JEL: C02, E27, R11, R15
УДК 332.1+330.4

<https://dx.doi.org/10.14530/se.2020.1.051-065>

Оценка эффектов новой отрасли в экономике региона: нефтегазохимия на Дальнем Востоке

Н.Г. Джурка, О.В. Дёмина

Джурка Наталья Геннадьевна

кандидат экономических наук

¹ старший научный сотрудник

Институт экономических исследований ДВО РАН, ул. Тихоокеанская, 153, Хабаровск, 680042, Российская Федерация

² Институт экономики РАН, Нахимовский пр-т, 32, Москва, 117218, Российская Федерация

E-mail: zakharchenko@ecrin.ru

ORCID: 0000-0001-9242-5636

Дёмина Ольга Валерьевна

кандидат экономических наук

старший научный сотрудник

Институт экономических исследований ДВО РАН, ул. Тихоокеанская, 153, Хабаровск, 680042, Российская Федерация

E-mail: demina@ecrin.ru

ORCID: 0000-0002-7992-5852

Аннотация. Работа посвящена оценке эффектов, генерируемых в экономике Дальнего Востока создаваемым в настоящее время центром нефтегазохимии, ядром которого являются Амурский газоперерабатывающий завод и газохимический комплекс. В расчетах используется матрица социальных счетов региона за 2015 г., расширенная за счет включения в нее информации о технологиях и направлениях использования продукции газопереработки и газохимии. Установлено, что при условии выхода новых производств на объемы выпуска в 38 млрд м³ газа и 2 млн т полиэтилена, а также преимущественной ориентации новых производств на внешний рынок ВРП Дальнего Востока увеличится на 13,9% по сравнению с 2015 г. При этом показано, что наибольшие приросты валового выпуска ожидаются в газодобывающей отрасли, нефтепереработке и электроэнергетике. В рамках концепции итеративного межотраслевого моделирования построены распределения полученных оценок интегральных эффектов во времени. Раскрыты возможности использования в целях такого построения двух методов – аналитического и численного. Показано, что при сходстве экономического содержания расчетов, проводимых по двум методам, сходимость их результатов разная, поскольку по-разному в методах определяется импульс: в аналитическом методе – это внешний спрос на продукцию новых производств, в численном – их валовой выпуск. В данном случае при высокой доле внешнего спроса в валовом выпуске новых производств различия результатов двух

методов несущественные. Выявлено, что без учета вероятности лагов в производстве и потреблении интегральный прирост ВРП будет получен к 40-му циклу (или к 2055 г.), с учетом такой вероятности – к 50-му циклу (или к 2065 г.). Максимальные расхождения двух траекторий макропоказателя (без лагов и с лагами) будут наблюдаться в период до 25-го цикла (до 2040 г.).

Ключевые слова: макроэкономическое моделирование, матрица социальных счетов, технология, топливно-энергетический комплекс, газохимия, экономический эффект, траектория, регион, Дальний Восток

Для цитирования: Джурка Н.Г., Дёмина О.В. Оценка эффектов новой отрасли в экономике региона: нефтегазохимия на Дальнем Востоке // Пространственная экономика. 2020. Т. 16. № 1. С. 51–65. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2020.1.051-065>

Evaluating Impacts of the New Industry on the Regional Economy: Petrochemistry in the Far East

N.G. Dzhurka, O.V. Dyomina

Natalya Gennadiyevna Dzhurka
Candidate of Sciences (Economics)
¹ Senior Research Fellow

Economic Research Institute FEB RAS, 153 Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, 680042, Russian Federation

² Institute of Economics RAS, 32 Nakhimovsky Prospect, Moscow, 117218, Russian Federation
E-mail: zakharchenko@ecrin.ru
ORCID: 0000-0001-9242-5636

Olga Valeryevna Dyomina
Candidate of Sciences (Economics)
Senior Research Fellow

Economic Research Institute FEB RAS, 153 Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, 680042, Russian Federation

E-mail: demina@ecrin.ru
ORCID: 0000-0002-7992-5852

Abstract. The authors evaluate the effects generated in the economy of the Russian Far East by the emerging petrochemical industry center, its core in Amursk gas processing plant. The calculations are based on the regional social accounting matrix for 2015 augmented with data on gas processing and petrochemical technologies, consumption of their products. According to the assessment, with the output of new industries at 38 BCM gas and 2 MT polyethylene the regional GRP will increase by 13.9% against 2015. Also, with prevailing export orientation of the new industries the highest increment of gross output is expected in gas extraction, oil processing and electric power industry. In terms of the concept of sequential interindustry modeling, the authors estimate the temporal distribution of the obtained integral effects. In view of the above, the opportunities of two methods are revealed, the analytical and the numerical one. It is demonstrated that despite the similarity of the economic contents in both calculation methods the measure

of their convergence is different as their drivers are different: the external demand for new products is behind the choice of the analytical method while the gross output is behind the numerical one. In our case a high share of external demand in the gross output of new production levels out the difference between the effects of the two methods. The researchers conclude that without lags in production and consumption the integral GRP increase will be obtained by cycle 40 (or by 2055), with lags – after cycle 50 (or by 2065). The maximum discrepancy between the two trajectories of the macro indicator (without and with lags) will be observed in the period up to cycle 25 (to 2040).

