

На правах рукописи



Сомов Андрей Георгиевич

**Разработка методов и инструментов поддержки
принятия управленческих решений в организации
по внедрению инновационного продукта на основе нейронных сетей**

5.2.6. Менеджмент

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Санкт-Петербург
2023

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Научный руководитель: доктор экономических наук, профессор
Дуболазов Виктор Андреевич

Официальные оппоненты:
доктор экономических наук,
доцент,
Божко Леся Михайловна
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», профессор кафедры «Менеджмент и маркетинг»

доктор экономических наук,
профессор,
Коваленко Борис Борисович
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», профессор кафедры отраслевой экономики и финансов

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Защита состоится «30» июня 2023 год в 10:00 часов на заседании диссертационного совета У.5.2.6.20 федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (194021, г. Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50, корпус 50, аудитория 2405).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <https://www.spbstu.ru/> федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

Автореферат разослан «___» _____ 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат экономических наук

 Н.С. Алексеева

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования. В современном мире, на фоне становления цифровой экономики, нарастает динамика научно-технического развития и остро встает вопрос повышения эффективности экономической деятельности хозяйствующих субъектов. Одним из ответов на этот вызов является разработка комплекса методов и инструментов, реализованных и внедренных на практическом уровне, которые обеспечивают поддержку принятия эффективных управленческих решений. Данный комплекс методов и инструментов с необходимостью отвечает за анализ и мониторинг текущей экономической ситуации, постановку целей и задач деятельности хозяйствующего субъекта и их своевременную корректировку. Также он обеспечивает поиск альтернативных вариантов решения поставленной задачи и выбор наиболее оптимального решения, отвечает за реализацию и внедрение выбранного решения в жизнь, а также за мониторинг и проактивную адаптацию процесса реализации решения с течением времени.

В эпоху глобальной конкуренции и технологического лидерства вперед выходят новейшие инновационные разработки, основанные на методах искусственного интеллекта. Одним из методов искусственного интеллекта являются технология нейронных сетей, который в сфере поддержки принятия эффективных управленческих решений позволяет быстро обрабатывать и анализировать большие объемы информационных данных, также корректировать, формировать и восполнять информационные базы данных, при наличии неполных или частично отсутствующих экономических данных. Методы нейронных сетей обеспечивают построение экономической модели, включающей в себя большое количество взаимосвязанных экономических параметров, которая дает возможность выявлять неявные закономерности и тренды, скрытые в экономических данных, позволяет в короткое время скорректировать уже построенную экономическую модель согласно поступающим новым экономическим данным (т.е. реализовывать механизм постоянного дообучения модели). Что дает возможность разработать и поддерживать экономическую модель по внедрению инновационного продукта и выполнять прогнозирование потребности внедрения инновационного продукта с использованием предварительно разработанной экономической модели. Это определяет актуальность представленного диссертационного исследования, посвященного поддержке принятия эффективных управленческих решений в деятельности хозяйствующего субъекта по внедрению инновационного продукта с использованием нейронных сетей.

Степень изученности и разработанности научной проблемы. На сегодняшний день в российской и мировой науке представлено большое количество научных исследований в области теоретического и методического анализа и разработки методов и инструментов поддержки принятия эффективных управленческих решений.

Существенный вклад в разработку, развитие и внедрение методики поддержки принятия управленческих решений внесли такие ведущие

российские ученые-экономисты, как Анисимов В.Г., Глухов В.В., Дуболазов В.А., Ильинский А.А., Малышева Т.В., Силкина Г.Ю., Шинкевич А.И., Шинкевич М.В. и др.

Существенный вклад в теоретическую и научно-методическую базу инновационного развития экономики и экономических систем (в том числе по внедрению инновационного продукта) внесли такие российские ученые-экономисты, как Алексеева Н.С., Божко Л.М., Калинина О.В., Кобзев В.В., Коваленко Б.Б., Кудрявцева С.С., Кулибанова В.В., Лубнина А.А., Макаров В.М., Морозова М.А., Фадеев А.М., Харламова Т.Л., Цуканова О.А. и др.

К наиболее известным исследователям, рассматривающим вопросы моделей и методов искусственного интеллекта в экономике, можно отнести: Алейникова Н.А., Галимулина Ф.Ф., Крюкову А.А., Кузьмина Е.В. Матвеева М.Г. и др.

Проблемам, связанным с разработкой и реализацией методов принятия решений на основе нейронных сетей, посвящено достаточно публикаций, наиболее значимыми среди которых можно считать работы Барского А.Б., Круглова В.В., Ростовцева В. С., Ясницкого Л.Н., Bishop С., Murphy К.Р. и др.

При этом имеющиеся публикации не демонстрирует всестороннего подхода по разработке универсальных моделей поведения на слабоформализуемых и неформализуемых этапах управления, также при отсутствии полных или корректных экономических данных. Кроме того, остается не до конца решенным вопрос проактивной адаптации уже имеющихся моделей управления в условиях современной тенденции ускорения процессов внедрения цифровой экономики, а также усиления глобальной нестабильности экономики.

Исходя из этого, современная наука и практика поддержки принятия управленческих решений нуждается в продолжении исследований в данной области, направленных на теоретическое осмысление и обоснование практических подходов к повышению эффективности и адаптивности созданных экономических моделей в интересах хозяйствующих субъектов, государства и общества в целом.

Целью диссертационного исследования является разработка комплекса теоретических положений, методов, инструментов и практических рекомендаций, обеспечивающих поддержку принятия эффективных управленческих решений в организации по внедрению инновационного продукта на основе метода нейронных сетей.

Исходя из цели диссертационного исследования, были сформулированы следующие **задачи**:

1. Представить уточненную трактовку понятия метода поддержки принятия управленческих решений в экономических системах при помощи искусственного интеллекта.

2. Разработать алгоритм формирования и восполнения информационной базы с использованием методики искусственного интеллекта и выполнить выбор основных потенциальных мест внедрения инновационного продукта.

3. Разработать экономическую модель по внедрению инновационного продукта с использованием технологии нейронных сетей, на основе

сформированной и восполненной информационной базы и выбранных потенциальных мест внедрения инновационного продукта.

4. Провести разработку алгоритма и выполнить прогнозирование потребности внедрения инновационного продукта с использованием предварительно разработанной экономической модели, с учетом особенностей выбранных потенциальных мест внедрения и имеющихся экономических параметров модели.

5. Обосновать методический подход к учету культурных и страновых особенностей при внедрении инновационного продукта при наличии результатов прогнозирования для выбранных потенциальных мест внедрения продукта.

6. Предложить практические рекомендации, обеспечивающие поддержку принятия эффективных управленческих решений по внедрению инновационного продукта на основе использования метода нейронных сетей.

Объект исследования – организации, осуществляющие принятие управленческих решений по внедрению инновационного продукта на основе нейронных сетей.

Предметом исследования выступают управленческие процессы организации, обеспечивающие применение технологии нейронных сетей для поддержки принятия управленческих решений по внедрению инновационного продукта.

Теоретической основой исследования являются концептуальные положения в области теории принятия управленческих решений, относящиеся к цели и задачам диссертационного исследования, а также теоретические подходы, представленные в современной российской и зарубежной литературе по проблемам эффективных управленческих решений по внедрению инновационного продукта на основе искусственного интеллекта.

Методологическая основа исследования, сформированная на основе системного подхода, сравнительного и факторного анализа и использования логических, исторических и экономико-статистических методов, включает экономическую диагностику, сравнение, графическое отображение, группировки и обобщения, технологию нейронных сетей, эконометрические методы экономики.

Информационная база исследования основывается на информации, полученной из статистических изданий и баз данных (The World Bank, Atlas Media, UNCTAD и др.), научных публикаций российских и иностранных ученых, включая материалы международных и всероссийских конференций, отображающих актуальные тенденции и передовой опыт по исследуемой теме. Часть информации получена из экспертно-аналитических обзоров и материалов интернет-ресурсов (официальных сайтов), соответствующих объекту исследования.

Использованы дополнительно: материалы отечественных и зарубежных компаний в области инспекционно-досмотровых комплексов (ИДК), находящиеся в открытом доступе, отраслевая инструктивная документация, а также собственные расчеты соискателя, полученные в процессе исследования.

Научная новизна исследования заключается в развитии теоретических и методических положений в области принятия управленческих решений на основе алгоритмов и моделей, действующих на базе технологии нейронных сетей, и разработке инструментов и практических рекомендаций по эффективному использованию нейронных сетей при внедрении инновационного продукта.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем, представлены в следующих положениях:

1. Представлена уточненная трактовка понятия метода поддержки принятия управленческих решений в экономических системах при использовании нейронных сетей, которая обобщает современные теоретические взгляды на содержание и роль метода поддержки принятия управленческих решений в процессе ускорения внедрения цифровой экономики и инновационного развития экономики и общества.

2. Разработан алгоритм формирования и восполнения информационной базы при помощи метода нейронных сетей, с использованием экономических баз данных и выбранных основных потенциальных мест внедрения инновационного продукта.

3. Разработана общая экономическая модель по внедрению инновационного продукта с использованием технологии нейронных сетей, на основе сформированной и восполненной информационной базы, и выбранных потенциальных мест внедрения инновационного продукта, как базис для дальнейшей разработки и применения алгоритма прогнозирования.

