
ECONOMY OF AGRIBUSINESS AND AGRICULTURE, RURAL SOCIOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2022.1.21.5>

Kislyakov A.N.^{1*}, Tihkonyuk N.E.²

^{1,2} Vladimir branch of The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Vladimir, Russia

* Corresponding author (ankislyakov[at]mail.ru)

Received: 15.11.2021; Accepted: 17.01.2022; Published: 11.04.2022

PREDICTIVE MODELS CONSTRUCTION FOR THE DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURE EXPORT POTENTIAL IN THE VLADIMIR REGION

Research article

Abstract

The work is aimed at solving the urgent problem of researching the peculiarities of building predictive models of indicators of foreign economic activity of the region in the direction of agricultural sector development. The aim of the work is to study the aggregated indices of foreign economic activity efficiency evaluation for the construction of predictive models of target indicators of foreign economic activity of the region. The distinctive feature of the considered indices is the possibility to take into account exogenous factors when building a forecasting model, as well as to assess the potential for complication of the region's export basket. The article shows an example of calculating the index of economic complexity and the index of product complexity for the agricultural sector of the Vladimir region. The development of a new methodology for forecasting indicators of foreign economic activity, based on the provisions indicated in this work, will eliminate the existing problems in the practical use of existing forecasting techniques, taking into account external factors, allowing to identify the causes and directions of variability of foreign trade relations of the region in the industry of agriculture.

Keywords: predictive models, machine learning, foreign economic activity, socio-economic development of regions.

Кисляков А.Н.^{1*}, Тихонюк Н.Е.²

^{1,2} Российская академия народного хозяйства и государственной службы (Владимирский филиал), Владимир, Россия

* Корреспондирующий автора (ankislyakov[at]mail.ru)

Получена: 15.11.2021; Доработана: 17.01.2022; Опубликована: 11.04.2022

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Научная статья

Аннотация

Работа направлена на решение актуальной проблемы исследования особенностей построения прогностических моделей показателей внешнеэкономической деятельности региона в направлении развития отрасли сельского хозяйства. Целью работы является исследование агрегированных индексов оценки эффективности внешнеэкономической деятельности для построения прогностических моделей целевых показателей внешнеэкономической деятельности региона. Отличительной особенностью рассмотренных индексов является возможность учета экзогенных факторов при построении прогностической модели, а также оценки потенциала усложнения экспортной корзины региона. Показан пример расчета индекса экономической сложности и индекса продуктовой сложности для отрасли сельского хозяйства Владимирской области. Разработка новой методологии прогнозирования показателей внешнеэкономической деятельности, основанной на положениях, указанных в данной работе, позволит устранить существующие проблемы в практическом использовании существующих методик прогнозирования с учетом внешних факторов, позволяющих выявить причины и направления изменчивости внешнеторговых связей региона в отрасли сельского хозяйства.

Ключевые слова: прогностические модели, машинное обучение, внешнеэкономическая деятельность, социально-экономическое развитие регионов.

1. Введение

Мировая пандемия COVID–19 бесспорно создает значительные трудности в развитии внешнеэкономической деятельности (ВЭД) многих стран, отдельных регионов и отраслей экономики. Не исключение и сельское хозяйство, которое являясь производством непрерывного цикла, испытывает трудности из–за сезонного недостатка рабочих рук при необходимости соблюдения ограничительных мер. Разрушение части внешнеторговых связей также приводит к проблемам реализации продукции и к увеличению ее добавленной стоимости, что обусловлено массовым использованием импортной техники, семян, удобрений и пр.

В сложившихся условиях необходимо переосмыслить многие возможности использования имеющегося потенциала как для импортозамещения, так и для поиска новых направлений экспорта продукции сельскохозяйственной отрасли для сохранения позиций на мировых рынках и получения конкурентных преимуществ.

