

УДК 659.1

<sup>1</sup>Н. И. Ломакин, <sup>2</sup>Е. В. Кособокова, <sup>2</sup>Г. В. Кузибецкая, <sup>3</sup>И. А. Самородова,  
<sup>2</sup>С. В. Кулибаба, <sup>4</sup>И. Н. Ломакин

<sup>1</sup>Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград,  
email: tel9033176642@yahoo.com

<sup>2</sup>Волгоградский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Волгоград, email:  
ekkosobokova@yandex.ru

<sup>3</sup>Волжский гуманитарный институт (филиал) Волгоградского государственного  
университета, г. Волжский, email: iyurina@inbox.ru

<sup>4</sup>Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградский государственный  
технический университет, Волгоградская обл., г. Волжский,  
email: ivan.grom0boy@yandex.ru

## AI-СИСТЕМА ДЛЯ ПРОГНОЗА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА

**Ключевые слова:** Финансовая устойчивость, прогноз, рыночная неопределенность, финансовый риск, AI-система.

Актуальность исследования состоит в том, что в условиях повышения рыночной неопределенности и усиления всех видов риска важное значение имеет поддержка принятия управленческих решений при оценке и управлении риском потери финансовой устойчивости организацией, что обуславливает практическую значимость. Не смотря на то, что рассматриваемой проблеме посвящены многие труды современных ученых, тем не менее, отдельные аспекты проблемы остаются недостаточно изученными и требуют дальнейших исследований. Исследованы теоретические основы оценки и управления финансовым риском и финансовой устойчивостью. Разработана WaR-модель для оценки финансового риска хозяйствующего субъекта. Полученное значение  $X(1) = 42,27152519$  тыс. руб. говорит о том, что в течение следующего года, прирост чистой прибыли не превысит значения в 42,27152519 руб. с вероятностью 99%. Выдвинута и доказана гипотеза, что с помощью AI-системы, можно получить прогноз величины чистой прибыли в целях повышения финансовой устойчивости коммерческой организации. Представлена разработанная AI-система (система искусственного интеллекта) «персептрон», предназначенная для прогнозирования величины чистой прибыли для поддержки принятия управленческого решения касательно управления финансовой устойчивостью. Исследованы теоретические основы оценки и управления финансовым риском и риском потери финансовой устойчивости организации. Предложенная AI-система имеет большое практическое значение, поскольку обеспечивает высокую точность прогноза. Ошибка прогноза имеет следующие значения: минимальная  $0,002193659$ ; максимальная  $7,364634144E-14$ . При этом стандартное отклонение ошибки составляет  $0,0016321$ .

<sup>1</sup>N.I. Lomakin, <sup>2</sup>E.V. Kosobokova, <sup>2</sup>G.V. Kuzibetskaya, <sup>3</sup>I.A. Samorodova,  
<sup>2</sup>S.V. Kulibaba, <sup>4</sup>I.N. Lomakin

<sup>1</sup>Volgograd State Technical University, Volgograd, email: tel9033176642@yahoo.com

<sup>2</sup>Volgograd Branch of Plekhanov Russian University of Economics, Volgograd,  
email: ekkosobokova@yandex.ru

<sup>3</sup>Volzhsky Humanitarian Institute (branch) Volgograd State University, Volzhsky,  
email: iyurina@inbox.ru

<sup>4</sup>Volzhsky Polytechnic Institute (branch) Volgograd State Technical University, Volgograd  
region, Volzhsky, email: ivan.grom0boy@yandex.ru

## AI-SYSTEM FOR FORECASTING THE FINANCIAL STABILITY OF A BUSINESS ENTITY IN THE CONDITIONS OF MARKET UNCERTAINTY AND RISK

