

Евтянова Д.В.

Искусственные нейронные сети как инструмент планирования экономического развития

Евтянова Дарья Вячеславовна — стажер-исследователь, кафедра стратегического планирования и экономической политики, факультет государственного управления, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, РФ.

E-mail: evtyanova@mail.ru

SPIN-код РИНЦ: [5948-4701](#)

ORCID ID: [0000-0002-0658-2684](#)

Аннотация

Математические модели, имитирующие сети нервных клеток живых организмов, активно используются в целях прогнозирования, но имеют потенциал и с точки зрения планирования. Искусственные нейронные сети могут представлять интерес в качестве платформы управления экономическими процессами. В статье рассмотрена эволюция планирования экономического развития, исследованы возможности применения искусственных нейронных сетей в целях планирования с точки зрения экономической кибернетики. Автор опирается на определение плана как алгоритма действий, согласованных во времени и пространстве и способных трансформировать систему. В статье нейронные сети были сопоставлены с основными законами кибернетики, были разграничены разные типы нейронных сетей и проанализированы цели их использования. В результате анализа сделан вывод о том, что искусственные нейронные сети прямого распространения могут быть использованы только в целях прогнозирования, так как они дают статистический средневзвешенный результат, а не точные вычисления. Рекуррентные нейронные сети возможно использовать для «предплана» или индикативного планирования; возможно брать отдельные показатели и рассматривать их в динамике, но эта модель чревата диспропорциями и перекосами в производстве. Индикативное планирование уже неактуально в условиях сложных систем и многообразия рынка. Показано, что для директивного и стратегического планирования экономического развития необходим алгоритм с прямой и обратной связью и вычислительный аппарат, который возможен только в случае синтеза нейронных сетей и динамической модели межотраслевого-межсекторного баланса, разработанной Н.И. Ведутой.

Ключевые слова:

Планирование, цифровая экономика, государственное регулирование, искусственные нейронные сети, стратегическое планирование, макроэкономика.

DOI: 10.24412/2070-1381-2021-84-207-220

Evtyanova D.V.

Artificial Neural Networks as a Tool for Economic Development Planning

Daria V. Evtyanova — Research Assistant, Department of Strategic Planning and Economic Policy, School of Public Administration, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation.

E-mail: evtyanova@mail.ru

ORCID ID: [0000-0002-0658-2684](#)

Abstract

Mathematical models that simulate the networks of nerve cells of living organisms are actively used for forecasting purposes, but they have the potential in terms of planning. Artificial neural networks may be of interest as a platform for managing economic processes. The article examines evolution of economic development planning, explores the possibilities of using artificial neural networks for planning purposes from economic cybernetics point of view. The author relies on the definition of a plan as an algorithm of actions coordinated in time and space, capable of transforming the system. Neural networks were compared with the basic laws of cybernetics in the article, different types of neural networks were demarcated and the purposes of their use were analyzed. It is concluded that feedforward artificial neural networks can only be used for forecasting purposes, since they give a statistical average weighted result, and not exact calculations. Recurrent neural networks can be used for “preplanning” or indicative planning. It is possible to take individual indicators and consider them in dynamics, but this model is fraught with disparities and distortions in production. The author concludes that indicative planning is no longer relevant in complex systems and market diversity. It is shown that the direct and feedback algorithm and the computing apparatus are necessary for directive and strategic planning of the economic development, this is possible only in the case of the synthesis of neural networks and the dynamic model of interbranch-intersectoral balance developed by N.I. Veduta.

Keywords

Planning, digital economy, government regulation, artificial neural networks, strategic planning, macroeconomics.

