

**Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого
Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли**

На правах рукописи

СОМОВ АНДРЕЙ ГЕОРГИЕВИЧ

**Инструментальная поддержка разработки стратегии выведения
инновационного продукта на международный рынок**

Направление подготовки 38.06.01 Экономика

Код и наименование

Направленность 08.00.13 «Математические и инструментальные методы
экономики»

Код и наименование

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации)

Автор работы: Сомов Андрей
Георгиевич
Научный руководитель: доктор
экономических наук, профессор,
заслуженный работник высшей
школы РФ Дуболазов Виктор
Андреевич

Санкт Петербург – 2019

Научно-квалификационная работа выполнена в Высшей школе управления и бизнеса Института промышленного менеджмента, экономики и торговли федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Директор ВШ:

*– Ильин Игорь Васильевич,
доктор экономических наук,
профессор*

Научный руководитель:

*– Дуболазов Виктор Андреевич,
доктор экономических наук,
профессор*

Рецензент:

*– Череватенко Виталий
Николаевич, к.э.н., АО "Пер
Аарслефф", зам. директора по
продажам и маркетингу*

С научным докладом можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» и на сайте Электронной библиотеки СПбПУ по адресу: <http://elib.spbstu.ru>

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

В настоящее время в условиях глобализации международного рынка для компаний, осуществляющих торговлю на зарубежных рынках, важно конкурентное преимущество, связанное с экономией на распределении запасов, контроле перепроизводства товаров, распределении производства, размещении запасных частей и материалов. Также актуально преимущество, связанное с расширением рынка сбыта, использованием более дешевых трудовых ресурсов, возможностью экономии на налогах и т. д.

Следовательно, разработка успешных стратегий выхода компаний на международный рынок чрезвычайно актуальна, особенно для динамично развивающихся инновационных компаний.

Для кампании «Скантроник Системс» (в которой работает автор) актуальность работы обусловлена тем, что результаты данного исследования могут быть использованы для выхода на международный рынок инновационного оборудования ИДК (инспекционно-досмотровых комплексов) в течение 2-3 лет, так как на российском рынке уже широко представлен данный вид оборудования.

Цели и задачи исследования

Целью исследования является разработка подходов и построение экономико-математических моделей вывода инновационного продукта на международный рынок на примере ИДК (инспекционно-досмотровых комплексов).

В соответствии с этой целью в работе поставлены следующие задачи:

- 1) провести анализ рынка и определить основные потенциальные места размещения ИДК;
- 2) разработать методику количественной оценки потенциальных мест размещения ИДК по всему миру;
- 3) сформулировать требования к основным параметрам мест размещения ИДК;
- 4) разработать методику моделирования экономической среды для формирования стратегии выведения инновационного продукта на международные рынки:
 - исследовать проблемы и методы вывода инновационного продукта на международные рынки;
 - исследовать инструментарий вывода инновационного продукта на

международные рынки;

- обосновать прогрессивность использования для этих целей нечетких множеств, нейронных сетей, технологии Big Data;
 - модернизировать (адаптировать) данные методы для ИДК систем;
 - разработать модель оценки эффективности вывода инновационного продукта на международный рынок;
- 5) разработать полную таблицу социокультурных индексов и использовать их в математической модели для помощи в принятии стратегических управленческих решений при учете конкретной социокультурной среды;
 - 6) применить полученные индексы к ИДК системам;
 - 7) проверить устойчивость полученных результатов моделирования;
 - 8) оценить экономическую эффективность вывода ИДК на выявленные рынки.

Область исследования соответствует Паспорту специальности 08.00.13 - «Математические и инструментальные методы экономики» п. 1.1. Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, теории принятия решений и методов используемых в экономико-математическом моделировании; п.1.8. Математическое моделирование экономической конъюнктуры, определение трендов, циклов и тенденций развития; п.2.1. Развитие теории, методологии и практики компьютерного эксперимента в экономических исследований и задачах управления.

Научная новизна

Научная новизна работы обусловливается созданием имитационной математической модели, включающей: выбор потенциальных мест размещения ИДК, прогнозирование временных рядов методом нейронных сетей прямого распространения и нечетких множеств, сегментирование рынка ИДК систем, расчет коммерческой эффективности, а также применением данной методики при реализации стратегии вывода инновационного продукта на международный рынок.

Научная новизна подтверждается следующими результатами: предложены адаптированные автором методы нейронных сетей и нечетких множеств для исследования рынка зарубежных стран и прогнозирования размещения в них инновационного продукта, с проверкой ошибки прогнозирования методом ARIMA. С использованием технологии Big Data на основе экономических данных зарубежных стран из открытых источников произведена сегментация стран по уровню и целесообразности вывода на их рынок ИДК. С помощью адаптированных методов нейронных сетей и

нечетких множеств выявлена потребность в типах ИДК и спрогнозировано их потребное количество для нескольких стран на 2020 и 2025 годы. Произведен анализ устойчивости полученных результатов к точности исходных данных. Выполнен расчет расширенных социокультурных индексов Г. Хофстеде, важных при планировании выхода на рынок соответствующей страны.

Таким образом продемонстрирована возможность практического применения нейронных сетей и нечетких множеств, а также технологии Big Data для исследования рынков инновационных продуктов. Также возможно применение разработанной автором стратегии вывода на международный рынок и для других инновационных продуктов.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в развитии математического аппарата экономических исследований, методов нейронных сетей и нечетких множеств, их применения и встраивания в инструментальные средства для повышения обоснованности управленческих решений, а также совершенствование информационных технологий и инструментария методов исследования зарубежных рынков.

Практическая значимость заключается в возможности быстрого практического применения результатов исследования для выведения на зарубежный рынок инновационных продуктов.

Данная работа также ориентирована на разработку будущих отличительных характеристик инновационного оборудования и раннюю адаптацию ассортиментной матрицы требований к ключевым сегментам и потенциальным рынкам.

Апробация работы

Основные научные положения и результаты работы неоднократно докладывались и получили одобрение на российских и международных теоретических и практических конференциях: XXI-я Российская научная конференция «Инжиниринг предприятий и управление знаниями» (ИП&УЗ – 2018); Научно-практическая конференция с международным участием «Инновационные кластеры цифровой экономики: драйверы развития» (ИНПРОМ-2018); Научно-практическая и учебная конференция «Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли 2018»; XLVII «НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбПУ» - 2018 - Современные проблемы экономики, управления и торговли (ИПМЭиТ); II

Международная научно-практическая конференция «Эффективность организации и управления промышленными предприятиями: проблемы и пути решения 2018».