**Keywords:** Financial stability, forecast, market uncertainty, financial risk, AI system.

The relevance of the study lies in the fact that in conditions of increasing market uncertainty and increasing all types of risk, it is important to support managerial decision-making in assessing and managing the risk of loss of financial stability by an organization, which determines its practical significance. Despite the fact that many works of modern scientists are devoted to the problem under consideration, nevertheless, certain aspects of the problem remain insufficiently studied and require further research. The theoretical foundations of the assessment and management of financial risk and financial stability have been investigated. A WaR-model has been developed to assess the financial risk of an economic entity. The resulting value  $X(1) = 42.27152519$  thousand rubles, suggests that over the next year, the increase in net profit will not exceed the value of 42.27152519 rubles, with a probability of 99%. The hypothesis was put forward and proved that with the help of the AI-system, it is possible to obtain a forecast of the amount of net profit in order to increase the financial stability of a commercial organization. The developed AI-system (artificial intelligence system) "Perceptron" is presented, designed to predict the amount of net profit to support management decisions regarding the management of financial stability. The theoretical foundations for assessing and managing financial risk and the risk of losing the financial stability of an organization have been investigated. The proposed AI-system is of great practical importance, since it provides a high forecast accuracy. The forecast error has the following values: minimum  $0.002193659$ ; maximum  $7.364634144E-14$ . In this case, the standard deviation of the error is  $0.0016321$ .

Актуальность исследования состоит в том, что в условиях повышения рыночной неопределенности и усиления всех видов риска важное значение имеет поддержка принятия управленческих решений при оценке и управлении риском потери финансовой устойчивости организацией, что обуславливает практическую значимость. Не смотря на то, что рассматриваемой проблеме посвящены многие труды современных ученых, тем не менее, отдельные аспекты проблемы остаются недостаточно изученными и требуют дальнейших исследований.

Целью данной публикации является освещение авторского понимания оценки риска снижения финансовой устойчивости, ее задач, а также разработка алгоритма анализа и прогнозирования исследуемого риска.

Выдвинута и доказана гипотеза, что с помощью разработанной AI-системы, можно получить прогноз уровня финансовой устойчивости коммерческой организации.

В настоящей статье поднимается проблема, использования систем искусственного интеллекта, в целях прогнозирования уровня финансовой устойчивости компании. Решение поставленной проблемы имеет большую практическую значимость, Улучшение прогнозирования уровня финансовой устойчивости компании позволяет обеспечить поддержку принятия управленческих решений, повысить эффективность деятельности при оправданном уровне риска.

Авторами предложена AI-система, которая позволяет получить нейро-прогноз уровня финансовой устойчивости коммерческой организации.

### **Цель исследования**

Выдвинуть и доказать гипотезу, что с помощью разработанной AI-системы, можно получить прогноз уровня финансовой устойчивости коммерческой организации. Предложенная инновационная AI-система имеет большое практическое значение, поскольку она обеспечивает высокую точность прогноза уровня риска потери финансовой устойчивости под действием совокупности факторов внешней и внутренней среды.

### **Материал и методы исследования**

В работе применялись такие методы исследования, как: монографический, аналитический, расчетно-конструктивный и нелинейные математические модели, а также анализ, моделирование, изучение и обобщение.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

#### **1.1. Теоретические основы оценки и управления финансовым риском и финансовой устойчивостью**

Финансовый анализ представляет собой глубокое, научно обоснованное исследование финансовых отношений и движения финансовых ресурсов в процессе деятельности предприятия. Существует множество методик анализа, разработанных применительно к предприятиям промышленного производства и с учетом специфики их деятельности.

Любая методика включает в себя определение цели, задач, принципов, объекта, предмета, показателей и методов исследования. В общем смысле методика финансового анализа коммерческой организации представляет собой совокупность показателей деятельности страховщика и методов их оценки. Конкретное содержание методики обусловлено, прежде всего, особенностями финансового менеджмента, цели которого определяют и цели финансового анализа организации, которые конкретизируются в задачах финансового анализа.

Основные из них – это:

- идентификация финансового состояния хозяйствующего субъекта;
- выявление рентабельности и оценка показателей финансовой устойчивости;
- изучение эффективности использования экономического потенциала и влияния операционной, финансовой и инвестиционной деятельности на финансовый результат;
- установление положения компании на рынке товаров и услуг и количественное измерение его финансовой конкурентоспособности;
- оценка степени выполнения плановых финансовых мероприятий и анализ их отклонений;
- оценка мер, разработанных для ликвидации выявленных недостатков, повышения отдачи финансовых ресурсов и т.д.

