

Реализация методов принятия управленческих решений на основе предвидения в целях повышения устойчивости высокотехнологичных предприятий

И.В. Казьмина  

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
394064, Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54А, Российская Федерация

 kazminakazmina@yandex.ru

Аннотация. В статье анализируются научные методы принятия управленческих решений на высокотехнологичных предприятиях. Определено, что стабильность производства и конкурентоспособность предприятия на внутреннем и внешнем рынках определяются таким параметром, как устойчивость функционирования предприятия, которая рассматривается как прогнозируемый параметр, характеризующий состояние высокотехнологичного предприятия. Повышение стабильности работы предприятия может быть обеспечено за счет систематического анализа специальных индикаторов, определяющих в комплексе интегральную устойчивость. При прогнозировании устойчивости функционирования высокотехнологичного предприятия необходимо использовать различные методы. На основе анализа существующих методов научного предвидения показателей и характеристик промышленных предприятий для принятия управленческих решений и их особенностей определены методы прогнозирования, объединенные в следующие группы: математические (статистические) методы прогнозирования; вычислительные методы многоэтапного прогнозирования на основе искусственных нейронных сетей, входящие в состав программного обеспечения цифрового двойника в промышленной компании; экспертные методы прогнозирования, предполагающие использование интуиции, знаний и экспертных оценок. Интегральная устойчивость функционирования высокотехнологичного предприятия вырабатывается под воздействием комплекса факторов макросреды и внутренней среды предприятия. Они группируются в зависимости от среды возникновения, характера и направления воздействия, объекта воздействия. Выявлено, что наращивание устойчивости функционирования высокотехнологичных предприятий можно обеспечить путем всестороннего системного анализа основных направлений оценки устойчивости функционирования предприятия и их последующей коррекции при необходимости. Представлены направления повышения устойчивости функционирования высокотехнологичных предприятий, позволяющие обеспечить стабильность работы предприятия.

Ключевые слова: высокотехнологичное предприятие, устойчивость функционирования, управленческие решения, предвидение, прогноз, экстраполяция, цифровой двойник

Для цитирования: Казьмина И.В. Реализация методов принятия управленческих решений на основе предвидения в целях повышения устойчивости высокотехнологичных предприятий. *Экономика промышленности*. 2023;16(3):344–353. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-344-353>

Implementation of management decision-making methods based on foresight in order to increase the sustainability of high-tech enterprises

I.V. Kazmina  

MESC AF “N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy”,
54А Starykh Bol’shevikov Str., Voronezh 394064, Russian Federation

 kazminakazmina@yandex.ru

Abstract. The article analyzes the scientific methods of managerial decision-making at high-tech enterprises. It is determined that the stability of production and the competitiveness of the enterprise in the domestic and foreign markets are determined by such a parameter as the stability

of the functioning of the enterprise, which is considered as a predictable parameter characterizing the state of a high-tech enterprise. Increasing the stability of the enterprise can be achieved through the systematic analysis of special indicators that determine the integrated stability in the complex. When predicting the stability of the functioning of a high-tech enterprise, it is necessary to use various methods. Based on the analysis of existing methods of scientific prediction of indicators and characteristics of industrial enterprises for making managerial decisions and their features, forecasting methods are identified, combined into the following groups: mathematical (statistical) forecasting methods; computational methods of multi-stage forecasting based on artificial neural networks, which are part of the digital twin software in an industrial company; expert forecasting methods involving the use of intuition, knowledge and expert assessments. The integral stability of the functioning of a high-tech enterprise is developed under the influence of a complex of factors of the macro environment and the internal environment of the enterprise. They are grouped depending on the environment of occurrence, the nature and direction of the impact, the object of the impact. It is revealed that increasing the stability of the functioning of high-tech enterprises can be ensured by a comprehensive system analysis of the main directions of assessing the stability of the functioning of the enterprise and their subsequent correction, if necessary. The directions of increasing the stability of the functioning of high-tech enterprises, allowing to ensure the stability of the enterprise, are presented.

