–2018 гг., выполненных работ и услуг (в действующих ценах, млн руб.) по видам экономической деятельности, связанной с производством чистой продукции (организации).

Далее представляется возможным сопоставить на основе симплексной оптимизации соотношения среднего собственного производства Республики Татарстан в 2012–2018 гг. (в действующих ценах, млн руб.) кокса и нефтепродуктов (x_1), химических веществ и химических продуктов (x_2), резиновых и пластмассовых изделий (x_3) в целом по региону (рис. 1) и по организациям, не относящимся к субъектам малого предпринимательства (рис. 2). Выбор обрабатывающих производств, а не добывающего сектора обусловлен более значительным присутствием доли организаций, относящихся к субъектам малого предпринимательства [27–29], что составляет от 5,9% до 12,9% (табл. 1). Для трехфакторных моделей в интернет-среде разработана специализированная компьютерная программа симплексной оптимизации с визуализацией результатов в виде карты изолиний, с поддержкой планов 2, 3, 3,5 и 4 порядков. Формула Шеффе принята за аппроксимирующий полином, имеющий следующий общий вид:

$$\tilde{y} = b_0 + \sum_{1 \leq i \leq q} b_i x_i + \sum_{1 \leq i \leq j \leq k \leq q} b_{ijk} x_i x_j x_k .$$

Карты изолиний (рис. 1, 2) дают представление о высокой степени совпадения областей соотношений средней производительности $x_1:x_2:x_3$, находящихся при 45%:35%:20%, которые соответствуют максимальной прибыли (в действующих ценах, млн руб.), и 10%:20%:70%, соответствующих максимальным убыткам, в целом по региону и организациям, не относящимся к субъектам малого предпринимательства. По всей карте изолиний отмечена также средняя величина прибыли обрабатывающих производств нефтегазохимического кластера Республики Татарстан при любых возможных соотношениях производительности составляющих его предприятий.

Таблица 1

Объем отгруженных товаров собственного производства Республики Татарстан, выполненных работ и услуг (в действующих ценах, млн руб.) по видам экономической деятельности, связанной с производством чистой продукции (2018 г.)

Table 1

The volume of shipped goods of own production of the Republic of Tatarstan in 2018, work performed and services (in current prices, million RUB) by clean product economic activity

Показатель	Полный круг организаций-производителей		
	январь–ноябрь 2018 г., млн руб.	% к соответствующему периоду предыдущего года	% к итогу
Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами (общая величина)	2 547 585,3	121,5	100
Добыча полезных ископаемых (общая величина)	650 052,5	131,2	25,5
Добыча сырой нефти и природного газа	575 489,9	135,2	22,6
Предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых	71 897	107	2,8
Обрабатывающие производства (общая величина)	1 736 151,1	119,3	68,1
Производство кокса и нефтепродуктов	563 650,6	155,5	22,1
Производство химических веществ и химических продуктов	302 798,4	110,3	11,9
Производство резиновых и пластмассовых изделий	94 554,1	111,1	3,7

Продолжение таблицы

Показатель	Организации, не относящиеся к субъектам малого предпринимательства		Доля организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, %
	январь–ноябрь 2018г., млн руб.	% к соответствующему периоду предыдущего года	
Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами (общая величина)	2 310 553,1	121,5	90,7
Добыча полезных ископаемых (общая величина)	636 783,9	132,1	98
Добыча сырой нефти и природного газа	573 197,1	135,2	99,6
Предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых	62 218,9	110	86,5

Обрабатывающие производства (общая величина)	1 531 080,9	118,7	88,2
Производство кокса и нефтепродуктов	521 158,1	151,7	92,3
Производство химических веществ и химических продуктов	284 913,7	111,9	94,1
Производство резиновых и пластмассовых изделий	82 378,1	111,5	87,1

Источник: Федеральная служба государственной статистики по Республике Татарстан

Source: The Federal State Statistics Service for the Republic of Tatarstan data

Таблица 2

Объем отгруженных товаров собственного производства Республики Татарстан, выполненных работ и услуг (в действующих ценах, млн руб.) по видам экономической деятельности, связанной с производством чистой продукции (2012–2018 гг.)

