

Применение математического аппарата в моделировании внешнеторгового контракта

УДК 339.5 : 51
ББК 65.428 : 22.1
И- 201

Валерий Викторович ИВАНОВ,
доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор,
Всероссийская академия внешней торговли
(11985, Москва, Воробьевское шоссе, 6А), кафедра финансов и валют-
но-кредитных отношений – профессор,
Национальный исследовательский университет «МИЭТ»,
кафедра маркетинга и управления проектами – профессор,
тел.: 8 (499) 143-15-56;

Юрий Карэнович СРАКИСЬЯНЦ,
Всероссийская академия внешней торговли 11985, Москва, ул. Пудов-
кина 4А), факультет международных финансов – студент 4 курса,
e-mail: Ysark98@gmail.com

Аннотация

В данной статье описаны подходы и алгоритмы моделирования внешнеторгового контракта с применением методов науки анализа данных. Отдельный акцент сделан на практические аспекты выбора и настройки математических моделей для каждой отдельной части алгоритма.

Авторами предложена сквозная модель контракта, связывающая отдельные математические алгоритмы в единую систему для формирования и мониторинга исполнения внешнеторгового контракта. При формировании инструментария учитывались последние тренды в развитии науки об анализе данных, технологические и технические инновации, а также общая специфика ведения внешнеторговой деятельности.

Предлагаемая технология моделирования контракта основана исключительно на анализе фактических данных и моделях прогнозирования на основе больших данных. Подобный подход позволяет многократно повысить эффективность контрактной деятельности, полностью исключить ошибки человеческого фактора и значительно снизить возможные потери от неточного и неглубокого прогнозного анализа.

Ключевые слова: математическое моделирование, коммерческий контракт, машинное обучение, искусственный интеллект, большие данные, автоматизированное принятие решений.



Mathematical modeling in foreign trade contracts

Valeriy Viktorovich IVANOV,

*Doctor of Economic sciences, Candidate of Engineering sciences, Professor,
Russian foreign trade academy (119285, Moscow, Vorobëvskoe shosse, 6A), Department of finance
and monetary relations – Professor,
National research university “MIET”, Department of marketing and project management –
Professor, phone: 8 (499) 143-15-56;*

Yuriy Karenovich SARKISYANTS,

*Russian foreign trade academy, (119285, Moscow, Vorobëvskoe shosse, 6A),
Department of international finance, 4th year student, e-mail: Ysark98@gmail.com*

Abstract

The article presents principles and algorithms of sales contract modeling with big data processing. Special emphasis is made on practical issues of selection and adjustment of mathematical models for each part of the algorithm.

The authors suggest a complete contract model linking together different mathematical models into a single system for forming and monitoring execution of a foreign trade contract. When choosing the tools, the authors take into account the latest trends in data science, technical and technological innovations, as well as specific characteristics of conducting foreign trade.

The suggested technology of contract modeling is based on experimental data analysis and big data forecasting. This approach allows to enhance the efficiency of contract business processes, exclude human factor and significantly mitigate possible losses caused by inaccurate and superficial predictive analysis.

Keywords: mathematical modeling, sales contract, machine learning, artificial intelligence, automated decision making.

Моделирование внешнеторгового контракта – это набор методов и алгоритмов для формирования текста внешнеторгового контракта и создание системы его мониторинга на основе массивов данных и заданных ограничений и параметров.

В предлагаемой системе предусмотрено 3 базовых этапа: выбор партнера, формирование контракта и мониторинг исполнения. Основными аналитическими инструментами в моделировании служат технологии интеллектуального анализа и больших данных¹. Непосредственно общий алгоритм анализа разделен на несколько этапов, каждый из которых привязан к одному или нескольким разделам внешнеторгового контракта. На каждом из этапов ставятся следующие верхнеуровневые задачи:

Раздел контракта	Задачи моделирования на данном этапе
Преамбула	Формирование юр. адресов. и банковских реквизитов
Предмет и кол-во	*входной параметр*
Цена и общ. сумма	Определение мировой цены и приведение к контракту
Сроки поставки	*входной параметр*
Условия платежа	Формирование наиболее выгодной схемы расчетов (выбор метода платежа и контрагентов)
Сдача-приемка	Определение условия по типовому контракту
Арбитраж	Выбор наиболее благоприятной юрисдикции

И прочие разделы, не рассмотренные в рамках данной модели

Представленные выше разделы являются ключевыми, так как содержат коммерческие параметры и другие условия, который могут существенно влиять на будущую экономическую выгоду от заключения контракта. Помимо самого контракта отдельное внимание уделено этапам выбора торгового партнера, чьи характеристики также влияют на то, каким образом будет формироваться контракт, и мониторингу исполнения после его заключения.