Keywords: high-tech enterprise, stability of functioning, management decisions, foresight, forecast, extrapolation, digital twin

For citation: Kazmina I.V. Implementation of management decision-making methods based on foresight in order to increase the sustainability of high-tech enterprises. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2023;16(3):344–353. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-344-353>

实施基于前瞻性的管理决策方法，以增强高科技企业的稳定性

I.V. 卡兹米纳  

茹科夫斯基-加加林空军工程学院空军军事教学科研中心, 394064, 俄罗斯联邦
沃罗涅日州沃罗涅日市老布尔什维克街54A号

 kazminakazmina@yandex.ru

摘要: 文章分析了高科技企业管理决策的科学方法。文章认为，企业生产的稳定性和在国内外市场上的竞争力是由企业运行的稳定性等参数决定的。该参数被认为是表征高科技企业经营状况的可预测参数。通过对确定企业整体稳定性的特殊指标进行系统分析，可以确保提高企业运行的稳定性。在预测高科技企业运行的稳定性时，有必要使用各种方法。在分析现有的科学预测工业企业管理决策指标和特点的方法及其特殊性的基础上，确定了预测方法，并将其分为以下几类：数学（统计）预测方法；基于神经网络的多阶段预测计算方法，这是工业企业数字孪生软件的一部分；专家预测方法，涉及使用直觉、知识和专家评估。高科技企业运行的整体稳定性是在宏观环境和企业内部环境的复杂因素影响下产生的。这些因素按照产生的环境、影响的性质和方向、影响的对象进行分类。研究表明，通过对企业运行稳定性评估的主要方向进行全面系统分析，并在必要时进行修正，可以增强高科技企业运行的稳定性。本文提出了增强高科技企业运行稳定性的方向，以确保企业的稳定性。

关键词: 高科技企业, 运行稳定性, 管理决策, 前瞻性, 预测, 外推法, 数字孪生

Введение

При анализе задач, решаемых современными системами управления высокотехнологичных предприятий, становится очевидным то обстоятельство, что существенной чертой перспективных систем управления предприятием является ориентация их на долгосрочную перспективу. Определяя направление развития систем управления высокотехнологичных предприятий на долгосрочную перспективу, следует исходить

из реально существующих в России тенденций управления промышленной промышленностью при становлении цифровой экономики [1; 2].

Реализация такого подхода позволяет утверждать, что направление развития систем управления высокотехнологичных предприятий, ориентированного на прогнозирование показателей и характеристик промышленного предприятия, является одним из приоритетных. При этом прогноз представляет собой научное предвидение

какой-либо информации о предприятии в будущем [2; 3].

Прогнозы – это предположения о том, что произойдет в будущем в определенной области, основанные на текущих данных, трендах, анализах и экспертном мнении. Прогнозы носят вероятностный характер и поэтому содержат набор альтернативных значений индикатора, имеющих разные вероятности исполнения.

Стабильность производства и конкурентоспособность предприятия на внутреннем и внешнем рынках может определяться таким параметром, как устойчивость функционирования предприятия. Поэтому в качестве прогнозируемого параметра, характеризующего состояние предприятия, будем рассматривать устойчивость его функционирования.

Повышение стабильности работы предприятия может быть обеспечено за счет систематического анализа специальных индикаторов, определяющих в комплексе интегральную устойчивость [4; 5].

При прогнозировании (научном предвидении) устойчивости функционирования высокотехнологического предприятия возможно использование различных методов.

Методы

На основе анализа существующих методов, реализующих возможность научного предвидения показателей и характеристик промышленных предприятий для принятия управленческих решений, определены наиболее перспективные методы прогнозирования, объединенные в указанные ниже группы [1–3]:

1) математические (статистические) методы прогнозирования, основанные на математических моделях и закономерностях;

2) вычислительные методы многоэтапного прогнозирования на основе искусственных нейронных сетей, входящие в состав программного обеспечения цифрового двойника (ЦД) в промышленной компании;

3) экспертные методы прогнозирования, предполагающие использование интуиции, знаний и экспертных оценок.

Содержание методов принятия управленческих решений, реализующих возможность предвидения и возможности их применения

Проведем детальный анализ применения вышеперечисленных перспективных методов прогнозирования для оценки устойчивости деятельности предприятия в долгосрочной перспективе.

Математические методы прогнозирования. К математическим методам прогнозирования

относятся: экстраполяция, интерполяция и причинность.

Экстраполяция – это метод определения количественных характеристик ранее не наблюдавшихся явлений путем переноса на будущее результатов наблюдений за аналогичными явлениями в прошлом. Экстраполяция основана на анализе исторических данных за самый последний период.

Наряду с различными вариантами экстраполяции в прогнозировании находит применение и метод интерполяции. Интерполяция – это метод определения неизвестных промежуточных значений динамического ряда. Особенностью этого метода является построение новых значений функции на основе уже имеющихся значений. Он применяется, когда имеющиеся данные о функции не являются непрерывными. Интерполяция позволяет вычислять значения функции между имеющимися точками или предсказывать значение функции за пределами имеющегося диапазона данных. Существует несколько методов интерполяции, которые зависят от вида функции и особенностей ее изменения. Наиболее распространенные методы – это линейная интерполяция, многочленная интерполяция и сплайн-интерполяция.

