

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ
Кафедра информационных систем управления

ГУЛИН Егор Николаевич

**ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ СЛОЖНЫХ
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Дипломная работа

Научный руководитель:
кандидат технических наук,
доцент А.Н. Вальвачев

Допущена к защите

« ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой информационных систем управления
доктор технических наук, доцент А.М. Недзьведь

Минск, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
Глава 1 Анализ литературы и постановка задачи	9
1.1 Эволюция организационно-технических систем	9
1.2 Подходы к оценке устойчивости бизнеса	10
1.3 Специфика устойчивости компании в новых условиях	12
1.4 Понятийный базис	13
1.5 Постановка задачи	14
1.6 Выводы	14
Глава 2 Модели и алгоритмы	15
2.1 Базовые положения	15
2.2 Критерии оценки устойчивости	15
2.3 Модели	16
2.3.1 Модель компании	16
2.3.2 Модель компонента компании	18
2.4 Алгоритмы	19
2.4.1 Алгоритм построения модели компании	19
2.4.2 Алгоритм генерации временного ряда устойчивости	19
2.4.3 Алгоритм имитации воздействия	20
2.4.4 Алгоритм текущей оценки устойчивости	20
2.4.5 Алгоритм определения наиболее негативных критериев	21
2.4.6 Алгоритм определения состояния компонента	22
2.4.7 Алгоритм определения состояния компании	22
2.5 Выводы	22
Глава 3 Разработка программного обеспечения	23
3.1 Архитектура целевой системы	23
3.2 Реализация программных модулей	24
3.2.1 Разработка главного меню	25
3.2.2 Разработка модуля «Модель компании»	26
3.2.3 Разработка модуля «Текущее воздействие»	28
3.2.4 Разработка модуля «Оценка устойчивости»	31
3.2.5 Разработка модуля «О системе»	33
3.3 Методика применения системы	34
3.4 Выводы	34
Глава 4 Решение прикладной задачи	35
4.1 Постановка прикладной задачи	35
4.2 Решение задачи на основе методики	35
4.3 Выводы	42
Заключение	43
Список использованных источников	44

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ И ТЕРМИНОВ

IDE (Integrated Development Environment) – интегрированная среда разработки

Актор – участник системы, играющий определенную роль

Визуализация – представление данных в виде, который обеспечивает наиболее эффективную работу человека по их изучению

БД – база данных

ИИ – искусственный интеллект

Мониторинг – наблюдение, оценка состояния, управляющие решения для объектов

Организационно-техническая система (ОТС) – распределенная компьютеризованная и интегрированная в Интернет иерархия из природных и искусственных акторов, совместно реализующих бизнес-процессы с определенной целью

ПО – программное обеспечение

СОУ – система оценки устойчивости

Устойчивость – объективный численный критерий, определяющий возможность достижения цели компанией в данный момент времени

РЕФЕРАТ

Структура и объем дипломной работы

45 страниц, 41 рисунок, 7 формул, 24 источника

Ключевые слова: УСТОЙЧИВОСТЬ, ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, МОНИТОРИНГ, ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ.

Текст реферата

Объект исследования – разработка системы оценки устойчивости сложных систем.

Предмет исследования – методы и технологии оценки устойчивости.

Цель исследования – разработать комплексный метод и технологию оценки устойчивости организационно-технических систем, снижающие уровень субъективности и расширяющие возможности существующих подходов за счет новых научно-технических достижений.

Методы исследования: системный подход, описание, моделирование, сравнительный анализ.

Полученные результаты и их новизна: предложены более эффективные формальные методы и критерии оценки устойчивости на базе расширенного спектра признаков устойчивости, снижающие уровень субъективности. Разработано программное обеспечение для автоматизации оценки устойчивости компании по формальным критериям.