DOI: 10.24412/2070-1381-2021-84-207-220

Введение

Организация производства продукции и управления экономическими операциями — это сложный процесс, но применение искусственного интеллекта и автоматизация способны упростить процесс принятия решений. Стратегическое планирование — необходимый инструмент для выравнивания экономических пропорций и налаживания производственных цепочек связей между отраслями. Популярность искусственных нейронных сетей сегодня способна повлиять на выбор механизма планирования, его основу. В связи с чем крайне важно изучить возможности использования нейронных сетей с целью управления и использования в рамках стратегического планирования. Данная статья посвящена анализу искусственных нейронных сетей в контексте экономической кибернетики и дальнейшего использования этого инструмента для построения динамической модели межотраслевого баланса.

Эволюция планирования экономического развития

Для того чтобы понять, подходят ли искусственные нейронные сети для планирования, необходимо сначала определиться с понятиями. В российской и западной литературе зачастую под планированием понимается выстраивание цели и рациональное

распределение, а в ФЗ Российской Федерации «О стратегическом планировании»¹ понятие планирования не закреплено. Под планом чаще всего понимается документооборот и обозначение цели, то есть желаемого сценария развития.

Стратегическое планирование ориентировано на долгосрочную перспективу и определяет основные направления развития национальной экономики. Стратегический план — это алгоритм действий, согласованных во времени и пространстве [Ведута 2004]. В отличие от классического директивного плана (например, реализованного в СССР) стратегический в контексте киберсистемы делает упор на трансформацию системы и корректировку в режиме реального времени, то есть имитирует развитие реального объекта управления в виде алгоритмов и баланса, построенного на их основе. В отличие от директивного плана, реализованного в СССР, он может (и должен) составляться снизу из частных балансов. С учетом использования автоматизированной системы и знаний экономической кибернетики мы можем назвать стратегическое планирование не просто планом, а механизмом управления экономикой, так как на основе планов происходит постоянная трансформация системы и процесс принятия решений.

Эволюция планирования во многом связана с изменением орудий труда. Первые планы разрабатывались вручную, расчеты балансов осуществлялись людьми. Постепенно опыт планирования совершенствовался. Разработчики Государственной комиссии по электрификации России (ГОЭЛРО) считали, что важно рассчитывать экономические взаимосвязи на основе потребностей конечного потребителя в лице страны. Для всех уровней иерархии проводилось последовательное согласование показателей «затраты-выпуск», а также корректировки для отражения обратной связи с потребностями отраслей. Процесс итераций продолжался до тех пор, пока не выстраивался точный баланс, обеспечивающий реализацию целей государства. В соответствии с планом осуществлялось распределение финансовых потоков. Управляющий параметр плана — это инвестиции, что также не закреплено в федеральном законодательстве.

Ведута Е.Н. выделяет два противоположных подхода к составлению плана, и в зависимости от выбранного подхода осуществляется тот или иной тип планирования (Таблица 1).

¹ Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 N 172-ФЗ // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (дата обращения: 26.06.2020).

Таблица 1. Подходы к составлению плана²

	Подход	
	Н.И. Бухарин, Н.Д. Кондратьев	Г.М. Кржижановский, С.Г. Струмилин
Роль государства	Корректировка негативных последствий и провалов рынка.	Управление экономическими взаимосвязями для выпуска необходимого объема продукции.
Понятие планирования	Планирование — прогнозирование будущего движения народного хозяйства на основе сложившихся тенденций.	Планирование — алгоритм трансформации системы посредством последовательного (итеративного) согласования показателей.
Цель планирования	Построение сценариев развития.	Выстраивание связей и имитация рынка.
Инструменты	Анализ, эконометрические модели и индикаторы направления инвестиций.	Баланс «затраты-выпуск» для распределения инвестиций.
Возможности корректировки плана	Ориентация на другой сценарий развития, перерасчет прогноза.	Возможно за счет итераций и принципа скользящего планирования.
Тип развития экономики	Циклический.	Пропорциональный.

Объективные экономические законы, описанные еще К. Марксом, должны были обеспечить базу для создания программного обеспечения. К сожалению, СССР пошел по другому пути: вместо изучения усложнившихся взаимосвязей в экономике Госплан начал наращивать математический аппарат. К 50-м гг. выросли объемы производства, а автоматизированная система управления, основанная на живом планировании, отсутствовала.