Предлагаемая модель в совокупности позволяет автоматизировать полный цикл контрактной деятельности с момента принятия решения о покупке/продаже товара до момента полного исполнения сторонами своих обязательств. Необходимость внедрения интеллектуальных систем анализа данных объясняется высокой ценностью, скрытой в информации. Предлагаемая связка математических моделей позволит не только извлечь ценность из имеющихся данных, но и получить синергии от комбинирования уже имеющийся информации с открытой благодаря выявлению скрытых связей.

Основная структура, объединяющая все модели в единый алгоритм, может быть реализована с помощью цепи Петри². Особое внимание уделяется алгоритмическим условиям перехода между звеньями цепи (например, от звена «страна» к звену «партнер»). В конце каждого соответствующего блока будут предложены сформулированные авторами условия перехода, заданные в четких математических терминах. Данные условия являются ключевыми в алгоритме моделирования внешнеторгового контракта, так как напрямую влияют на формируемые управленческие решения, которые генерирует модель.

Первый этап работы модели – выбора страны. Задача этапа – отсеять страны, которые не проходят хотя бы по одному критерию:

1. Присутствие или высокий риск введения внешнеторговых ограничений, касающихся экспортируемого/импортируемого товара.
2. Присутствия явных признаков макроэкономической нестабильности.
3. Наличие геополитических обострений между странами.



4. Ограничения, существенно усложняющие или делающие платежный оборот рискованным.

На первом этапе необходимо проверить наличие ограничений. В модели это реализуется при помощи проверки специализированных реестров. Например, портал внешнеэкономической деятельности ежемесячно обновляет реестр ограничений для российских товаров на зарубежных рынках³.

На втором этапе производится анализ, позволяющий выявить наличие серьезных макроэкономических отклонений внутри страны. Для этого производится прогнозирование ключевых показателей с использованием адаптивной математической модели прогнозирования Тригга-Лича⁴. В качестве источника макроэкономической информации авторы предлагают использовать базы данных Всемирного Банка⁵. Представленная база данных помимо обширного набора индикаторов также располагает API⁶, что значительно упрощает задачу автоматизации, поиска и выгрузки необходимых для анализа данных.

Предложенный авторами алгоритм прогнозирования Тригга-Лича наилучшим образом подходит для прогнозирования временных рядов с возможными резкими изменениями и скачками, которые могут возникать в рядах макроэкономических показателей в условиях неопределенности. Особенность данной модели заключается в наличии так называемого «следающего контроля⁷», который позволяет модели незамедлительно адаптироваться к изменениям в структуре ряда. Подобная математическая модель с адаптивными параметрами адаптации позволяет, в отличие от других прогнозных моделей, автоматически преодолевать ряд проблем, связанных с анализируемыми большими данными:

1. Появление или изменение тренда в рядах данных.
2. Появление или смещение сезонности.
3. Полное изменение в структуре анализируемых данных.

Применительно к решению задачи, поставленной авторами, т.е. прогнозирование макроэкономических показателей, модель функционирует следующим образом:

Считается параметр сглаживания: $K_t = \frac{\hat{e}_t}{\hat{\sigma}}$, который формируется из сглаженной ошибки прогноза: $\hat{e}_t = (1 - \nu)e_{t-1} + \nu e_t$
сглаженного модуля ошибки прогноза: $\tilde{e}_t = (1 - \gamma)e_{t-1} + \gamma|e_t|$

В модели Тригга-Лича, модуль контрольного сигнала используется в качестве параметра сглаживания в текущий момент t: $\alpha_t = |K_t|$

Данный подход может быть использован в любой модели экспоненциального сглаживания. Выбор модели, по мнению авторов, целесообразно осуществлять для каждого временного ряда индивидуально, используя в качестве критерия наименьшую ошибку по историческим данным (10 лет для годовых и полугодовых данных, 5 лет – для квартальных и месячных).

Третий этап посвящен индикации геополитических проблем. Данный этап вынесен в отдельную ступень, так как геополитические обострения могут не находить отражения в количественных макропоказателях. Например, обострение отношений между США и Ираном не оказало видимого влияния на макропоказатели страны, тем не менее очевидно, что подобный период не является лучшим моментом для начала международного бизнеса. Для включения подобных событий в общий анализ модели авторами предлагается использовать специальный семантический алгоритм⁸. Данный алгоритм позволяет выявлять необходимые события за счет мониторинга ключевых слов в новостных лентах. Условием перехода для данного этапа является прохождение 4 вышеуказанных тестов.

В каждой подходящей стране может быть несколько поставщиков (покупателей), следовательно, необходимо выбрать наиболее надежного из них. Так как платежеспособность во многом может зависеть от факторов, не отраженных в финансовой отчетности и, следовательно, опираться на них представляется нецелесообразным, авторы предлагают основывать выбор на базе его общей финансовой отчетности. Наиболее подходящим математическо-финансовым инструментом для этого авторы считают Altman Z-score Model⁹. Данный инструмент позволяет определить присутствует ли вероятность дефолта у рассматриваемого субъекта на основании финансовых данных.