Достоверность материалов и результатов дипломной работы: автор работы подтверждает достоверность приведенных материалов, объективно отражающих предмет исследования. Все заимствованные из литературных и других источников теоретические, методологические и методические приложения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

Область возможного практического применения – системы мониторинга сложных систем.

РЭФЕРАТ

Структура і аб'ём дыпломнай працы

45 старонак, 41 малюнак, 7 формул, 24 крыніцы

Ключавыя словы: УСТОЙЛІВАСЦЬ, АРГАНІЗАЦЫЙНА-ТЭХНІЧНАЯ СІСТЭМА, МАНІТОРЫНГ, ПРЫНЯЦЦЕ РАШЭННЯЎ, ВІЗУАЛІЗАЦЫЯ.

Змест працы

Аб'ект даследавання – распрацоўка сістэмы ацэнкі ўстойлівасці складаных сістэм.

Прадмет даследавання – метады і тэхналогіі ацэнкі ўстойлівасці.

Мэта даследавання – распрацаваць комплексны метад і тэхналогію ацэнкі ўстойлівасці арганізацыйна-тэхнічных сістэм, якія зніжаюць узровень суб'ектыўнасці і пашыраюць магчымасці існуючых падыходаў за кошт новых навукова-тэхнічных дасягненняў.

Метады даследавання: сістэмны падыход, апісанне, мадэляванне, параўнальны аналіз.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: прапанаваны больш эфектыўныя фармальныя метады і крытэрыі ацэнкі ўстойлівасці на базе пашыранага спектру прыкмет устойлівасці, якія зніжаюць узровень суб'ектыўнасці. Распрацавана праграмае забеспячэнне для аўтаматызацыі ацэнкі ўстойлівасці кампаніі па фармальных крытэрыях.

Дакладнасць матэрыялаў і вынікаў дыпломнай працы: аўтар працы пацвярджае дакладнасць прыведзеных матэрыялаў, якія аб'ектыўна адлюстроўваюць прадмет даследавання. Усе запазычаныя з літаратурных і іншых крыніц тэрэтычныя, метадалагічныя і метадычныя прыкладанні і канцэпцыі суправаджаюцца спасылкамі на іх аўтараў.

Вобласць магчымага практычнага прымянення – сістэмы маніторынгу складаных сістэм.

SUMMARY

Structure and scope of the diploma work

45 pages, 41 figures, 7 formulas, 24 references

Keywords: SUSTAINABILITY, ORGANIZATIONAL TECHNICAL SYSTEM, MONITORING, DECISION MAKING, VISUALIZATION.

Summary text

The object of the research – development of a system for assessing the sustainability of complex systems.

The subject of the research – methods and technologies for assessing the sustainability.

The aim of the research – develop a comprehensive method and technology for assessing the sustainability of organizational and technical systems, reducing the level of subjectivity and expanding the capabilities of existing approaches at the expense of new scientific and technological advances.

Research methods: system approach, description, modeling, comparative analysis.

The results of the work and their novelty: more effective formal methods and criteria for assessing sustainability on the basis of an extended range of sustainability attributes, reducing the level of subjectivity are proposed. The software for automation of company sustainability assessment by formal criteria has been developed.

Authenticity of the materials and results of the diploma work: the author of the work confirms the reliability of the given materials, objectively reflecting the subject of the research, and all theoretical, methodological and methodical applications and concepts borrowed from the literature and other sources are accompanied by references to their authors.

Recommendations on the usage – monitoring systems of complex systems.

ВВЕДЕНИЕ

Глобальные организационные, технические, социальные и климатические изменения XXI века привели к необходимости усовершенствования существующих методов решения задач управления сложными организационно-техническими системами (ОТС) [2, 6, 7, 11]. Они представляют собой распределенную компьютеризированную структуру, объединяющую взаимосвязанные и взаимодействующие технические (стационарные и мобильные роботы, умные вещи и др.) и организационные (люди, процессы и др.) элементы, предназначенные для достижения определенных целей и функционирующие в сложной динамичной среде в условиях высокой степени неопределенности. Примерами ОТС являются территориально-распределенные компании, системы интернета вещей, киберфизические системы, умные города и другие [1, 6].