Keywords: macroeconomic modeling, social accounting matrix, technology, fuel and energy sector, petrochemistry, economic effect, trajectory, region, Russian Far East

For citation: Dzhurka N.G., Dyomina O.V. Evaluating Impacts of the New Industry on the Regional Economy: Petrochemistry in the Far East. *Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics*, 2020, vol. 16, no. 1, pp. 51–65. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2020.1.051-065> (In Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Технология переработки углеводородов условно может быть описана следующей схемой: энергоресурс (нефть, попутный нефтяной или природный газ) → продукты первичной переработки (нефтепродукты, продукты переработки газа) → базовые мономеры (этилен, пропилен, бутадиен) → полимеры, каучуки и продукция органического синтеза (Брагинский, 2017).

При сохранении лидерских позиций в сфере добычи углеводородов Россия уступает практически двум десяткам стран по объемам их глубокой переработки (нефтегазохимии). Одна из основных структурных проблем нефтегазохимической отрасли в России – это дефицит мощностей по производству базовых мономеров, важнейшим из которых является этилен (Брагинский, 2016). Спрос на производимые из этилена полимеры – полиэтилен высокого и низкого давления, линейный полиэтилен – сегодня на 40% превышает объем их выпуска. Доля российских производителей полиэтилена в мировой торговле составляет менее 1%.

Внутренний рынок полиэтилена является высококонцентрированным, на долю крупнейшего производителя (Казаньоргсинтез) приходится 40% в структуре установленной мощности. В географическом разрезе основной объем производства (65% от суммарного объема) сосредоточен в Приволжском федеральном округе, здесь располагаются четыре из семи производителей, еще по одному производителю представлено в Сибирском (18%), Северо-Кавказском (11%) и Северо-Западном федеральных округах (6%) (Волкова, 2016).

С целью обеспечения внутреннего рынка страны продукцией нефтегазохимии и увеличения в общем объеме экспорта доли продукции глубокой переработки углеводородного сырья в стране планируется развитие шести

центров нефтегазохимии: Западно-Сибирского, Поволжского, Каспийского, Восточно-Сибирского, Северо-Западного и Дальневосточного. Соответствующие проекты разрабатываются с учетом создания собственной базы по производству этилена.

Мощность создаваемого на Дальнем Востоке центра нефтегазохимии соответствует текущему объему потребления полиэтилена в стране – 2 млн т. При этом емкость регионального рынка полиэтилена незначительная – порядка 87 тыс. т, что связано со сравнительно низкой численностью населения, являющегося основным потребителем конечной продукции на основе полимеров. На сегодняшний день спрос на полиэтилен в регионе примерно на 30% удовлетворяется за счет импорта и на 70% – за счет межрегиональных поставок. С учетом параллельного ввода в эксплуатацию нефтегазохимических производств в других регионах страны можно заключить, что основным направлением использования производимого на Дальнем Востоке полиэтилена будет внешний рынок и прежде всего быстрорастущий рынок Китая.

Создание в регионе масштабного принципиально нового комплекса производств, включающего все стадии представленной выше технологической цепочки – от добычи природного сырья (газа) до создания продукции с высокой добавленной стоимостью (полиэтилена) – приведет к трансформации сложившейся в экономике региона сети структурных связей. Эта трансформация займет определенный период времени, и ее результат в виде изменения региональных макропоказателей может быть оценен лишь при условии системного прогнозирования структурных диспропорций экономики региона. Продолжительность трансформации будет зависеть от параметров регионального воспроизводственного цикла, в том числе от возможностей наращивания объемов производств, являющихся поставщиками ресурсов для нефтегазохимии.

Задачами данной статьи являются, во-первых, оценка интегральных эффектов, генерируемых в экономике региона новым комплексом производств, и, во-вторых, определение траекторий региональных макропоказателей, характеризующих процесс формирования интегральных эффектов.