4. Проведена разработка алгоритма и выполнено прогнозирование на его основе потребности внедрения инновационного продукта с использованием предварительно разработанной общей экономической модели, с учетом особенностей выбранных потенциальных мест внедрения инновационного продукта и имеющихся экономических параметров модели.

5. Обоснован методический подход к учету культурных и страновых особенностей в процессе внедрения инновационного продукта, при наличии разработанного алгоритма и результатов его прогнозирования, что позволяет адаптировать инновационный продукт согласно культурным особенностям и построить стратегию его внедрения.

6. Предложены практические рекомендации, обеспечивающие реализацию метода поддержки принятия эффективных управленческих решений по внедрению инновационного продукта на основе использования нейронных сетей.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии теоретических положений специальности менеджмент, включая дополнения и уточнения терминологического и структурного характера, в области метода поддержки принятия управленческих решений при помощи нейронных сетей для внедрения инновационного продукта.

Практическая значимость диссертационного исследования состоит в возможности использования положений диссертации в процессе разработки

алгоритмов по формированию и восполнению информационной базы, моделированию экономических систем, прогнозированию, учету социокультурных факторов при внедрении продукта. Результаты исследования после применения на практике позволят, в дальнейшем, провести сопоставления научного исследования по данной тематике. Материалы исследования могут быть также использованы в учебном процессе подготовки и переподготовки специалистов в области менеджмента, маркетинга и логистики. Также результаты данного диссертационного исследования частично внедрены в практическую деятельность российских компаний АО «Скантроник» и Холдинг «Росэлектроника», крупнейших в России по производству и обслуживанию рассмотренного в работе инновационного продукта.

Область исследования. Диссертационное исследование и научные результаты соответствуют Паспорту научной специальности 5.2.6. Менеджмент, в части пунктов: п. 5. Разработка теории и методов принятия решений в экономических и социальных системах. Системы искусственного интеллекта для поддержки принятия управленческих решений; п. 19. Управление инновациями. Инновационные способности фирмы. Управление организационными и технологическими инновациями. Межорганизационные формы управления инновациями; п. 27. Управление данными в организации. Применение методов искусственного интеллекта и «больших данных» в менеджменте.

Высокая степень достоверности и обоснованности результатов исследования обусловлена их непротиворечивостью и соответствием базовым положениям экономической науки в области принятия управленческих решений. Основные выводы и положения диссертации получены в результате проведенного автором аргументированного анализа и обоснованного применения современного методического инструментария.

Результаты исследования апробированы в ходе научно-практических и учебно-методических конференций, включая конференции с международным участием, таких как:

1. II Международная научно-практическая конференция «Тенденции развития логистики и управления цепями поставок в условиях цифровой экономики», 2021 г.;
2. XXI-я Российская научная конференция «Инжиниринг предприятий и управление знаниями» (ИП&УЗ), 2018 г.;
3. Научно-практическая конференция с международным участием «Инновационные кластеры цифровой экономики: драйверы развития» (ИНПРОМ), 2018 г.;
4. Научно-практическая и учебная конференция «Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли», 2018 и 2017 гг.;
5. XLVII «Неделя науки СПбПУ». Современные проблемы экономики, управления и торговли (ИПМЭиТ), 2018 г.;
6. II Международная научно-практическая конференция «Эффективность организации и управления промышленными предприятиями: проблемы и пути решения», 2018 г.;

7. International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE), 2018 г. и др.

Также результаты исследования опубликованы в ведущих российских изданиях и в изданиях, индексируемых в международных базах данных.

Публикация результатов исследования представлена в 17 научных работах, общий объем которых составляет 10,5 п.л., в т.ч. авторских – 7,7 п.л.; из них 8 работ – в изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ, и 1 работа – в издании, индексируемое в международной базе Scopus.

Структура диссертации отражает цель и последовательность решения сформулированных научных задач исследования и состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературных источников. Диссертация изложена на 150 страницах, содержит 19 таблиц и 62 рисунка; список литературных источников включает 160 наименований.

Введение посвящено обоснованию актуальности темы диссертационного исследования, анализу степени ее разработанности, определению цели, задач, объекта и предмета исследования, а также представлению научной новизны результатов проведенного исследования и обоснованию их теоретической и практической значимости.

В первой главе проанализированы теоретические представления о сущности метода поддержки принятия управленческих решений и его месте в управлении организацией. А также взгляды классических и современных школ менеджмента на процесс принятия управленческих решений. Выполнена постановка задач работы и уточнены основные особенности разработки методов и инструментов принятия решений в экономических системах с использованием нейронных сетей. Описаны характеристики и особенности внедряемого инновационного продукта.

Вторая глава посвящена разработке алгоритма формирования и восполнения информационной базы при помощи метода нейронных сетей, с использованием экономических баз данных и выбранных основных потенциальных мест внедрения инновационного продукта. Разработана общая экономическая модель внедрения инновационного продукта, на основе сформированной информационной базы, с использованием метода нейронных сетей.

В третьей главе проведено описание разработки алгоритма и выполнено прогнозирование с его помощью потребности внедрения инновационного продукта с использованием предварительно разработанной общей экономической модели, обоснован методический подход к учету культурных и страновых особенностей при внедрении инновационного продукта. Предложены практические рекомендации, обеспечивающие реализацию метода поддержки принятия эффективных управленческих решений по внедрению инновационного продукта на основе использования искусственного интеллекта.

В заключении изложены основные результаты, полученные в ходе исследования.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Представлена уточненная трактовка понятия метода поддержки принятия управленческих решений в экономических системах при использовании нейронных сетей, которая обобщает современные теоретические взгляды на содержание и роль метода поддержки принятия управленческих решений в процессе ускорения становления цифровой экономики и инновационного развития экономики и общества. Основная роль метода поддержки принятия управленческих решений — это обеспечить руководство организации инструментами для эффективного управления развитием организации в современных реалиях, т.е. обеспечить достижения целей и задач организации во все более конкурентной, зачастую внезапно меняющейся цифровой среде. Поэтому роль инструментов и методов способных быстро выявлять и реагировать на динамически нестабильную экономическую ситуацию, а также предлагающих неочевидные управленческие решения, исходя из непрерывно получаемой новой информации – чрезвычайно возрастает.

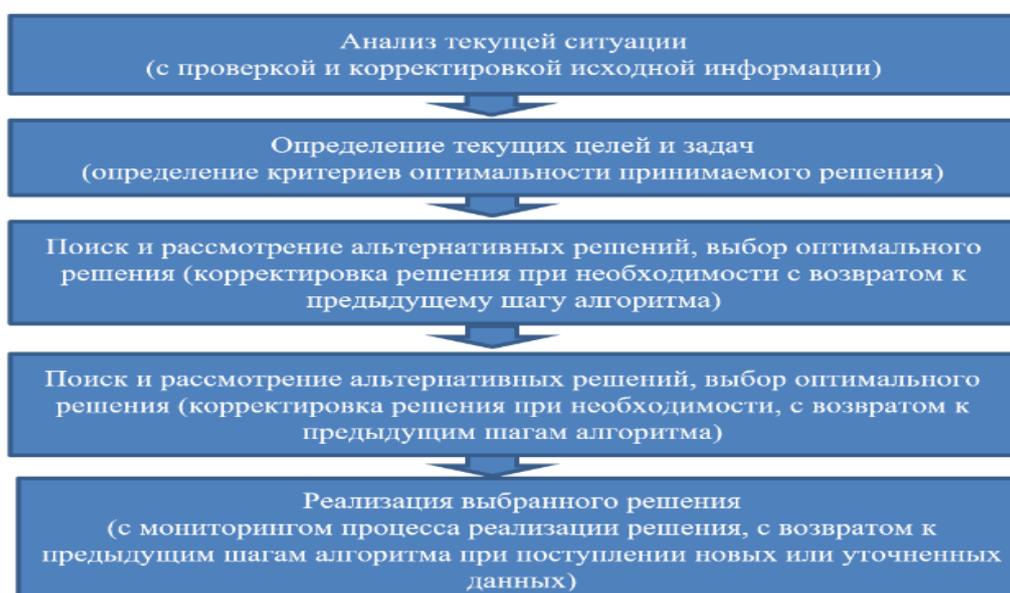


Рисунок 1 – Этапы методики принятия управленческих решений в экономических системах на основе нейронных сетей (разработано автором)

Методика принятия управленческих решений в экономических системах на основе искусственного интеллекта (нейронных сетей) включает в себя следующие этапы: анализ текущей ситуации (с проверкой корректности исходной информации), определение текущих целей и задач, определение оптимальности принимаемого решения, поиск и рассмотрение альтернативных решений, выбор оптимального решения (корректировка решения при необходимости, с возвратом к начальному этапу методики), реализация выбранного решения (с мониторингом временной эволюции экономической ситуации). Также, при наличии построенной экономической модели на основе искусственного интеллекта (нейронных сетей), проводится проверка,

корректировка и учет исходной и заново поступающей информации в режиме реального времени, что позволит своевременно, проактивно реагировать и адаптировать модель согласно поступающим новым входным данным модели (см. рисунок 1).