Управление ОТС как комплекс взаимосвязанных действий и процессов направлено на обеспечение эффективности и надежности функционирования ОТС для достижения поставленных целей в условиях турбулентности.

Одной из наиболее актуальных задач в 2025 г. является объективизация методов оценки устойчивости бизнес-структур (компаний) в современной динамической среде с постоянно растущим уровнем глобальной неопределенности [6].

Под устойчивостью понимается способность компании восстанавливать эффективность бизнес-процессов после воздействия внутренних или внешних социальных, экономических, политических и других негативных факторов, например, таких как пандемия COVID-19 [18].

До XXI века проблема устойчивости носила более академический, чем практический характер. Иными словами, исследования, посвященные вопросам обеспечения стабильности и эффективности ОТС, были преимущественно теоретическими (разрабатывались подходы к оценке эффективности ОТС, предлагались модели и алгоритмы анализа функционирования ОТС, анализировались варианты повышения устойчивости ОТС в сложных условиях), однако отсутствие возможностей для экспериментальной проверки теоретических выкладок затрудняло объективную оценку их эффективности. Кроме того, практическое применение наработок не являлось приоритетной задачей.

В XXI веке глобальный рост турбулентности среды привел к необходимости усовершенствования традиционных методов оценки эффективности ОТС на основании узкой и жесткой по составу группы локальных показателей (как правило, финансовых) [19].

Цель исследования – разработать комплексный метод и технологию оценки устойчивости ОТС, снижающие уровень субъективности и расширяющие возможности существующих подходов за счет новых научно-технических достижений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать литературу по подходам к оценке устойчивости ОТС, выявить недостатки существующих методов оценки устойчивости бизнес-процессов компании в современной турбулентной среде;
- описать модель компании, разработать алгоритмы объективной оценки устойчивости бизнеса;
- разработать программное обеспечение для автоматизации оценки устойчивости компании;
- решить прикладную задачу с применением разработанного ПО.

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников.

В первой главе выполнен анализ литературы, сформирован понятийный базис, на основе которого сформулирована задача разработки методов и компьютерной технологии для оценки устойчивости современных ОТС. Обосновывается подход к решению на основе расширения масштаба анализируемой среды и комплекса показателей. Подход учитывает свойства среды и специфику ОТС, включая территориальную распределенность компонентов, большое количество разнородных акторов (людей, роботов) и наличие умных датчиков и высокоскоростных информационных сетей.

Во второй главе построен комплекс моделей, составляющий теоретический базис решения. На его основе разработан комплекс алгоритмов, обеспечивающий построение модели ОТС, моделирование жизненного цикла, оценку устойчивости и синтез управляющих решений для поддержки гомеостаза ОТС. Для численной оценки устойчивости предложен оригинальный метод, основанный на использовании ресурсов в качестве стабилизирующего фактора.

В третьей главе выполнена реализация моделей и алгоритмов с применением принципов искусственного интеллекта, решающего проблему оперативного анализа тысяч разнородных объектов и принятия соответствующих решений для поддержки устойчивости ОТС. Для практического применения разработанного программного обеспечения разработана соответствующая методика.

В четвертой главе выполнена апробация разработанного программного обеспечения в процессе решения прикладной задачи, типичной для многих компаний.

ГЛАВА 1

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

1.1 Эволюция организационно-технических систем

В 2000-2020 гг. в результате трансформации индустриального общества в информационное сформировались новые типы сложных организационно-технических систем (ОТС) [2, 6, 7, 11]. К ним, в частности, относятся территориально-распределенные компании, системы интернета вещей, киберфизические системы (Industry 4.0), умные города и другие. Они характеризуются большим количеством территориально распределенных гетерогенных компонентов, высоким уровнем автоматизации производства, активным использованием глобальных коммуникаций и интеграцией традиционной деятельности человека с компьютерными технологиями. В процессе развития новые структуры встречают множество сложных, ранее не исследованных проблем.