Результаты исследования планируются к внедрению на предприятии ООО «Скантроник Системс».

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 11 печатных работ общим объёмом 10,04 п.л. (авторских 3.91 п.л.), в том числе 5 печатных работ в изданиях, рекомендованных ВАК, Scopus рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты на соискание ученой степени кандидата наук.

Степень разработанности проблемы: на российском рынке изученность международной практики выведения инновационных продуктов на зарубежные рынки не полностью реализована и испытывает в данный момент новый подъем.

Автор опирался на труды следующих ученых:

По вопросам применения нечетких множеств на работы ряда отечественных и зарубежных специалистов: Заде Л., Кофмана А., Ягер Р.Р., Орловского С. А., Леоненкова А., Ускова А.А., Кузьмина А.В., Ярушкина Н.Г. При исследованиях, посвящённых проблемам искусственных нейронных сетей, на работы: Беркинблита М. Б., Вороновского Г. К., Махотило К. В., Петрашева С. Н., Сергеева С. А. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Еремина Д. М., Гарцеева И. Б., Николенко С., Кадурина А., Савельев А. В., Терехова В. А., Ефимова Д. В., Тюкина И. Ю., Хайкина С.

Методики, рассмотренные этими авторами, в неполной мере раскрывают проблематику исследований современных экономических систем и их приложениям к хозяйственной деятельности компаний, к выводу на зарубежный рынок.

Отмеченная проблема вывода инновационных продуктов российского производства на международный рынок, обусловила актуальность выбранного направления исследования и определила постановку цели и задач исследования

Представление научного доклада: основные положения

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, приведены цель, задачи, предмет, объект, методы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, информация об апробации результатов работы.

По главам:

1. Инновационный продукт ИДК, описание и постановка задачи вывода продукта на международный рынок;
2. Инструменты исследования потенциала рынков инновационных продуктов на основе усовершенствования и адаптации методов теории нейронных сетей прямого распространения и нечетких множеств;
3. Методика вывода инновационного продукта на международный рынок на примере ИДК.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и выводов, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 161 страница, включая 35 рисунков, 8 таблиц, список литературы из 105 наименований и приложения на 10 страницах.

Объекты (предмет) и методы исследования

Объектом исследования является мировая экономическая система, являющаяся потенциальным рынком для размещения ИДК систем.

Предметом исследования являются математические модели, инструментальные средства анализа, прогнозирования и стратегии выведения инновационного продукта на международный рынок, на примере инспекционно - досмотровых комплексов (ИДК).

Теоретико-методологическая основа исследования

В процессе исследования применялись методы: математической статистики, прогнозирования экономических данных методами ARIMA, метод построения адаптивной сети на основе системы нечеткого вывода ANFIS, искусственных нейронных сетей прямого распространения, регрессионного анализа, кластерной сегментации, экспертных оценок, технологии BigData.

Для проведения имитационных экспериментов и обработки данных использовались программные продукты: Microsoft Visual studio 2015, Matlab R2016a, R, Microsoft Excel.

В работе использовались практические и методические материалы организации, разрабатывающей и выпускающей системы ИДК.

Результаты и их обсуждение

Применение современных математических методов при обработке и анализе экономических данных становится все более актуальным, особенно с возрастанием объема экономической информации и ростом количества наблюдаемых экономических параметров (например, базы данных: <https://data.worldbank.org>, <https://datamarket.com>, <http://data.un.org>).

В данной работе проводится исследование потенциала рынков инновационных продуктов на основе усовершенствования и адаптации методов теории нейронных сетей прямого распространения и нечетких множеств. Продемонстрировать использование предложенных методов и технологии Big Data на примере исследования потенциала зарубежных рынков для инновационных продуктов разрабатываемых и активно продвигаемых на рынок ООО «Скантрониксистемс».

В качестве примера инновационного продукта в работе рассматриваются инспекционно-досмотровые комплексы (ИДК), разрабатываемые ООО «Скантрониксистемс», позволяющие с высокой пропускной способностью анализировать содержимое транспортных средств и контейнеров без ручного досмотра. Компания активно продвигает свой продукт, в том числе на зарубежный рынок.

Рассматриваемый в работе инновационный продукт ИДК предназначен для досмотра груженых транспортных средств и морских контейнеров. Досмотр осуществляется вплоть до 25 сканирований в час при помощи ускорителя генерирующего рентгеновское излучение, таким образом, транспортное средство или контейнер не вскрывается, а досмотр осуществляется в результате анализа полученного изображения груза. Это в первую очередь быстрый и безопасный для груза метод досмотра имеющий также такие дополнительные опции как: примерное взвешивание груза, органическое и неорганическое распознавание (дискриминация) материалов.

Данный инновационный продукт ИДК выбран в качестве объекта изучения в диссертационной работе, так как автор работы вот уже более 12 лет работает ведущим специалистом по разработке и обслуживанию данного продукта на территории России в компании АО «Скантроник» и его филиале ООО «Скантроник Системс». Компания АО «Скантроник» в данный момент занимает лидирующие позиции по обслуживанию ИДК на территории России и стран СНГ производства компаний Smith Heimann, Nuctech, Rapiscan, а также занимается выпуском досмотровых систем собственного производства СТ-2630М, СТ-6035. Линейку досмотровых систем главным образом составляют мобильные, стационарные и железнодорожные типы ИДК. ИДК системы имеют очень гибкий набор параметров или

дополнительных опций, которые могут быть добавлены по запросу клиента, например: органическое распознавание материалов, детектор радиации, автоматическое распознавание номеров, система видеонаблюдения, система удаленного доступа и соединения ИДК в одну сеть и т.д.