Для решения поставленных задач традиционно используются методы балансового моделирования (Jackson, Jensen, 2011; Mann, 1975; Miller, Blair, 2009; Ivanova, Rolfe, 2011; Rose, 1984; Sonis, Hewings, 2009; Whealan-George et al., 2015). Особый интерес представляют те методы, которые позволяют на основе итеративных расчетов, без привлечения сложных динамических структур, получать параметры адаптации экономики региона к новым условиям сбалансированного развития. Эти методы разрабатываются на протяжении последних 40 лет, но лишь в 2014 г. был предложен их численный

вариант, подходящий для рассматриваемой в данной работе ситуации, когда структура затрат существующих в экономике региона отраслей остается неизменной при появлении в ней новых производств (Malik et al., 2014). До сих пор в отношении этого численного метода открытыми остаются два вопроса: 1) о соотношении его результатов с результатами сетевой (аналитической) модели распространения импульсов в экономике региона и 2) о его возможностях по учету лагов в производстве и потреблении. Соответственно, получение обоснованной оценки временного распределения интегральных эффектов от развития в регионе нефтегазохимии будет возможно лишь после рассмотрения обозначенных вопросов.

БАЛАНСОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВО ВРЕМЕНИ ЭФФЕКТОВ НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Концепция итеративного межотраслевого моделирования

Попытки использовать балансовые модели с детализированным представлением межотраслевых взаимодействий для исследования эффектов новых производств особенно активно стали предприниматься в 1980-е гг. (Cole, 1988; Mules, 1983; Ten Raa, 1986a; Ten Raa, 1986b). Импульсом для этого послужили работы Э. Романоффа и С. Левина (Romanoff, Levine, 1991; Romanoff, Levine, 1990; Romanoff, 1984). Исследователи предложили концепцию итеративного межотраслевого моделирования, в основе которой лежит идея совмещения инженерных и экономических расчетов, а именно: методов сетевого планирования и мультипликаторов затраты-выпуск. Э. Романофф и С. Левин специфицировали хронологические особенности производственных процессов в различных отраслях, разделив последние на две группы. В первую группу они включили отрасли, продукция которых производится заблаговременно до момента поступления заказа (сельское хозяйство и большая часть промышленного производства), во вторую – отрасли, выпуск продукции в которых регулируется конъюнктурой и, соответственно, требует проведения подготовительных работ (некоторые отрасли промышленности, такие как производство вооружений, строительство, большая часть сервисных отраслей). Отрасли первой группы формируют запасы, отрасли второй группы – нет. Подобное разделение отраслей позволило учесть фактор времени в качестве аргумента коэффициентов прямых материальных затрат и получить производственную функцию, адекватно характеризующую экономические диспропорции при появлении в экономике новых производств. В рамках описанной концепции появились возможности использовать балансы для исследования ситуаций негомомететичного изменения выпуска в различных отраслях и на основе этого получать ответы

не только на вопросы о масштабах реальных и потенциальных экономических диспропорций, величине генерируемых ими эффектов, но и на вопросы о временной последовательности реализуемых в целях устранения этих диспропорций изменений выпуска отраслей (Avelino et al., 2015; Avelino et al., 2011; Okuyama, Newings, 2000).

Подобные диспропорции складываются и в рассматриваемой в настоящей работе ситуации появления в экономике региона комплекса новых производств по добыче газа, его переделу, причем разных уровней сложности, а также транспортировке продукции газохимии. Для определения того, каким образом и как скоро комплекс новых производств будет интегрирован в сети структурных связей экономики региона, используется концепция Э. Романоффа и С. Левина, но лишь ее содержательный аспект. Поиск альтернатив инструментального обеспечения концепции итеративного межотраслевого моделирования обусловлен прежде всего информационными ограничениями в части данных о хронологии производственных процессов.

Методы итеративного моделирования эффектов новых производств при неизменных технологиях базисного года

При условии сохранения структуры затрат существующих в регионе отраслей (за исключением тех случаев, когда региональная продукция газохимии заменит импорт и ввоз из других регионов страны) интегральные эффекты от новых производств, точнее их верхние границы, могут быть рассчитаны на основе мультипликаторов балансовой модели, расширенной за счет включения в модель базисного года информации о технологиях и продуктах переработки газа. Соответствующий рассматриваемому случаю вариант распределения интегральных эффектов во времени без привлечения «инженерной» информации обеспечивает численный метод, разработанный на основе модификации RAS-метода балансировки выпуска и затрат отраслей. Как численная процедура, модифицированный RAS-метод сводится к выполнению конечного числа арифметических операций над элементами расширенного баланса. Экономическое содержание этих операций, а также возможности их корректировки с целью учета характерных для концепции Э. Романоффа и С. Левина лагов в производстве раскрываются на основе сопоставления результатов численного метода с результатами аналитического метода (сетевой модели распространения импульсов).