2. Разработан алгоритм формирования и восполнения информационной базы с использованием метода искусственного интеллекта, с использованием экономических данных и выбора основных потенциальных мест внедрения инновационного продукта. Основанная роль алгоритма формирования и восполнения информационной базы данных заключается в подготовке полной таблицы информационных данных для проведения моделирования при создании экономической модели. Запрос на создание данного алгоритма возникает из-за следующих проблем моделирования, имеющихся на сегодняшний день в экономических базах данных: неполнота информации (пропуски или отсутствие информации), некорректность информации (ошибки в данных – «выбросы», нулевые значения и др.), устаревшая информация (экономические данные зачастую являются устаревшими на 2-3 года или более, на текущий момент проведения исследования).

Проанализируем работу разработанного алгоритма по формированию и восполнению информационной базы (рисунок 2). На первом этапе работы алгоритма выбирается перечень мест внедрения инновационного продукта, далее определяются прямые или косвенные параметры для каждого конкретного места внедрения (т.е. для мест внедрения у которых отсутствуют прямые параметры подбираются начальные косвенные экономические параметры). Проводится первичная коррекция прямых экономических данных, устраняются выбросы, нули данных и небольшие пропуски в данных, при помощи классических методов аппроксимации временных рядов или при использовании нейронных сетей (на данном этапе нейронные сети предпочтительны при первичной коррекции данных если объем анализируемых данных относительно большой, для малого объема информационных данных предпочтительней использовать классические методы аппроксимации). Если же присутствуют большие пропуски в таблице прямых экономических данных или есть отсутствующие целые строки в данных, то в рамках составленного алгоритма (рисунок 2) подбирается первичный набор косвенных экономических параметров с помощью которого обучается нейронная сеть (данные косвенные параметры также в свою очередь проходят через процедуру первичной коррекции данных), далее создается циклический процесс (цикл алгоритма) перебора косвенных экономических параметров для нейросетевой модели, пока ошибка результата моделирования не удовлетворит заданным оптимальным условиям ($R > 0.8-0.9$). На следующем этапе экономические данные экстраполируются до текущего момента времени (на текущий год), т.к. обычно имеющиеся экономические данные являются устаревшими на 2-3 года или более. Экстраполяция данных в данном алгоритме (рисунок 2) проводится стандартными методами эконометрики (ARIMA) или методом нейронных сетей (нейронные сети предпочтительны при экстраполяции данных если объем анализируемых данных относительно большой, для малого

объёма информационных данных предпочтительней использовать классические методы экстраполяции), которые обучаются на имеющихся (устаревших) временных рядах и после обучения нейросетевая модель дает прогноз данного временного ряда вперед на 2-3 года.

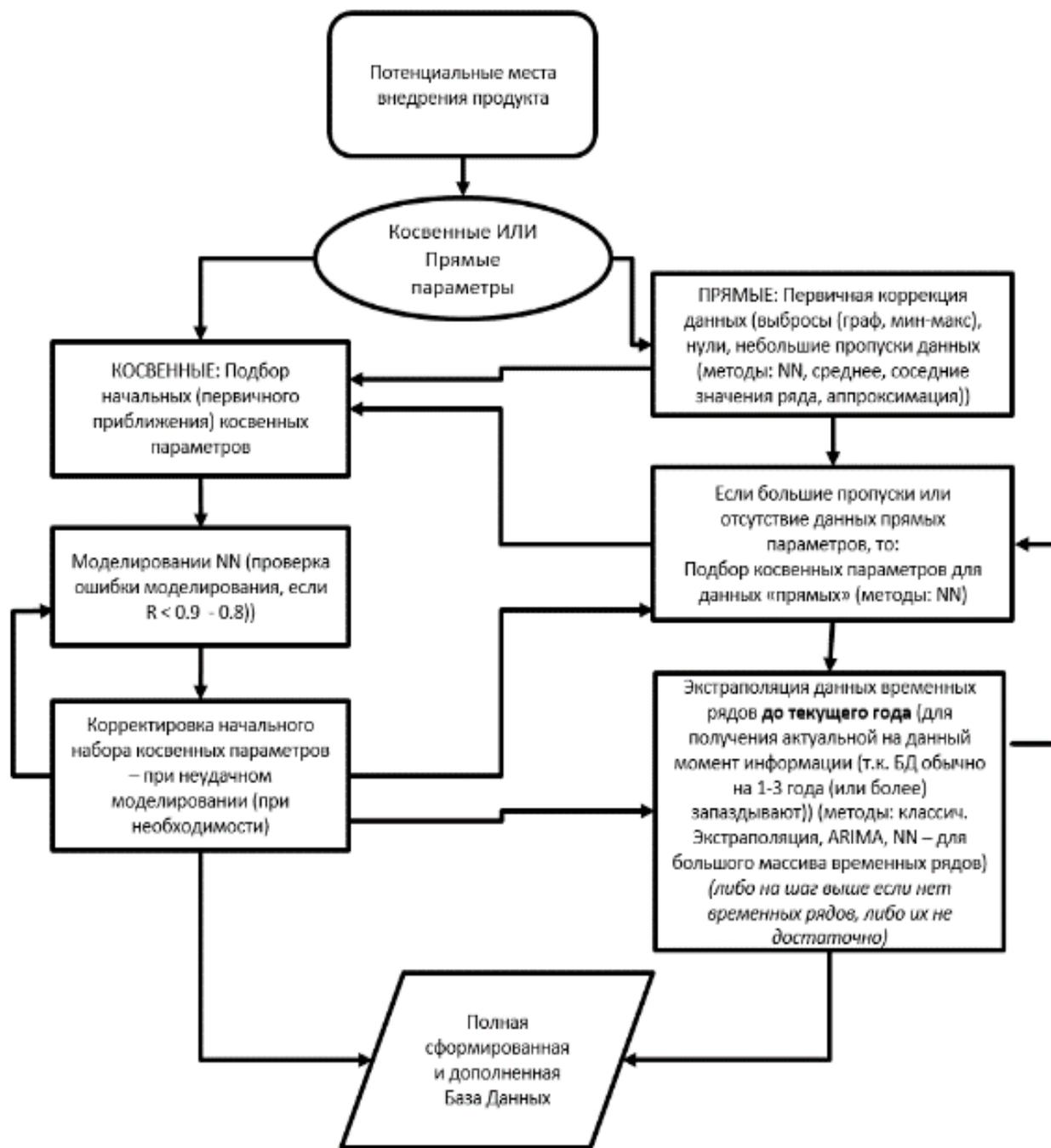


Рисунок 2 – Алгоритм формирования и восполнения информационной базы с использованием методики искусственного интеллекта (нейронных сетей) (разработано автором)

Аналогичная последовательность действий повторяется для второй ветки алгоритма с изначально выбранными косвенными параметрами (когда нет возможности выбрать прямые экономические параметры мест внедрения инновационного продукта). Далее исходя из результатов ошибки моделирования

(работы алгоритма) принимается решение убрать или добавить косвенный экономический параметр и далее уже с новым набором косвенных данных снова запускается цикл обучения модели. Если же возникает ситуация не достижения искомой точности моделирования из-за того, что перебор всех имеющихся косвенных параметров не дает нужной точности моделирования, то принимается решение о выборе самой лучшей (оптимальной) модели из всей совокупности экспериментов по моделированию, либо проводится разбиение (группировка) таблицы исходных данных на группы (обычно две или три) и далее проводится тот же самый описанный выше цикл перебора и обучения модели для каждой из выделенных групп данных.

Проанализируем работу алгоритма (рисунок 2) с момента выбора мест внедрения инновационного продукта. Исходя из специфики данного оборудования и мировой практики его применения был выделен перечень потенциальных мест внедрения инновационного продукта — инспекционно-досмотровых комплексов по странам мира, а именно: морские порты, аэропорты, приграничные автомобильные пункты пропуска (ППП), атомные электростанции (АЭС), вертолетные порты, железнодорожные пункты пропуска/досмотра (крупные ЖД вокзалы и склады), автомобильные логистические центры, крупные стратегические и ведущие предприятия (производства), пригородные автомобильные пункты досмотра/пропуска, военные объекты/базы, крупные тепловые электростанции, крупные речные порты, гидроэлектростанции, стратегические и культурные объекты (крупные мосты, сооружения исторической значимости).