Table 2

The volume of shipped goods of own production of the Republic of Tatarstan in 2012–2018, work performed and services (in current prices, million RUB) by clean product economic activity

Показатель	2012	2013	2014	2015
Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, общая величина (Y)	1 409 563,7	1 524 303,5	1 641 456,3	1 856 500
Добыча сырой нефти и природного газа, общая величина (X ₁)	348 938,5	360 137,7	365 332,7	434 290,8
Обрабатывающие производства, общая величина	954 300,5	1 049 807,6	1 153 864,8	1 299 512,4
Производство кокса и нефтепродуктов (X ₂)	239 104,6	264 914,3	314 677,7	357 379,6
Производство химических веществ и химических продуктов (X ₃)	211 528	209 704,8	229 191,8	258 372,5
Производство резиновых и пластмассовых изделий (X ₄)	65 431,3	61 421,4	63 254,9	81 272,9

Продолжение таблицы

Показатель	2016	2017	2018
Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, общая величина (Y)	1 966 484,8	2 254 180,1	2 817 971,8
Добыча сырой нефти и природного газа, общая величина (X ₁)	439 147	469 922,6	617 550,2
Обрабатывающие производства, общая величина	1 394 842,4	1 561 010,1	1 938 596,7
Производство кокса и нефтепродуктов (X ₂)	347 551,9	386 519,9	616 460,3
Производство химических веществ и химических продуктов (X ₃)	278 648,6	285 406	332 877,2
Производство резиновых и пластмассовых изделий (X ₄)	84 373,3	88 898,3	105 124,9

Источник: Федеральная служба государственной статистики по Республике Татарстан

Source: The Federal State Statistics Service for the Republic of Tatarstan data

Таблица 3

Объем отгруженных товаров собственного производства Республики Татарстан, выполненных работ и услуг (в действующих ценах, млн руб.) по чистым видам экономической деятельности организациями, не относящимися к субъектам малого предпринимательства (2012–2018 гг.)

Table 3

The volume of shipped goods of own production of the Republic of Tatarstan in 2012–2018, work performed and services (in current prices, million RUB) by clean product economic activity of organizations not related to small business

Показатель	2012	2013	2014	2015
Всего отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, общая величина (Y)	1 359 473,9	1 460 953,8	1 560 180,7	1 753 447,8
Добыча сырой нефти и природного газа (X_1)	345 091,5	353 959,6	359 020,6	429 661,1
Обрабатывающие производства, общая величина	912 927,8	997 450,8	1 085 321	1 208 094,7
Производство кокса и нефтепродуктов (X_2)	238 951,8	264 252,6	312 643,6	355 889,7
Производство химических веществ и химических продуктов (X_3)	208 967,2	205 995,6	225 194,4	252 222,9
Производство резиновых и пластмассовых изделий (X_4)	59 969,2	57 008,7	57 054,1	72 005,7

Продолжение таблицы

Показатель	2016	2017	2018
Всего отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, общая величина (Y)	1 858 344,2	2 107 697,2	2 560 022,7
Добыча сырой нефти и природного газа (X_1)	431 569,7	468 984,6	615 089,8
Обрабатывающие производства, общая величина	1 300 845,4	1 429 312,1	1 715 308,6
Производство кокса и нефтепродуктов (X_2)	346 370	382 692,9	571 985,5
Производство химических веществ и химических продуктов (X_3)	271 399,2	278 650,1	313 623,1
Производство резиновых и пластмассовых изделий (X_4)	76 482	80 546,3	91 707