Финансовое состояние хозяйствующего субъекта – это характеристика его финансовой конкурентоспособности (т.е. платежеспособности, кредитоспособности), наличие, размещение и использование финансовых ресурсов и капитала, выполнение обязательств перед государством и другими хозяйствующими субъектами. Финансовое состояние является результатом финансовой политики страховщика и определяется всей совокупностью финансово-хозяйственных факторов хозяйствующего субъекта [1, с. 528].

### 1.2. WaR-модель для оценки финансового риска хозяйствующего субъекта

Управление финансовыми рисками – один из важнейших аспектов любой финансовой деятельности. Традиционно выделяют следующие этапы управления рисками: идентификация, оценка, выбор методики управления, реализация выбранной методики и оценка результатов. Среди методов управления финансовыми рисками известны следующие: 1) предотвращение риска, 2) предотвращение ущерба, 3) принятие риска и 4) передача риска.

Для оценки финансового риска желательно использовать традиционный метод. По сути, риск – это дисперсия, которую целесообразно представлять как стандартное отклонение. Стандартное отклонение определяется по формуле (1)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n}}, \quad (1)$$

где  $\sigma$  – риск;  
 $r, r_i$  – доходность финансового инструмента в базовом и  $i$ -м периодах;  
 а также

$n$  – количество периодов.

Для оценки финансового риска широко применяются такие модели, как VaR, SaR, GARSH и другие.[2]

Проведем анализ финансовой устойчивости ООО Капучино, которое осуществляет деятельность (по ОКВЭД): 55.10 – «деятельность гостиниц и прочих мест для временного проживания». На основе проведенного анализа ООО Капучино за период 2016-2019 гг. [3], можно сделать вывод о снижении его экономической эффективности деятельности, поскольку наблюдается негативная тенденция в динамике чистой прибыли (рисунок 1).