Сетевая модель основана на разбиении процесса приспособления экономической системы к новым условиям на ряд последовательных циклов. Эффекты цикла n рассчитываются по формуле:

$$R_n = A^n R_0 = A R_{n-1}, \quad (1)$$

где A – матрица коэффициентов прямых затрат (или средних склонностей к расходованию в случае использования матрицы социальных счетов), включающая коэффициенты прямых затрат новых отраслей; R_0 – вектор внешнего спроса на продукцию новых отраслей.

Соответственно, общее приращение выпуска и доходов в экономике региона в результате встраивания комплекса новых производств в ее структурные связи определяется как сумма эффектов всех циклов: $R_1 + R_2 + \dots + R_n = X^*$, где X^* – вектор интегральных эффектов.

Для разделения отраслей на группы в соответствии с концепцией Э. Романовфа и С. Левина в вышеприведенную формулу вводятся лаговые операторы (Mules, 1983):

$$R_n = \sum_{k=1}^n L_{k-1} A R_{n-k}, \quad (2)$$

где L_k – лаговый оператор для отраслей и экономических агентов, реагирующих на импульсы с лагом в k периодов (для первой группы отраслей используются отрицательные лаги, для второй группы – положительные).

При использовании численного метода для построения временного распределения интегральных эффектов новых производств в качестве импульсов рассматривается не внешний спрос на продукцию новых отраслей, а сам факт их появления. Иными словами, в отдельном цикле в расчет принимается весь выпуск новых отраслей, независимо от направлений его использования (внешний или внутрирегиональный рынок). Эффекты цикла n оцениваются как разность двух векторов: $R_n = X_n - X_{n-1}$, а компоненты вектора X_n определяются по следующей схеме:

$$X_n = V_n 1^M + Y^*, Z_n = (1^M)^T V_n + D_n, Z_n = X_{n-1}, \quad (3)$$

где X_n – вектор валового выпуска и доходов экономических агентов региона для цикла n ; V_n – матрица промежуточного потребления и конечного спроса экономических агентов региона для цикла n ; Y^* – вектор внешнего спроса на продукцию всех отраслей экономики региона, включая продукцию новых отраслей; D_n – вектор ввозимой продукции для цикла n ; Z_n – вектор затрат отраслей и расходов экономических агентов региона для цикла n ; 1^M – вектор-столбец из 1 размерности $M \times 1$ (M определяется на основе размерности расширенного баланса в части внутрирегиональных потоков); T – знак транспонирования матрицы.

Компоненты матрицы V_n и вектора D_n для цикла n рассчитываются по формулам, обеспечивающим неизменность структуры затрат существующих в экономике региона отраслей:

$$v_{ij(n)} = v_{ij(n-1)} (x_{j(n-1)} / z_{j(n-1)}), d_{j(n)} = d_{j(n-1)} (x_{j(n-1)} / z_{j(n-1)}), \quad (4)$$

где i, j – индексы отраслей.

По аналогии с сетевой моделью в итеративный расчет численного метода лаговые операторы вводятся умножением их на матрицу V^n . Очевидно, что при одной структуре лагов сходимость расчетов по численному методу быстрее сходимости расчетов по сетевой модели. Различия в сходимости зависят от доли внутрирегионального потребления в выпуске новых отраслей: чем больше эта доля, тем большие различия результатов.

Поскольку продукция газопереработки и газохимии Дальнего Востока в основном предназначена для внешнего рынка, результаты сетевой модели и численного метода существенно различаться не будут.

ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ РАЗВИТИЯ В ЭКОНОМИКЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ГАЗОХИМИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ВО ВРЕМЕНИ

Ядро Дальневосточного центра нефтегазохимии образуют Амурский газоперерабатывающий завод (ГПЗ) и газохимический комплекс (ГХК). Основной продукцией ГПЗ являются метан и гелий, поставляемые на рынки стран АТР, побочной продукцией – этан и пропан-бутановая фракция, предназначенные для газохимии. ГХК объединяет два взаимосвязанных процесса: на 1-м этапе производится этилен, на 2-м этапе – полиэтилен. Этилен в данном случае служит промежуточным продуктом и полностью используется для целей собственного производства (Джурка, Дёмина, 2018; Dzhurka, Dyomina, 2018). Наиболее тесные связи новые производства формируют с отраслями топливно-энергетического комплекса. ГПЗ и ГХК являются энергоемкими производствами, обеспечивающими по прямым межотраслевым связям прирост потребления электроэнергии, равный 6,9 млрд кВт·ч, тепловой энергии – 12,2 тыс. Гкал, нефтепродуктов – 1,6 млн т.

Для расчета эффектов не только прямых, но и косвенных связей используется матрица социальных счетов Дальнего Востока за 2015 г., включающая структуру затрат газопереработки и газохимии.