В этой связи возрастает роль развития методологий моделирования и прогнозирования состояния, структуры и основных тенденций изменчивости внешнеэкономических связей [1], [2].

Целью работы является исследование агрегированных индексов оценки эффективности внешнеэкономической деятельности для построения прогностических моделей целевых показателей внешнеэкономической деятельности региона.

2. Материалы и методы исследования

Годовой отчет о реализации в 2020 году государственной программы «Развитие внешнеэкономической деятельности» содержит «План реализации государственной программы на 2020 – 2022 годы» и сведения о корректировке плановых значений показателей в связи с закрытием границ и введенными в России и странах-партнерах в 2020 году ограничениями по предотвращению распространения новой коронавирусной инфекции. Отчет подтверждает, что, ключевыми направлениями совершенствования ВЭД регионов на период до 2022 г. следует принять активизацию регионального уровня управления ВЭД и создание комплексной системы взаимодействия с региональными участниками, стратегического планирования и прогнозирования показателей ВЭД.

Современные подходы к прогнозированию, представляют собой набор из нескольких десятков методов и подходов. При этом особую степень важности и актуальности приобретают задачи построения прогностических моделей, основанных на изучении направлений эволюции конъюнктуры рынков, изучении торгового профиля и показателей внешнеэкономической деятельности отдельного региона и страны в целом.

Начальным этапом построения любой прогностической модели является изучение набора данных, который описывает предметную область. Обычно исходный набор данных представляет собой несколько показателей, в форме временного ряда [3], который может являться коротким, нестационарным, с резкими изменениями значений переменных, разрывами и скачкообразными изменениями, что в значительной мере снижает качество прогностических моделей, построенных с применением классических методов описательной статистики.

Современные методы анализа данных активно используют алгоритмы машинного обучения [2], [4], среди которых наиболее значимыми являются методы продвинутого градиентного бустинга, глубокое обучение на основе искусственных нейронных сетей и вероятностное программирование. Каждый из этих методов имеет свои особенности и требует детального изучения и оценки применимости для решения задачи описания внешнеторговых связей региона.

Основное противоречие состоит в том, что все существующие подходы для построения прогностических моделей показателей ВЭД, ориентированы на исследование отдельных показателей, описывающих результат, что не позволяет выполнить комплексный анализ причин изменчивости наблюдаемого процесса. Поэтому важным аспектом построения прогностических моделей также является возможность учета в модели динамики внешних (экзогенных) факторов, которые влияют на ведение ВЭД [4].

Так, в построении прогностических моделей ВЭД региона основным объектом анализа служат показатели объемов импорта и экспорта по отдельным товарным группам в соответствии с товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности (ТНВЭД) и/или международной гармонизированной системой кодирования товаров (HS code).

Специфика торгового профиля связана с различиями в экономическом развитии разных стран. Стандартные показатели оценки ВЭД региона связаны с оценкой темпов прироста показателей экспорта и импорта отрасли.

Относительно недавно появились новые агрегированные индексы оценки эффективности ВЭД, которые используются для получения информации о производственном потенциале стран из их экспортных корзин, и применимы в моделях прогнозирования экономического роста. К таким индексам относится, индекс экономической сложности (economic complexity index (ECI)), индекс продуктовой сложности (product complexity index (PCI)) и индекс выявленных сравнительных преимуществ (revealed comparative advantage (RCA)) [5], [6].