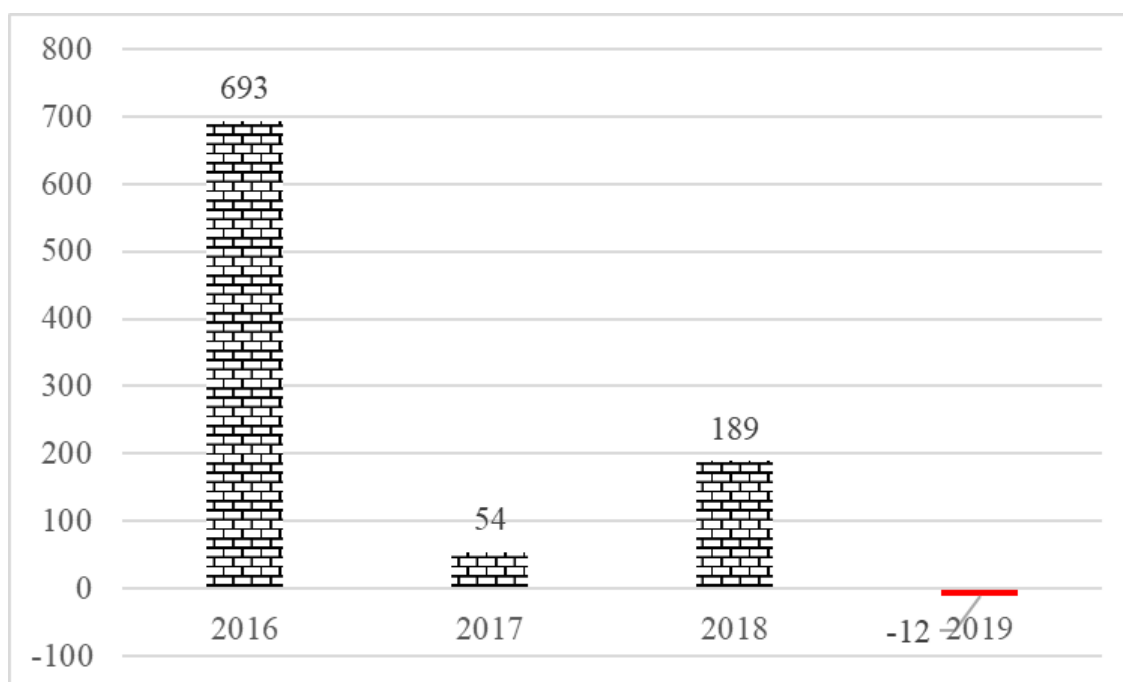


Рис. 1. Динамика прибыли ООО «Капучино»

**Таблица 1**

Динамика коэффициентов финансовой устойчивости ООО «Капучино», тыс. руб.

Наименование	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Запасы	201	47	261	79
Денежные средства и денежные эквиваленты	429	98	82	210
Внеоборотные активы	0	0	0	0
Финансовые и другие оборотные активы	480	708	696	1031
<b>БАЛАНС</b>	<b>1110</b>	<b>853</b>	<b>1039</b>	<b>1320</b>
Капитал и резервы	702	744	936	940
Долгосрочные заемные средства	0	0	0	275
Кредиторская задолженность	408	109	103	105
<b>БАЛАНС</b>	<b>1110</b>	<b>853</b>	<b>1039</b>	<b>1320</b>
Коэффициент автономии	0,6324	0,8722	0,9009	0,7121
Коэффициент соотношения заемных и собственных средств	0,5812	0,1465	0,1100	0,4043
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	0,6324	0,8722	0,9009	0,7121
Коэффициент финансовой устойчивости	0,6324	0,8722	0,9009	0,9205

На основе данных бухгалтерского баланса компании были рассчитаны коэффициенты финансовой устойчивости. (таблица 1)

Деятельность любой организации связана с риском, но наиболее опасным из них является риск потери финансовой устойчивости и банкротства. Проблема диагностики и прогнозирования финансовой устойчивости имеет непреходящее значение и поэтому ее несомненная значимость постоянно подчеркивается, как отечественными, так и зарубежными специалистами в области финансового управления.

Финансовая устойчивость представляет собой целеполагающее свойство финансового анализа, а поиск целеполагающих возможностей, средств и способов ее укрепления представляет глубокий экономический смысл и определяет характер его проведения и содержания, утверждает Л.Т. Гиляровская [4].

В нашем примере, организация за анализируемый период стала убыточной, при этом менеджмент компании обеспечил некоторое повышение коэффициента автономии с 0,6324 в 2016 г.

до 0,7121 в 2019 г., коэффициент соотношения заемных и собственных средств понизился с 0,5812 до 0,4043 соответственно, что говорит о некотором улучшении в соотношении собственных и заемных средств. Известно, что коэффициент соотношения собственных и заемных средств поможет оценить пропорцию нахождения собственных и заемных средств в общих источниках финансирования.

Представляется целесообразным использовать VaR-модель для оценки финансового риска по три финансовой устойчивости. Разработана VaR-модель для оценки финансового риска.

Расчет параметров VaR-модели проводился с использованием XL-таблиц. VaR использует следующую формулу (2)

$$\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{(n-1)} \quad (2)$$

где  $x$  – это пример среднего значения среднего (Число1, число2,...);

$n$  – пример размера.

Использование метода Value at Risk при дельта нормальном способе расчета, достигается благодаря использованию только факторов риска подчиненным

нормальному (Гауссовому) закону распределения. Для проверки нормальности распределения динамики приростов чистой прибыли на 2020 г. можно воспользоваться критериями Пирсона или Колмогорова–Смирнова. VaR-модель оценки финансового риска получения чистой прибыли компанией, позволяет оценить размер риска снижения собственных средств (изменения соотношения заемных и собственных средств) (рисунок 2).