Источник: Федеральная служба государственной статистики по Республике Татарстан

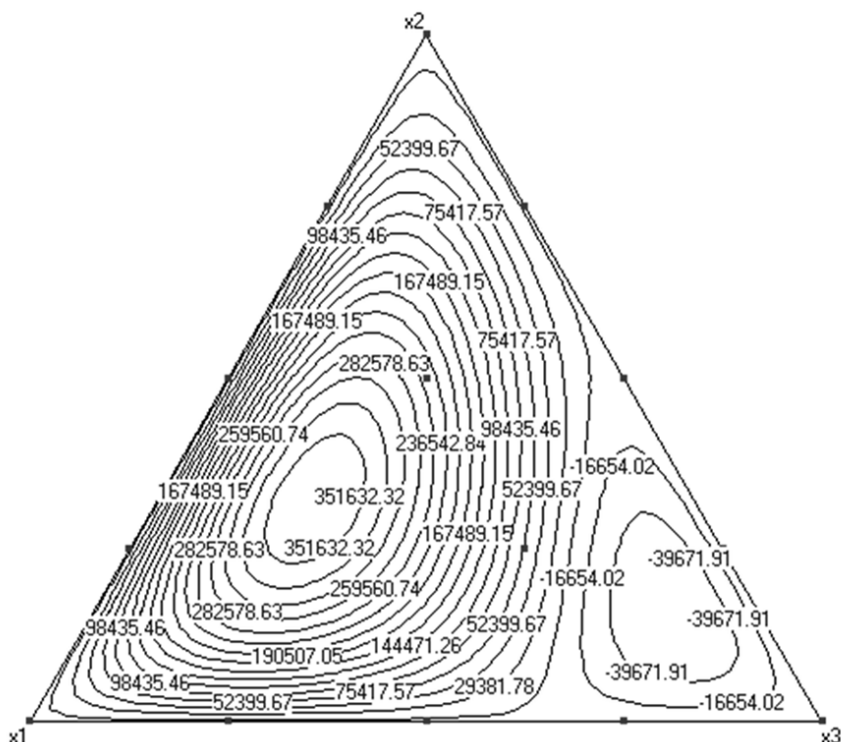
Source: The Federal State Statistics Service for the Republic of Tatarstan data

Рисунок 2

Карта изолиний симплексной оптимизации соотношений среднего собственного производства Республики Татарстан (в действующих ценах, млн руб.) кокса и нефтепродуктов (x_1), химических веществ и химических продуктов (x_2), резиновых и пластмассовых изделий (x_3) организациями, не относящимися к субъектам малого предпринимательства (2012–2018 гг.)

Figure 2

The map of isolines of simplex optimization of the ratios of the average own production of the Republic of Tatarstan in 2012–2018 (in current prices, million RUB) of coke and oil products (x_1), chemicals and chemical products (x_2) and rubber and plastic products (x_3) by organizations not related to small business



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Witjes S., Lozano R. Towards a More Circular Economy: Proposing a Framework Linking Sustainable Public Procurement and Sustainable Business Models. *Resources Conservation and Recycling*, 2016, vol. 112, pp. 37–44.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.04.015>
2. Yun J.J., Won D., Jeong E.S. et al. The Relationship between Technology, Business Model, and Market in Autonomous Car and Intelligent Robot Industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 2016, vol. 103, pp. 142–155.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.016>
3. Quang H.T., Sampaio P., Sameiro Carvalho M. et al. An Extensive Structural Model of Supply Chain Quality Management and Firm Performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 2016, vol. 33, iss. 4, pp. 444–464.
URL: <https://doi.org/10.1108/ijqrm-11-2014-0188>
4. Dong J.Q., Netten J. Information Technology and External Search in the Open Innovation Age: New findings from Germany. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, vol. 120, pp. 223–231.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.12.021>
5. Yun J.J., Yang J., Park K. Open Innovation to Business Model: New Perspective to Connect between Technology and Market. *Science, Technology and Society*, 2016, vol. 21, iss. 3, pp. 324–348. URL: <https://doi.org/10.1177/0971721816661784>
6. Halicka K. Innovative Classification of Methods of the Future-Oriented Technology Analysis. *Technological and Economic Development of Economy*, 2016, vol. 2, no. 4, pp. 574–597. URL: <https://doi.org/10.3846/20294913.2016.1197164>
7. Popescu A.S. The Absorption Capacity of European Funds – Concepts. *Annals of the Constantin Brâncuși University of Târgu Jiu, Economy Series*, 2015, iss. 3, pp. 119–125. URL: http://www.utgjiu.ro/revista/ec/pdf/2015-03/18_Popescu%20Anca.pdf
8. Arshed N., Carter S., Mason C. The Ineffectiveness of Entrepreneurship Policy: Is Policy Formulation to Blame? *Small Business Economics*, 2014, vol. 43, iss. 3, pp. 639–659. URL: <https://doi.org/10.1007/s11187-014-9554-8>
9. Acs Z., Åstebro Th., Audretsch D., Robinson D.T. Public Policy to Promote Entrepreneurship: A Call to Arms. *Small Business Economics*, 2016, vol. 47, iss. 1, pp. 35–51. URL: <https://doi.org/10.1007/s11187-016-9712-2>
10. Crescenzi R., De Fillipis F., Pierangeli F. In Tandem for Cohesion? Synergies and Conflicts between Regional and Agricultural Policies of the European Union. *Regional*