Показатели ECI и PCI рассчитываются с использованием алгоритма, который работает на бинарной матрице страна–продукт M с элементами M_{sr} , индексируемыми страной s и продуктом r . $M_{sr} = 1$, если страна s конкурентоспособна или имеет выявленное сравнительное преимущество ($RCA > 1$) по продукту r , где RCA определяется как отношение доли экспорта товара r в экспортной корзине экономики s к доле товара r в мировом экспорте и рассчитывается по формуле:

$$RCA_{s,p} = \frac{Ex_{pc} / \sum_p Ex_{pc}}{\sum_c Ex_{pc} / \sum_c \sum_p Ex_{pc}} \quad (1)$$

где – объемы экспорта товара p экономикой страны c . Если значение показателя RCA сравнительно велико, то принято считать, что экономика c обладает выявленными сравнительными преимуществами в производстве товара p . Суммирование по строкам и столбцам матрицы M дает уровень диверсификации экономики по странам (обозначается k_{0c}) и распространенность продукта (обозначается k_{0p}),

Уровень диверсификации экономики показывает количество экспортируемых товаров на уровне сравнительных преимуществ, или распространенность экспорта конкретного товара по странам, экспортирующих этот товар [7], [8]:

$$k_{0c} = \sum_p M_{cp}; \quad k_{0p} = \sum_c M_{cp} \quad (2)$$

где индексы p и c соответствуют товарам и странам. Следовательно каждая страна и продукт характеризуется векторами $\vec{k}_c = (k_{0c}, k_{1c}, \dots, k_{Nc})$ и $\vec{k}_p = (k_{0p}, k_{1p}, \dots, k_{Np})$. Рассчитав собственный вектор матрицы M и обозначив его \vec{k} , можно определить индекс экономической сложности (ECI):

$$ECI = \frac{(\vec{k} - avg(\vec{k}))}{stdev(\vec{k})} \quad (3)$$

где $avg(\vec{k}_c)$ и $stdev(\vec{k}_c)$ соответствуют среднему и стандартному отклонению вектора \vec{k} . Показатель ECI определяется для оценки уровня технологичности всех экспортируемых страной товаров по отношению к мировому уровню, а также возможностей усложнения экспорта, т.е. увеличения доли товаров с высокой добавленной стоимостью.

Аналогичным способом вычисляется индекс продуктовой сложности, отражающий уровень технологической сложности экспортируемых товаров:

$$PCI = \frac{(\vec{q} - avg(\vec{q}))}{stdev(\vec{q})} \quad (4)$$

где \vec{q} – собственный вектор матрицы $M \cdot M^T / (k_{0p} \cdot k_{0c})$, а $avg(\vec{q})$ и $stdev(\vec{q})$ – среднее значение и стандартное отклонение вектора \vec{q} соответственно.

Изначально указанные показатели применялись для формирования международного торгового профиля стран. Однако, они могут быть использованы и для оценки экспортного потенциала отдельных регионов Российской Федерации как обособленной социально–экономической системы. В качестве примера в работе под RCA понимается выявленное сравнительное преимущество Владимирской области в экспорте некоторого товара в определенную страну перед другими странами–партнерами. Значение ECI интерпретируется как показатель сложности экспортной корзины Владимирской области по сравнению с другими продуктами относительно каждой страны–партнера. PCI – показатель технологической сложности товаров, экспортируемых Владимирской областью в каждую из стран.

3. Результаты исследований

Общая логика применения предлагаемого подхода приведена на рисунке 1.