Для технической реализации данного функционала внутри модели в первую очередь необходимо получить и преобразовать отчетность необходимой компании в машинный текст. В качестве источника можно использовать СПАРК-Интерфакс¹⁰, EDGAR¹¹ и прочие аналогичные системы. Более того, данные системы предоставляют отчетность в машиночитаемом формате, что устраняет необходимость дополнительной обработки полученной отчетности.

После получения финансовой отчетности, рассчитывается показатель:

$$\text{Altman } Z - \text{score} = 1.2A + 1.4B + 3.3C + 0.6D + 1.0E,$$

в котором переменные заданы следующим образом:

A = рабочий капитал / совокупные активы

B = нераспределенная прибыль / совокупные активы

C = EBIT / совокупные активы

D = рыночная стоимость акционерного капитала / совокупные обязательства

E = продажи / совокупные активы

Интерпретация полученного коэффициента для целей внешнеторгового сотрудничества:

< 1.8 – контрагент на грани банкротства (сотрудничество невозможно),

1.8 – 2.5 – контрагент имеет финансовые затруднения (сотрудничество не рекомендуется),

2.5 – 3.0 – контрагент имеет среднее финансовое положение (сотрудничество возможно),



> 3.0 – финансовое состояние компании стабильное (сотрудничество рекомендуется).

Стоит отметить зависимость данного коэффициента от рыночной стоимости акционерного капитала. С учетом нестабильной динамики биржевых котировок, авторами рекомендуется использование показателя 52-week-high или среднегодового значения стоимости рыночного капитала для исключения спекулятивного фактора и получения более стабильных оценок финансового состояния.

Условие перехода – значение показателя в диапазоне: 2.5 - +?

Приведем пример функционирования модели на реальных данных. Предположим, что необходимо сделать выбор между двумя производителями полупроводников. Предположим, что выбор производился на конец 2018 года:

Показатель / Компания	ChipMOS Technologies <i>тыс. NT\$</i>	Qualcomm <i>млн USD</i>
Совокупные активы	33,133,718	32,718
Совокупные обязательства	15,062,907	31,911
Рабочий капитал	6,697,948	6,148
Нераспределенная прибыль	5,104,542	542
ЕВИТ	2,099,721	621
Рыночная стоимость акционерного капитала	26,171,500	102,000
Продажи	18,480,027	22,611
Altman Z-score	2.27	2.92

Модель сразу же распознала шаткое финансовое положение небольшой тайваньской компании ChipMOS и обозначила ее как слишком рискованную для сотрудничества. В то же время мировой лидер Qualcomm получил оценку выше среднего, но не стабильную. Модели удалось увидеть финансовые последствия кризиса, который компания пережила в 2018 году (в данный год были показаны достаточно плохие финансовые результаты).

Далее необходимо сформировать основу для будущего контракта, его рамочную форму. Задача этапа – найти файл с текстом типового контракта для необходимого товара (группы товаров), и использовать его для определения доступных условий контракта.

Стоит отметить, что во внешней торговле определенными группами товаров сложились устойчивые обычаи относительно условий рамочного контракта, применяемого почти всеми участниками рынка. Подобные контракты обычно называют «типовыми», а их формы размещают в формате pdf. или docx. на сайте профильных ассоциаций. Например, подобные контракты используют при торговле кофе, нефтью и рядом других продуктов.

Можно выделить ассоциации двух уровней – российские и международные. В большинстве случаев российские объединения используют контракты международных организаций. У портала ВЭИ есть реестр¹² подобных объединений, в котором можно осуществлять поиск по ТНВЭД¹³.

Таким образом, авторы предлагают использование алгоритма интеллектуального поиска¹⁴ информации и файлов.

В качестве рабочего инструмента, по мнению авторов, следует пользоваться готовыми надежными решениями (например ABBYY Intelligent Search¹⁵). Применение данного алгоритма к сайту организации и осуществление поиска по необходимому товару (коду ТНВЭД) позволит найти файл типового контракта и извлечь из него необходимые типовые условия, которые впоследствии будут применены к моделируемому контракту:

- Базисное условие поставки INCOTERMS.
- Требования к упаковке.
- Требования к наличию необходимых сертификатов.
- Включение специфических условий (например, опциона продавца).