- Studies*, 2015, vol. 49, iss. 4, pp. 681–704.
URL: <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.946401>
11. Novosák J., Hájek O., Novosáková J., Linder M. Enterprise Support Policy and Territorial Cohesion: the Czech Republic (2007–2013). *Journal of Urban and Regional Analysis*, 2017, vol. 9, iss. 2, pp. 141–157.
12. Hájek O., Novosák J., Horváth P., Novosáková J. Absorpční kapacita strukturálních fondů (2007–2013): typologie českých mikroregionů [Absorption capacity of structural funds (2007–2013): typology of Czech microregions]. *Scientific Papers of the University of Pardubice. Series D, Faculty of Economics and Administration*, 2017, vol. 24, iss. 39, pp. 28–38.
URL: <https://fes.upce.cz/sites/default/files/public/luva3059/luva3059-25013.pdf>
13. Colombelli A., Krafft J., Quatraro F. High-Growth Firms and Technological Knowledge: Do Gazelles Follow Exploration or Exploitation Strategies? *Industrial and Corporate Change*, 2014, vol. 23, iss. 1, pp. 261–291.
URL: <https://doi.org/10.1093/icc/dtt053>
14. Guisado-González M., González-Blanco J., Coca-Pérez J.L. Analyzing the Relationship between Exploration, Exploitation and Organizational Innovation. *Journal of Knowledge Management*, 2017, vol. 21, iss. 5, pp. 1142–1162.
URL: <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2017-0039>
15. Zacher H., Rosing K. Ambidextrous Leadership and Team Innovation. *Leadership & Organization Development Journal*, 2015, vol. 36, iss. 1, pp. 54–68.
URL: <https://doi.org/10.1108/LODJ-11-2012-0141>
16. Zhang J.A., Edgar F., Geare A., O’Kane C. The Interactive Effects of Entrepreneurial Orientation and Capability-Based HRM on Firm Performance: The Mediating Role of Innovation Ambidexterity. *Industrial Marketing Management*, 2016, vol. 59, pp. 131–143. URL: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.02.018>
17. Vrontis D., Thrassou A., Santoro G., Papa A. Ambidexterity, External Knowledge and Performance in Knowledge-Intensive Firms. *The Journal of Technology Transfer*, 2017, vol. 42, iss. 2, pp. 374–388. URL: <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9502-7>
18. Sheng M.L. A Dynamic Capabilities-Based Framework of Organizational Sensemaking through Combinative Capabilities towards Exploratory and Exploitative Product Innovation in Turbulent Environments. *Industrial Marketing Management*, 2017, vol. 65, pp. 28–38. URL: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.06.001>
19. Chen X., Christensen T.M. Optimal Sup-Norm Rates and Uniform Inference on Nonlinear Functionals of Nonparametric IV Regression. *Cowles Foundation*