Актуальность исследования методов решения задач управления такими системами обусловлена несколькими факторами. Во-первых, быстрый рост объемов данных и усложнение информационных систем требуют новых подходов к управлению и мониторингу. В информационном обществе принятие решений должно базироваться на анализе большого объема данных, что создает дополнительные вызовы для систем мониторинга и управления [6]. Во-вторых, управление жизненными циклами организационно-технических систем представляет собой сложную задачу, требующую комплексного подхода. Для эффективного управления жизненным циклом таких систем необходимы мониторинг их состояния, диагностика и прогнозирование [4]. В-третьих, в условиях цифровой экономики синтез организационных структур и процессов в крупных проектах становится критически важным. Мониторинг и адаптивное управление позволяют эффективно реагировать на изменения и поддерживать устойчивое развитие системы. Наконец, современные подходы к управлению ОТС включают использование передовых технологий и алгоритмов для обеспечения их надежности и эффективности [6].

Одной из проблем новых ОТС является запаздывание реакции административных органов (лиц, принимающих решения) на возникновение аварийных ситуаций или снижение эффективности работы отдельных компонентов системы. Причины запаздывания связаны со сложностью оперативного доступа руководства компании к «горячим» данным нижних уровней, гетерогенностью входной информации, субъективностью принимаемых решений и другими факторами. Вместе с тем

несвоевременность принятия решений может иметь катастрофические последствия как для отдельных людей, так и для государства в целом. Например, финансовый кризис 2008 года, вызванный, в том числе, запаздыванием принятия превентивных решений администрации США, привел к краху крупнейших инвестиционных банков, включая Lehman Brothers.

В настоящее время методы и технологии управления новыми ОТС находятся в стадии становления. В первую очередь это касается систем поддержки принятия решений.

В данной дипломной работе представлен подход к оценке устойчивости компаний, который обеспечивает более достоверную оценку устойчивости за счет учета более широкого спектра негативных факторов и их нейтрализации на основе ресурсного подхода.

1.2 Подходы к оценке устойчивости бизнеса

В 2020-2025 гг. компании различного типа и масштаба попали в турбулентную (быстро изменяющуюся) среду, сформированную в результате экономических, политических и технологических глобальных изменений [4, 6, 9]. В результате топ-менеджеры вынуждены приспосабливаться, изменяя структуру и функциональность бизнеса. Например, в IT-компаниях пандемия COVID-19 привела к необходимости замены локальных офисов на распределенные структуры со множеством удаленных исполнителей. При этом топ-менеджеры стали утрачивать контроль над производственными процессами, их решения стали запаздывать и терять актуальность.

В 2025 г. наблюдаются политико-экономические изменения, требующие быстрых и обоснованных управляющих решений, обеспечивающих по крайней мере гомеостаз компаний.

Подходы к решению этой проблемы исследуются учеными, университетами и крупными компаниями. Одно из перспективных направлений заключается в определении устойчивости компании к негативным воздействиям и автоматическом синтезе управляющих решений. Термин «устойчивость» означает объективный численный критерий, определяющий возможность компании выполнять миссию в данный момент времени.

Методы определения устойчивости компаний различного масштаба исследуются ведущими научно-исследовательскими центрами мира. Для формирования целостного взгляда на современное состояние данной научной области рассмотрим публикации авторов, обсуждающих проблему с различных точек зрения.