Для расчета параметра риска Value at Risk с помощью дельта нормального метода, необходимо сформировать выборку фактора риска. Формула в Excel будет выглядеть следующим образом: =LN((C3)/C2). После этого было рассчитано математическое ожидание прироста и стандартное отклонение прироста на всю выборку (4 наблюдения за 2016-2019 гг.). Для расчетов были

успешно использованы формулы Excel. Математическое ожидание составило 0,171476671%. Стандартное отклонение составило 2,017799583.

В результате использования XL-таблиц «гистограмма» были получены значения таблицы вероятностей (таблица 2).

На следующем этапе необходимо рассчитывается квантиль нормальной функции распределения. Квантиль – это значения функции распределения (Гауссовой функции) при заданных значениях, при которых значения функции распределения не превышают это значение с определенной вероятностью. Квантиль сообщает то, что прирост (сокращение) чистой прибыли не превысят с вероятностью 99% определенной величины. Квантиль рассчитывался по формуле: =НОРМОБР(1%;D36;E36) и составил -4,522627099.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Чист прирост	Доходность	Мат. ожидани	Станд. Откл.	Вероятность, %	Квантиль (99), q			
2	-12		0,17147667	2,017799583	0,01	-4,522627099			
3	189	-1,0634921							
4	54	2,5		Pt+1 =(q+1)*Pt	42,27152519	Прогноз на 1 год			
5	693	0,9220779		Pt+5 -(q*√n+1)*	109,3548196	Прогноз на 5 лет			
6									
7					Относит, %	Абсолютн., руб			
8					VaR(t+1)	54,27			
9					VaR(t+5)	121,35			
10									
11				Макс	Мин	Интервал	Кол-во интервалов		
12				2,5	-1,063492063	0,712698413	5		
13									
14				Макс	№ группы	Границы доходностей			
15				2,5		1	-1,063492063		
16						2	-0,350793651		
17				Мин		3	0,361904762		
18				-1,063492063		4	1,074603175		
19						5	1,787301587		
20				Интервал		6	2,5		
21				0,712698413					

Рис. 2. Расчёт параметров VaR-модели

Таблица 2

Частоты появления прироста актива в зависимости от его размера, в %

Карман	Частота	Интегральный %
1	3	60,00%
2	2	100,00%
3	0	100,00%
4	0	100,00%
5	0	100,00%
Ещё	0	100,00%