- Discussion Paper*, 2017, no. 1923R2.
URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2916740>
20. Kilian L., Lütkepohl H. Structural Vector Autoregressive Analysis. Cambridge University Press, 2017, 735 p. URL: <https://doi.org/10.1017/9781108164818>
21. Andrews D.W.K. Examples of L^2 -Complete and Boundedly-Complete Distributions. *Journal of Econometrics*, 2017, vol. 199, iss. 2, pp. 213–220.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2017.05.011>
22. Freyberger J. On Completeness and Consistency in Nonparametric Instrumental Variable Models. *Econometrica*, 2017, vol. 85, iss. 5, pp. 1629–1644.
URL: <https://doi.org/10.3982/ECTA13304>
23. De Luca G., Jan R.M., Peracchi F. Balanced Variable Addition in Linear Models. *Journal of Economic Surveys*, 2018, vol. 32, iss. 4, pp. 1183–1200.
URL: <https://doi.org/10.1111/joes.12245>
24. Card D., Lee D.S., Pei Zh., Weber A. Inference on Causal Effects in a Generalized Regression Kink Design. *Econometrica*, 2015, vol. 83, iss. 6, pp. 2453–2483.
URL: <https://doi.org/10.3982/ECTA11224>
25. Chen X., Christensen T.M. Optimal Uniform Convergence Rates and Asymptotic Normality for Series Estimators under Weak Dependence and Weak Conditions. *Journal of Econometrics*, 2015, vol. 188, iss. 2, pp. 447–465.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2015.03.010>
26. Chen X., Pouzo D. Sieve Wald and QLR Inferences on Semi/Nonparametric Conditional Moment Models. *Econometrica*, 2015, vol. 83, iss. 3, pp. 1013–1079.
URL: <https://doi.org/10.3982/ECTA10771>
27. Beilin I.L., Arkhireev V.P. The Supermolecular Structure of New Copolymer Products Based on Cyclic Carbonates. *International Polymer Science and Technology*, 2011, vol. 38, no. 1, pp. 37–40. URL: <https://doi.org/10.1177/0307174X1103800108>
28. Beilin I.L. Analysis of Efficiency of the Innovative Project in the Field of Chemistry Fuzzy Logic. *Journal of Economics and Economic Education Research*, 2016, vol. 17, sp. iss. 3, pp. 177–185.
URL: <https://www.abacademies.org/articles/volume-17-special-issue-3.pdf>
29. Beilin I.L. Economic-Mathematical Modeling of the Total Costs of Innovative Chemical Enterprise Methods of Fuzzy Set Theory. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2017, vol. 12, iss. 19, pp. 4865–4869.
URL: <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=jeasci.2017.4865.4869>

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Mathematical Methods and Models

A DIGITAL ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SMALL INNOVATION ENTERPRISES OF THE PETROCHEMICAL INDUSTRY CLUSTER ON THE REGIONAL ECONOMIC SYSTEM: THE REPUBLIC OF TATARSTAN CASE STUDY

Igor' L. BEILIN

Kazan (Volga Region) Federal University (KFU),
Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation
i.beilin@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5878-4915>

Article history:

Article No. 97/2019
Received 7 February 2019
Received in revised form
27 February 2019
Accepted 10 April 2019
Available online
30 August 2022

JEL classification: C45,
O32, O33

Keywords: regional
economy, innovative
enterprise, petrochemical
cluster, digital economy

Abstract

Subject. This article examines the volume of shipped goods of the petrochemical industry cluster of the Republic of Tatarstan in 2012–2018, as well as the works and services performed on the basis of clean product economic activities in the whole region and organizations that are not related to small enterprises.

Objectives. The article aims to determine the importance of small innovative enterprises and find the optimal ratio of processing productions of the petrochemical industry cluster in the regional economic system with a predominant share of revenues from oil and gas extraction and processing in the context of the national digital economy strategy.

Methods. For the study, I used the methods of multivariate regression and simplex optimization.

Results. The article states that the models of multivariate regression and simplex optimization of the regional petrochemical industry cluster's development in the Republic of Tatarstan as a whole and by aggregate of major budget revenue generating enterprises only practically coincide completely. The predominance of large-scale production in the economy of the region is characteristic of the 20th century and therefore the Kazan and Kama industrial agglomerations are now recognized as ineffective.

Conclusions. The post-industrial economy is based on digital innovation technologies. Their greatest efficiency is possible in the organizations related to small business. Concerning the digital aspect, it is necessary to improve the methods of economic and mathematical modeling of innovative projects ensuring the improvement of innovation infrastructure efficiency and the transfer of technology and innovations.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Beilin I.L. A Digital Econometric Analysis of the Influence of Small Innovation Enterprises of the Petrochemical Industry Cluster on the Regional Economic System: The Republic of Tatarstan Case Study. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2022, vol. 21, iss. 8, pp. 1541–1561.
<https://doi.org/10.24891/ea.21.8.1541>

Acknowledgments

The article was adapted from the *Regional Economics: Theory and Practice* journal, 2019, vol. 17, iss. 5.