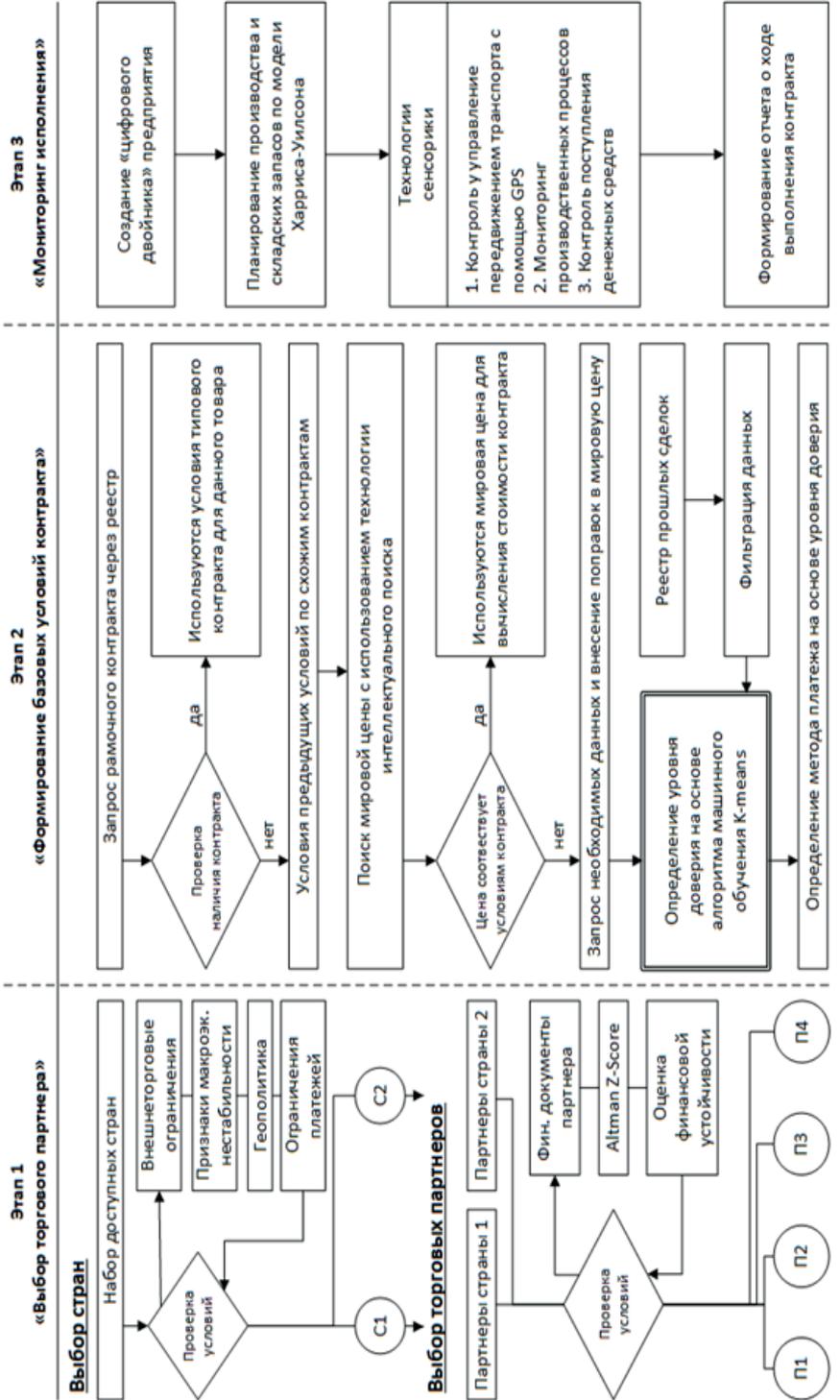
Один из наиболее сложных для согласования раздел контракта – условия платежа. Задача этапа – сформировать наиболее оптимальный с позиции затрат (в том числе альтернативных) метод платежа и определить финансовый институт, позволяющий осуществить данный платеж на наиболее выгодных условиях. Процесс можно условно разделить на 3 этапа, работающих параллельно:

1. Определение оптимального метода платежа.
2. Сбор информации о стоимости финансовых услуг.
3. Выбор наиболее оптимального метода платежа.



Рисунок 1

Интегрированная модель управления контрактными операциями



Если метод платежа был определен на более ранней стадии при формировании типового контракта, то приоритет отдается ему. В противном случае, определить наиболее приемлемый для заданного партнера метод платежа можно с использованием следующих алгоритмов, которые будут отличаться для импортера и экспортера.

Общий принцип работы предлагаемого алгоритма основан на использовании критерия доверия к каждому конкретному партнеру. Для решения задачи разделения партнеров на группы авторами предлагается использование алгоритма машинного обучения – Random forest¹⁶. В качестве входных данных – информацию о прошлых сделках, содержащую как минимум: цену сделки, количество сделок с этим контрагентом и общую сумму всех сделок и метод платежа. Возможно включение любых других дополнительных числовых параметров, основное условие – их наличие для всех представленных в реестре сделок.