Весомый вклад сделали разработчики общегосударственной автоматизированной системы планирования (ОГАС) — В. Глушков, Н. Федосеев, А. Берг, Н. Федоренко, А. Китов. Они создали первые системы «саморазвития» компьютеров, заложив основу идеи самообучающейся системы, которую сейчас мы называем искусственным интеллектом; конструкторы создали множество технологий, которые актуальны и по сей день. Однако сама ОГАС провалилась из-за отсутствия экономико-математических алгоритмов на основе взаимосвязей, выделенных еще К. Марксом. ОГАС стала воплощением технической кибернетики без системы экономико-математических алгоритмов, повторяющих развитие объекта управления.

² Составлено автором по: Ведута Е. Планирование — это управление развитием, а не прогноз в условиях хаоса // Информационное агентство REGNUM [Электронный ресурс]. URL: <https://regnum.ru/news/polit/2986073.html> (дата обращения: 26.06.2020).

Такая динамическая модель межотраслевого-межсекторного баланса (далее — МОСБ) была создана Н.И. Ведутой. Она представляет собой баланс [Ведута 1999], состоящий из четырех квадрантов и алгоритмов с прямой и обратной связью. Однако открытым остается вопрос выбора цифровой платформы для реализации модели.

Цифровая платформа должна отвечать определенным критериям, чтобы быть эффективной, а именно: эпистемологичности, компактности и простоте использования, безопасности, динамичности, сбалансированности [Евтянова 2017]. Критерии являются универсальными для любых цифровых платформ управления экономикой и планирования, по ним также можно оценивать эффективность работы цифровой платформы.

Стратегическое планирование с использованием знаний кибернетики позволяет создать систему, которая представляет собой сложную иерархию во времени (плановые периоды) и пространстве (от уровня страны, регионов до цеха и рабочего места). Требуется информация о текущем состоянии экономики страны, целевых показателях, которые не имеют отношения к статистике и прогнозированию. Совокупный межотраслевой-межсекторный баланс составляется на базе частных балансов регионов, которые, в свою очередь, основываются на балансах более низкого уровня. В этом смысле советское планирование времен И.В. Сталина, подчиняющее распределение инвестиций путем расчета баланса «затраты-выпуск», было более совершенным по сравнению со статистическими моделями, созданными гораздо позднее. Проблема была только в обработке колоссального объема данных, с чем сейчас легко справится любой компьютер.

Одной из платформ, представляющих интерес для реализации стратегического планирования, являются искусственные нейронные сети.

Возможности искусственных нейронных сетей

Нейронные сети — это математические модели, имитирующие сети нервных клеток живых организмов. В основе лежат каналы передачи импульса, места контакта нейронов — синапсы (термин был предложен в 1897 году Ч.С. Шеррингтоном, лауреатом Нобелевской премии 1932 года).

Нейронные сети отличаются от традиционных математических моделей возможностью обучения, что представляет огромный потенциал для использования в целях планирования и прогнозирования. На данном этапе сети уже используются для последнего, но с точки зрения экономического планирования и управления экономикой мы сталкиваемся со множеством проблем. И первая из них — это трактовка терминов, ведь под управлением часто понимается анализ и синтез, а не алгоритм, меняющий окружающую среду и объект.

Использование нейронных сетей в целях стратегического планирования практически не изучено отечественными и иностранными учеными в контексте экономической кибернетики. Все научные работы не исследуют возможность внедрения базы в виде объективных экономических законов, изложенных языком математических алгоритмов. Из немногочисленных работ исследователей, которые рассматривали корреляцию нейронных сетей и планирования в широком смысле слова, можно выделить работы К.Х. Зоидова, С.В. Пономаревой, Д.И. Серебрянской [Зоидов и др. 2018], а также В.М. Пономарева, С.В. Пономаревой, А.А. Жигита [Пономарев и др. 2019]. Последние авторы в своей статье, посвященной использованию нейронных сетей в ракетно-космической промышленности РФ, делают выводы, что активное внедрение искусственного интеллекта важно для ракетно-космической отрасли для поддержания лидирующей позиции в мире [Там же, 134].