Для экстраполяции и интерполяции могут использоваться как одинаковые, так и разные методы, но в любом случае все они основаны на том, что тренд в данный период времени сохранится как вне его, так и внутри.

Методы причинного прогнозирования основаны на определении зависимости одной прогнозируемой характеристики от развития других характеристик (факторов). Эти методы позволяют осуществлять предсказания будущих событий на основе анализа причинных связей между различными факторами. Они используются для прогнозирования изменений и тенденций, а также принятия решений. В основе причинно-следственного прогнозирования лежит идея: если понять причины прошлых событий, то можно предсказать будущее. С этой целью используются статистические методы, машинное обучение и другие технологии, позволяющие определить зависимости между различными факторами и сделать на их основе прогноз. Изменение признака Y при функциональной связи зависит от действия других факторных признаков, при корреляционной связи оно определено воздействием факторного признака S лишь частично [4; 6; 7].

На **рис. 1** приведен алгоритм прогнозирования интегральной устойчивости функционирования предприятия для j -го временного интервала.

Наибольшее распространение получил метод прогнозирования количественных характеристик с помощью экстраполяции.

Однако прогнозирование по индикаторам является сложным процессом, в связи с тем, что выбор индикатора является задачей, требующей комплексного, системного подхода и больших трудозатрат, связанных с формированием отправных данных и проведением вычислительных действий.

Этот метод основан на использовании различных индикаторов и осцилляторов, которые отображают текущее состояние и помогают спрогнозировать его дальнейшее изменение. Индикаторы могут быть различных типов, таких как скользящие средние, индексы относительной силы, стохастический осциллятор [1; 8].

Прогнозирование по индикаторам осуществляется путем анализа их значений и определения ожидаемого изменения на основе их поведения в прошлом. Прогнозирование по индикаторам не является точным и подвержено ошибкам. Поэтому перед принятием решения необходимо учитывать различные факторы.

Разработка перечня частных индикаторов I_{ji}^r , определяющих устойчивость функционирования предприятия (см. рис. 1, блок 1), и обоснование аналитических соотношений для расчета частных индикаторов I_{ji}^r для оценки устойчивости на j -м временном интервале (см. рис. 1, блок 2) осуществляется с учетом методики оценки интегральной устойчивости функционирования предприятия [9–11].

На рис. 2 представлена графическая иллюстрация сути метода экстраполяции частных индикаторов I_{ji}^r для оценки устойчивости функционирования высокотехнологичного предприятия на j -м интервале прогнозирования.

Прогнозируемые индикаторы I_{ji}^r могут принимать значения на j -м временном интервале между кривыми 1 и 2 (см. рис. 2).

Все индикаторы I_{ji}^r используют данные, нацеленные на обеспечение устойчивости функционирования предприятия. Однако у каждого индикатора устойчивости функционирования I_{ji}^r есть свои достоинства и недостатки. В этой связи целесообразно скомбинировать индикаторы и добиться синергии, повышая устойчи-



Рис. 1. Алгоритм оценки устойчивости высокотехнологичного предприятия на j -м временном интервале

Fig. 1. Algorithm for assessing the stability of functioning high-tech enterprise on j time interval

вость и точность оценки состояния предприятия на j -м временном интервале в целом [1; 12; 13].

Вычислительные многошаговые методы прогнозирования на основе искусственных нейронных сетей. При прогнозировании на основе нейронных сетей используются методы машинного обучения для предсказания будущих значений на основе данных прошлого. Работа нейронных сетей основана на принципе имитации функционирования головного мозга человека, что позволяет извлекать сложные зависимости из данных.

Многошаговое прогнозирование на основе искусственных нейронных сетей, являющихся частью программного обеспечения ЦД предприятия, используется для реализации прогноза. Оно предопределено для изучения закономерностей в изменении состояния предприятия в перспективе в j -м интервале времени.

Предположим, что система научилась определять устойчивость функционирования на j -м временном интервале. При этом система спрогнозировала устойчивость функционирования и на следующем $(j + 1)$ временном интервале. После этого система выполняет перспективное прогнозирование, и на вход подается следующий полученный системный образ.

Метод прогнозирования устойчивости функционирования высокотехнологичного предприятия основан на математических методах, которые позволяют определить наличие устойчивости системы и оценить степень ее устойчивости. Также используется анализ бифуркаций. Этот метод позволяет определить изменения в устойчиво-

сти системы при изменении ее параметров. Он может быть использован для прогнозирования возможных изменений в устойчивости системы и определения оптимальных параметров для достижения нужного уровня устойчивости. Большое значение имеют экспериментальные методы прогнозирования устойчивости систем, включая тестирование на прочность и длительные испытания. Эти методы позволяют определить реальную устойчивость предприятия. Выбор метода прогнозирования устойчивости зависит от конкретной ситуации и требований к системе. Некоторые методы могут быть более подходящими для определенных типов систем или для определенных целей. Тем не менее важно использовать несколько методов для достижения наиболее точных прогнозов устойчивости системы.