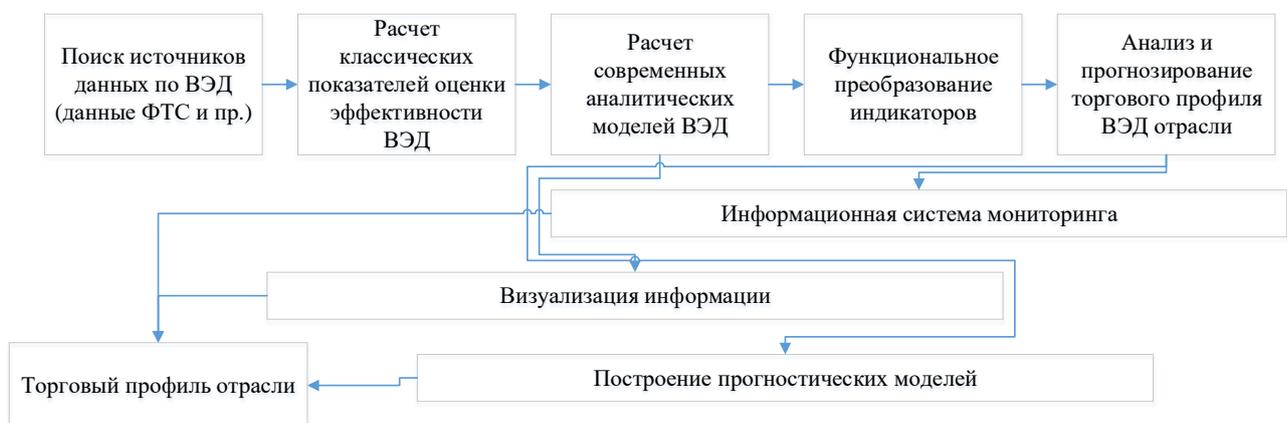


Рис. 1 – Схема оценки торгового профиля отрасли

В целом, объем экспорта и импорта отрасли сельского хозяйства можно оценить как стабильно растущий. До 2015 г. импорт превышал экспорт в четыре раза. В 2014 году из-за значительной девальвации и принятой государственной

политики по изменению продовольственной безопасности страны и переходу к политике импортозамещения показатели импорта сократились в 1,5 раз за последние пять лет.