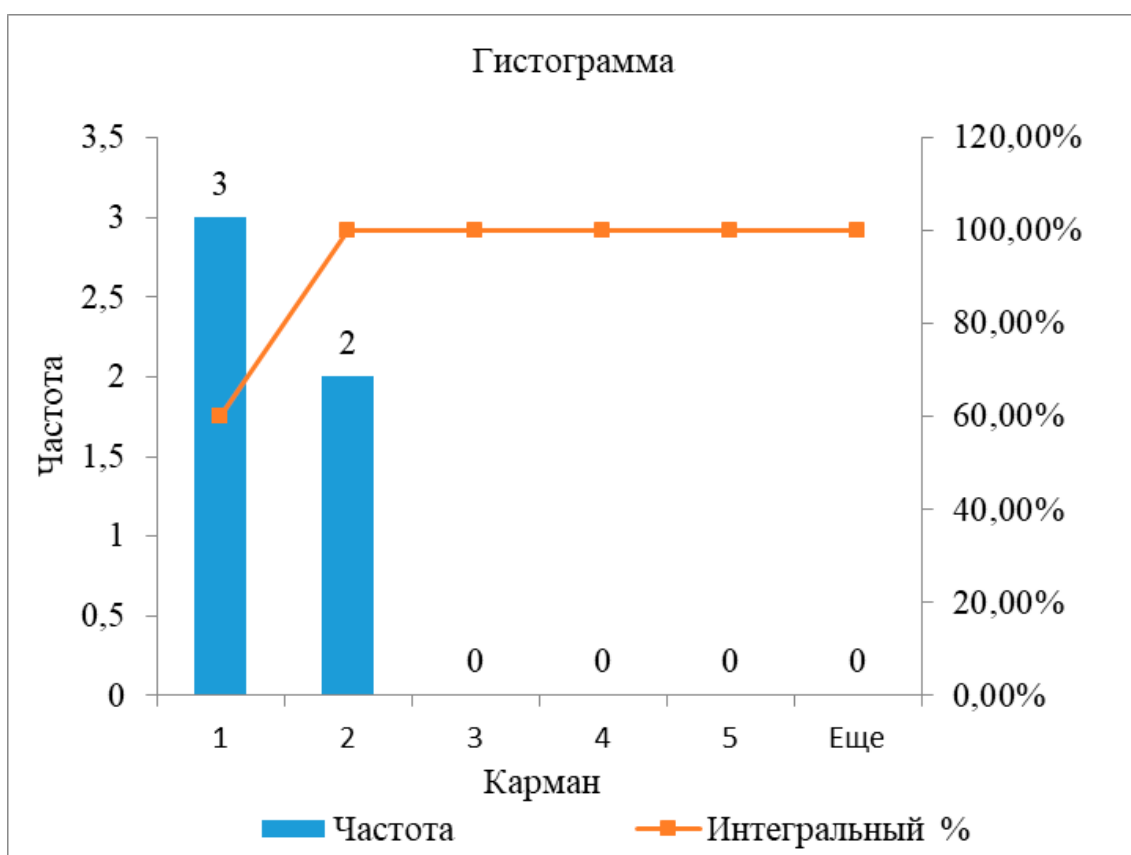


Рис. 3. Гистограмма частот появления признака VaR-модели

Гистограмма частот появления признака (прироста чистой прибыли) построенная с использованием закона нормального распределения свидетельствует крайне неравномерном распределении анализируемых значений (рисунок 3).

На основании проведенного VaR-анализа, можно утверждать, что стоимость прироста (сокращения) чистой прибыли с вероятностью 99% на следующий год, необходимо перемножить исходное (текущее) значение стоимости прироста на квантиль сложенный с единицей.

Формула расчета VAR прироста актива на один год VAR(3).

$$X_{t+1} = (Q + 1) * X_t \quad (3)$$

Где: Q– значение квантиля для нормального распределения прироста актива;

$X_t$ – значение прироста актив в текущий момент времени;

$X_{t+1}$ – значение прироста актив в следующий момент времени.

$X(1)$  = составит 42,27152519 тыс. руб.  
Формула расчета VAR на пять VAR(5) лет вперед производится по формуле (4):

$$X_{t+n} = (Q * \sqrt{n} + 1) * X_t, \quad (4)$$

$X(5)$  составит 109,3548196 тыс. руб.  
Полученное значение  $X(1)$  = 42,27152519 тыс. руб. говорит о том, что в течение следующего года, прирост чистой прибыли не превысит значения в 42,27152519 руб. с вероятностью 99%. И  $X(5)$  говорит о том, что в течение следующих пяти лет с вероятностью 99% сокращение активов не опустится ниже 109,3548196 тыс. руб.

### 1.3 Нейросеть Perseptron для прогноза чистой прибыли компании

Программа Perseptron для прогноза цены закрытия цены фьючерсного контракта SIU0 сформирована на платформе Deductor. Deductor – аналитическая платформа, разработанная компанией BaseGroup Labs.

Таблица 3

Исходные данные (дата-сет нейросети)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Наименование	Запасы	Денежные средства и денежные эквиваленты	Внеоборотные активы	Финансовые и другие оборотные	Капитал и резервы	Долгосрочные заемные средства	Кредиторская задолженность	Выручка	Прогноз чистая прибыль
2016 г.	201	429	0	480	702	0	408	3449	693
2017 г.	47	98	0	708	744	0	109	2137	54
2018 г.	261	82	0	696	936	0	103	1814	189
2019 г.	79	210	0	1031	940	275	105	1376	-12