За счет возможности обучения нейронные сети идеально использовать для диагностики как в медицине, так и в процессе анализа экономической безопасности. Реагируя на входящие сигналы, сети сами настраиваются и выдают результат сопоставления с прецедентами, высчитывая средневзвешенную алгебраической суммы. Нейроны воспринимают информацию, несмотря на шум и сложности восприятия входящих данных.

Интерес для планирования искусственные нейронные сети представляют в силу того, что способны оперировать большими объемами информации, выявлять сложные взаимосвязи, анализировать входные данные и делать обобщение.

Российские исследователи Н.Ю. Лукьянова, Л.Ю. Щербинина, С.Е. Мазанова, Н.Е. Кубина [Лукьянова и др. 2019] видят в нейронных сетях большой потенциал для использования. Технология отлично подходит для классификации, распознавания объектов, оценки состояния среды и составления прогнозов. Перечисленные ученые считают перспективным использование нейромоделирования с целью прогнозирования для решения задач национальной экономики и управления. Однако именно с управлением связана основная проблема. Как составляющая процесса принятия решения нейронная сеть должна иметь обратную связь и давать не средневзвешенное решение, а оптимальное для конкретной ситуации, полностью просчитанное на базе используемых показателей.

В своем стандартном виде нейронная сеть не может быть инструментом управления, а соответственно, и планирования. Модель не может составить конкретный план, расписанный по шагам, с заданными параметрами времени и исполнителей.

То, что мы получаем на выходе от нейронных сетей, — это приблизительный прогноз, на который можно опираться, продолжая «ручное управление», и несбалансированное распределение инвестиций, если речь идет о национальной экономике.

Возможности использования нейронных сетей в целях планирования были рассмотрены в статье М.Ф. Степанова [Степанов 2004]: автор приводит две теоремы, в рамках первой подсистемы искусственного интеллекта допускают параллельное решение подзадач, а во второй каждый решающий орган подсистемы допускает параллельное решение задач на каждом из уровней представления знаний. Автор считает, что такие возможности предоставляет именно искусственная планирующая нейронная сеть, которая осуществляет процесс решения задачи за счет синхронизации между архивной сетью и решающей, в ходе которого вырабатывается план действий. Конечным результатом является гарантированное число шагов, которое необходимо для решения задачи, либо отказ из-за отсутствия решения. Как показывает ученый, система идеально функционирует для анализа и синтеза. Но главная проблема кроется в том, что для реального процесса управления этого недостаточно. Если речь идет о сложных экономических системах, то здесь необходим расчет конкретных показателей и их корректировка. И если сеть занимается таким видом деятельности, ориентированным на анализ и синтез, то уже не может называться планирующей, максимум — аналитической.

Виды сетей и цели их использования

При создании нейронной сети с целью планирования экономического развития можно задать необходимые ограничения, а экспертные знания создадут структуру, имитирующую развитие реального объекта управления.

Так, например, отечественный исследователь Б.А. Фролов предлагает³ осуществлять процесс планирования в фирмах в интегрированной структуре на основе нейронных сетей. В основе сети лежит иерархия показателей, и на основе анализа финансового состояния компании строится схема взаимосвязи, устанавливаются пороговые величины, обеспечивающие сбалансированность. Результат — создание экономической модели системы. Однако без конкретных показателей на выходе модель остается лишь мертвой эконометрической системой, не отражающей развитие реального объекта. На выходе мы получаем статистику и границы (результат в виде диапазона), на которые предприятие может опираться в дальнейшей деятельности, а не конкретный план действий на основе баланса и траекторию направления инвестиций.