Например один из прямых экономических параметров внедрения инновационного продукта – количество автомобильных пунктов пропуска (ППП) имеется в экономических базах данных не для всего перечня исследуемых стран, поэтому для количественной оценки и восполнения информационной базы по данной величине, для всего рассматриваемого набора стран необходимо определить начальный набор косвенных экономических параметров связанных искомой величиной (начальные косвенные параметры алгоритма (входные параметры): ВВП страны, число населения, площадь территории). При моделировании данной задачи был использован метод нейронных сетей, выходным параметром является искомая величина – количество приграничных пунктов пропуска (ППП). При моделировании данной задачи оптимальным количеством нейронов в скрытом слое сети – десять, в качестве алгоритма обучения использован алгоритм Левенберга-Марквардта (LMA). В результате проведенного моделирования для получения восполненной таблицы количества приграничных пунктов пропуска (ППП) ошибка моделирования составила $R=0.89$. В результате применения полученной модели к новым данным получено расчетное количество пунктов ППП (прямой экономический параметр), исходя из предварительно отобранных экономических параметров стран: количество населения страны, площадь территории страны, ВВП страны. Из результатов работы алгоритма следует, что полученные значения для некоторых стран имеют более сильное отклонение от реального значения, это дает повод провести улучшение модели путем поиска более оптимального набора косвенных

параметров модели (например, добавить еще в модель такие характеристики (косвенные параметры) как: длина береговой линии, объем автомобильных перевозок, объем экспорта/импорта страны и т.п.). В ходе работы алгоритма (рисунок 2), после выбора начального набора данных проводится построение экономической модели для группы стран у которых присутствует информация (прямые параметры) о количестве ППП, и далее проводится обучение и моделирование при помощи построенной модели, которая применяется к оставшимся странам у которых имеется только набор косвенных параметров, но отсутствует прямая информация о количестве ППП. Если ошибка моделирования выше изначально заданного оптимального значения проводится дополнительный циклический выбор (добавление, исключение косвенного параметра) пока ошибка моделирования не достигнет требуемой величины. Таким образом происходит процедура восполнения информации о количестве ППП для всего перечня исследуемых стран (для каждого прямого параметра внедрения инновационного продукта).

Таким образом, представленный автором алгоритм позволяет при наличии первичной коррекции и экстраполяции данных и далее в циклическом процессе перебора экономических параметров (прямых и косвенных, см. рисунок 2), при использовании нейронных сетей и методов эконометрики, восполнить и сформировать полную базу данных, тем самым подготовить ее для дальнейшего экономического моделирования.

3. Разработана общая экономическая модель по внедрению инновационного продукта с использованием технологии нейронных сетей, на основе сформированной и восполненной информационной базы и выбранных потенциальных мест внедрения инновационного продукта, что является базисом для дальнейшей разработки алгоритма прогнозирования. Для разработки общей экономической модели по внедрению инновационного продукта используется предварительно сформированная и восполненная информационная база. При этом входными данными модели обучения нейронной сети являются в данном случае только косвенные параметры потенциальных мест внедрения инновационного продукта (прямые параметры являются выходными параметрами). Поэтому для подготовки к созданию общей экономической модели необходимо дополнить состав косвенных входных параметров модели (т.е. для имеющихся прямых параметров в рамках этой модели необходимо в циклическом процессе подобрать соответствующие косвенные параметры). Для этого, подбираются первичные косвенные параметры, для тех мест внедрения, для которых, не были подобраны эти параметры на этапе формирования информационной базы (рисунок 3). Далее, аналогично алгоритму формирования и восполнения информационной базы, для этих начальных косвенных параметров проводится коррекция данных, экстраполяция данных до текущего года, выполняется обучение нейронной сети по этим первичным косвенным параметрам и осуществляется циклический перебор косвенных параметров модели, пока ошибка моделирования не удовлетворит заданным условиям. Таким образом в результате работы

алгоритма, мы получаем «окончательный» набор косвенных параметров, который полностью (с точностью ошибки моделирования) соответствует перечню прямых параметров потенциальных мест внедрения продукта. На следующем этапе создается общая экономическая модель с помощью обучения нейронной сети по данным входным (косвенным) и выходным параметрам (прямым), при этом входными параметрами модели являются «окончательный» набор косвенных параметров (более 20-ти) полученный на этапе формирования и восполнения информационной базы и на этапе подготовки к созданию общей модели.

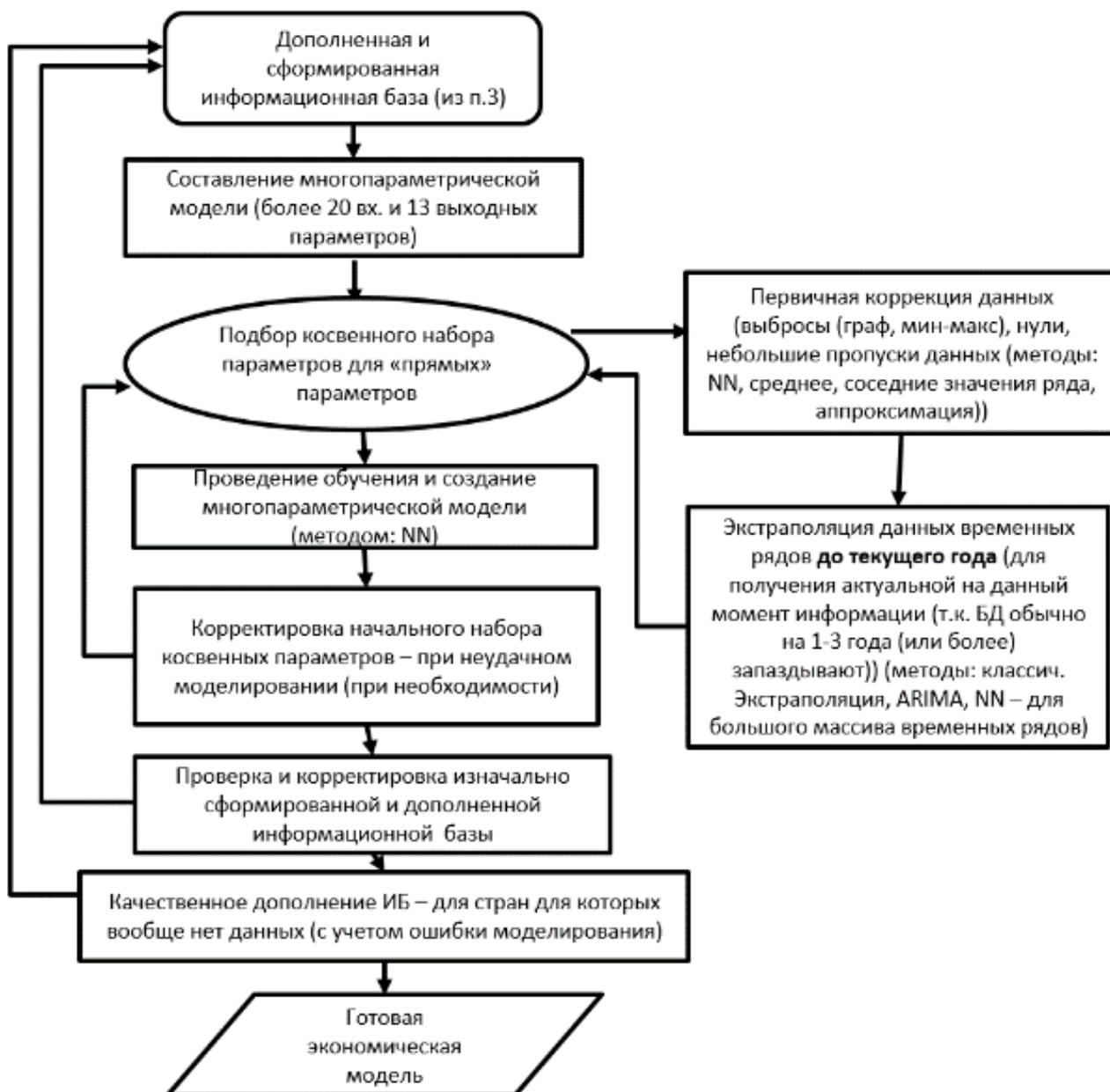


Рисунок 3 – Алгоритм создания экономической модели по внедрению инновационного продукта (разработано автором)

Выходными параметрами модели при обучении являются полученные потенциальные места внедрения инновационного продукта (только прямые параметры). Также в процессе обучения общей модели проводится

корректировка «окончательного» набора косвенных параметров, если результат моделирования показывает не удовлетворительный результат (см. рисунок 3), проверка и корректировка изначально сформированной и дополненной информационной базы. И что очень важно в рамках всей процедуры моделирования, есть возможность дополнения информационной базы для стран, для которых изначально нет вообще, либо очень мало информации, об прямых параметрах – посредством моделирования общей экономической модели нейронными сетями и применение этой модели к выше описанным странам.

Важным фактором при моделировании данной задачи является оптимальный выбор входных величин, изначально они выбираются из предварительно сформированной информационной базы, а также исходя из подготовки косвенных параметров к моделированию общей модели, и далее в процессе обучения модели, проводится проверка сходимости модели, контроль точности моделирования, принимается решение об удалении либо добавлении какого-либо из косвенных параметров модели.

Таким образом, на данном этапе разработана общая экономическая модель внедрения инновационного продукта, в ее рамках выполнен подбор косвенных входных экономических параметров модели, проведена корректировка информационной базы данных с учетом входных параметров, выполнено моделирование всей совокупности входных (косвенных) и выходных параметров (прямых), что является основой для использования разработанной экономической модели для целей прогнозирования потребности внедрения инновационного продукта.

4. Проведена разработка алгоритма и выполнено прогнозирование с его помощью потребности внедрения инновационного продукта с использованием предварительно разработанной общей экономической модели, с учетом особенностей выбранных потенциальных мест внедрения. Для проведения прогнозирования потребности внедрения инновационного продукта согласно разработанному алгоритму (рисунок 4) проводится экстраполяция косвенных экономических параметров, отобранных в процессе разработки общей экономической модели, до необходимого года (интересующий год прогнозирования). В качестве методов экстраполяции косвенных параметров используются инструменты эконометрики (ARIMA) и метод нейронных сетей (нейронные сети предпочтительны при экстраполяции данных если объем анализируемых данных относительно большой, для малого объема информационных данных предпочтительней использовать классические методы экстраполяции, либо ARIMA).