Предложенный алгоритм машинного обучения позволяет разделить всех партнеров на набор групп по уровню доверия. Авторы предлагают следующий набор кластеров:

1. Аккредитив, предоплата – низкий уровень доверия между партнерами.
2. Документарное инкассо, оплата после отгрузки – средний уровень.
3. Открытый счет, банковский перевод – высокий уровень доверия.

Входной набор данных индексируется в соответствии с предложенными кластерами (каждой новой сделке присваивается номер кластера) и будет служить обучающей выборкой¹⁷. Так как непосредственно сам алгоритм достаточно сложен в математическом представлении и работает с применением случайных классификаторов, авторы предлагают использовать библиотеку scikit-learn¹⁸ для языка программирования python¹⁹. Алгоритм кластеризации на основе случайных деревьев реализуется с помощью функции `sklearn.ensemble.RandomForestClassifier` (*набор аргументов*).

Задача следующего этапа – определить денежную стоимость логистики исходя из базовых условий поставки, сформированных в рамочном контракте. Алгоритм получает на вход ряд параметров:

1. Пункт отправки и пункт назначения.
2. Базис поставки по актуальной редакции INKOTERMS.
3. Предпочитаемый вид транспорта (или отсутствие приоритета).
4. Временные ограничения (или отсутствие временных ограничений).

Алгоритм производит запросы по заданным параметрам на сайты экспедиторских организаций, у которых есть автоматические калькуляторы. Примером автоматического калькулятора является, например, World Freight Rates или WorldScale²⁰. В качестве альтернативного варианта возможна автоматическая рассылка с письмами-запросами на цену и автоматическая обработка с использованием ранее упомянутых семантических алгоритмов.



Задача следующего этапа – определить мировую цену наиболее приемлемым методом из доступных, а затем привести данную цену к условиям сформированного ранее контракта. Для определения мировой цены существует несколько источников мировых цен, которые представлены ниже по убыванию приоритета использования: справочники цен, это, как правило, публикуемые цены²¹ (справочные цены, биржевые котировки, цены приводимые в статистических справочниках, цены предложений).

Полученную мировую цену необходимо привести к условиям моделируемого контракта. Для этого производится ряд поправок²² на:

1. Условие поставки (вычитаются/прибавляются расходы).
2. Уторгование (вычитается возможная скидка).
3. Срок поставки (поправки на инфляцию/индекс потребительских цен).
4. Условие платежа (вычитаются/прибавляются доп. расходы/экономии).
5. Объем поставки (больше объем – меньше цена, и наоборот).
6. Прочие поправки (технично-экономические различия, скидки и т.д.).

В случае поставки уникального товара используется расчетная цена поставщика и предлагаемые им условия поставки. Первые 5 пунктов обязательны для внесения поправок в мировую цену.

После подписания контракта наступает особый этап контрактных операций – мониторинг исполнения. Традиционно, на предприятиях, ведущих внешнюю торговлю, данному этапу уделяется недостаточно внимания. Причины такого поведения объяснимы, процесс не является достаточно трудоемким и не является генерирующим выручку. Тем не менее, именно данный этап наиболее легко поддается автоматизации.

Авторы предлагают использовать инновационные методы сенсорики²³ для создания эффективного комплексного инструмента мониторинга исполнения контракта. Министерство цифрового развития включает данную технологию в число сквозных²⁴. Процесс автоматизации позволит вести мониторинг всех необходимых бизнес-процессов в режиме реального времени и своевременно выявлять возможные сложности.

Основная часть деятельности предприятия после заключения контракта – производство. Авторы предлагают использование математической модели Харриса-Уилсона²⁵ для планирования производства и обеспечения необходимого уровня складских запасов. Модель позволяет создать эффективный план производства для обеспечения высокого уровня операционной эффективности.

На этапе транспортировки предлагается использование GPS датчиков для мониторинга передвижения транспорта. Существенное отклонение от плана или маршрута передвижения может свидетельствовать о предстоящей задержке.

Высшей степенью цифрового планирования и контроля является технология «цифрового двойника²⁶». Данная технология позволяет с максимальной точностью

контролировать все производственные процессы предприятия, включать в планирование фактор возможных аварий, гибко адаптировать внутренние параметры под изменение внешних факторов. «Цифровой двойник» позволяет предприятию качественно повысить функцию планирования и значительно снизить риски, создаваемые случайными факторами.

На текущем этапе развития технологий в области внешней торговли еще невозможно создать автоматический центр принятия решений, однако рекомендательная система для менеджмента высокой точности уже может быть реализована с применением предлагаемой модели.