Исходя из того, что наличие ЦД на предприятии является одним из основных условий для проведения прогнозирования на основе искусственных нейронных сетей необходимо оценить роль и степень распространения двойников на высокотехнологичных предприятиях. Использование в высокотехнологичном производстве ЦД началось в 2015 г. благодаря развитию искусственного интеллекта [14; 15].

Цифровой двойник – это цифровая «виртуальная» модель предприятия, охватывающая все производственные сферы предприятия, начиная от получения сырья до поставки готовой продукции, ориентированная на достоверные рекомендации по обеспечению устойчивости функционирования на перспективный период времени [2; 16].

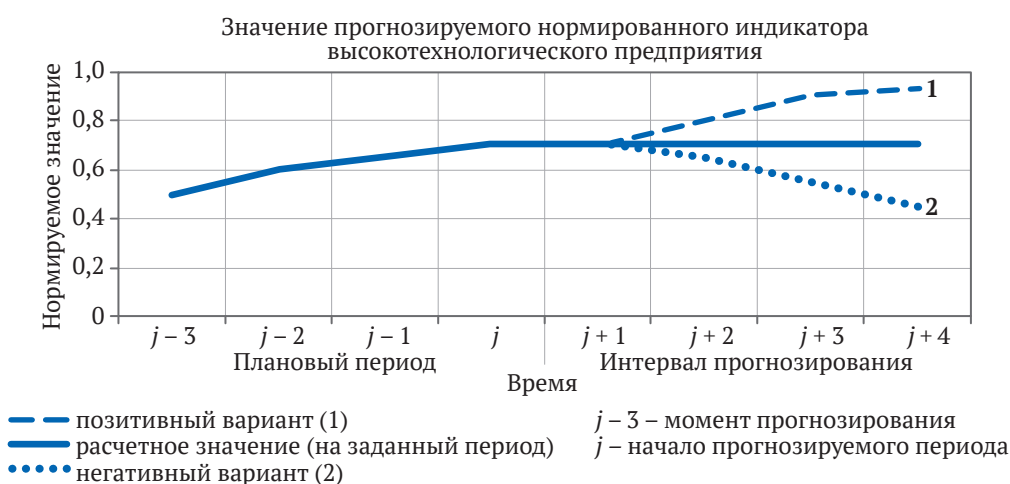


Рис. 2. Графическая иллюстрация сути метода экстраполяции частных индикаторов для оценки устойчивости на j -м интервале прогнозирования

Fig. 2. Graphical illustration of the essence of the method of extrapolation of partial indicators for assessing stability on the j forecasting interval

В последнее время ЦД становятся ключевым инструментом экономической активности зарубежных и отечественных предприятий, а также инструментом прогнозирования уровня конкурентоспособности в будущем [2; 17].

С помощью ЦД можно оценить устойчивость и стабильность функционирования предприятия на j -м временном этапе. На **рис. 3** показан графический пример прогноза устойчивого состояния высокотехнологичного предприятия на основе использования искусственных нейронных сетей. Графический прогноз позволяет понять, как изменяется устойчивость функционирования предприятия на разных этапах производства. На рис. 3, кривая W приведен негативный вариант развития и функционирования производственной деятельности ($j + 2$) [2; 18].

Представленный алгоритм оценки устойчивости функционирования предприятия на j -м временном этапе на основе искусственных нейронных сетей использует процесс обратной связи для улучшения прогнозов с течением времени. При этом нейронная сеть учит средства вычислительной техники обрабатывать данные таким же способом, как и человеческий мозг. Архитектура нейронных сетей повторяет структуру человеческого мозга.

На основании полученных результатов оценки с помощью искусственных нейронных сетей высшее руководство предприятия принимает решение о реализации последующих циклов процесса управления устойчивостью. При этом необходимо создать условия, допускающие объективное наблюдение и измерение для осуществления систематического анализа всей совокупности частных показателей при управлении устойчивости, для чего анализируется набор частных пока-

зателей, определяющих устойчивость компании. Предприятие считается устойчивым к внешним и внутренним воздействиям, только когда уровень интегрального показателя устойчивости соответствует требуемому значению (см. рис. 3), которое устанавливается руководством предприятия и анализируется в динамике.

На основе прогнозных данных можно утверждать, что к 2026 г. рынок ЦД достигнет 16 млрд долл. США. Это означает, что для отечественной промышленности существует необходимости импорта наукоемкого программного обеспечения крупных частных компаний в крупнейшие экономики мира и создание цифрового хранилища данных на основе инвестиций крупного частного капитала [2; 19].