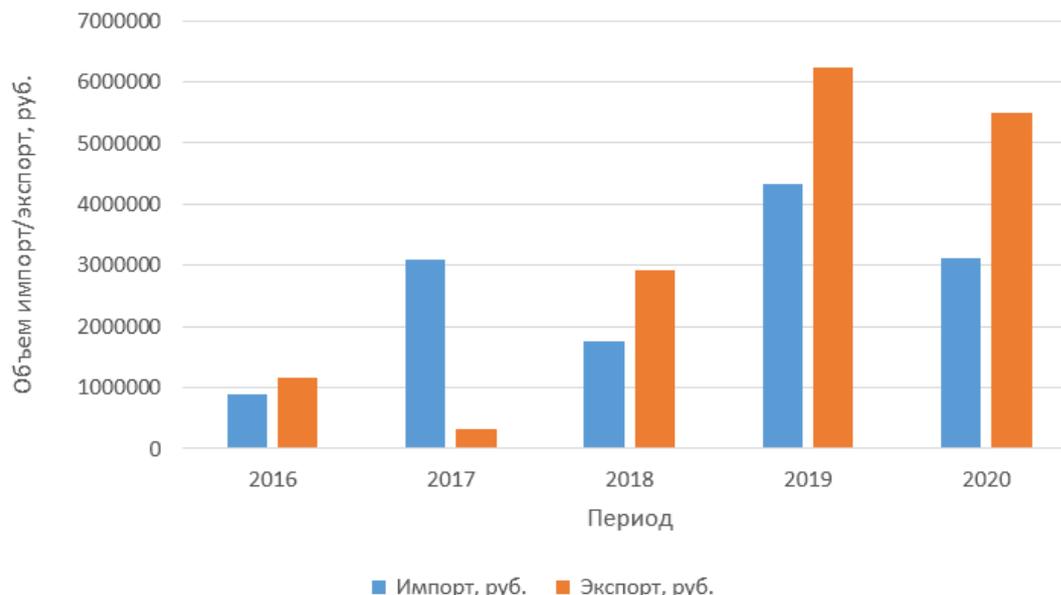


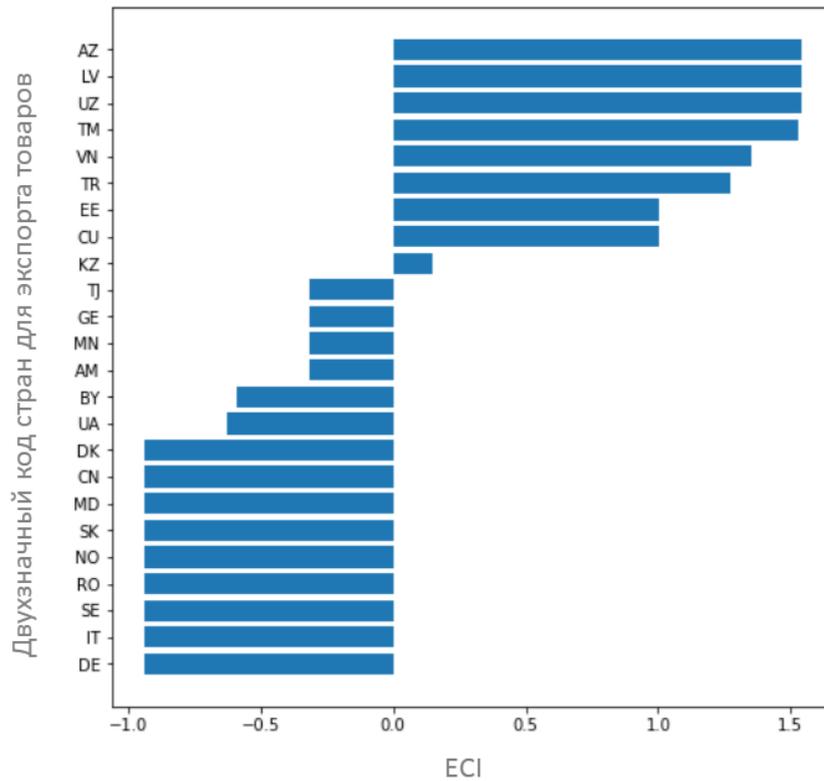
Рис. 2 – Динамика показателей экспорта и импорта по продукции сельского хозяйства за последние 5 лет по Владимирской области

Основными товарными позициями в структуре экспорта сельхозпродукции в стоимостном выражении являлись: зерновые (33%), рыба и морепродукты (18%), растительные масла (13%), кондитерские изделия (4,5%), масличные культуры (4,5%), жмыхи и шрота масличных культур (2,2%), табачная продукция (1,9%), сахар (1,5%). Основными странами-импортерами российской продукции являются Китай, Турция, Казахстан, Египет, Республика Корея, Беларусь, Нидерланды.

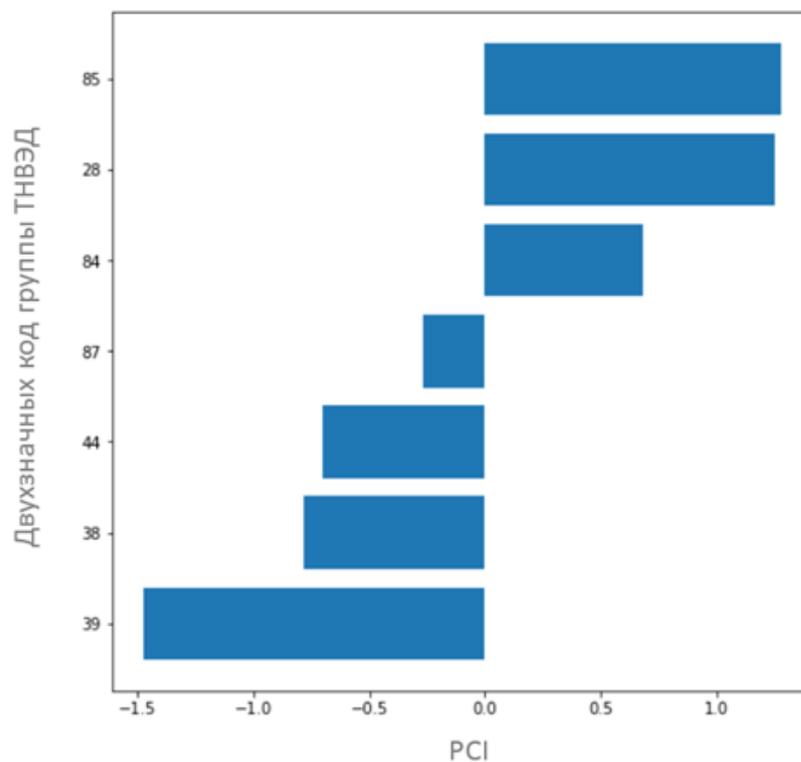
Для описания указанного подхода по данным таможенной статистики за 2016–2020 гг. были взяты показатели объемов импорта и экспорта Владимирской области в стоимостном выражении по ряду групп товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТНВЭД) [9], показанных в таблице 1. Разумеется это не полный перечень товарных групп, однако данные позиции позволяют хорошо отследить какие товары и страны участвуют в формировании торгового профиля, основанного на высокотехнологичном производстве сельскохозяйственной продукции для Владимирской области.