³ Фролов Б.А. Система планирования в интегрированной структуре на основе нейронных сетей: дисс... канд. эконом. наук. М., 2005.

Простые искусственные нейронные сети невозможно использовать в целях планирования. Представляя собой статистические системы, они не могут решать задачи, точно вычислять и делать конкретные выводы.

В основе нейронных сетей лежат алгоритмы с формулировкой «если... то...». Нейронные сети прекрасно справляются с классификацией, поиском нужного образца в пересекающихся множествах и соотнесением с классом. Многослойные сети способны определять характеристики свойств, нелинейные зависимости и многое другое в зависимости от созданных классов. Искусственные нейронные сети прямого распространения можно назвать статистическими.

Многоуровневые сети с программным комплексом позволяют проводить более точные вычисления и предоставлять в виде результата схему шагов [Степанов 2004], но они несовершенны именно с точки зрения экономического планирования. Так, например, А.В. Курдюков и А.Н. Рябов рассматривают возможности планирования на основе нейронных сетей, выделяя необходимость обрабатывать входные и выходные данные: входные данные предлагается масштабировать, выравнивая диапазоны изменения величин в определенном интервале [Курдюков, Рябов 2017]. Проблема заключается в том, что полученная модель опять же является статистической и результат — это лишь ориентир и прогноз.

Ранее такие статистические модели уже были тщательно изучены многими отечественными исследователями (например, в рамках разработки экономико-математической модели Центрального экономико-математического института РАН (ЦЭМИ РАН) для совершенствования советского типа планирования). К главным недостаткам таких моделей можно отнести двойной счет (если говорить о расчете показателей баланса, то это приводит к завышению оценки валового продукта), отсутствие показателя времени (он подключился только в кинематических моделях, например в динамической модели межотраслевого баланса НИЭИ Госплана СССР) или наличие временного лага, отсутствие целевой функции и возможности исследовать взаимодействие внутренних элементов системы [Ведута 2016].

Проблема заключается в том, что выходные данные нейронных сетей прямого распространения являются статистическим обобщением. Закономерности позволяют планировать, это означает, что нейронная сеть для составления конкретного баланса «затраты-выпуск» должна иметь математические алгоритмы с прямой и обратной связью, а не только статистические данные на основе классификации. Обычную нейронную сеть из пары уровней можно использовать только для прогноза.

Наращивание таких нейронных сетей ведет к увеличению информационных баз данных, которые не управляют процессами, а лежат мертвым грузом. Многоуровневые сети можно эффективно использовать в аналитических целях, но не для управления. За счет своего статического характера они вырабатывают лишь одну совокупность выходных значений, без учета предыдущего и будущего состояния системы (объекта управления). Таким образом, можно сделать вывод, что нейронные сети без обратной связи как отдельный класс нельзя использовать в целях планирования.

Сложная многослойная нейронная сеть с рекуррентной обратной связью может работать отдельно и служить «предпланом», основой для расчета основного плана с траекторией развития либо стать частью системы автоматизированного управления. Ее преимущество заключается в том, что выходные данные зависят от предыдущих вычислений, присутствует «память» и параметр времени.

Так, А.В. Озеров [Озеров 2019] рассматривает возможность применения нейронных сетей для планирования боевых действий авиации. С помощью искусственных сетей возможно найти оптимальное распределение ударов, рациональные маршруты и многое другое. В итоге оперативных вычислений мы получаем средневзвешенные показатели, которые имеют не критичное отклонение. Однако наличие отклонений говорит нам о том, что это было не «живое планирование» с директивой и пропорциональной трансформацией системы, а индикативное. Именно такой тип планирования возможен с многоуровневыми динамическими нейронными сетями, например сетью Хопфилда.