Проанализируем подробнее методику прогнозирования временных рядов при помощи нейронной сети (альтернатива методу прогнозирования ARIMA при больших объемах данных временных рядов). Необходимым условием проведения прогнозирования является наличие временного ряда достаточной длины. Основным этапом данной методики является подготовка и разбиение данных перед обучением их нейронной сетью. Данные подготавливаются (разбиваются) следующим образом: берется первые десять лет ряда (с 1981 по

1990 годы), причем данные за первые пять лет (с 1981 по 1985) располагаем в виде столбца (X)– это будут входные данные для обучения нейронной сети.

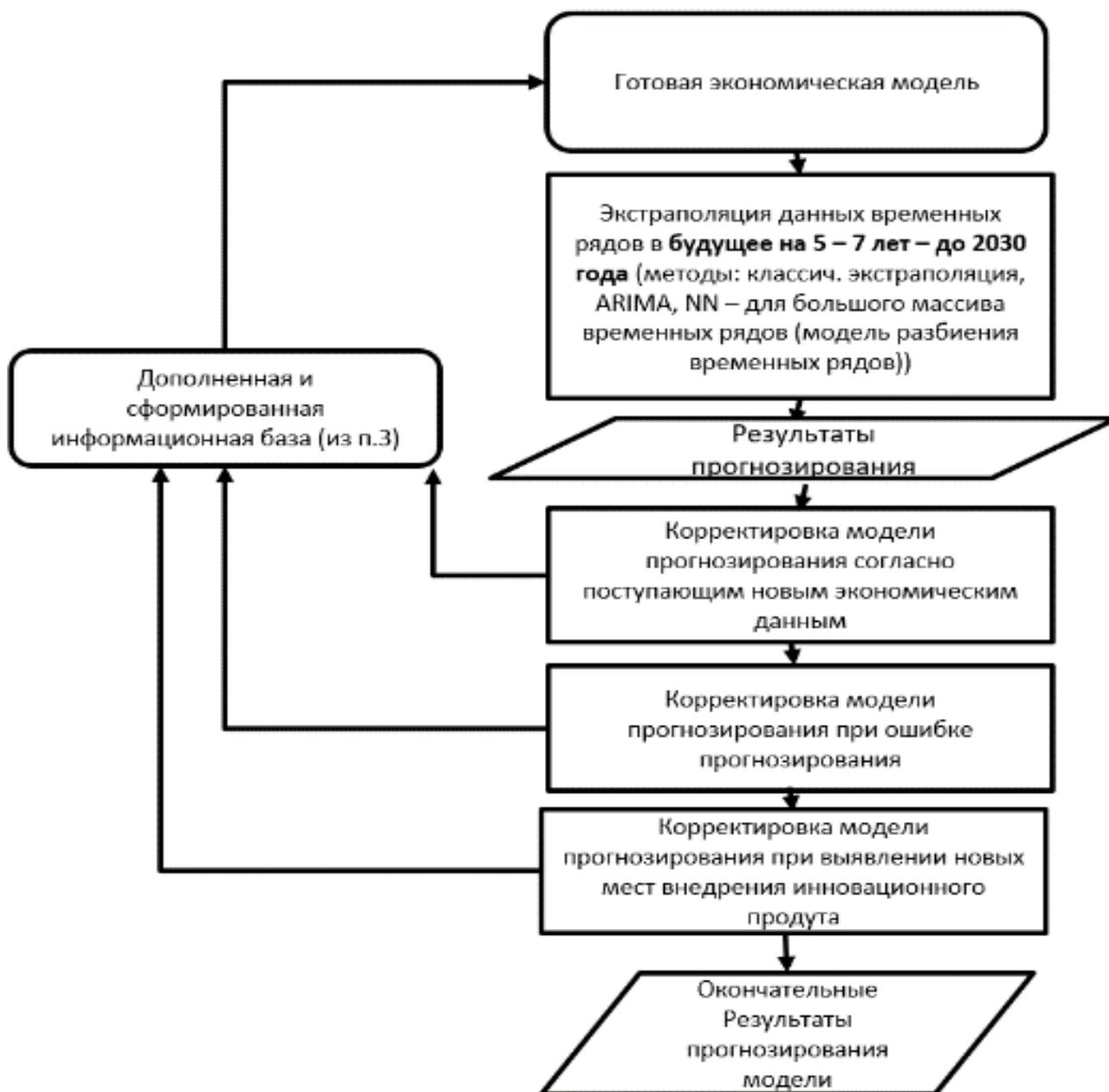


Рисунок 4 – Алгоритм прогнозирования потребности внедрения инновационного продукта с использованием предварительно разработанной экономической модели (разработано автором)

Данные за вторые пять лет (с 1986 по 1990) также располагаем в виде второго столбца (Y) – это будет выходной столбец данных обучения нейронной сети. Далее действуем аналогично для следующих десяти лет временного ряда (с 1990 по 2000), разбивая данные на два столбца и присовокупляя их снизу к уже полученным столбцам. И так далее, в результате (для 200 стран) мы получаем два столбца длиной около 1000 строк (X, Y). Для получения результата прогнозирования нейронной сетью, после обучения данной сети на таблице входных и выходных данных (X, Y), мы уже на вход обученной сети (X) подаем

выходной столбец (Y) и автоматически получаем прогноз всей совокупности временных рядов (для 200 стран) на пять лет вперед. При применении аналогично шага еще раз получаем уже прогноз временного ряда на десять лет вперед.

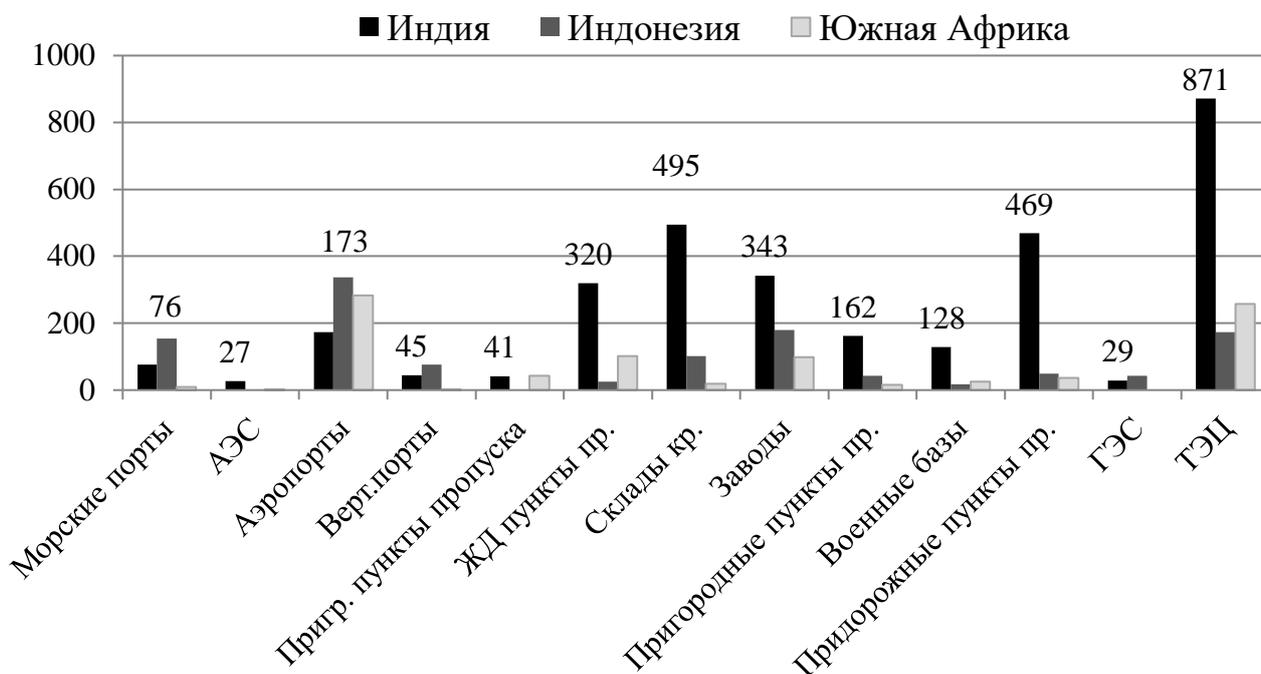


Рисунок 5 – Пример распределения количества потенциальных мест размещения продукта для разных типов ИДК, Индия, Индонезия и ЮАР (разработано автором)

При прогнозировании данных при помощи алгоритма (рисунок 4), в случае получения не совсем оптимальных результатов прогнозирования (большая изначальная ошибка моделирования) необходимо будет вернуться на один шаг назад, чтобы воспользоваться группировкой стран в группы со сходными экономическими параметрами, что улучшает сходимость моделирования и улучшает точности модели (часто достаточно сгруппировать страны по одному из следующих типов: Центральная Европа и страны Балтии, Восточная Азия и Тихий океан, ранние демографические страны, Европа и Центральная Азия, Европейский союз, бедные страны с крупной задолженностью (НИРС), Латинская Америка и Карибский бассейн, Ближний Восток и Северная Африка, наименее развитые страны по классификации ООН, страны с низким и средним уровнем дохода, Восточная Азия и Тихий океан (IDA & IBRD), Южная Азия (IDA & IBRD)).