References

1. Witjes S., Lozano R. Towards a More Circular Economy: Proposing a Framework Linking Sustainable Public Procurement and Sustainable Business Models. *Resources Conservation and Recycling*, 2016, vol. 112, pp. 37–44.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.04.015>
2. Yun J.J., Won D., Jeong E.S. et al. The Relationship between Technology, Business Model, and Market in Autonomous Car and Intelligent Robot Industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 2016, vol. 103, pp. 142–155.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.016>
3. Quang H.T., Sampaio P., Sameiro Carvalho M. et al. An Extensive Structural Model of Supply Chain Quality Management and Firm Performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 2016, vol. 33, iss. 4, pp. 444–464.
URL: <https://doi.org/10.1108/ijqrm-11-2014-0188>
4. Dong J.Q., Netten J. Information Technology and External Search in the Open Innovation Age: New findings from Germany. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, vol. 120, pp. 223–231.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.12.021>
5. Yun J.J., Yang J., Park K. Open Innovation to Business Model: New Perspective to Connect between Technology and Market. *Science, Technology and Society*, 2016, vol. 21, iss. 3, pp. 324–348.
URL: <https://doi.org/10.1177/0971721816661784>
6. Halicka K. Innovative Classification of Methods of the Future-Oriented Technology Analysis. *Technological and Economic Development of Economy*, 2016, vol. 2, no. 4, pp. 574–597.
URL: <https://doi.org/10.3846/20294913.2016.1197164>
7. Popescu A.S. The Absorption Capacity of European Funds – Concepts. *Annals of the Constantin Brâncuși University of Târgu Jiu, Economy Series*, 2015, iss. 3, pp. 119–125.
URL: http://www.utgjiu.ro/revista/ec/pdf/2015-03/18_Popescu%20Anca.pdf
8. Arshed N., Carter S., Mason C. The Ineffectiveness of Entrepreneurship Policy: Is Policy Formulation to Blame? *Small Business Economics*, 2014, vol. 43, iss. 3, pp. 639–659. URL: <https://doi.org/10.1007/s11187-014-9554-8>

9. Acs Z., Åstebro Th., Audretsch D., Robinson D.T. Public Policy to Promote Entrepreneurship: A Call to Arms. *Small Business Economics*, 2016, vol. 47, iss. 1, pp. 35–51. URL: <https://doi.org/10.1007/s11187-016-9712-2>
10. Crescenzi R., De Fillipis F., Pierangeli F. In Tandem for Cohesion? Synergies and Conflicts between Regional and Agricultural Policies of the European Union. *Regional Studies*, 2015, vol. 49, iss. 4, pp. 681–704. URL: <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.946401>
11. Novosák J., Hájek O., Novosáková J., Linder M. Enterprise Support Policy and Territorial Cohesion: The Czech Republic (2007–2013). *Journal of Urban and Regional Analysis*, 2017, vol. 9, iss. 2, pp. 141–157.
12. Hájek O., Novosák J., Horváth P., Novosáková J. *Absorpční kapacita strukturálních fondů (2007–2013): typologie českých mikroregionů* [Absorption capacity of structural funds (2007–2013): typology of Czech microregions]. *Scientific Papers of the University of Pardubice. Series D, Faculty of Economics and Administration*, 2017, vol. 24, iss. 39, pp. 28–38. URL: <https://fes.upce.cz/sites/default/files/public/luva3059/luva3059-25013.pdf>
13. Colombelli A., Krafft J., Quatraro F. High-Growth Firms and Technological Knowledge: Do Gazelles Follow Exploration or Exploitation Strategies? *Industrial and Corporate Change*, 2014, vol. 23, iss. 1, pp. 261–291. URL: <https://doi.org/10.1093/icc/dtt053>
14. Guisado-González M., González-Blanco J., Coca-Pérez J.L. Analyzing the Relationship between Exploration, Exploitation and Organizational Innovation. *Journal of Knowledge Management*, 2017, vol. 21, iss. 5, pp. 1142–1162. URL: <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2017-0039>
15. Zacher H., Rosing K. Ambidextrous Leadership and Team Innovation. *Leadership & Organization Development Journal*, 2015, vol. 36, iss. 1, pp. 54–68. URL: <https://doi.org/10.1108/LODJ-11-2012-0141>
16. Zhang J.A., Edgar F., Geare A., O'Kane C. The Interactive Effects of Entrepreneurial Orientation and Capability-Based HRM on Firm Performance: The Mediating Role of Innovation Ambidexterity. *Industrial Marketing Management*, 2016, vol. 59, pp. 131–143. URL: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.02.018>
17. Vrontis D., Thrassou A., Santoro G., Papa A. Ambidexterity, External Knowledge and Performance in Knowledge-Intensive Firms. *The Journal of Technology Transfer*, 2017, vol. 42, iss. 2, pp. 374–388. URL: <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9502-7>
18. Sheng M.L. A Dynamic Capabilities-Based Framework of Organizational Sensemaking through Combinative Capabilities towards Exploratory and Exploitative Product Innovation in Turbulent Environments. *Industrial Marketing Management*, 2017, vol. 65, pp. 28–38. URL: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.06.001>