Авторы видят несколько препятствий, которые стоят на пути развития интеллектуальных управленческих технологий во внешней торговле. Во-первых, уникальность предлагаемых технологий и отсутствие практики их применения в области ВЭД вызывает ряд сложностей: сложно предвидеть, какие проблемы могут возникнуть в ходе реального функционирования и внедрения. Во-вторых, количественные математические модели очень чувствительны к набору используемых данных, их качеству и количеству. Следовательно, небольшие объемы данных, их недоступность или низкое качество могут сказаться на работоспособности модели и точности результатов (модели машинного обучения²⁷ особенно чувствительны к объему исходных данных). Единственным решением в данном случае является повышение культуры в области сбора, хранения и распространения данных (Data Management²⁸) для дальнейшего облегчения извлечения ценности из них. В дополнение к вышесказанному, требуется формирование универсальных баз данных, реестров и создание API к ним на государственном уровне. Подобный подход мог бы существенно увеличить доступность данных и удобство для разработчиков при работе с ними. Применение вышеуказанных мер позволит дать существенный толчок в развитии технологий машинного обучения и искусственного интеллекта в области внешнеторговой деятельности.

В данной статье авторами был описан механизм функционирования отдельных этапов моделирования внешнеторгового контракта в математических терминах. Общая структура модели построена с учетом ранее сформированных принципов моделирования, а математические модели выбраны с использованием авторских критериев соответствия²⁹. По мнению авторов, именно математическое и количественное обоснование управленческих решений, в число которых входит формирование условий внешнеторгового контракта, позволяет добиться высокой надежности в конечных результатах.

Предложенная авторами архитектура модели, состоящая из ряда независимых математических модулей позволит в будущем с легкостью адаптировать отдельные части моделей с учетом новых потребностей и технологий без необходимости внесения серьезных изменений в общую структуру. Данная модельная структура в дальнейшем может стать ядром для создания международной экосистемы внешней торговли с унифицированными правилами и протоколами.



Таким образом, в перспективе данную модель планируется расширить до полноценной внешнеторговой платформы полного цикла, которая обеспечит следующий функционал: мониторинг исполнения контракта, автоматический процессинг платежей, интеграция банковских сервисов, создание площадки продавцов и покупателей по группам товаров, автоматическая юридическая консультация. Подобный уровень автоматизации может коренным образом изменить механизм функционирования внешней торговли, повысить его прозрачность для контролирующих органов и самих участников торговых отношений.

ПРИМЕЧАНИЯ:

¹ Иванов В. В. Управление большими данными в международных контрактных и расчетных операциях / Иванов В. В. Саркисянц Ю. К. // Российский внешнеэкономический вестник. – 2018. – №12. – С. 98-114

² Иванов В. В. Ситуационное моделирование принятия решений в международных контрактных операциях / Иванов В. В. Саркисянц Ю. К. // Российский внешнеэкономический вестник. – 2019. – №9. – С. 80-94

³ Российский электронный реестр, в котором собраны ограничения, применяемые к российским товарам на зарубежных рынках. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://www.ved.gov.ru/rus_export/torg_exp/ (дата обращения 02.01.20)

⁴ Модель Тригга-Лича – математическая модель прогнозирования с адаптивными (динамическими) параметрами адаптации [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.coursera.org/lecture/trendy-klassifikatsii/2-6-sliediashchii-kontrol-modiel-trighgha-licha-RdlhX> (дата обращения 12.03.20)

⁵ Data Bank. International Debt Statistics [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://databank.worldbank.org/source/international-debt-statistics> (дата обращения 04.01.20)

⁶ API – Application Programming Interface – это набор готовых классов, функций, процедур и констант. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://wiki.rookee.ru/api/> (дата обращения 04.01.20)

⁷ Следящий контроль – инструмент мониторинга адаптивных моделей. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.coursera.org/lecture/trendy-klassifikatsii/2-6-sliediashchii-kontrol-modiel-trighgha-licha-RdlhX> (дата обращения 05.01.20)

⁸ Данный семантический алгоритм позволяет на основе частоты появления ключевых слов выявить вероятность некоторого события. В оригинальной версии применялся для прогнозирования инфляции. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://tjmf.econs.online/2018/4/inflation-forecasting-using-machine-learning-methods/> (дата обращения 12.01.20)

⁹ Altman Z-score Model - многофакторная скоринговая модель определения риска дефолта для публичных коммерческих компаний. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/altman.asp> (дата обращения 02.01.20)

¹⁰ СПАРК-Интерфакс – российская система проверки контрагентов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.spark-interfax.ru> (дата обращения 03.01.20)

¹¹ EDGAR – официальная американская система распространения финансовой информации. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.sec.gov/edgar/searchedgar/webusers.htm> (дата обращения 03.01.20)

¹² Реестр отраслевых союзов и объединений предпринимателей «Портала внешнеэкономической информации». [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://www.ved.gov.ru/unions_and_associations/ (дата обращения 09.01.20)

¹³ Торговая номенклатура внешнеэкономической деятельности. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosteststandart.ru/kody-tnved.html> URL: (дата обращения 09.01.20)