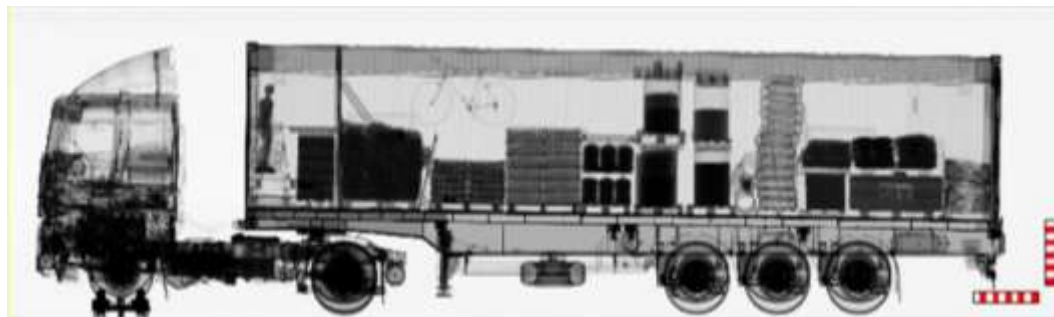


Рисунок 1. Рентгеновское изображение, полученное с помощью ИДК

Основные характеристики ИДК: включают в себя само оборудование, программное обеспечение и сервисное обслуживание; разрабатывается обычно для глубокого B2B и B2G рынка; существует широкая линейка модификаций базового варианта ИДК; возможна адаптация продукта в соответствии с потребностями клиентов; необходимы постоянные инновации, чтобы быть актуальным на рынке данного продукта; длительный цикл изготовления, модернизации и адаптации продукта для конкретного потребителя – от одного до трех лет; длительный цикл заключения сделки – около одного года; установка, наладка оборудования и обучение персонала – полгода и более; невозможность быстрой передачи и освоения технологии производства; требуется послепродажное обслуживание и обучение персонала клиента – до двух лет после ввода в эксплуатацию; обязательно высокопрофессиональное сервисное обслуживание и обслуживание в постгарантийный период; необходима постоянная модернизация оборудования и программного обеспечения; первоначальный и конечный покупатели, как правило, не являются одним и тем же лицом, поэтому необходимо заблаговременно модифицировать характеристики оборудования на несколько лет вперед и начинать процесс подготовки продаж еще до того, как клиент подумал о приобретении данного продукта.

Основные этапы исследования зарубежного рынка ИДК следующие:

Этап 1. Выбор возможных мест размещения ИДК, которыми могут быть морские порты, атомные электростанции (АЭС) (действующие и проектируемые), аэропорты, вертолетные порты, пограничные пункты досмотра (ПД) транспорта, железнодорожные ПД, логистические центры, крупные заводы, пригородные ПД, военные объекты, крупные тепловые электростанции, ГЭС.

Этап 2. Расчет потенциального количества мест размещения ИДК в различных странах с использованием технологии Big Data на основе открытых баз экономических данных (см. таблица 1).

Big Data или большие данные — это серия подходов, инструментов и методов обработки структурированных и неструктурированных данных огромных объёмов и значительного многообразия для получения полезных и понятных человеку результатов. Один из основных источников получения больших данных это интернет сайты. Источники, из которых можно получить большие объемы данных и на основании их построить прогноз, используя различные методы прогнозирования – это: The World Bank, Atlas Media, Nation Master, Международный валютный фонд, ООН, Data Market и др.

Таблица 1

Потенциальное количество мест размещения ИДК для разных стран
(фрагмент)

Место размещения ИДК	Argentina	Belarus	Brazil	Bulgaria	Canada	China	Czech Republic	France
Морские порты	55	1	81	2	239	172	2	159
АЭС	3	1	3	2	19	49	6	59
Аэропорты	569	33	2047	34	734	254	64	232
Вертолетные порты	2	1	13	1	26	47	1	1
Пограничные ПД	40	11	37	50	144	95	44	103
Железнодорожные ПП	185	28	143	21	233	430	47	148
Логистические центры	17	4	81	3	14	542	4	27
Заводы	76	38	243	29	465	2252	147	578
Пригородные ПД	9	3	51	3	12	183	3	3
Военные объекты	5	8	0	11	48	56	0	127
Дорожные ПД	23	9	158	2	104	411	13	103
ГЭС	22	5	100	1	1	220	1	7
ТЭЦ	119	33	531	43	619	5398	88	561
Всего	1126	173	3487	202	2658	10108	421	2108

Этап 3. Прогнозирование количества ИДК для различных стран на 2020 и 2025 годы с помощью нейронных сетей, с проверкой прогноза методом ARIMA. Временные ряды количества ИДК составляются как линейная табличная зависимость мест размещения ИДК, часть рядов составлены по косвенным зависимостям.

Прогнозирование производится на основе данных Big Data для каждой страны на 2020 и 2025 годы по разработанному автором алгоритму в следующей последовательности:

Методика

В таблице 2 показан фрагмент начальных данных экспорта товаров и услуг, для 180 стран, используемых в нашем исследовании.

Таблица 2

Country Name	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Canada	5,47E+11	5,51E+11	5,56E+11	5,66E+11	4,90E+11	4,74E+11
Belgium	4,30E+11	4,10E+11	4,25E+11	4,42E+11	3,77E+11	3,94E+11
Brazil	3,00E+11	2,89E+11	2,88E+11	2,70E+11	2,32E+11	2,24E+11
Central African Republic	2,53E+08	2,53E+08	2,19E+08	2,22E+08	2,00E+08	2,23E+08
Gambia, The	2,38E+08	2,81E+08	2,64E+08	2,22E+08	2,04E+08	2,31E+08
Grenada	1,96E+08	2,06E+08	2,14E+08	2,33E+08	2,37E+08	2,41E+08

Кратко перечислим основной алгоритм нашего метода:

- а) загружаются данные временных рядов экспорта товаров и услуг с 1960 по 2017 годы, полученные из открытых источников;
- б) данные подготавливаются особым образом для нейронной сети в виде двух столбцов: один является входными данными, второй – выходными;
- в) данные разделяются на два сегмента: страны с большим экспортом и страны с малым экспортом (без сегментирования будет большая ошибка прогнозирования);
- г) проводится обучение нейронной сети, получается рабочая модель эксперимента;
- д) по рабочей модели производят расчеты, в которых в качестве входных данных используют столбец, который до первичного обучения был выходным.

Методика подготовки данных

Данные для обучения подготовим следующим образом: использовать будем данные за последние десять лет, первые пять лет будут у нас входными данными, а следующие пять выходными данными (см. таблицу 3).

Таблица 3

	Canada					Belgium				
X	5E+11	5,32E+11	3,9E+11	4,69E+11	5,47E+11	3,66E+11	4,13E+11	3,36E+11	3,7E+11	4,3E+11
Y	5,51E+11	5,56E+11	5,66E+11	4,9E+11	4,74E+11	4,1E+11	4,25E+11	4,42E+11	3,77E+11	3,94E+11

где X входные данные для нейронной сети Y – выходные данные (получается таблица в две строки размером 1780x2 для 180 стран)

По этому принципу построим полностью таблицу для обучения нейронной сети.