Интегральное изменение макропоказателей, обусловленное появлением в экономике региона комплекса новых производств, представлено в таблице (база для сравнения – 2015 г.).

Совокупный выпуск двух новых производств – газопереработки и газохимии – оценивается в 1064,3 млрд руб. Их появление в экономике региона приводит к увеличению ВРП на 493,4 млрд руб., или на 13,9% по сравнению с 2015 г. При этом наибольшие приросты валового выпуска планируются в газодобывающей отрасли, нефтепереработке и электроэнергетике.

В отраслях топливно-энергетического комплекса Дальнего Востока сегодня существуют резервы мощностей. Резерв по электрической мощности

электростанций составляет свыше 50%, по тепловой – около 80%. Два крупнейших нефтеперерабатывающих завода в регионе могут обеспечить увеличение первичной переработки нефти на 24%. Таким образом, при прочих равных условиях (постоянные цены и отсутствие иных энергоемких проектов) имеется достаточный объем ресурсов, необходимых новым производствам.

**Изменение макропоказателей региона
в результате развития газопереработки и газохимии**

Таблица

Table

**Change of regional macro indicators with gas processing
and petrochemical industry growth**

Показатель		Относительное изменение, %	Абсолютное изменение, млрд руб.
ВРП		13,9	493,4
Валовой выпуск	Добыча газа	36,4	116,8
	Добыча нефти	0,5	2,9
	Нефтепереработка	24,2	81,7
	Газопереработка	–	905,5
	Газохимия	–	158,8
	Добыча угля	7,7	6,7
	Теплоэнергетика	11,1	20,4
	Электроэнергетика	25,4	34,5
	Прочие отрасли	10,5	368,0
Доходы домашних хозяйств		11,2	278,5
Доходы региональных бюджетов		7,9	68,7

Источник: расчеты авторов.

Распределения интегральных эффектов во времени, построенные на основе аналитического метода (сетевой модели) и модифицированного RAS-метода, как и ожидалось, практически совпадают (рис. 1). Следует отметить, что без учета лаговых операторов большая часть приращения ВРП – порядка 75% – реализуется уже к третьему циклу. После 20-го цикла изменения составляют менее 0,01% и процесс в целом сходится к 40-му циклу.

На основе анализа особенностей производства и потребления в регионе, в том числе возможностей наращивания мощностей производств, сопряженных с газопереработкой и газохимией, в расчеты введена следующая структура лагов (Шафраник, Крюков, 2016):

- отрасли первичного сектора (добыча нефти, газа, угля): положительный лаг в 5 циклов¹;
- отрасли вторичного сектора (нефтепереработка, газопереработка, газохимия, тепло- и электроэнергетика): лаг отсутствует;

¹ Вопрос о длине цикла обсуждается в работе (Mules, 1983). В данном исследовании цикл соответствует году.

- прочие отрасли вторичного сектора и отрасли третичного сектора, прежде всего транспорт: положительный лаг в 1 цикл;
- первичные доходы экономических агентов региона: положительный лаг в 1 цикл;
- перераспределительные потоки доходов в регионе: положительный лаг в 2 цикла.

При введении вышеописанной структуры лагов 75% общего изменения ВРП реализуется лишь к 10-му циклу.

Рис. 1. Процесс сходимости ВРП, % от интегрального изменения показателя
Fig. 1. Convergence of GRP, % of the integral change

Распределения интегральных эффектов с учетом и без учета лагов построены также для выпусков отраслей (рис. 2, а–е).

В соответствии с результатами расчетов, самый быстрый рост выпуска отмечается в газодобывающей отрасли, поскольку новые производства являются основными потребителями газа в экономике региона, на их долю во внутрирегиональном потреблении ресурса приходится более 72%. Динамика газодобывающей и, соответственно, газоперерабатывающей отраслей зависит от сроков разработки и эксплуатации месторождений газа. Отмеченное выше возможное запаздывание роста ВРП в 10 циклов связано, прежде всего, с требованием подключения Ковыктинского месторождения к разрабатываемому в настоящее время Чаяндинскому месторождению. При планировании времени такого подключения в 5 циклов период формирования 75% интегрального эффекта новых производств увеличивается на 7 циклов.

Медленная сходимость выпуска характерна для добычи угля и теплоэнергетики (при учете лагов в производстве и потреблении к 10-му циклу достигается чуть более 50% интегрального эффекта). В первом случае это объясняется отсутствием прямых связей с новыми производствами (здесь на результат влияют связи добывающей отрасли с электроэнергетикой), во втором случае — наличием широкой сети структурных связей отрасли с экономикой региона.