19. Chen X., Christensen T.M. Optimal Sup-Norm Rates and Uniform Inference on Nonlinear Functionals of Nonparametric IV Regression. *Cowles Foundation Discussion Paper*, 2017, no. 1923R2. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2916740>
20. Kilian L., Lütkepohl H. Structural Vector Autoregressive Analysis. Cambridge University Press, 2017, 735 p. URL: <https://doi.org/10.1017/9781108164818>
21. Andrews D.W.K. Examples of L^2 -Complete and Boundedly-Complete Distributions. *Journal of Econometrics*, 2017, vol. 199, iss. 2, pp. 213–220. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2017.05.011>
22. Freyberger J. On Completeness and Consistency in Nonparametric Instrumental Variable Models. *Econometrica*, 2017, vol. 85, iss. 5, pp. 1629–1644. URL: <https://doi.org/10.3982/ECTA13304>
23. De Luca G., Jan R.M., Peracchi F. Balanced Variable Addition in Linear Models. *Journal of Economic Surveys*, 2018, vol. 32, iss. 4, pp. 1183–1200. URL: <https://doi.org/10.1111/joes.12245>
24. Card D., Lee D.S., Pei Zh., Weber A. Inference on Causal Effects in a Generalized Regression Kink Design. *Econometrica*, 2015, vol. 83, iss. 6, pp. 2453–2483. URL: <https://doi.org/10.3982/ECTA11224>
25. Chen X., Christensen T.M. Optimal Uniform Convergence Rates and Asymptotic Normality for Series Estimators under Weak Dependence and Weak Conditions. *Journal of Econometrics*, 2015, vol. 188, iss. 2, pp. 447–465. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2015.03.010>
26. Chen X., Pouzo D. Sieve Wald and QLR Inferences on Semi/Nonparametric Conditional Moment Models. *Econometrica*, 2015, vol. 83, iss. 3, pp. 1013–1079. URL: <https://doi.org/10.3982/ECTA10771>
27. Beilin I.L., Arkhireev V.P. The Supermolecular Structure of New Copolymer Products Based on Cyclic Carbonates. *International Polymer Science and Technology*, 2011, vol. 38, no. 1, pp. 37–40. URL: <https://doi.org/10.1177/0307174X1103800108>
28. Beilin I.L. Analysis of Efficiency of the Innovative Project in the Field of Chemistry Fuzzy Logic. *Journal of Economics and Economic Education Research*, 2016, vol. 17, sp. iss. 3, pp. 177–185. URL: <https://www.abacademies.org/articles/volume-17-special-issue-3.pdf>
29. Beilin I.L. Economic-Mathematical Modeling of the Total Costs of Innovative Chemical Enterprise Methods of Fuzzy Set Theory. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2017, vol. 12, iss. 19, pp. 4865–4869. URL: <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=jeasci.2017.4865.4869>

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.