Обучение нейронной сети и результат

В программном продукте «Матлаб» произведем обучение нейронной сети. На рис.2 представлена структура полученной нейронной сети, а на рис.3 показана функция аппроксимации данных полученная нейронной сетью.

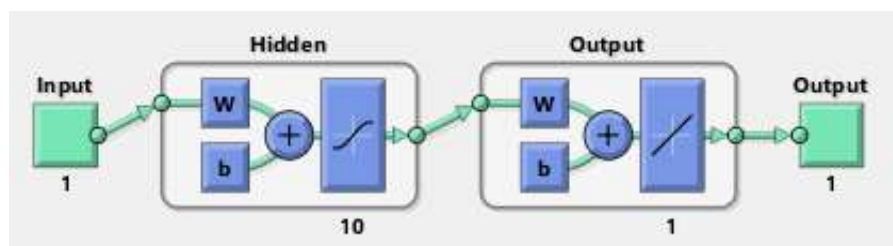


Рисунок 2. Структура нейронной сети.

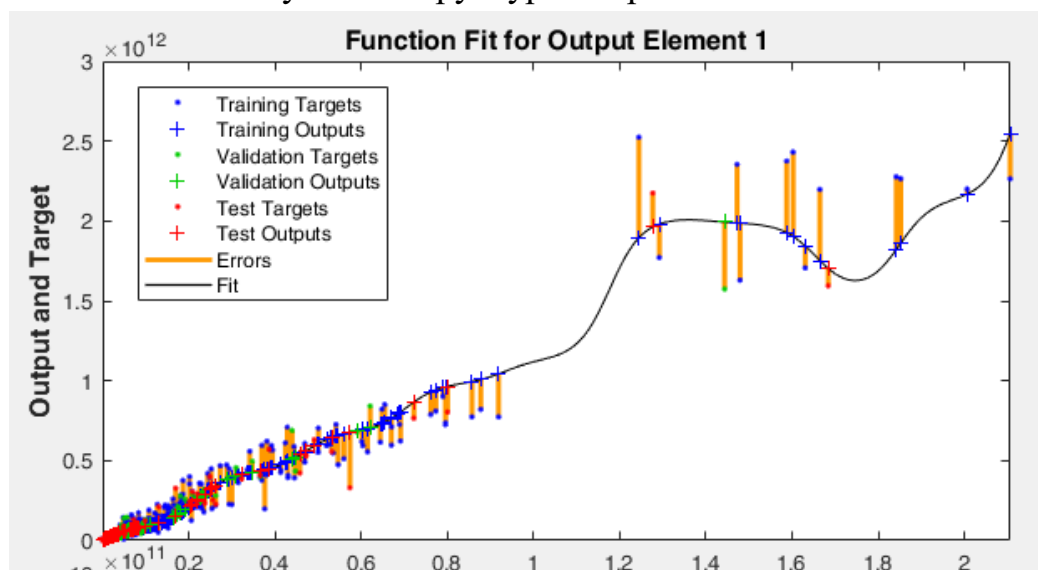


Рисунок 3. Функция аппроксимации нейронной сетью

После получения и применения модели ко всем данным, оказалось, что для стран с небольшим показателем экспорта (менее 10^9 долл.), ошибка аппроксимации оказалась довольно большой. Поэтому для этих стран, с небольшим объемом экспорта менее был проведен отдельный эксперимент по перечисленному выше алгоритму.

На рис.4 представлен результат прогнозирования, полученный после применения нашей модели (для трех стран).

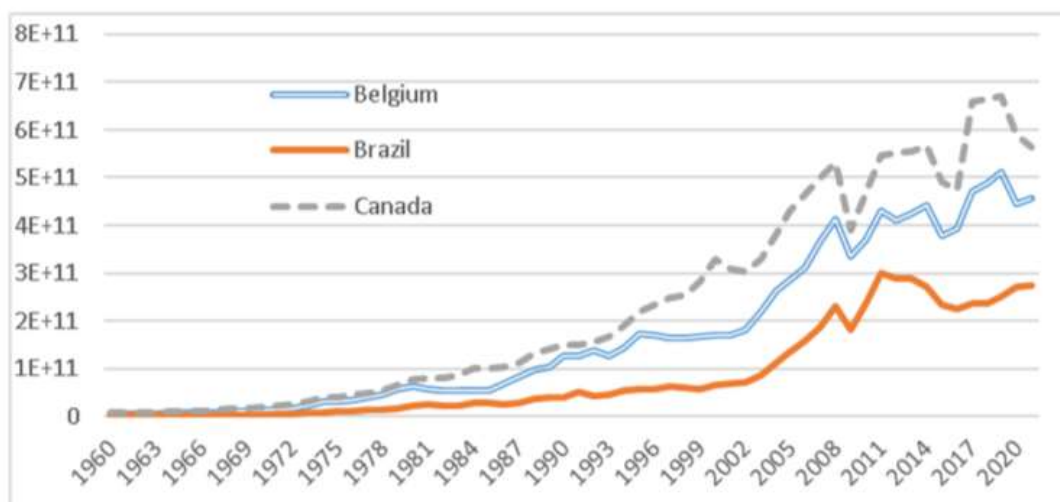


Рисунок 4. Результат прогнозирования экспорта товаров и услуг, долл., (Бельгия, Бразилия, Канада).

На рис.5 показано сравнение полученного результата применения нашей модели с хорошо известным методом прогнозирования ARIMA, на тех же данных.