¹⁴ Интеллектуальный поиск – алгоритм поиска информации, основанный на методах семантического поиска с применением методов AI (искусственного интеллекта). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://it-scan.ru/organizaciya-elektronnogo-dokumentoooborota/sistemy-intellektual-nogo-poiska> (дата обращения 09.01.20)

¹⁵ АБВУУ Intelligent Search – система поиска информации в данных, использующая семантические алгоритмы, повышающие эффективность поиска данных, содержащих естественный язык. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.abbyu.com/ru-ru/isearch/> (дата обращения 10.01.20)

¹⁶ Random forest (случайный лес) – алгоритм машинного обучения, решающий задачу кластеризации. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://coderlessons.com/tutorials/python-technologies/uznaite-mashinnoe-obuchenie-s-python/algorithmy-klassifikatsii-sluchainyi-les> (дата обращения 19.01.20)

¹⁷ Обучающая выборка (training sample) – выборка, по которой производится настройка (оптимизация) параметров модели зависимости. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Выборка> (дата обращения 19.01.20)

¹⁸ Scikit-learn – библиотека для ЯП python, содержащая широкий набор инструментов для машинного обучения [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://scikit-learn.org/0.22/> (дата обращения 20.01.20)

¹⁹ Python – высокоуровневый объектно-ориентированный язык программирования с широким набором библиотек различного назначения [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.python.org> (дата обращения 19.01.20)

²⁰ World Freight Rates, World Scale – сайты, содержащие информацию о ставках фрахта различными видами транспорта [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://worldfreightrates.com/freight> (дата обращения 12.01.20) [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.worldscale.co.uk> (дата обращения 12.01.20)

²¹ Публикуемые цены – это цены, сообщаемые в специальных источниках, которые, как правило, отражают уровень мировых цен, т.е. экспортные цены, основных поставщиков данного товара и импортных цен в важнейших центрах импорта данного товара.

²² Кривокоченко Л. В., Рыбец Д. В., Савинов Ю. А., Сусанян К. Г., Холопов К. В. Организация и техника внешнеэкономических операций. - М.: ВАВТ Минэкономразвития России, 2016. С. 250-252

²³ Сенсорика (в технике) – совокупность методов и технологий использования первичных преобразователей для преобразования внешних воздействий и информации о фи-



зическом объекте или среде в цифровой сигнал, удобный для обработки. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://mylektsii.ru/8-107252.html> (дата обращения 25.01.20)

²⁴ Сквозные технологии – это передовые отрасли науки и техники, способные оказывать существенное влияние на развитие экономики. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/878/> (дата обращения 25.01.20)

²⁵ Harris Wilson (EOQ) Model – классическая математическая модель управления складскими запасами [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://abcsupplychain.com/en/eoq-wilson-formula-calculation/> (дата обращения 25.01.20)

²⁶ Цифровой двойник (digital twin) – цифровой аналог физического объекта, моделирующие внутренние процессы, технические характеристики и поведение объекта во внешней среде. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.cadfem-cis.ru/service/digital-twin/> (дата обращения 25.01.20)

²⁷ Машинное обучение – совокупность методов, алгоритмов и технологий, используемых в обучении с учителем и без него для создания моделей, оперирующих на основании опыта, полученного из имеющихся данных. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/machine-learning> (дата обращения 12.01.20)

²⁸ Data Management (Управление данными) – набор практик, архитектурных техник, инструментов для хранения, постоянного доступа и перемещения данных между различными структурами, которые обеспечивают достижение необходимых требований к их обработке и использованию в иных бизнес-процессах. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/dmi-data-management-and-integration> (дата обращения 12.01.20)

²⁹ Иванов В. В. Ситуационное моделирование принятия решений в международных контрактных операциях / Иванов В. В. Саркисянц Ю. К. // Российский внешнеэкономический вестник. – 2019. – №9. – С. 80-94

БИБЛИОГРАФИЯ:

Аксенов, К. А. Моделирование и принятие решений в организационно-технических системах: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / К. А. Аксенов, Н. В. Гончарова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 104 с.

Сапунов Г. Введение в машинное обучение / www.inten.to (14.02.2020)

Вьюгин В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования / Вьюгин В. – М.: МЦНМО, 2018. – 384 с.

Геоаналитика и геоанализ / <https://biconsult.ru/solutions/geoanalitika-i-geoanaliz>. (07.09.2019)

Гинзбург А. И. Экономический анализ: Предмет и методы. Моделирование ситуацией. Оценка управленческих решений: Учебник для вузов / А. И. Гинзбург – СПб.: Питер, 2011. – 448 с.

Горожанина И. Е. Нейронные сети / И. Е. Горожанина – Самара, ФГБОУ ВО ПГУТИ, 2017. – 84 с.

Горяинова Е.Р. Прикладные методы анализа статистических данных / Е.Р. Горяинова, А.Р. Панков, Е.Н. Платонов – М: Издательский дом Высшей школы экономики, 2012. – 310 с.