Цифровой двойник для моделирования и предсказания поведения объекта в различных условиях. Цифровой двойник может использоваться в промышленности оборонно-промышленного комплекса (ОПК) для тестирования безопасности и эффективности новых образцов вооружения, а также в производственной отрасли при оптимизации производственных процессов.

Использование ЦД может приносить финансовую выгоду за счет оценки устойчивости компании с помощью искусственных нейронных сетей, создания единой цифровой модели, которая функционирует без вмешательства человека [2; 13].

Таким образом, многошаговое прогнозирование устойчивости функционирования предприятия на основе искусственных нейронных сетей, являющихся частью программного обеспечения ЦД предприятия, позволит предвидеть уровень развития и устойчивости предприятия, а также создаст основу для непрерывного совершенствования системы управления предприятием.

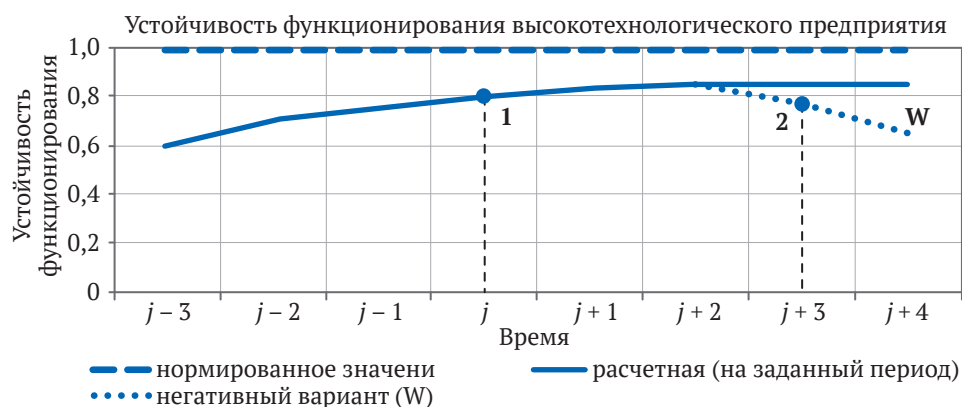


Рис. 3. Пример возможной графической оценки интегральной устойчивости функционирования предприятия с использованием ЦД на j -м временном этапе

Fig. 3. An example of a possible graphical evaluation of the integral sustainability of the enterprise using a digital twin at j time step

Экспертные методы прогнозирования.

Экспертные методы предполагают использование интуиции. Они основаны на экспертных суждениях, отражающих индивидуальную оценку специалистами перспектив состояния компании, и не являются методами научного предвидения.

В условиях динамичного развития техники и информационных технологий эффективность использования статистических методов прогнозирования снижается. В этих условиях нельзя слишком полагаться на статистические методы. Поэтому интуиция специалистов, называемых экспертами, приобретает особую роль в предсказании будущего. Опираясь на интуицию, эксперт может сделать вывод об изучаемой компании. К методам экспертных суждений относятся методы анализа и обобщения, суждения и предположения, основанные на интуиции экспертов.

Суть метода экспертных суждений заключается в том, что группа экспертов оценивает определенные параметры или показатели с использованием своих знаний, опыта и экспертизы в определенной области. Метод может быть использован для прогнозирования тенденций, принятия решений при отсутствии полной информации или для оценки рисков. Критерии, на которых основаны экспертные суждения, могут включать качественные и количественные параметры, а также другие факторы.

Существуют разные методы обследования:

1) индивидуальный или групповой (коллективный);

2) личный (очный) или заочный (путем отправки анкет).

На **рис. 4** представлена графическая иллюстрация сути метода экспертной оценки интегральной устойчивости предприятия в будущем j -м интервале времени. В опросе приняли участие 10 экспертов, которые оценивали интегральную устойчивость предприятия в будущем, используя количественную оценку суждений. Этот метод прогнозирования основан на экспертных суждениях, которые отражают индивидуальную оценку специалистами перспектив состояния компании в будущем. Опираясь на интуицию, эксперт может сделать вывод об изучаемом предприятии.

При этом при оценке устойчивости необходимо учитывать все виды устойчивости предприятия, такие как:

1. Финансовая устойчивость: наличие достаточных финансовых ресурсов для покрытия текущих и будущих затрат, а также способность к эффективному использованию финансовых ресурсов.

2. Технологическая устойчивость: обладание эффективными технологиями производства, их постоянное совершенствование, а также умение адаптироваться к изменению технологических требований.

3. Управленческая устойчивость: наличие квалифицированных и опытных менеджеров, способных эффективно управлять предприятием и принимать правильные решения в условиях неопределенности.