Таблица 1– Примеры кодов ТНВЭД для высокотехнологичных товаров по отрасли сельского хозяйства

код ТНВЭД	Название товара
8414592000	Комплектующие для монтажа, для использования в сельском хозяйстве
3923900000	Материал упаковочный с флексографической печатью для упаковывания пищевых продуктов
4011610000	Шины для транспортных средств, используемых в сельском и лесном хозяйстве
3920102800	Упаковка полимерная: пленка полиэтиленовая для использования в сельском хозяйстве при консервации кормов
2833298000	Фосфогипс для сельского хозяйства
8424811000	Машины дождевальные и поливальные для сельского хозяйства или садоводства
8424811000	Оборудование оросительное для применения в сельском хозяйстве с маркировкой: оросительная система Bauer E-51
3808911000	Инсектицид на основе пиретроидов – Дипломат КЭ
3808914000	Инсектицид на основе фосфоорганических соединений – Димет, КЭ
4416000000	Ящики из древесины и древесных материалов многооборотные для продукции пищевых отраслей промышленности и сельского хозяйства
8436809000	Оборудование для сельского хозяйства: системы кормления коров
8436809000	Оборудование для сельского хозяйства, машины для срезания ветвей фруктовых деревьев, пневматические секаторы и т. д.
8504400000	Установка автоматизированного управления микроклиматом и поливом в сельском хозяйстве
8432800000	Оборудование для сельского хозяйства: машина для подрезки корней



a



b

Рис. 3 – Рассчитанные показатели *ECI* (a) и *PCI* (б) для объемов экспорта Владимирской области

Рассчитанные показатели *ECI* и *PCI* для объемов экспорта Владимирской области, показанные на рисунке 3, позволяют сделать вывод о том, что для региона наиболее перспективными направлениями экспорта высокотехнологичных товаров являются страны СНГ и ближнего зарубежья: Азербайджан, Латвия, Узбекистан, Туркмения, которые в данном случае также имеют большие сравнительные конкурентные преимущества перед другими странами в доле экспорта из Владимирской области.

При этом товары 85-й и 28-й группы ТНВЭД (показанные в таблице 1) имеют наибольшую продуктовую сложность и могут служить основой развития экспортного потенциала, основанного на товарах с высокой добавленной стоимостью [10]. Однако для отрасли сельского хозяйства Владимирской области доля товаров с высоким индексом *PCI* не велика и составляет лишь 11,4% среди рассмотренных групп товаров. Несмотря на это, наблюдение указанных показателей в динамике позволит построить прогностические модели показателей ВЭД с учетом изменения экзогенных

факторов [11], и условий ведения внешнеторговой деятельности региона, при условии дополнительной оценки динамики изменения РСІ и ЕСІ, а также дополнительной оценки плотности компетенций для региона (density) на основе портфеля продуктов, содержащих только категории товаров по странам с выявленным сравнительным преимуществом (RCA) больше 1.