Рекуррентные нейронные сети возможно использовать для индикативного планирования, которое не предполагает жесткие рамки. Возможно брать отдельные показатели и рассматривать их в динамике, но эта модель чревата диспропорциями и перекосами в производстве. В современном мире индикативное планирование уже не может охватить все разнообразие рынка и показателей для составления плана [Евтянова 2018]. Отсутствие баланса грозит кризисным циклическим развитием.

Огромное преимущество нейронных сетей в том, что они могут оперировать большими объемами переменных и вычленять нелинейные зависимости. Но система работает как черный ящик (по аналогии с мозгом), и без точного понимания внутренних процессов планирование и управление невозможны.

Планирование на основе нейронных сетей

Для начала необходимо рассмотреть применение нейронных сетей в рамках принципов экономической кибернетики. Закон необходимого разнообразия У.Р. Эшби [Эшби 1959] гласит, что в систему должно входить необходимое разнообразие сценариев и возможных состояний, элементов и критериев. Система должна обладать достаточной информацией о развитии реального объекта управления. Результатом управления должно стать снижение неопределенности, и с этой задачей нейронные сети способны эффективно справиться.

Закон эмерджентности и принцип внешнего дополнения делают упор на то, что система должна функционировать с учетом и глобальной цели, и локальных задач, элементы могут вступать в противоречие, могут появляться неучтенные факторы, и для эффективного функционирования необходимо закладывать резервы для компенсации внешних воздействий. Так как нейронные сети представляют собой статистические модели, они не способны на это: на выходе мы получаем арифметическую среднюю взвешенную, а не конкретные показатели трансформации системы, и, соответственно, алгоритм не подсчитывает резервы. То же относится и к принципу выбора решения, когда на выходе мы должны получить один оптимальный план действий, а не среднюю взвешенную или вариации.

Согласно фундаментальному закону кибернетики — закону обратной связи — выходные данные с помощью канала обратной связи должны поступать на вход и подвергаться корректировкам. Для эффективного управления и планирования сеть необходимо замкнуть, чтобы соблюдалось единство плана и отчета.

Что касается принципа декомпозиции, то он прекрасно применим к нейронным сетям, которые состоят из иерархии и слоев. Классы и ранжирование позволяют вычленять меры по последовательному устранению перекосов в производстве.

Все законы кибернетики связаны и взаимообусловлены, соответственно, для создания эффективной системы управления необходимо, чтобы они все выполнялись.

У нейронных сетей есть существенные недостатки, которые мешают осуществлению планирования, однако их возможно исправить со временем. Во-первых, нейронные сети обладают экспоненциальным ростом времени вычисления (чем больше нейронов, тем медленнее процесс обучения [Круглов, Борисов 2001]). Во-вторых, для функционирования сложных и многоуровневых динамических систем требуется большое количество памяти. В-третьих, заранее сложно сказать, какая сложность и архитектура системы требуются для решения задач.

Для создания классов в целях планирования необходимо использовать систему показателей, которая будет объективно отображать реальный процесс, а для качественной классификации нужны точные и качественные данные, иначе возможны ошибки (например, с текущей системой показателей Всемирного банка, ООН, МВФ и других организаций составить реалистичный межотраслевой баланс невозможно).

Без типизации и четко прописанных алгоритмов сети выдают только приблизительный средневзвешенный ответ (именно поэтому они используются пока только для прогнозов) по аналогии с мозгом человека, который обращается к памяти, анализирует прошлые события и принимает взвешенное решение. В памяти могут просто не содержаться сценарии, которые имеют более существенный вес.

Нейронная сеть по аналогии с мозгом представляет собой черный ящик, в который поступают сигналы. Эти сигналы сопоставляются с хранящейся информацией и получают идентификацию. Но сам принцип черного ящика не очень сопоставим с законами кибернетики.