Рис. 2. Процесс сходимости валового выпуска отраслей,
% от интегрального изменения показателя

Fig. 2. Convergence of the gross output of the industries, % of the integral change

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

На основе расширения матрицы социальных счетов Дальнего Востока, построенной для условий 2015 г., за счет включения в нее информации о технологиях газопереработки и газохимии в работе получены оценки интегральных эффектов развития в регионе центра нефтегазохимии. В рамках концепции итеративного балансового моделирования построены распределения интегральных эффектов во времени. При этом показано, что для целей итеративного балансового моделирования, основанного на допущении о сохранении технологий базового года, могут быть использованы два метода – аналитический и численный. Интерпретация результатов двух методов аналогична и сводится к разбиению процесса формирования интегральных эффектов на ряд последовательных циклов в соответствии со структурой затрат отраслей и экономических агентов региона. Несмотря на это, сходимость результатов двух методов разная, поскольку по-разному в них определяется импульс, в аналитическом методе – это внешний спрос на продукцию новых отраслей, в численном – их валовой выпуск.

В соответствии с результатами оценок, интегральное увеличение ВРП при появлении в регионе газопереработки и газохимии составит 13,9%. Этот эффект будет получен на 40-м цикле (в 2055 г.) без учета вероятности лагов в производстве и потреблении и на 50-м цикле (в 2065 г.) с учетом такой вероятности. Максимальные расхождения двух траекторий макропоказателя (без лагов и с лагами) будут наблюдаться в период до 25-го цикла (до 2040 г.). Резервы мощности отраслей, поставляющих ресурсы для нового комплекса производств, являются достаточными для обеспечения отмеченного роста ВРП Дальнего Востока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Брагинский О.Б. Новые тенденции развития мировой нефтегазохимической промышленности и российские реалии // НефтеГазоХимия. 2017. № 2. С. 5–12.
- Брагинский О.Б. Этилен продолжает оставаться важнейшим базовым полупродуктом мировой нефтегазохимии // НефтеГазоХимия. 2016. № 2. С. 14–22.
- Волкова А.В. Рынок крупнотоннажных полимеров. Полиэтилен. Часть 1. 2016. 56 с. URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2017/01/31/1114339110/Рынок%20крупнотоннажных%20полимеров%20ч1%202016.pdf> (дата обращения: декабрь 2019).
- Джурка Н.Г., Дёмина О.В. Оценка последствий формирования газоперерабатывающего комплекса на Дальнем Востоке // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 2. С. 450–462. <https://doi.org/10.17059/2018-2-9>
- Шафраник Ю.К., Крюков В.А. Нефтегазовый сектор России: трудный путь к многообразию. М.: Перо, 2016. 272 с.
- Avelino A.F.T., Hewings G.J.D., Guilhoto J.J.M. A Social-Environmental Regional Sequential Interindustry Economic Model for Energy Planning: Evaluating the Impacts of New Power Plants in Brazil / Discussion Paper REAL 15-T-1. 2015.