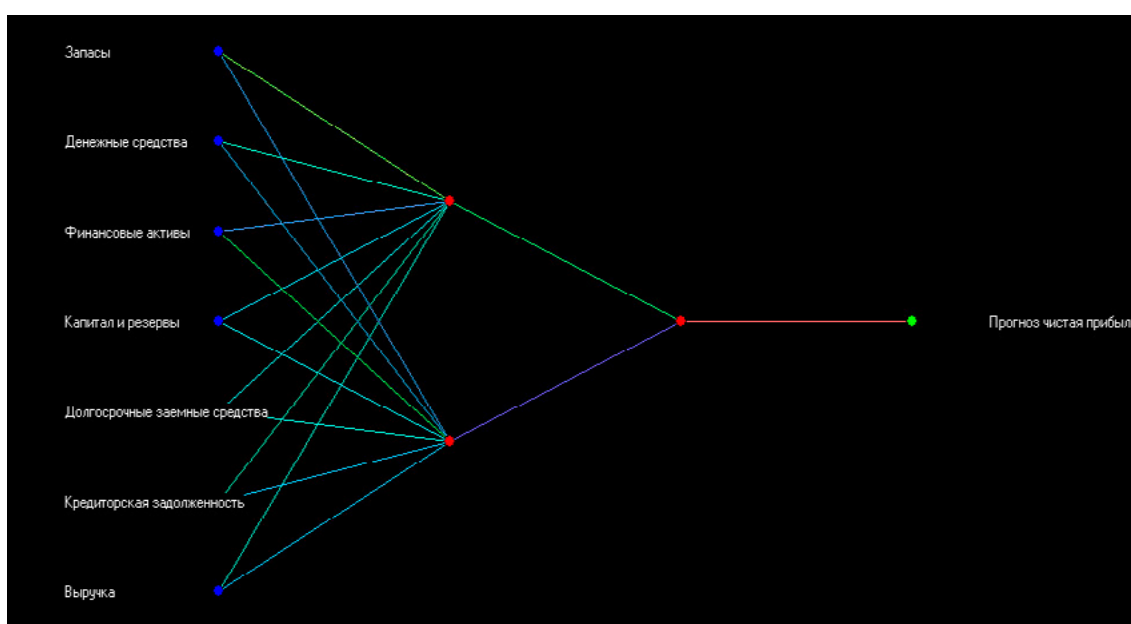


Рис. 4. Граф нейросети персептрон

Поле	Значение
<b>Входные</b>	
9.0 Запасы	79
9.0 Денежные средства	210
9.0 Финансовые активы	1031
9.0 Капитал и резервы	940
9.0 Долгосрочные заемные средства	275
9.0 Кредиторская задолженность	105
9.0 Выручка	1376
<b>Выходные</b>	
9.0 Прогноз чистая прибыль	21,0197427626454

Рис. 5. Функция «что-если» для расчета прогнозной чистой прибыли компании

Исходные данные для прогноза прибыли AI-системой представлены в таблице 3.

Граф нейросети представлен на рисунке 4.

AI-система успешно сформирована. На входном слое перцептрона имеется 7 параметров: запасы, денежные средства, внеоборотные активы, финансовые активы, капитал и резервы, долгосрочные заемные средства, кредиторская задолженность, выручка, на выходном слое – один параметр: прогноз чистой прибыли.

Если, например, выручка предприятия при прочих равных условиях возрастет на 50% и составит 2064 тыс. руб., тогда прогнозная чистая прибыль составит 302,9712 тыс. руб. Однако, если выручка не изменится на уровне 1376 тыс. руб. и входные параметры останутся прежними, то прогнозное значение чистой прибыли 21,097 тыс. руб. (рисунок 5).

Если сравнить полученные прогнозные значения, то увидим, что при прочих равных условиях WaR-модель предсказывает чистую прибыль в размере 42,27152519 тыс. руб., тогда как AI-модель предсказывает 21,097 тыс. руб., или в 2,0036 раза меньше.

Исследования показали, что AI-модель имеет весьма высокую точность. Ошибка прогноза составляет: минимальная 0,002193659; максимальная 7,364634144E-14. При этом стандартное отклонение ошибки составляет 0,0016321.