Исходя из выбранной специфики группировки стран получается следующая специфика внедрения продукта, на высоко конкурентном сегменте необходимо разрабатывать продукт с максимальным количеством инноваций, либо быть лидером в рамках сегмента и добиваться успеха доступной ценой. На низко конкурентном сегменте инновационной составляющей продукта можно уделять несколько меньшее внимание. На таком сегменте больше вероятность успешности вывода продукта и меньше риски, но необходимо учитывать

покупательскую способность стран. На смешанном сегменте присутствует средняя конкуренция компаний, поставляющих системы ИДК, а покупательская способность стран выше.

Проанализируем различные типы (разновидности) мест внедрения ИДК для конкретных стран, на рисунке 5 показан представлено распределение количества разных типов ИДК для трех стран. На рисунке 6 представлены результаты прогнозирования потребности внедрения инновационного продукта для трех стран Индия, Индонезия и Южная Африка.

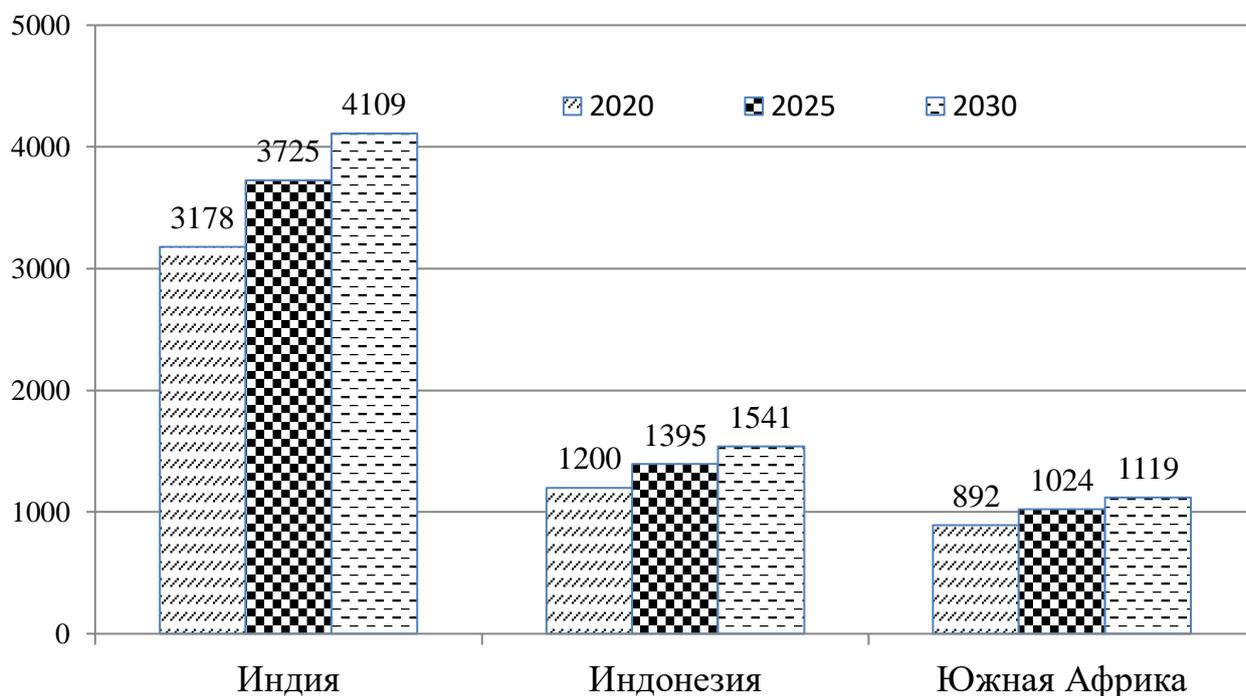


Рисунок 6 – Результат прогнозирования потенциального количества ИДК на 2025, 2030 годы, шт. (разработано автором)

Из анализа графика распределения по различным типам ИДК следует (см. рисунок 5), что для Индонезии наиболее перспективным для внедрения является тип аэропортных ИДК, для Индии ИДК размещенные на крупных заводах и электростанциях, для ЮАР наиболее потенциальными являются аэропортные системы ИДК, либо размещенные на крупных заводах. При этом для каждого типа ИДК необходимо разрабатывать собственную управленческую систему поддержки принятия решений, включающую модификацию продукта под конкретную страну и разработку стратегии внедрения.

Таким образом, на данном этапе разработана модель прогнозирования емкости международного рынка инновационного продукта ИДК при помощи построенного алгоритма (см. рисунок 4), в рамках алгоритма прогнозирование временных рядов проводилось методами ARIMA и авторской методикой прогнозирования временных рядов при помощи нейронной сети. А также алгоритм реализует функцию корректировки модели (переобучения модели) прогнозирования при поступлении новых данных.

5. Обоснован методический подход к учету культурных и страновых особенностей при внедрении инновационного продукта, при наличии разработанного алгоритма и результатов прогнозирования для каждого выбранного потенциального места внедрения. Методический подход к учету культурных и страновых особенностей при внедрении инновационного продукта имеет себе целью преактивно адаптировать сам продукт под культурные особенности, предпочтения и ожидания конкретной страны (например: комфортный стиль оборудования или аскетичный стиль, встраивание в локальную языковую сеть документооборота или в глобальную, локализация программного обеспечения продукта, адаптация и перевод приложений на локальный язык, учет лицензионных и гарантийных особенностей ПО и оборудования, подстройка веб поддержки и сервиса), адаптировать структуру и политику менеджмента на начальном этапе внедрения продукта (долгосрочные или краткосрочные договора, аутентичная программа маркетинга (брендинга), учет культуры принятия решений, культуры взаимоотношений и проведения переговоров, склонность к инновациям или консерватизм, учет религиозной направленности и приверженности традициям, предпочтений к достижениям или к качеству жизни), подстроить логистическую и инженерную поддержку и сопровождения продукта (решение вопроса по гарантийному ремонту и обслуживанию оборудованию разных производителей, обучение персонала локально или собственными специалистами производителя для ремонта и обслуживания оборудования ИДК, места расположения производства, закупки, хранения ЗИП для обслуживания и ремонта (локально или поставка из страны производителя)).

Анализ социокультурных индексов Г. Хофстеде для различных стран проводится с целью подготовки к внедрению инновационного продукта для конкретной страны по шести социокультурным индексам Г. Хофстеде, а именно: индекс дистанции власти (PDI), индивидуализм (IDV), мужественность (MAS), избегание неопределённости (UAI), долгосрочная ориентация (LTO), допущение (или индульгенция) (IVR). При этом, большое значение (величина) индекса «Indulgence (индульгенция)» говорит о более высоком ожидании клиентом комфортности оборудования. Относительно небольшие его значения отражают предпочтение к более аскетичному дизайну продукта. Данная информация дает возможность адаптации и модификации дизайна продукта под «культурные» запросы клиента. Индексы «Individualism (индивидуализм)» и «Power Distance (дистанции власти)» показывают, в том числе, каким образом принимаются решения в компаниях данной страны – одним человеком или группой людей, что важно при планировании формата переговоров по поставке оборудования и общей стратегии внедрения продукта для соответствующей страны.

Индекс «Long Term Orientation (долгосрочная ориентация)» показывает, насколько представители данной страны склонны к долгосрочному, либо краткосрочному планированию при принятии решений, что играет ключевую роль при согласовании сроков контракта и сроков гарантийного обслуживания оборудования. Значения культурных индексов также характеризуют величину склонности к инновациям, предпочтения к достижениям или к качеству жизни,

религиозную направленность мышления и приверженность традициям, строгие социальные нормы или наслаждение жизнью, и др. Также специфика данных культурных индексов широко используются при глобальном брендинге продукции и веб-разработках.