- Avelino A.F.T., Hewings G.J.D., Guilhoto J.J.M.* EPSIM – An Integrated Sequential Interindustry Model for Energy Planning: Evaluating Economic, Electrical, Environmental and Health Dimensions of New Power Plants / MPRA Paper 54370. 2012. 27 p. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2127806>
- Cole S.* The Delayed Impact of Plant Closures in a Reformulated Leontief Model // *Papers in Regional Science*. 1988. Vol. 65. Issue 1. Pp. 135–149. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1988.tb01162.x>
- Dzhurka N.G., Dyomina O.V.* Macroeconomic Modeling Technological Changes in the Energy Sector of the Russian Far East // *Far East Con (ISCFEC 2018)*. Series: Advances in Economics, Business and Management Research / Proceedings of the International Scientific Conference. 2018. Vol. 47. Pp. 115–118. <https://doi.org/10.2991/iscfec-18.2019.26>
- Ivanova G., Rolfe J.* Using Input-Output Analysis to Estimate the Impact of a Coal Industry Expansion on Regional and Local Economies // *Impact Assessment and Project Appraisal*. 2011. Vol. 29. Issue 4. Pp. 277–288. <https://doi.org/10.3152/146155111X12959673795840>
- Jackson R.W., Jensen C.D.* Input-Output Analysis: New Technologies and Extended Time Horizons / *Regional Research Institute, West Virginia University*. Working Paper 2012-01. 2011. 31 p.
- Malik A., Lenzen M., Ely R.N., Dietzenbacher E.* Simulating the Impact of New Industries on the Economy: The Case of Biorefining in Australia // *Ecological Economics*. 2014. Vol. 107. Pp. 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.022>
- Mann J.S.* Input-Output Models and Technological Change: Some Explorations in Methodology // *Agricultural Economics Research*. 1975. Vol. 27 (1). Pp. 1–8.
- Miller R.E., Blair P.D.* Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. New York: Cambridge University Press, 2009. 750 p.
- Mules T.* Some Simulations with a Sequential Input-Output Model // *Papers of the Regional Science Association*. 1983. Vol. 51. Issue 1. Pp. 197–204. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1983.tb01647.x>
- Okuyama Y., Hewings G.J.D.* Sequential Interindustry Model (SIM) and Impact Analysis: Application for Measuring Economic Impact of Unscheduled Events / Discussion Paper REAL 00-T-5. 2000.
- Romanoff E.* Interindustry Analysis for Regional Growth and Development: The Dynamics of Manpower Issues // *Socio-Economic Planning Sciences*. 1984. Vol. 18. Issue 5. Pp. 353–363. [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(84\)90043-0](https://doi.org/10.1016/0038-0121(84)90043-0)
- Romanoff E., Levine S.H.* Technical Change and Regional Development: Some Further Developments with the Sequential Interindustry Model // *Regional Science / Editors by D.E. Boyce, P. Nijkamp, D. Shefer*. Berlin, Heidelberg: Springer, 1991. Pp. 251–276.
- Romanoff E., Levine S.H.* Technical Change in Production Processes of the Sequential Interindustry Model // *Metroeconomica*. 1990. Vol. 41. Issue 1. Pp. 1–18. <https://doi.org/10.1111/j.1467-999X.1990.tb00454.x>
- Rose A.* Technological Change and Input-Output Analysis: An Appraisal // *Socio-Economic Planning Sciences*. 1984. Vol. 18. Issue 5. Pp. 305–318. [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(84\)90039-9](https://doi.org/10.1016/0038-0121(84)90039-9)
- Sonis M., Hewings G.J.D.* New Development in Input-Output Analysis // *Tool Kits in Regional Science: Theory, Models, and Estimation / Editors by M. Sonis, G.J.D. Hewings*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009. Pp. 69–117. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00627-2_3
- Tandon A., Ahmed S.* Technology Coefficients in the Indian Economy: A Comparative

- Input-Output Analysis between Nominal and Real Coefficients // *Journal of Income and Wealth*. 2015. Vol. 37 (1). Pp. 1–16. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2705329>
- Ten Raa T. Applied Dynamic Input-Output with Distributed Activities // *European Economic Review*. 1986. Vol. 30. Issue 4. Pp. 805–831. https://doi.org/10.1142/9789812833679_0014
- Ten Raa T. Dynamic Input-Output Analysis with Distributed Activities // *The Review of Economics and Statistics*. 1986. Vol. 68. No. 2. Pp. 300–310. <https://doi.org/10.2307/1925510>
- Whealan-George K.A., Brady T., McAndrew I., Price I., Clair R.T. Economic Interrelationships and Impacts of the Aviation / Aerospace Industry in the State of Florida Using Input-Output Analysis // *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*. 2015. Vol. 2. Issue 3. URL: <https://commons.erau.edu/ijaaa/vol2/iss3/9> (дата обращения: январь 2020).

REFERENCES

- Avelino A.F.T., Hewings G.J.D., Guilhoto J.J.M. *A Social-Environmental Regional Sequential Interindustry Economic Model for Energy Planning: Evaluating the Impacts of New Power Plants in Brazil*. Discussion Paper REAL 15-T-1, 2015.
- Avelino A.F.T., Hewings G.J.D., Guilhoto J.J.M. *EPSIM – An Integrated Sequential Interindustry Model for Energy Planning: Evaluating Economic, Electrical, Environmental and Health Dimensions of New Power Plants*. MPRA Paper 54370, 2012, 27 p. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2127806>
- Braginsky O.B. Ethylene Remains the Most Important Basic Intermediate Product of the World Oil and Gas Chemistry. *Neftegazokhimiya = Oil & Gas Chemistry*, 2016, no. 2, pp. 14–22. (In Russian).
- Braginsky O.B. New Development Trends of the World Oil-Gas-Chemical Industry and Russian Realia. *Neftegazokhimiya = Oil & Gas Chemistry*, 2017, no. 2, pp. 5–12. (In Russian).
- Cole S. The Delayed Impact of Plant Closures in a Reformulated Leontief Model. *Papers in Regional Science*, 1988, vol. 65, issue 1, pp. 135–149. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1988.tb01162.x>
- Dzhurka N.G., Dyomina O.V. Evaluating the Consequences of the Gas Processing Complex Creation in the Russian Far East. *Ekonomika Regiona = Economy of Region*, 2018, vol. 14, no. 2, pp. 450–462. <https://doi.org/10.17059/2018-2-9> (In Russian).
- Dzhurka N.G., Dyomina O.V. Macroeconomic Modeling Technological Changes in the Energy Sector of the Russian Far East. *Far East Con (ISCFEC 2018). Series: Advances in Economics, Business and Management Research. Proceedings of the International Scientific Conference*, 2018, vol. 47, pp. 115–118. <https://doi.org/10.2991/isfec-18.2019.26>
- Ivanova G., Rolfe J. Using Input-Output Analysis to Estimate the Impact of a Coal Industry Expansion on Regional and Local Economies. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 2011, vol. 29, issue 4, pp. 277–288. <https://doi.org/10.3152/146155111X12959673795840>
- Jackson R.W., Jensen C.D. *Input-Output Analysis: New Technologies and Extended Time Horizons*. Regional Research Institute, West Virginia University. Working Paper 2012-01, 2011, 31 p.
- Malik A., Lenzen M., Ely R.N., Dietzenbacher E. Simulating the Impact of New Industries on the Economy: The Case of Biorefining in Australia. *Ecological Economics*, 2014, vol. 107, pp. 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.022>