Проведем мысленный эксперимент: искусственная нейронная сеть является многоуровневой и соответствует всем принципам экономической кибернетики, для составления динамической модели межотраслевого-межсекторного баланса необходимо заложить точные математические уравнения с прямой и обратной связью. В рамках реализации модели необходимо учесть следующее: принцип оптимизации (максимизации роста общественной полезности), принцип эффективности капитальных вложений и закона экономии времени, принцип сбалансированности и пропорционального развития экономики. На выходе нейронная сеть должна давать симметричную таблицу «затраты-выпуск». Все то же самое мы можем получить при использовании МОСБ [Ведута 1999]. Так как обучение и внедрение нейронных сетей — процесс очень длительный и затратный, возникает вопрос: насколько это необходимо для экономического развития?

В 70-х гг. прошлого века были разработаны модели с мультивложенными обратными связями, что дало различные возможности для управления динамическими системами, однако экономические знания в них никто не вложил. Рекуррентные нейронные сети представляют огромный потенциал для «живого» планирования, но в первую очередь они требуют базы в виде экономико-математических алгоритмов, описывающих объективные законы трансформации объекта управления.

Заключение

Геополитическая турбулентность толкает государства к решительным действиям и активному поиску новой модели устойчивого развития. Цифровые технологии будут определять, кто станет лидером, а кто займет догоняющую или подчиняющуюся позицию.

Переход к стратегическому планированию — это решающий вопрос для бескризисного развития России. От выбора траектории развития будет зависеть как суверенитет государства, так и благосостояние граждан. Эконометрические модели являются устаревшим инструментом, использование методов статистики для управления очень ненадежно в текущих условиях. Мир меняется очень стремительно, и цифровая платформа управления должна функционировать в режиме реального времени.

Использование нейронных сетей не способно обеспечить устойчивость и баланс на данном этапе мирового развития, управлять реальными экономическими процессами, но в то же время нельзя отказываться от этого эффективного инструмента анализа.

Путем преобразований и обучения рекуррентных динамических нейронных сетей можно получить синтезированную модель, которая сможет стать основой цифровой платформы управления экономикой. На текущем этапе развития искусственные нейронные сети представляют большой интерес для обработки больших данных и подготовки базы данных для построения межотраслевого баланса и «предплана», но никак не заменяют МОСБ. Именно это важно учитывать при выработке цифровых стратегий государства и определении объектов финансирования.

Список литературы:

Ведута Е.Н. Межотраслевой-межсекторный баланс: механизм стратегического планирования экономики. М.: Академический проспект, 2016.

Ведута Е.Н. Стратегия и экономическая политика государства. М.: Академический проспект, 2004.

Ведута Н.И. Социально эффективная экономика. М.: Издательство РЭА, 1999.

Евтянова Д.В. Государственный дирижизм на основе индикативного планирования как концепция устойчивого экономического развития // Устойчивое развитие российской экономики. Сборник статей по материалам V Международной научно-практической конференции / Под ред. М.В. Кудиной, А.С. Воронова. М.: КДУ, Университетская книга, 2018. С. 271–279.

Евтянова Д.В. Критерии создания цифровых платформ управления экономикой // Экономические системы. 2017. Т. 10. № 3(38). С. 54–58.

Зоидов К.Х., Пономарева С.В., Серебрянский Д.И. Стратегическое планирование и перспективы применения искусственных нейронных сетей в нефтегазовой отечественной промышленности // Региональные проблемы преобразования экономики. 2018. № 9(95). С. 15–24.

Кордюков А.В., Рябов А.Н. Методы искусственного интеллекта в задачах планирования производства // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. 2017. № 2(41). С. 332–336.

Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия. Телеком, 2001.

Лукьянова Н.Ю., Щербинина Л.Ю., Мазанова С.Е., Кубина Н.Е. Нейромоделирование в цифровой экономике: управление инновациями // Управление инновациями: вызовы и возможности для отраслей и секторов экономики / Под ред. А.В. Сербулова. Калининград: Издательство Балтийского федерального университета им. И. Канта, 2019. С. 154–161.