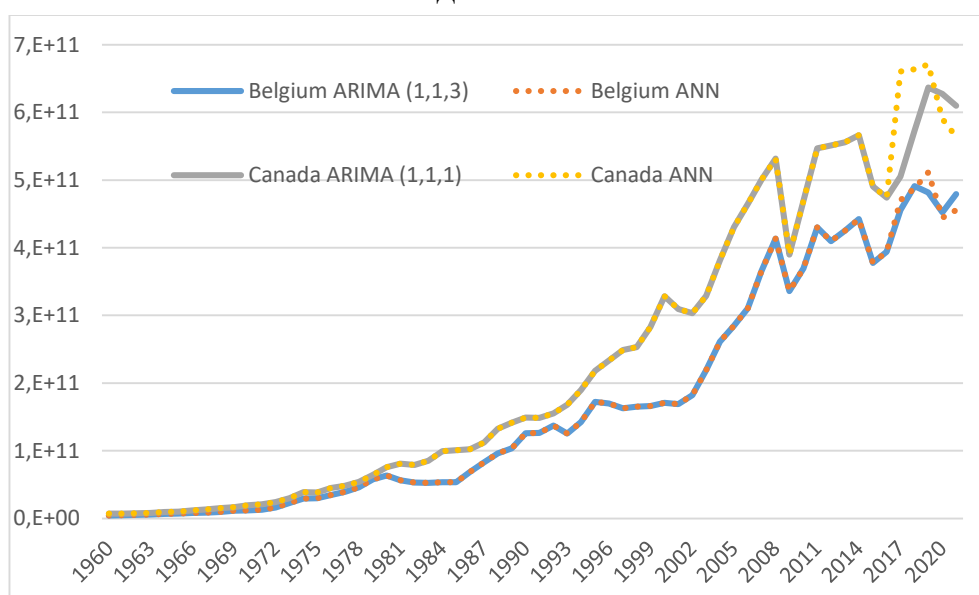


Рисунок 5. Результат сравнения прогнозирования экспорта товаров и услуг с методом ARIMA, долл. (Бельгия, Бразилия, Канада).

Этап 4. Сегментирование (методом нечетких множеств) стран в зависимости от конкурентной составляющей прогнозируемого количества мест размещения ИДК на три сегмента: высоко конкурентный, низко конкурентный и смешанный. В зависимости от уровня конкуренции меняется подход к созданию и реализации продукта. На высоко конкурентном сегменте рынка необходимо разрабатывать продукт с максимальным количеством инноваций либо быть лидером рынка и добиваться успеха доступной ценой. На низко конкурентном сегменте проще с инновационной составляющей продукта, больше вероятность успешности вывода продукта и

меньше риски, но необходимо учитывать покупательскую способность стран. И наконец, на смешанном сегменте присутствует небольшая конкуренция компаний, поставляющих системы ИДК, а также больше покупательская способность стран.

Для конкурентного сегментирования стран использован метод нейро-нечеткого вывода ANFIS, позволяющий построить, обучить и протестировать адаптивную нейро-нечеткую модель. Этот метод представляет собой нейронную сеть, базирующуюся на нечеткой системе вывода Такаги-Сугено (Takagi–Sugeno). Метод соединяет нейронные сети и принципы нечеткой логики, следовательно, обладает потенциальным преимуществом обоих.

Для конкурентного сегментирования стран для ИДК метод ANFIS использован по следующим выбранным экспертами экономическим параметрам: экспорт рентгеновской техники, импорт рентгеновской техники, ВВП, численность населения.

Подход моделирования, используемый процедурой ANFIS, аналогичен многим известным техникам идентификации данных. Вначале делается предположение о параметрической структуре модели, сопоставляются входные данные функций принадлежности правилам связи, далее строятся выходные функции принадлежности. Алгоритм ANFIS используется для обучения нечеткой модели, которая фактически воспроизводит «тренировочные» данные, подбирая необходимые параметры.

Этап 5. Анализ самых перспективных стран в рамках выбранного конкурентного сегмента с максимальным потребным количеством мест для ИДК. В результате анализа выявлены три страны: Колумбия, Саудовская Аравия, Вьетнам. Из рисунка 6 виден последовательный рост потенциального количества ИДК в этих странах в 2020 и 2025 годах, что говорит о перспективности инвестирования средств на разработку и изготовление ИДК для данных стран.

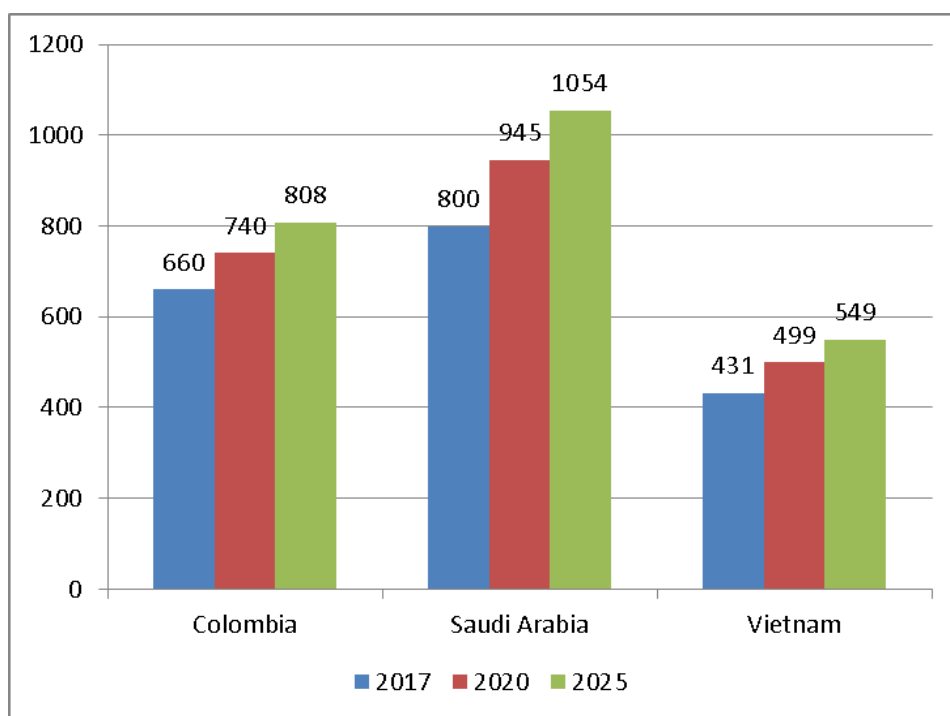


Рисунок 6. Количество ИДК на 2017, 2020, 2025 годы (по оси ординат отложено количество ИДК, по оси абсцисс страны)

Этап 6. Анализ наиболее привлекательных типов ИДК для конкретных стран. Рисунок 7 показывает распределение количества разных типов ИДК для трех рассматриваемых стран. Например, для Колумбии наиболее перспективным является тип аэропортных ИДК систем, для Саудовской Аравии – ИДК, размещенные на крупных заводах и электростанциях, для Вьетнама – аналогично. Таким образом, для каждого сегмента разрабатывается собственная маркетинговая политика, включающая модификацию продукта под конкретный рынок и разработку стратегии выхода на данный рынок.