- Mann J.S. Input-Output Models and Technological Change: Some Explorations in Methodology. *Agricultural Economics Research*, 1975, vol. 27 (1), pp. 1–8.
- Miller R.E., Blair P.D. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. New York: Cambridge University Press, 2009, 750 p.
- Mules T. Some Simulations with a Sequential Input-Output Model. *Papers of the Regional Science Association*, 1983, vol. 51, issue 1, pp. 197–204. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1983.tb01647.x>
- Okuyama Y., Hewings G.J.D. *Sequential Interindustry Model (SIM) and Impact Analysis: Application for Measuring Economic Impact of Unscheduled Events*. Discussion Paper REAL 00-T-5, 2000.
- Romanoff E. Interindustry Analysis for Regional Growth and Development: The Dynamics of Manpower Issues. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1984, vol. 18, issue 5, pp. 353–363. [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(84\)90043-0](https://doi.org/10.1016/0038-0121(84)90043-0)
- Romanoff E., Levine S.H. Technical Change and Regional Development: Some Further Developments with the Sequential Interindustry Model. *Regional Science*. Editors by D.E. Boyce, P. Nijkamp, D. Shefer. Berlin, Heidelberg: Springer, 1991, pp. 251–276.
- Romanoff E., Levine S.H. Technical Change in Production Processes of the Sequential Interindustry Model. *Metroeconomica*, 1990, vol. 41, issue 1, pp. 1–18. <https://doi.org/10.1111/j.1467-999X.1990.tb00454.x>
- Rose A. Technological Change and Input-Output Analysis: An Appraisal. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1984, vol. 18, issue 5, pp. 305–318. [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(84\)90039-9](https://doi.org/10.1016/0038-0121(84)90039-9)
- Shafranik Yu.K., Kryukov V.A. *Russia's Oil-and-Gas Sector: Difficult Path to Diversity*. Moscow, 2016, 272 p. (In Russian).
- Sonis M., Hewings G.J.D. New Development in Input-Output Analysis. *Tool Kits in Regional Science: Theory, Models, and Estimation*. Editors by M. Sonis, G.J.D. Hewings. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, pp. 69–117. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00627-2_3
- Tandon A., Ahmed S. Technology Coefficients in the Indian Economy: A Comparative Input-Output Analysis between Nominal and Real Coefficients. *Journal of Income and Wealth*, 2015, vol. 37 (1), pp. 1–16. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2705329>
- Ten Raa T. Applied Dynamic Input-Output with Distributed Activities. *European Economic Review*, 1986, vol. 30, issue 4, pp. 805–831. https://doi.org/10.1142/9789812833679_0014
- Ten Raa T. Dynamic Input-Output Analysis with Distributed Activities. *The Review of Economics and Statistics*, 1986, vol. 68, no. 2, pp. 300–310. <https://doi.org/10.2307/1925510>
- Volkova A.V. *Large-Capacity Polymers Market. Polyethylene. Part 1*, 2016, 56 p. Available at: <https://dcenter.hse.ru/data/2017/01/31/1114339110/Рынок%20крупнотоннажных%20полимеров%20ч1%202016.pdf> (accessed December 2019). (In Russian).
- Whealan-George K.A., Brady T., McAndrew I., Price I., Clair R.T. Economic Interrelationships and Impacts of the Aviation. Aerospace Industry in the State of Florida Using Input-Output Analysis. *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, 2015, vol. 2, issue 3. Available at: <https://commons.erau.edu/ijaaa/vol2/iss3/9> (accessed January 2020).

Поступила в редакцию / Submitted: 24.10.2019

Принята к публикации / Revised: 27.02.2020

Опубликована online / Published online: 30.03.2020