Озеров А.В. Применение технологий искусственного интеллекта в целях планирования боевых действий группировки авиации // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2019. № 9. С. 21–26.

Пономарев В.М., Пономарева С.В., Жигит А.А. Стратегическое планирование, адаптация и применение искусственных нейронных сетей в ракетно-космической промышленности Российской Федерации // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 5-1. С. 128–135.

Степанов М.Ф. Нейронные сети для планирования решения задач теории автоматического управления // Проблемы управления. 2004. № 2. С. 66–71.

Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: «Иностранная литература», 1959.

Дата поступления: 29.10.2020

References:

Ashby W.R. (1959) Introduction to Cybernetics. Moscow: Inostrannaya literature.

Evtyanova D.V. (2017) The Criteria for the Creation of Digital Economic Management Platforms. *Ekonomicheskiye sistemy*. Vol. 10. No. 3(38). P. 54–58.

Evtyanova D.V. (2018) Gosudarstvennyy dirizhizm na osnove indikativnogo planirovaniya kak kontsepsiya ustoychivogo ekonomicheskogo razvitiya [State dirigisme based on the indicative planning as a strategy of sustainable economic development]. *Ustoychivoye razvitiye rossiyskoy ekonomiki. Sbornik statey po materialam V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy*

konferentsii. Ed. by M.V. Kudina, A.S. Voronov. Moscow: KDU, Universitetskaya kniga. P. 271–279.

Kordyukov A.V., Ryabov A.N. (2017) Artificial Intelligence Methods and Production Planning Problems. *Vestnik Rybinskoy gosudarstvennoy aviatsionnoy tekhnologicheskoy akademii im. P.A. Solov'yeva*. No. 2(41). P. 332–336.

Kruglov V.V., Borisov V.V. (2001) *Iskusstvennye nejronnye seti. Teoriya i praktika* [Artificial neural networks. Theory and practice]. Moscow: Goryachaya liniya. Telekom.

Lukyanova N.Y., Shcherbinina L.Y., Mazanova S.E., Kubina N.E. (2019) Neuromodation in the Digital Economy: Innovation Management. *Upravleniye innovatsiyami: vyzovy i vozmozhnosti dlya otrasley i sektorov ekonomiki*. Ed. by A.V. Serbulova. Kaliningrad: Izdatel'stvo Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. P. 154–161.

Ozerov A.V. (2019) Artificial Intelligence Technologies Application for the Aviation Grouping Combat Actions Planning. *Vozdushno-kosmicheskiye sily. Teoriya i praktika*. No. 9. P. 21–26.

Ponomarev V.M., Ponomareva S.V., Zhigit A.A. (2019) Strategic Planning, Adaptation and Application of Artificial Neural Networks in the Rocket-Space Industry of the Russian Federation. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava*. No. 5-1. P. 128–135.

Stepanov M.F. (2004) Neuron Networks for Planning the Solution of Automatic Control Theory Problems. *Problemy upravleniya*. No. 2. P. 66–71.

Veduta E.N. (2004) *Strategiya i ekonomicheskaya politika gosudarstva* [Strategy and economic policy of the state]. Moscow: Akademicheskij prospekt.

Veduta E.N. (2016) *Mezhotraslevoy-mezhsektornyy balans: mekhanizm strategicheskogo planirovaniya ekonomiki* [Interbranch-intersectoral balance: the mechanism of strategic economic planning]. Moscow: Akademicheskij prospekt.

Veduta N.I. (1999) *Sotsial'no effektivnaya ekonomika* [Socially efficient economy]. Moscow: Izdatel'stvo REA.

Zoidov K.K., Ponomareva S.V., Serebryanskiy D.I. (2018) Strategic Planning and Prospects of Using Artificial Neuron Networks in the Domestic Oil and Gas Industry. *Regional'nyye problemy preobrazovaniya ekonomiki*. No. 9(95). P. 15–24.

Received: 29.10.2020