Долганова И. О. Моделирование бизнес-процессов / Долганова И. О. – М.: Юрайт, 2019. – 124 с.

Дэви С. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных / С. Дэви, Арно М. – С-Пб.: «Питер», 2019. – 336 с.

ИНТУИТ: Основы математического моделирования / <https://www.intuit.ru/studies/courses/66/66/info>. (24.02.2020)

Математические модели в экономике / Кольцов Н. С. www.linis.hse.ru (01.03.2020)

Маккини У. Python и анализ данных / У. Маккини – М: ДМК Пресс, 2015. – 482 с.

Модель Тригга-Лича / <https://www.kazedu.kz/referat/200077/1> (05.02.2020)

Никулина Н. О. Применение аппарата сетей Петри для моделирования экономических процессов / Н. О. Никулина, Е. Б. Старцева. – Уфа, 2001 – 32 с.

Обнаружение знаний в базах данных / <https://wiki.loginom.ru/articles/knowledge-discovery-in-databases.html>. (07.03.2020)

Хаяши Ф. Эконометрика / Ф. Хаяши – М: издательский дом «Дело», 2017. – 728 с.

Шитков В. Классификация, регрессия и другие алгоритмы Data Mining с использованием R / В. Шитков, К. Мостицкий / <https://ranalytics.github.io/data-mining/index.html>. (01.09.2019)

Discrete Choice Methods with Simulation / Train Kenneth. <https://eml.berkeley.edu/books/train1201.pdf>. (07.09.2019)

Smolan Rick / The human face of big data / Rick Smolan, 2012 – 58 p.

BIBLIOGRAPHY:

Aksenov, K. A. Modelirovanie i prinyatie reshenij v organizacionno-texnicheskix sistemax: uchebnoe posobie. V 2 ch. Ch. 1 / K. A. Aksenov, N. V. Goncharova. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2015. – 104 s.

Sapunov G. Vvedenie v mashinnoe obuchenie / www.inten.to (14.02.2020)

V`yugin V. Matematicheskie osnovy` mashinnogo obucheniya i prognozirovaniya / V`yugin V. – М.: МСЗНМО, 2018. – 384 с.

Geoanalitika i geoanaliz / <https://biconsult.ru/solutions/geoanalitika-i-geoanaliz>. (07.09.2019)

Ginzburg A. I. E`konomicheskij analiz: Predmet i metody`. Modelirovanie situacij. Ocenka upravlencheskix reshenij: Uchebnik dlya vuzov / A. I. Ginzburg – SPb.: Piter, 2011. - 448 с.

Gorozhanina I. E. Nejronny`e seti / I. E. Gorozhanina – Samara, FGBOU VO PGUTI, 2017. – 84 s.

Goryainova E. R. / Prikladny`e metody` analiza statisticheskix danny`x / E. R. Goryainova, A. R. Pankov, E. N. Platonov – М: Izdatel`skij dom Vy`sshej shkoly` e`konomiki, 2012. – 310 s.

Dolganova I. O. Modelirovanie biznes-processov / Dolganova I. O. – М.: Yurajt, 2019. – 124 s.

De`vi S. Osnovy` Data Science i Big Data. Python i nauka o danny`x / S. De`vi, Arno M. – S-Pb.: «Piter», 2019. – 336 s.

ИНТУИТ: Osnovy` matematicheskogo modelirovaniya / <https://www.intuit.ru/studies/courses/66/66/info>. (24.02.2020)

Matematicheskie modeli v e`konomike / Kol`czov N. S. www.linis.hse.ru (01.03.2020)



- Makkini U. Python i analiz danny`x / U. Makkini – M: DMK Press, 2015. – 482 s.
Model` Trigga-Licha / <https://www.kazedu.kz/referat/200077/1> (05.02.2020)
- Nikulina N. O. Primenenie apparata setej Petri dlya modelirovaniya e`konomicheskix processov / N. O. Nikulina, E. B. Starceva. – Ufa, 2001 – 32 s.
Obnaruzhenie znaniy v bazax danny`x / <https://wiki.loginom.ru/articles/knowledge-discovery-in-databases.html>. (07.03.2020)
- Xayashi F. E`konometrika / F. Xayashi – M: izdatel`skij dom «Delo», 2017. – 728 s.
Shitkov V. Klassifikaciya, regressiya i drugie algoritmy` Data Mining s ispol`zovaniem R / V. Shitkov, K. Masticzkij / <https://ranalytics.github.io/data-mining/index.html>. (01.09.2019)
- Discrete Choice Methods with Simulation / Train Kenneth. <https://eml.berkeley.edu/books/train1201.pdf>. (07.09.2019)
- Smolan Rick / The human face of big data / Rick Smolan, 2012 – 58 p.