Рассмотренный подход к построению прогностических моделей показателей внешнеэкономической деятельности регионов позволяет повысить эффективность стратегического планирования, реализовать потребности в развитии отдельных отраслей экономики, в том числе отрасли сельскохозяйственного производства за счет возможностей развития международных экономических кластеров, что особенно актуально в условиях пандемии. Разработка новой методологии прогнозирования показателей внешнеэкономической деятельности, основанной на положениях, указанных в данной работе, позволит устранить существующие проблемы в практическом использовании существующих методик прогнозирования с учетом внешних факторов, позволяющих выявить причины и направления изменчивости внешнеторговых связей региона.

Conflict of Interest

None declared.

Конфликт интересов

Не указан.

References

1. Kislyakov A.N. Development of Predictive Models of Socio-Economic Systems Based on Decision Trees with Multivariate Response / A.N. Kislyakov, N.M. Filimonova, N.Yu. Omarova // *Advances in Economics, Business and Management Research (AEBMR)*. Proceedings of International Scientific and Practical Conference “Russia 2020 – a new reality: economy and society”. – 2021 –. p. 198–203.
2. Kislyakov A. Principles for Development of Predictive Stability Models of Social and Economic Systems on the basis of DTW / A. Kislyakov, N. Tikhonuyk // *First Conference on Sustainable Development: Industrial Future of Territories (IFT 2020)*, – 2020 – vol. 208, no 08001. – DOI 10.1051/e3sconf/202020808002
3. Мاستицкий С. Э. Анализ временных рядов с помощью R [Электронный ресурс] / С. Э Мاستицкий – 2020 – URL: <https://ranalytics.github.io/tsa-with-r/> (дата обращения: 24.02.2021).
4. Кисляков А.Н. Графовая кластеризация поведенческой активности пользователей продукта с учетом информационной асимметрии / А.Н. Кисляков // *Известия Юго-западного государственного университета. серия: экономика. социология. менеджмент.* – 2020. – №3 – С. 152–163.
5. Федеральная таможенная служба РФ: офиц. сайт [Электронный ресурс] // Таможенная статистика внешней торговли РФ – 2021. – URL: <http://stat.customs.ru> (дата обращения: 21.06.2021)
6. Hidalgo C.A. The building blocks of economic complexity / C.A. Hidalgo, R. Hausmann // *Proceedings of the National Academy of Sciences.* – 2009. – № 106(26). – pp. 10570–10575.
7. Hausmann R. The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity / R. Hausmann, C. Hidalgo, S. Bustos et al. – Cambridge: Center for International Development, Harvard University – MIT. – 2011. – pp. 108–358.
8. Любимов И.Л. Сложность экономики и возможность диверсификации экспорта в российских регионах / И.Л. Любимов, М.А. Гвоздева, М.В. Казакова и др. // *Журнал Новой экономической ассоциации.* – 2017. – № 2 (34). – С. 94–122
9. Моисеев А.К. Применение индекса экономической сложности в макрофинансовых моделях / А.К. Моисеев, П.А. Бондаренко // *Проблемы прогнозирования.* – 2020. – № 3 – С. 101–112.
10. Руус Й. Анализ экономической сложности Калининградской области — выбор отраслевых приоритетов в новой парадигме создания ценности / Й. Руус, К.Ю. Волошенко, Т.Е. Дрок и др. // *Балтийский регион.* – 2020. – Т. 12, № 1. – С. 156—180. – DOI 10.5922/2079-8555-2020-1-9.
11. Кисляков А.Н. Асимметрия информации в задачах анализа социально-экономических процессов / А.Н. Кисляков // *Вестник НГУЭУ.* – 2020. – №1 – С.64–75. – DOI 10.34020/2073-6495-2020-1-064-075