Чтобы оценить и минимизировать финансовые риски, некоторые авторы предложили широкий набор инструментов финансовой математики. Фелмер и Шид предложили квантильное хеджирование, хеджирование дефицита с минимальным риском и оптимальное квадратичное хеджирование [5]

Важной проблемой остается вопрос оценки и снижения финансового риска. Научный интерес представляют исследование Рупперта по статистике и анализу данных для финансового инжиниринга [6] и модель ценообразования капитальных активов Дженсена, Фишера и Майрона [7]. Фама и Макбет сочли не-

обходимым рассматривать риск как категорию, в которой наблюдается доходность и равновесие [8]. Фразинни и Педерсен приняли во внимание роль бета-портфеля финансовых инструментов [9].

Практика показывает, что применение систем искусственного интеллекта позволяет решать широкий круг проблем. Например, важное значение имеет поиск оптимальных решений в области создания организационных механизмов выделения субсидий на общественный транспорт в Санкт-Петербурге [10, с. 4706-4711], для оптимизации управления на производственном предприятии [11]. Как известно, искусственный интеллект находит все более широкое применение в условиях цифровизации экономики, для которых характерно внедрение технологий «Индустрия 4.0». Внимание многих ученых сфокусировано на исследование технологических процессов, обусловленных внедрением цифровой экономики.

### Выводы

Выдвинута и доказана гипотеза, что с помощью AI-системы, можно получить прогноз величины чистой прибыли в целях повышения финансовой устойчивости коммерческой организации.

Предложенное решение имеет определенную теоретическую ценность и практическое значение, в частности для поддержки принятия управленческого решения в управлении финансовым риском и финансовой устойчивостью компании.

При сравнении полученных прогнозных значений, можно увидеть, что при прочих равных условиях WaR-модель предсказывает чистую прибыль в размере 42,27152519 тыс. руб., тогда как AI-модель предсказывает 21,097 тыс. руб., или в 2,0036 раза меньше.

Разработанная AI-система обеспечивает высокую точность прогноза. Ошибка прогноза имеет следующие значения: минимальная 0,002193659; максимальная 7,364634144E-14. При этом стандартное отклонение ошибки составляет 0,0016321.

*Библиографический список*

1. Ковалева, А. В. Механизмы обеспечения финансовой устойчивости предприятий // Форум. Серия: Гуманитарные и экономические науки. 2017. № 2 (11). С. 68–75. Ковалева А. М. Финансы фирмы: учебник / А. М. Ковалева, М. Г. Лапуста, Л. Г. Скамай. – 4-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 522с.
2. Методы оценки риска VaR (value at risk). рыночный риск. пример расчета в Excel URL: <https://finzz.ru/metody-ocenki-riska-var-value-risk.html> (дата обращения 25.04.2021)
3. ООО «Капучино»: бухгалтерская отчетность и финансовый анализ URL: [https://www.audit-it.ru/buh\\_otchet/2317080792\\_ooo-kapuchino](https://www.audit-it.ru/buh_otchet/2317080792_ooo-kapuchino) (дата обращения 25.04.2021)
4. Гиляровская Л.Т., Ендовицкая А.В. Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческих организаций. М.: Юнити-Дана, 2012, 168 с.
5. Felmer, G. and Shid, A. (2008) “Introduction to stochastic finance. Discrete time”. М.: ICMNO: 496.
6. Ruppert D. Statistics and data analysis for financial engineering // Springer. 2019.
7. Jensen M., Fischer V. and Myron V. The Capital Asset Pricing Model: some empirical tests // Praeger Publishers Inc. 1972.
8. Eugene F. Fama and James D. MacBeth Risk, Return and Equilibrium: Empirical Tests // Journal of Political Economy, 1973. Vol. 81(3)
9. Frazzini A. and Pedersen L.H. Betting Against Beta. // NBER Working Paper. 2010.
10. Kulachinskaya A., Kravchenko V., Bezdenezhnykh T. Organizational mechanisms of allocation of subsidies for public transport in St. Petersburg // Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference. – 2018. – С. 4706-4711
11. Demidenko D.S. Malevskaia-Malevich E.D., Dubolazova Y.A., Victorova N.G. Optimization of the innovation process management at a manufacturing enterprise // Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference. – 2018. – С. 996-1003.