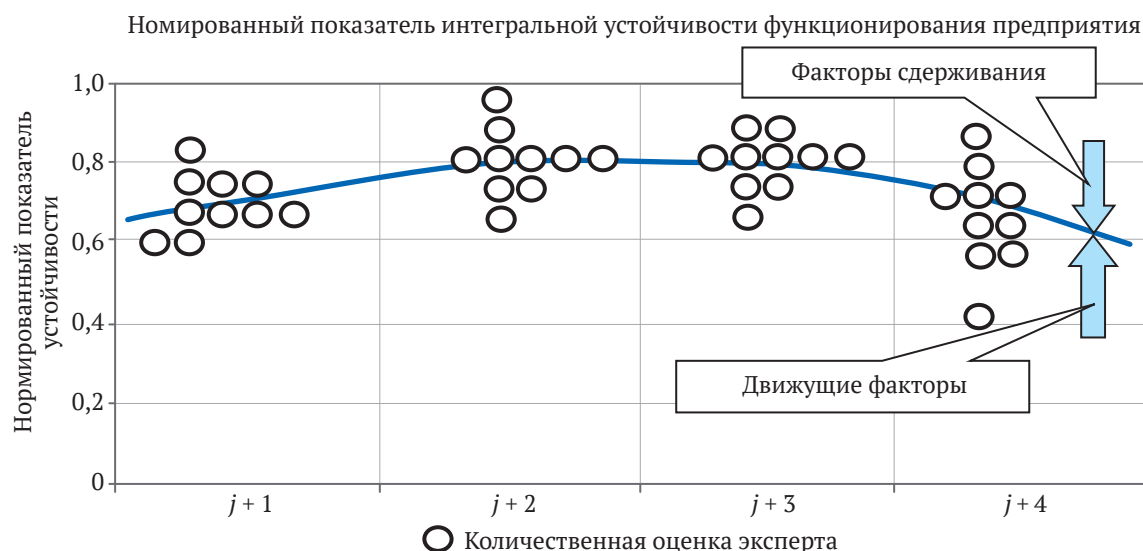


Рис. 4. Графическая иллюстрация сути метода экспертной оценки интегральной устойчивости функционирования предприятия для j -м интервала времени

Fig. 4. Graphic illustration of the essence of the peer review method integrated sustainability of the enterprise for j time interval

4. Маркетинговая устойчивость: способность адаптироваться к изменению потребительских предпочтений, создавать конкурентные преимущества, удерживать своих клиентов и привлекать новых.

5. Кадровая устойчивость: наличие высококвалифицированных сотрудников, готовых эффективно выполнять задачи и развиваться в быстро меняющихся условиях.

6. Правовая устойчивость: соблюдение законодательства и умение адаптироваться к изменению законодательства в сфере деятельности предприятия.

7. Экономическая устойчивость: наличие достаточных товарных запасов, целостность управленческой и производственной систем, а также высокая производительность труда.

Следует отметить, что интегральная устойчивость функционирования предприятия вырабатывается под воздействием факторов макросреды и внутренней среды предприятия.

Факторы устойчивости (не устойчивости) – причины, которые могут вызвать повышение или снижение интегральной устойчивости (см. ход кривой, приведенной на рис. 4). Они группируются в зависимости от среды возникновения, характера и направления воздействия, объекта воздействия [1; 2; 18].

Факторы (факторы сдерживания или движущие факторы, см. рис. 4) по-разному воздействуют на устойчивость функционирования предприятия.

Первые два из рассмотренных методов прогнозирования (математические методы и вычислительные методы на основе искусственных нейронных сетей) относятся к научному предвидению, так как на основе моделирования и математического программирования осуществляется прогноз частных индикаторов, а затем – вычисление интегральной устойчивости предприятия на j -м интервале прогнозирования.

Третий, экспертный метод прогнозирования, относится к предвидению на основе интуиции, знаний и суждений экспертов. В этом случае прогноз частных индикаторов, определяющих интегральную устойчивость предприятия, не проводится. Эксперты дают оценку интегральной устойчивости функционирования предприятия для j -го интервала.

Недостатком метода экспертных оценок является субъективность оценки и зависимость оценки от наличия экспертов, знакомых с прогнозируемой ситуацией. Следовательно, эти методы прогнозирования основываются на оценках, которые отражают частные суждения

специалистов относительно перспектив состояния предприятия в будущем. На основе интуиции эксперт способен сделать заключение об интегральной устойчивости функционирования предприятия для j -го интервала времени.