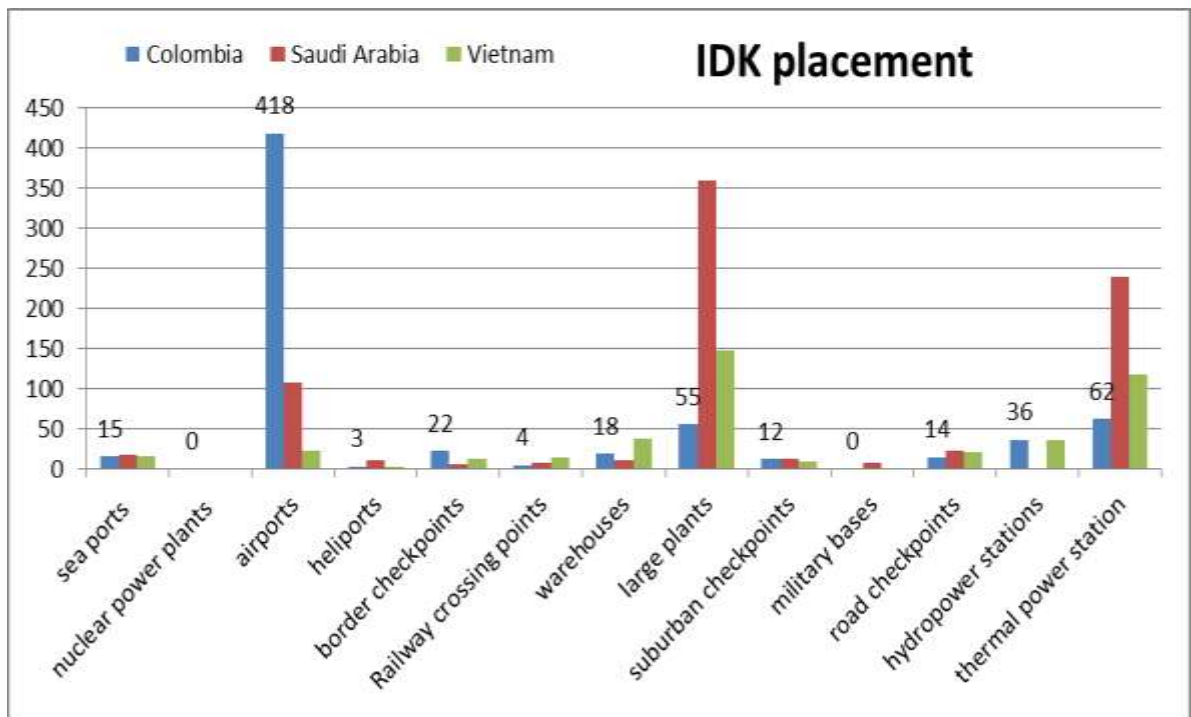


Рисунок 7. Распределение разных типов ИДК (по оси ординат: количество ИДК, по оси абсцисс: типы ИДК)

Этап 7. Расчет коммерческой эффективности проекта.

Проведём теперь расчет коммерческой эффективности проекта установки ИДК для выбранных стран на 5 лет (см. рисунок 8).

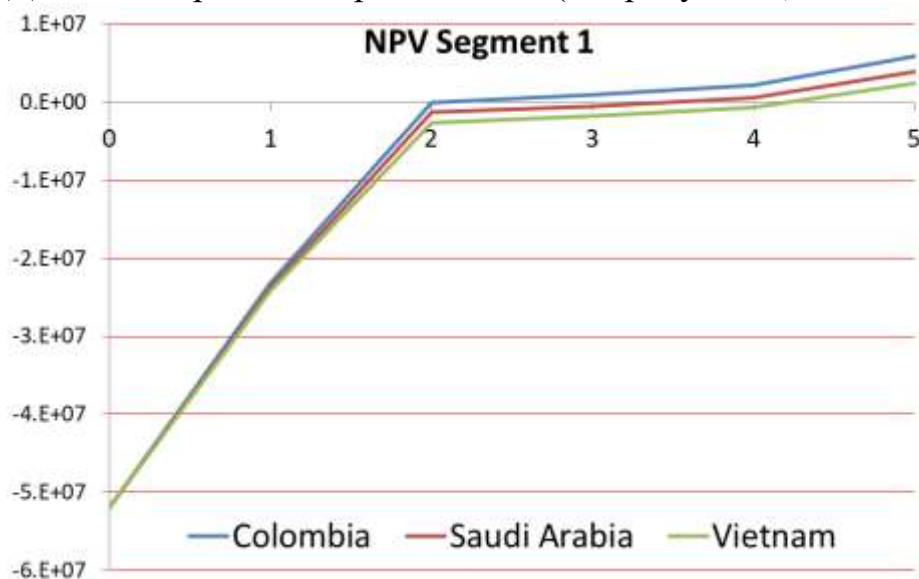


Рисунок 8. Расчет экономической эффективности методом NPV

Расчет проводится классическим методом NPV. При расчете значения NPV используются, кроме всего прочего, следующие динамические параметры стран: средний уровень инфляции страны (входящий в коэффициент дисконтирования), параметр уровня грамотности населения (literacy rate), стоимость логистических затрат на поставку груза из России. Параметр literacy rate используется, так как он включает затраты на обучение персонала для различных стран, которые рассчитываются исходя из индекса грамотности населения (literacy rate). При низком уровне «literacy rate»

затраты на присутствие собственного персонала компании в стране размещения оборудования возрастают.

Этап 8. Анализ социокультурных индексов Г. Хофстеде для соответствующей страны с целью подготовки к выводу продукта на зарубежный рынок.

На примере расчета культурных индексов Герта Хофстеде, показана методика применения нейронных сетей для моделирования многопараметрической системы. В расчете используется двадцать экономических параметров и шесть культурных индексов, для 181 страны мира (см. таблицу 4).

Использование культурных особенностей (культурных индексов) в работе международных фирм набирает все большую популярность в виду расширения глобализации и международной торговли. Одними из самых известных в данной сфере являются культурные индексы Герта Хофстеде.

Перечислим шесть основных культурных индексов Герта Хофстеде используемых в построении модели:

- Индекс дистанции власти (PDI)
- Индивидуализм (IDV)
- Мужественность (MAS)
- Избегание неопределённости (UAI)
- Долгосрочная ориентация (LTO)
- Допущение (или индульгенция)

В таблице 4 представлены двадцать экономических параметров по которым будет строиться модель методом нейронной сети. Данные параметры выбраны с помощью экспертной оценки из совокупности открытых экономических параметров.