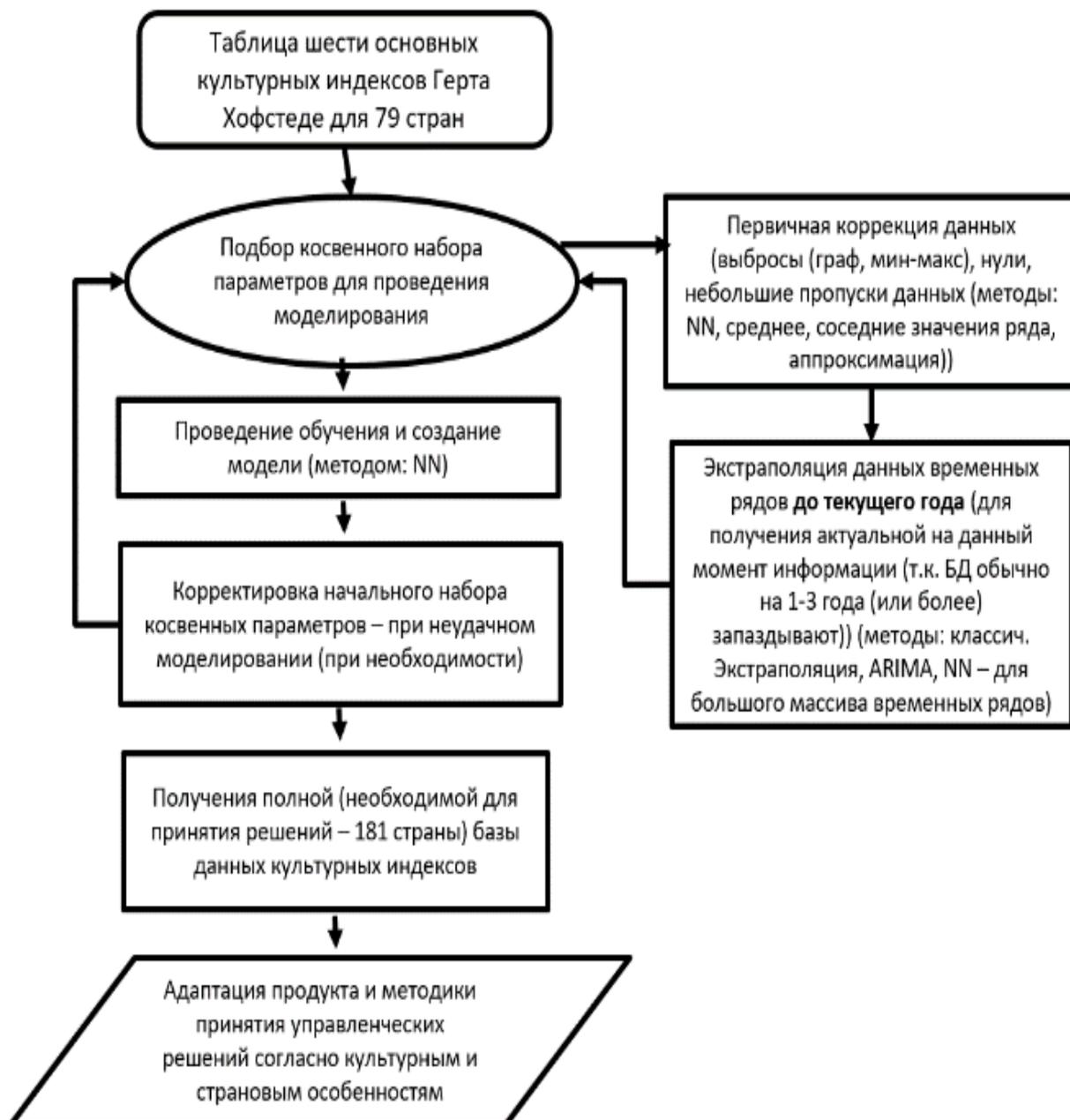


Рисунок 7 – Алгоритм методического подхода к учету культурных и страновых особенностей при внедрении инновационного продукта, при наличии разработанного алгоритма и результатов прогнозирования (разработано автором)

В таблице 1 представлены двадцать экономических параметров, по которым проводилось моделирование для построения алгоритма методического подхода к учету культурных и страновых особенностей методом нейронной сети. Начальные косвенные параметры выбраны из совокупности международных баз данных экономических параметров и далее перебираются в ходе работы цикла алгоритма (см. рисунок 7).

Таблица 1 – Перечень отобранных экономических параметров, используемых для моделирования в рамках алгоритма методического подхода к учету культурных и страновых особенностей при внедрении инновационного продукта (разработано автором)

Площадь территории суши, км. кв.	Население, млн. чел.	ВВП, долл. США	Экспорт, долл. США
Продолжительность жизни (средняя), лет.	Население городов, в % от общего насел.	Индекс Здоровья	Индекс детской смертности
Гендерный паритет в системе среднего образования	Уровень самоубийств	Биоразнообразие и среда обитания	Индекс свободы полит. прав
Индекс частной собственности	Индекс свободы религий	Индекс коррупции	Индекс дискриминации и в отношении меньшинств
Индекс Религиозной терпимости	Средний возраст женщин школьного возр.	Показатель зачисления детей в среднюю школу	Индекс свободы слова

Работа алгоритма методического подхода к учету культурных и страновых особенностей при внедрении инновационного продукта, включает следующие этапы (рисунок 7): на первом этапе с официального сайта Герта Хофстеде загружаются актуальные данные о культурных индексах (для 79 стран на данном сайте существует полный набор индексов, а для 96 стран – представлен неполный). На втором этапе проводится обучение нейронной сети (первый цикл обучения) на 79 полных данных с целью обучения нейронной сети зависимости культурных индексов между собой.

После применения уже обученной нейронной сети к таблице индексов – получаем данные для 17 стран с неполной таблицей индексов (т.е. на выходе получается таблица с полным набором данных для 96 стран). На третьем этапе подбираются начальные экономические параметры и далее в процессе работы цикла обучения модели (согласно алгоритму, на рис. 7) получаем набор параметров удовлетворяющих заданной ошибке моделирования (см. таблицу 1). В процессе подготовки к созданию модели также проводится нормировка данных для удобства обучения нейронной сети, таким образом, чтобы все входные экономические параметры находились в диапазоне значений от 0 до 100. После обучения нейросетевой модели (второй цикл обучения) по начальным данным (таблица 1), данная обученная модель применяется для моделирования культурных индексов для 85 новых стран (в итоге работы алгоритма получаем дополненную таблицу культурных индексов для 181 страны). На рисунке 8 приведен результат расчета культурных индексов для нескольких стран. Полученный результат имеет ошибку моделирования 0,857, что обуславливается параметрами модели и большим количеством взаимозависимых входных и выходных параметров модели (20 входных и 6 выходных).

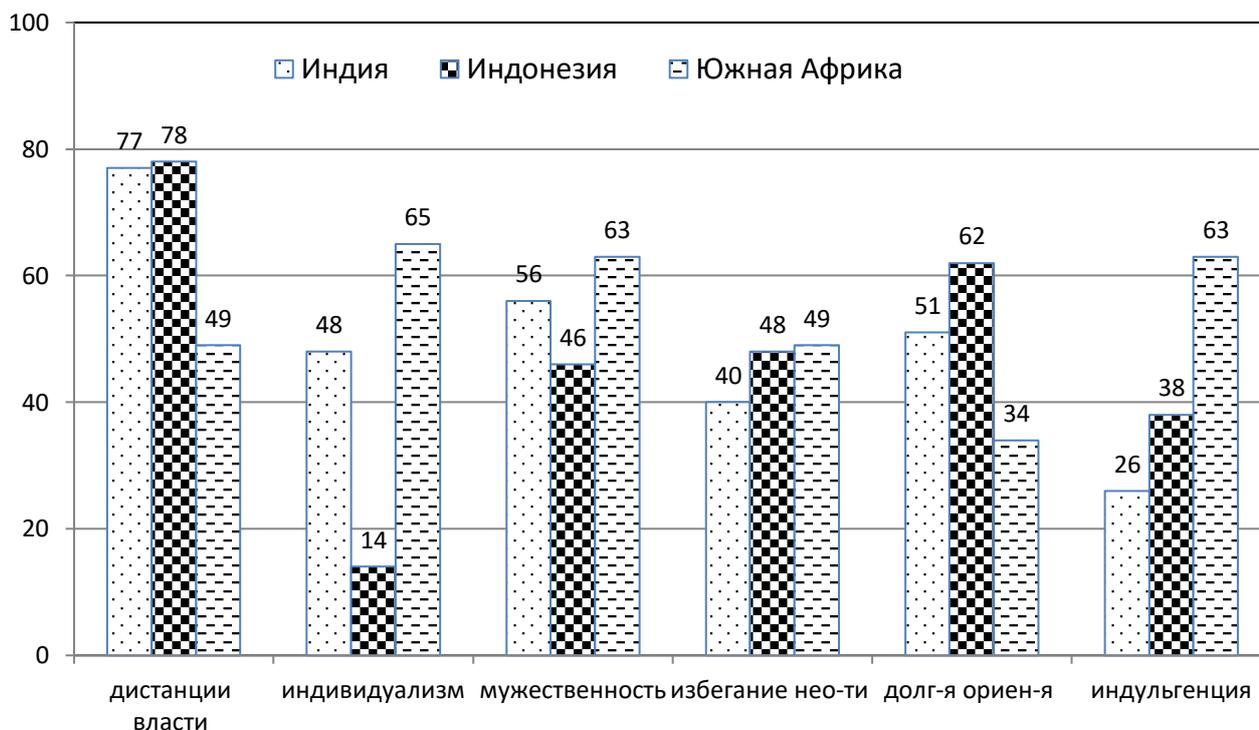


Рисунок 8 – Социокультурные индексы Хофстеде для Индии, Индонезии и ЮАР (разработано автором)

Таким образом, с использованием разработанного алгоритма методического подхода к учету культурных и страновых особенностей при внедрении инновационного продукта успешно проведено дополнение таблицы культурных индексов Хофстеде. Составлена таблица полных индексов для 181 страны (изначально были полные данные только для 79 стран мира). Что позволяет использовать новую полученную информацию для адаптации продукта под культурные особенности страны, а также реализовать оптимальную программу менеджмента при первоначальном внедрении продукта и выбрать корректную систему логистики при поддержке и сопровождении продукта.