При проведении прогнозирования возникает вопрос о достоверности и точности результатов прогноза. В этой связи требуется верификация прогнозов, осуществляемых с помощью исследуемых методов на основе анализа динамики изменения устойчивости функционирования предприятия и сравнения результатов прогноза с ранее известным. Метод прогнозирования, который обеспечивает наименьшую погрешность результатов прогноза, целесообразно использовать при оценке устойчивости функционирования предприятия для j -го интервала времени.

Если результаты прогноза интегральной устойчивости функционирования предприятия для j -го интервала времени не соответствуют требуемым, то необходимо разработать рекомендации по наращиванию устойчивости на этом интервале времени.

Заключение

Рост устойчивости функционирования высокотехнологичных предприятий на j -м интервале времени может быть достигнут путем всестороннего анализа основных направлений оценки устойчивого функционирования предприятия и, при необходимости, последующей коррекции. Ключевыми направлениями повышения устойчивости предприятий являются:

- реализация адаптивного развития системы управления на предприятиях;
- организация контроля уровня устойчивости предприятия;
- внедрение механизма управления устойчивостью предприятия;
- подготовка квалификации рабочих, специалистов в области информационных технологий;
- обеспечение всесторонней защиты циркулирующей информации в цифровой среде предприятия.

Представленные направления повышения устойчивости функционирования высокотехнологичных предприятий смогут обеспечить стабильность работы предприятия на j -м интервале времени.

Таким образом, указанные варианты развития систем управления высокотехнологичных предприятий связаны с возможностью прогнозирования показателей и характеристик предприятия. При этом прогноз имеет вероятностный характер.

Список литературы / References

1. Варшавский А.Е. Наукоемкие отрасли и высокие технологии: определение, показатели, техническая политика, удельный вес в структуре экономики России. *Экономическая наука современной России*. 2000;(2):61–82.
Varshavskii A.E. Science-intensive industries and high technologies: definition, indicators, technical policy, share in the structure of the Russian economy. *Ėkonomičeskââ nauka sovremennoj Rossii = Economics of Contemporary Russia*. 2000;(2):61–82. (In Russ.)
2. Казьмина И.В., Белгородский А.В., Бокорев Ю.Ю. Предвидение как основа повышения устойчивости функционирования высокотехнологичных предприятий. *Организатор производства*. 2023;31(2):66–75. <https://doi.org/10.36622/VSTU.2023.32.59.006>
Kazmina I.V., Belgorodsky A. V., Bokorev Y.Y. Foresight as a basis for increasing the stability of the functioning of high-tech enterprises. *Organizator proizvodstva = Organizer of Production*. 2023;31(2):66–75. (In Russ.). <https://doi.org/10.36622/VSTU.2023.32.59.006>
3. Пыткин А.Н., Хисамова А.И. *Организационно-экономический механизм управления предприятиями энергетики*. Пермь: Автономная некоммерческая организация высшего образования «Пермский институт экономики и финансов»; 2014. 208 с.
4. Кривенко Е.И. Мониторинг состояния и перспектив развития отраслевого рыночного сегмента и производственного сектора народного хозяйства. *Вестник Воронежского государственного технического университета*. 2021;83(2):320–335. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-2-320-335>
Krivenko E.I. Monitoring the state and prospects of development of the industrial market segment and the production sector of the national economy. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021;83(2):320–335. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-2-320-335>
5. Мамаджанов Х.А., Фильков А.П., Корневский А.А. Базовые элементы системы управления интеллектуальными активами предприятия. *Имущественные отношения в Российской Федерации*. 2004;(5(32)):55–59.
Mamadzhanov Kh.A., Fil'kov A.P., Korenevskii A.A. Basic elements of the enterprise intellectual asset management system. *Imushchestvennye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii*. 2004;(5(32)):55–59. (In Russ.)
6. Казьмина И.В. Особенности формирования механизма обеспечения экономической безопасности предприятий с информационными технологиями. *Вестник Воронежского государственного технического университета*. 2014;10(5):120–124.
Kazmina I.V. Features of the formation of a mechanism to ensure the economic security of enterprises with information technology. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2014;10(5):120–124. (In Russ.)
7. Казьмина И.В., Сафин А.М., Щеголева Т.В. Основные направления совершенствования информационных систем управления авиационными предприятиями на основе использования современных компьютерных и информационных технологий. *Организатор производства*. 2017;25(1):36–46.
Kaz'mina I.V., Safin A.M., Shchegoleva T.V. The main directions of improving information systems for managing aviation enterprises based on the use of modern computer and information technologies. *Organizer of Production*. 2017;25(1):36–46. (In Russ.)
8. Гринберг А.С., Король И.А. *Информационный менеджмент*. М.: Юнити-Дана; 2003. 415 с.
9. Хорев А.И., Самогородская М.И. Механизм оценки экономической эффективности системы менеджмента качества на предприятии. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2016;4:376–385. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-376-385>
Khorev A.I., Samogorodskaya M.I. The mechanism of assessment of economic efficiency of quality management system at the enterprise. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2016;(4):376–385. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-376-385>
10. Глухов В.В., Бабкин А.В., Шкарупета Е.В. Цифровое стратегирование промышленных систем на основе устойчивых экоинновационных и циркулярных бизнес-моделей в условиях перехода к Индустрии 5.0. *Экономика и управление*. 2022;28(10):1006–1020. <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-10-1006-1020>
Glukhov V.V., Babkin A.B., Shkarupeta E.V. Digital strategizing of industrial systems based on sustainable eco-innovation and circular business models in the context of the transition to Industry 5.0. *Economics and Management*. 2022;28(10):1006–1020. (In Russ.). <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-10-1006-1020>
11. Щеголева Т.В. Обеспечение надежности бизнес-процессов высокотехнологичных промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации. *Современная экономика: проблемы и решения*. 2022;(2(146)):69–78. <https://doi.org/10.17308/meps.2022.2/2774>
Shchegoleva T.V. Assurance of the reliability of business processes of high-tech industrial enterprises under conditions of digital transformation. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya = Modern Economics: Problems and Solutions*. 2022;(2(146)):69–78. (In Russ.). <https://doi.org/10.17308/meps.2022.2/2774>
12. Казьмина И.В., Щеголева Т.В. *Адаптивное развитие системы управления высокотехнологич-*