Таблица 4

Перечень экономических параметров используемых для расчета культурных индексов Хофстеде

Площадь территории суши, км. кв.	Население, млн. чел.	ВВП, долл.	Экспорт, долл
Продолжительность жизни (средняя)	Население городов, в % от общего	Health and Wellness	Child mortality rate
Gender parity in secondary enrollment	Suicide rate	Biodiversity and habitat	Political rights
Private property rights	Freedom of religion	Corruption	Discrimination and violence against minorities
Religious tolerance	Women's average years in school	Secondary school enrollment - capped	Freedom of expression

Расчет культурных индексов методом нейронных сетей, включает следующие этапы:

С официального сайта Герта Хофстеде загружаются актуальные данные о культурных индексах (для 79 стран полный набор индексов и для 96 стран – неполный).

На первом этапе применения нейронных сетей проводится обучение сети на 79 полных данных с целью построения модели зависимости культурных индексов между собой. Это дает возможность получить данные для 17 стран с неполной таблицей индексов (т.е. на выходе получается таблица с полным набором данных для 96 стран).

На втором, более сложном этапе применения нейронных сетей при помощи экспертной оценки подбираются 20 экономических параметров (см. таблицу 4), от которых могут зависеть культурные индексы для разных стран.

Проводится нормировка данных для удобства обучения нейронной сети, таким образом, чтобы все входные экономические параметры находились в диапазоне значений от 0 до 100;

Проводится построение экономической модели методом нейронных сетей. Применяется данная экономическая модель для получения культурных индексов для 85 новых стран (получается готовая таблица данных, для 181 страны). На рисунках 2 и 3 представлена среднеквадратичная ошибка отклонения и гистограмма ошибки, построенной модели относительно текущих и тестовых данных. Получен относительно неплохой результат ошибки 0,857, учитывая большое количество входных и выходных параметров модели (20 –входных и 6- выходных).

На рисунке 9 приведен результат расчета культурных индексов для некоторых стран бывшего мира.

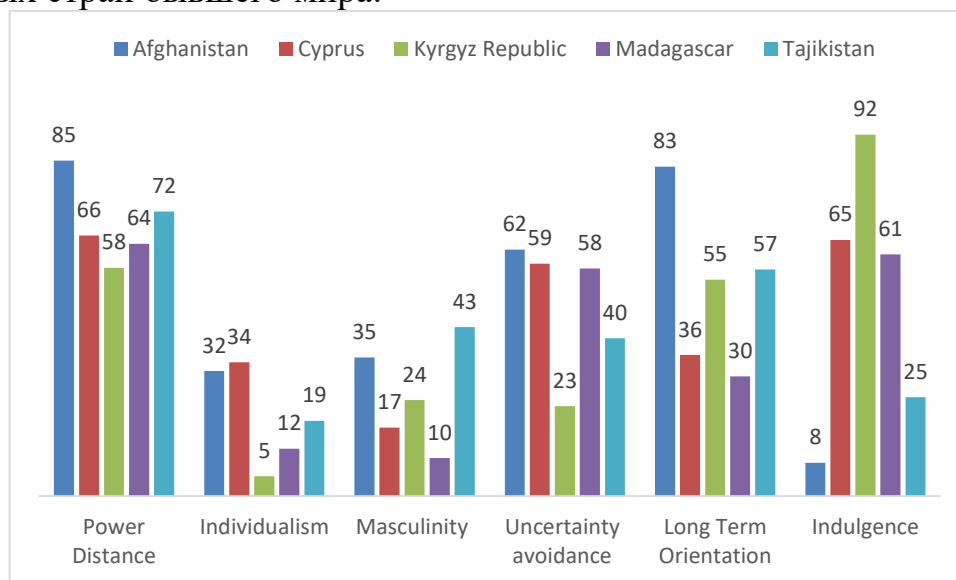


Рисунок 9- Культурные индексы для стран: Афганистан, Кипр, Киргизия, Мадагаскар, Таджикистан.

Большое значение индекса «Indulgence (индульгенция)» говорит о высоком ожидании клиентом комфортности оборудования либо, если обратное, предпочитается более аскетичный дизайн. Это дает возможность

развития и модификации продукта под «культурные» запросы клиента. Индексы «Individualism (индивидуализм)» и «Power Distance (индекс дистанции власти)» показывают, как принимаются решения в компаниях страны – одним человеком или группой людей, что важно при планировании формата переговоров на поставку оборудования и общей стратегии выхода на рынок соответствующей страны. Индекс «Long Term Orientation (долгосрочная ориентация)» показывает насколько население данной страны склонно к долгосрочному либо краткосрочному планированию при принятии решений, что играет роль при планировании сроков контракта и гарантийного обслуживания.

В данном исследовании успешно проведен расчет культурных индексов Хофстеде, впервые с использованием нейронных сетей. Составлена таблица индексов для 181 страны (изначально были полные данные только для 79 стран мира).

Полученные данные позволят организациям более полно использовать культурные индексы для построения интеллектуальной стратегии вывода своих товаров и услуг на различные международные рынки сбыта.

Этап 9. Проверка устойчивости полученных результатов к неточности входных данных. Для этого вносится пятидесятипроцентная вариация в исходные данные и наблюдается корреляция выходных данных.