6. Предложены практические рекомендации, обеспечивающие реализацию метода поддержки принятия эффективных управленческих решений по внедрению инновационного продукта на основе использования нейронных сетей. Анализируемый в диссертации инновационный продукт: инспекционно-досмотровые комплексы, с точки зрения используемых технических решений, представляют собой инновационный продукт, включающий в себя оборудование, программное обеспечение и сопровождающее его сервисное гарантийное и постгарантийное обслуживание. ИДК позволяют с высокой пропускной способностью анализировать содержимое транспортных средств и грузовых контейнеров при помощи рентгеновского излучения, т.е. без использования ручного досмотра. Существует широкая линейка базовых модификаций ИДК, также есть типовые разработки в зависимости от области их непосредственного территориального расположения,

а именно: стационарные, мобильные, ИДК для досмотра железнодорожных вагонов и поездов, для досмотра авиационных и морских контейнеров и т.д. Присутствует при этом возможность широкой адаптации (кастомизации) данного продукта в соответствии с методическим подходом к учету культурных и страновых особенностей (п. 5). Продукт в целом предназначен для реализации на глубоких B2B и B2G рынках. Первоначальный и конечный покупатель, как правило, не являются одним и тем же лицом. Для того, чтобы быть актуальным при внедрении данного продукта, необходимы постоянные разработки и вложения в области инноваций.

Характерными особенностями данного продукта являются:

1. длительный цикл изготовления, модернизации и адаптации инновационного продукта под конкретного потребителя, обычно от одного до трех лет;
2. длительный цикл заключения сделки, обычно около одного года;
3. длительный срок установки, наладки оборудования и обучения локального персонала, обычно от полугода и более;
4. невозможность быстрой передачи и освоения данной технологии производства;
5. необходимость послепродажного обслуживания и ремонта оборудования ИДК, обычно до двух лет после ввода его в эксплуатацию;
6. необходимость постоянной модернизации и обновления оборудования и программного обеспечения продукта.

Практические рекомендации в области разработки методов и инструментов поддержки принятия управленческих решений на основе искусственного интеллекта направлены на преодоление существующего методического отставания и обеспечение устойчивого экономического роста инновационных областей. В то же время, предлагаемый инструментарий в рамках разработки методов и инструментов поддержки принятия управленческих решений на основе искусственного интеллекта носит универсальный характер, что делает его востребованным, не только при рассматриваемом внедрении инновационного продукта - ИДК, но и также при внедрении других продуктов (прежде всего инновационного типа – как более востребованного). На базе управленческих решений на основе нейронных сетей могут быть сформированы устойчивые инновационные тренды, обеспечивающие их глобальную конкурентоспособность, повышение уровня жизни населения и поступательное развитие всего общества. Данный курс развития важен как для отдельной организации, так и в совокупности ведет к обеспечению стратегического развития национальной экономики, также к адаптации к современным экономическим условиям и совершенствованию всей хозяйственной системы.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного диссертационного исследования, посвященного разработке методов и инструментов поддержки принятия управленческих решений в организации на основе нейронных сетей, сделаны следующие выводы:

1. Представленная уточненная трактовка понятия метода поддержки принятия управленческих решений в экономических системах при использовании нейронных сетей, которая обобщает современные теоретические взгляды на содержание и роль данного метода поддержки принятия управленческих решений, показывает важность наличия таких факторов как: постоянный поиск альтернативных решений, проактивное реагирование на экономические изменения, посредством мониторинга и учета новопоступающих данных в экономической модели.

2. Посредством разработки алгоритма формирования и восполнения информационной базы при помощи методики нейронных сетей, с использованием экономических баз данных, предложено решение часто встречающегося базисного вопроса – неполных, некорректных, отсутствующих и устаревших начальных (исходных) данных об исследуемом экономическом объекте. Показан подход к выбору основных потенциальных мест внедрения инновационного продукта.

3. Разработанная экономическая модель по внедрению инновационного продукта с использованием технологии нейронных сетей, на основе сформированной и восполненной информационной базы и выбранных потенциальных мест внедрения инновационного продукта, показала широкие возможности по использованию данной модели в области прогнозирования поведения экономической системы, быстрое реагирование (адаптация) модели при получении новых данных, возможность анализа паттернов, трендов модели (при сравнении с другими моделями), возможность классификации (группировки) экономических параметров модели, переобучение модели при поступлении новых входных данных модели и др.

4. Разработанный алгоритм прогнозирования потребности внедрения инновационного продукта с использованием предварительно разработанной экономической модели, дает возможность заглянуть в предстоящее поведение экономической системы, при этом разработанный алгоритм также гибко адаптируется при поступлении новых или уточненных данных и перестраивает (улучшает) прогноз.

5. Обоснованный методический подход к учету культурных и страновых особенностей при внедрении инновационного продукта позволяет адаптировать инновационный продукт согласно культурным особенностям, а также построить управленческую стратегию при внедрении и дальнейшем обеспечении (функционировании) инновационного продукта с учетом имеющихся страновых и культурных отличий.

6. Предложенные практические рекомендации, обеспечивающие реализацию метода поддержки принятия эффективных управленческих решений по внедрению инновационного продукта на основе использования искусственного интеллекта (на примере ИДК – инновационного продукта, разрабатываемого российскими стратегическими компаниями АО «Скансервис», Холдинг «Росэлектроника»), обобщают характеристики самого инновационного продукта в рамках методов и инструментов поддержки принятия управленческих

решений, описывают особенности управленческой политики его внедрения и сопровождения.

7. Основным итогом диссертационного исследования стала разработка взаимосвязанных методов и инструментов поддержки принятия управленческих решений на основе нейронных сетей, которая включает в себя определение цели, постановку задач и принципов, выбор инструментов и методов исследования, а также практические рекомендации при их реализации.

В дальнейших исследованиях целесообразно: разработать систему поддержки принятия управленческих решений, интегрированную непосредственно к домену экономических баз данных (отечественных и международных), которая контролирует, получает, предварительно обрабатывает, анализирует и предоставляет результат решения в режиме реального времени.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Сомов А.Г. Современные инструменты поддержки принятия управленческих решений в организации по внедрению инновационного продукта на основе нейронных сетей // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – № 4. – С.235-239 (0,55/0,55 п.л.).

2. Сомов А.Г. Разработка методов и инструментов поддержки принятия управленческих решений на основе искусственного интеллекта // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 4. – С.305-308 (0,56/0,56 п.л.).

3. Сомов А.Г. Анализ влияния факторов занятости и числа патентов в области высоких технологий на экспорт продукции высоких технологий для некоторых стран // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 2 (127). – С.695-699 (0,62/0,62 п.л.).

4. Сомов А.Г. Исследование зависимости индекса логистической эффективности различных стран от грузооборота морских контейнеров // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 4. – С. 86-88 (0,6/0,6 п.л.).

5. 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. (0,68/0,4 п.л.).

6. Дуболазов В.А., Оспанов Д.Т., Сомов А.Г. Анализ и прогнозирование поведения агрегированного индекса логистической эффективности методом ARIMA // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 3 (104), С.1132-1136 (0,68/0,4 п.л.).

7. 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 (1,25/0,9 п.л.).

8. 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. 411-418 (1,06/0,8 п.л.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus:

9. Dubolazov V., Somov A. Interval approach of time series forecasting by neural networks for the decision support system // MATEC Web of Conferences. – 2018. – 170. – 01014 (0,5/0,3 п.л.).

Публикации в других изданиях:

10. Дуболазов В.А., Сомов А.Г. Формирование информационной базы для размещения инновационных продуктов с использованием нейронных сетей // Тенденции развития логистики и управления цепями поставок в условиях цифровой экономики: сборник трудов II Межд. научно-практ. конф., 2021. – С. 87-95 (0,55/0,4 п.л.).

11. Дуболазов В.А., Сомов А.Г. Методика прогнозирования данных и последующего их моделирования при помощи адаптивной системы нейро-нечеткого вывода ANFIS и метода временных рядов ARIMA // Информационные технологии моделирования и управления. – 2019. – Т.115. – №1. – С. 59-67 (0,6/0,4 п.л.).

12. 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 Межд. научно-практ. конф., 2018. – С.110-114 (0,3/0,2 п.л.).

13. Дуболазов В.А., Сомов А.Г. Анализ современных источников межстрановых экономических данных методом нейронных сетей // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конф. с межд. участием, 2018. – С. 474-476. (0,3/0,2 п.л.).

14. 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: сборник труд. научн. и учеб.-практ конф., 2018. – С.111-116 (0,44/0,3 п.л.).

15. Дуболазов В.А., Сомов А.Г. Создание нелинейных аппроксимаций современных экономических моделей методом нейронных сетей // Инновационные кластеры цифровой экономики: драйверы развития: труды научно-практ. конф. с межд. участием, 2018. – С.481-487 (0,31/0,2 п.л.).

16. Дуболазов В.А., Юсьма Ю.А., Сомов А.Г. Расчет полной таблицы культурных индексов Герта Хофстеде методом нейронных сетей // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2018): сборник научных трудов XXI рос. научной конф., 2018. – С45-50. (0,56/0,3 п.л.).

17. 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: сборник трудов научн. и учеб.-практ. конф., 2017. – Ч.1. – С. 340-350 (0,94/0,6 п.л.).