References in English

1. Kislyakov A.N. Development of Predictive Models of Socio-Economic Systems Based on Decision Trees with Multivariate Response / A.N. Kislyakov, N.M. Filimonova, N.Yu. Omarova // *Advances in Economics, Business and Management Research (AEBMR)*. Proceedings of International Scientific and Practical Conference “Russia 2020 – a new reality: economy and society”. – 2021 –. p. 198–203.
2. Kislyakov A. Principles for Development of Predictive Stability Models of Social and Economic Systems on the basis of DTW / A. Kislyakov, N. Tikhonuyk // *First Conference on Sustainable Development: Industrial Future of Territories (IFT 2020)*, – 2020 – vol. 208, no 08001. – DOI 10.1051/e3sconf/202020808002
3. Mastitskiy S. E. Analiz vremennykh ryadov s pomoshch'yu R [Time Series Analysis with R] [Electronic resource] / S. E. Mastitskiy – 2020 – URL: <https://ranalytics.github.io/tsa-with-r/> (accessed: 24.02.2021). [in Russian]
4. Kislyakov A.N. Grafovaya klasterizatsiya povedencheskoy aktivnosti pol'zovateley produkta s uchetom informatsionnoy asimmetrii [Graph clustering of behavioral activity of product users taking into account information asymmetry] / A.N. Kislyakov // *Izvestiya Yugo-zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. seriya: ekonomika. sotsiologiya. Menedzhment* [Proceedings of the Southwestern State University. series: economics. sociology. management] – 2020. – №3 – pp. 152–163. [in Russian]
5. Federal'naya tamozhennaya sluzhba RF: ofits. sayt [Federal Customs Service of the Russian Federation: official site] [Electronic resource] // *Tamozhennaya statistika vneshney torgovli RF* [Customs statistics of foreign trade of the Russian Federation] – 2021. – URL: <http://stat.customs.ru> (accessed: 21.06.2021). [in Russian]

6. Hidalgo C.A. The building blocks of economic complexity / C.A. Hidalgo, R. Hausmann // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2009. – № 106(26). – pp. 10570–10575.
7. Hausmann R. The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity / R. Hausmann, C. Hidalgo, S. Bustos et al. – Cambridge: Center for International Development, Harvard University – MIT. –2011. – pp. 108–358.
8. Lyubimov I.L. Slozhnost' ekonomiki i vozmozhnost' diversifikatsii eksporta v rossiyskikh regionakh [The complexity of the economy and the possibility of export diversification in the Russian regions] / I.L. Lyubimov, M.A. Gvozdeva, M.V. Kazakova et al. // Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii [Journal of the New Economic Association]. – 2017. – № 2 (34). – pp. 94–122. [in Russian]
9. Moiseyev A.K. Primeneniye indeksa ekonomicheskoy slozhnosti v makrofinansovykh modelyakh [Application of the index of economic complexity in macro-financial models] / A.K. Moiseyev, P.A. Bondarenko // Problemy prognozirovaniya [Forecasting problems]. – 2020. – № 3 – pp.101–112. [in Russian]
10. Ruus Y. Analiz ekonomicheskoy slozhnosti Kaliningradskoy oblasti — vybor otraslevykh prioritetov v novoy paradigme sozdaniya tsennosti [Analysis of the economic complexity of the Kaliningrad region – the choice of industry priorities in the new paradigm of value creation] / Y. Ruus, K.Yu. Voloshenko, Drok T. Ye. et. al. // Baltiyskiy region [Baltic region]. – 2020. – Vol. 12, № 1. – pp. 156 —180. – DOI 10.5922/2079–8555–2020–1–9.
11. Kislyakov A.N. Asimmetriya informatsii v zadachakh analiza sotsial'no–ekonomicheskikh protsessov [Asymmetry of Information in the Problems of Analysis of Socio–Economic Processes] / A.N. Kislyakov // Vestnik NGUEU [Bulletin of NSUE]. –2020. – №1– pp.64 –75. – DOI 10.34020/2073–6495–2020–1–064–075