- ных предприятий в условиях цифровой экономики. Воронеж: ООО Рекламно-издательская фирма «Кварта»; 2021. 204 с.
13. Казьмина И.В., Бокорев Ю.Ю., Щеголева Т.В. Концептуальные положения адаптивного развития системы управления высокотехнологичным предприятием в условиях волатильности цифровой среды. *Организатор производства*. 2022;30(2):37–47.
Kazmina I.V., Bokorev Yu.Yu., Shchegoleva T.V. Conceptual provisions of adaptive development of the management system of a high-tech enterprise in conditions of volatility of the digital environment. *Organizer of Production*. 2022;30(2):37–47. (In Russ.).
 14. Фомина А.В., Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Батьковский М.А. *Управление развитием высокотехнологичных предприятий наукоемких отраслей промышленности* [под ред. А.В. Фоминой]. М.: Креативная экономика; 2014. 400 с.
 15. Шаньгин В.Ф. *Информационная безопасность и защита информации*. М.: ДМК Пресс; 2014. 702 с.
 16. Казьмина И.В., Щеголева Т.В., Родионова В.Н. Тенденции и закономерности цифровой трансформации предприятий. *Организатор производ-*
 - ства*. 2021;29(4):15–24. <https://doi.org/10.36622/VSTU.2021.75.68.002>
 - Kazmina I.V., Shchegoleva T.V., Rodionova V.N. The structure of the management system of high-tech enterprises in the conditions of the volatility of the digital environment. *Organizer of Production*. 2021;29(4):15–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.36622/VSTU.2021.75.68.002>
 17. Shkarupeta E., Enina E., Polnomoshnova O., Kiselev S., Korotaeva E. Labor productivity research in the conditions of digital economy. In: Soliman Kh.S. (ed.). *Proceed. of the 33rd Inter. business information management association conference, IBIMA 2019: Education excellence and innovation management through vision 2020. Granada, Spain. April 10–11, 2019*. International Business Information Management Association (IBIMA); 2019. P. 8976–8983.
 18. Grant W.E., Peterson T.R., Peterson M.J. Quantitative modeling of coupled natural/human systems: Simulation of societal constraints on environmental action drawing on Luhmann's social theory. *Ecological Modelling*. 2002;158(1):143–165. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00219-3](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00219-3)
 19. Porter M.E., Stern S. Innovation: Location matters. *MIT Sloan Management Review*. 2001;42(4):28–36.

Информация об авторе

Ирина Владимировна Казьмина – д-р экон. наук, доцент кафедры восстановления авиационной техники, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 394064, Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54А, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2610-8656>; e-mail: kazminakazmina@yandex.ru

Information about author

Irina V. Kazmina – Dr.Sci. (Econ.), Associate Professor of the Department of Aviation Equipment Restoration, MESAF AF “N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy”, 54A Starykh Bol'shevikov Str., Voronezh 394064, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2610-8656>; e-mail: kazminakazmina@yandex.ru

Поступила в редакцию 26.05.2023; поступила после доработки 11.09.2023; принята к публикации 12.09.2023

Received 26.05.2023; Revised 11.09.2023; Accepted 12.09.2023