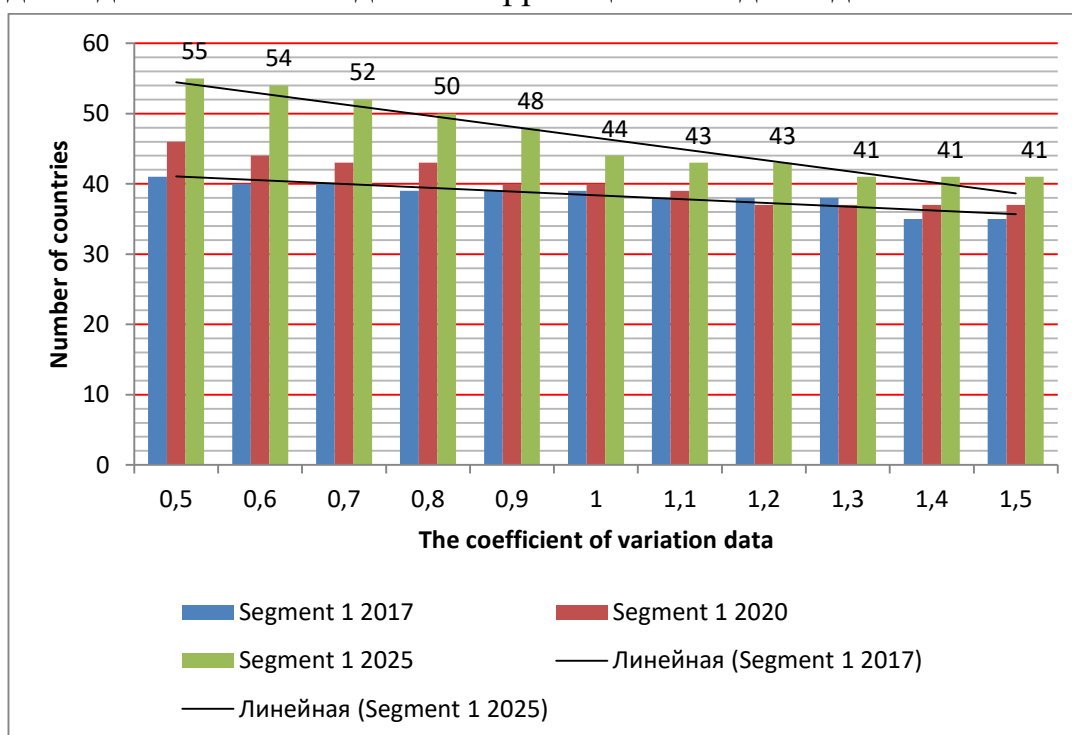


Рисунок 10. Результат проверки устойчивости полученных результатов

Так, по результатам проверки выявлена линейная либо квазилинейная зависимость результатов от вариации начальных данных. Поэтому анализ проводился по следующим методам: абсолютного отклонения и

среднеквадратичного отклонения. При пятидесятипроцентной вариации исходных данных наблюдаются изменения значений от 2 до 10% выходных данных (в зависимости от исследуемого сегмента и года прогнозирования).

По результату отмечается хорошая устойчивость модели к вариации исходных данных.

Заключение

Разработан экономико-математический метод анализа и сегментирования данных с использованием математических методов прогнозирования и нейронных сетей (построена математическая модель), включающая в себя сбор и анализ первичных экономических данных, их прогнозирование, сегментацию, анализ экономической эффективности, модификацию и развитие инновационного продукта под страновые и социокультурные запросы. То есть разработанный метод дает возможность его применения и встраивания в инструментальные средства для повышения обоснованности принятия управленческих решений.

Данная методика может использоваться для создания и развития новых, актуальных технологий управления бизнесом. И решать проблемы современной экономики и торговли.

Таким образом разработан и развит математический аппарат, который продемонстрировал возможность практического применения нейронных сетей и нечетких множеств, а также технологии Big Data для исследования рынков инновационных продуктов.

Результаты работы показали реальную применимость и полезность в экономических исследованиях, методологии нейронных сетей и нечетких множеств, что это не мода, а количественные методы и инструментарий, дающие хорошие и практически полезные результаты. Большие возможности для экономических исследований, особенно на макроуровне, как показал наш опыт и приведенные в этой работе результаты, дает технология Big Data.

Направления дальнейших исследований. Планируется дальнейшее развитие рассмотренного авторами метода интегрированием его в графическую среду имитационного моделирования Simulink, с созданием автономного приложения на базе MATLAB Compiler™. Это позволит эффективно проводить анализ экономических систем в рамках выстроенной модели и проводить прогнозирование потенциала рынков различных продуктов.

Список работ, опубликованных по теме научно-квалификационной работы (диссертации)

Публикации в изданиях, рецензируемых ВАК

1. Дуболазов В.А., Сомов А.Г. Прогнозирование и оценка экономических данных при помощи адаптивной системы нейро-нечеткого вывода ANFIS // Экономика и менеджмент систем управления: научно-практический журнал – 2017 №4.4(26)-С. 411-417
2. Dubolazov V., Somov A., Interval approach of time series forecasting by neural networks for the decision support system, Business Technologies 2018, MATEC Web of Conferences 170, 01014 (2018) <https://doi.org/10.1051/matecconf/201817001014>
3. Сомов А.Г., Дуболазов В.А. Исследование зарубежных рынков инновационных продуктов с использованием теории нечетких множеств и нейронных сетей // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 1. С. 191–200. DOI: 10.18721/Е.12116
4. Дуболазов В. А., Сомов А. Г. Расчет эффективности вывода на зарубежный рынок продукта с высокой инновационной составляющей с использованием нейронных сетей // Бизнес. Образование. Право. 2019. № 2 (47). С. 27–32. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.47.269
5. Дуболазов В.А., Оспанов А.Г., Сомов А.Г. Анализ и прогнозирование поведения агрегированного индекса логистической эффективности методом ARIMA // Экономика и предпринимательство, 2019, № 3 (104), С.1132-1136

Публикации в других изданиях

6. Сомов А.Г. Пономарева О.А. Прогнозирование временных рядов экономических данных с использованием ARIMA процессов с целью вывода на рынок инновационных продуктов // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: сб. труд. научн. и учеб.-практ конф. – 2017.-Ч. 1.-С. 340-350.
7. Юсьма Ю.А., Сомов А.Г., Дуболазов В.А., Расчет полной таблицы культурных индексов Герта Хофстеде методом нейронных сетей // XXI-я Российская научная конференция «Инжиниринг предприятий и управление знаниями» -2018
8. Дуболазов В.А., Сомов А.Г. Создание нелинейных аппроксимаций современных экономических моделей методом нейронных сетей // конференция: Инновационные кластеры цифровой экономики: драйверы развития, 2018, С.481- 487, DOI: 10.18720/IEP/2018.3/61
9. Дуболазов В.А., Сомов А.Г. Модель разбиения временных рядов для прогнозирования методом нейронных сетей// Фундаментальные и

прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: сб. труд. научн. и учеб.-практ конф. 2018, С.111-116.

10.Дуболазов В.А., Сомов А.Г. Анализ современных источников межстрановых экономических данных методом нейронных сетей// Неделя науки СПбПУ 2018, (ИПМЭиТ), Ч- 2.

11.Дуболазов В.А., Сомов А.Г. К алгоритму анализа инновационной активности ведущих стран мира //Эффективность организации и управления промышленными предприятиями: проблемы и пути решения, материалы II Международной научно-практической конференции. 2018.

Аспирант _____ Сомов Андрей Георгиевич