Основы методов оценки устойчивости бизнес-процессов компании были заложены экономистом Д. Дюраном в начале 1940-х годов. Его идея заключалась в классификации предприятий на основе анализа показателей финансового состояния и рейтинга каждого показателя на основе экспертных оценок. Он также ввел классификацию устойчивости на пять классов:

I класс – финансово абсолютно устойчивое предприятие;

II класс – предприятие с нормальной финансовой устойчивостью, которое демонстрирует небольшой уровень риска;

III класс – финансово неустойчивое предприятие, на котором не предполагается потеря средств;

IV класс – предкризисное состояние, предприятия с высоким риском банкротства и финансовых потерь тысяч вкладчиков;

V класс – кризисное предприятие высшего уровня риска.

Позднее различные аспекты устойчивости бизнес-процессов компаний исследовались в работах известных отечественных и зарубежных ученых: И.А. Бланк., Е.Ф. Бригхем, Д.К. Ван Хорн, В.В. Ковалев, М.Д. Билык, К.В. Измайлова, Т.М. Ковальчук, М.Я. Коробов, Л.А. Лахтионова, А.В. Павловская, Н.М. Притуляк, Г.В. Савицкая, А.А. Терещенко, И.Д. Фарион, Ю.С. Цал-Цалко, А.А. Шеремет и другие.

В 2022-2025 гг. появились работы по оценке устойчивости развития регионов [7]. Например, в новейшей работе Бородина предлагается использовать индексный метод на основе анализа экономического, экологического и социального корпусов данных [5].

J. Gibberd исследует устойчивость городов под влиянием процессов изменения климата [17].

В. McGrath рассматривает вопросы экологической устойчивости, т. е. баланса между природными и техногенными объектами [22].

В 2023-2025 гг. понятие устойчивости стало применяться в других прикладных областях, в частности, для оценки интеграции ИИ в устойчивые деловые практики [11, 14, 16].

Определение устойчивости для крупнейших компаний осуществляется на основе индексов Dow Jones, NASDAQ, S&P 500. Для оценки менее масштабных фирм используется ESG подход, включающий три достаточно широких группы критериев: экологические (Environmental), социальные (Social) и управленческие (Governance) [3]. Количество банкротств в 2020-2023 гг. говорит о необходимости совершенствования данного подхода.

Исследователями в обозначенной области предлагаются к рассмотрению различные критерии устойчивости. Например, в методике GORA используются 8 критериев [8], в метрике CFR (Change Failure Rate) – 2 критерия [15], в MTTR (Mean Time to Resolve) – 1 критерий [15, 24],

в ESG – 17 критериев, вычислением которых занимаются, в частности, агентства MSCI, Sustainalytics, S&P Global. К основным недостаткам указанных подходов можно отнести игнорирование реалий: эпидемических угроз, уровня внедрения искусственного интеллекта, киберзащиты информации и процессов.

В целом, можно констатировать, что, за малым исключением, исследования посвящены одной проблеме – экономической устойчивости. В то же время факты, собранные рядом ученых, говорят, что в 2020-2023 гг. множество экономически эффективных компаний обанкротились под влиянием внешнего фактора – пандемии, так как применяли локальный подход (коммерческие данные о компании) и не учитывали негативные факторы влияния, возникающие во внешней среде. Остается выяснить, какие это факторы, и разработать методы оценки и критерии реальной устойчивости компании, преодолевающие недостатки локального подхода.

Постоянный рост неопределенности привел к снижению эффективности крупных компаний и банкротству множества малых и средних компаний по причине противоречия традиционных методов управления в относительно стабильной среде свойствам новой турбулентной среды.

Одно из перспективных направлений адаптации компаний к турбулентной среде заключается в поиске методов проактивной оценки устойчивости компании и принятия оперативных мер для поддержки гомеостаза. Существующие методы, как показано выше, сфокусированы на идее «устойчивость есть стабильность прибыли», которая показала несостоятельность в условиях роста неопределенности и привела к запаздыванию адаптивных решений менеджеров на всех уровнях управления.

1.3 Специфика устойчивости компании в новых условиях

Глобальные изменения в 2020-2025 гг. произошли так быстро, масштабно и непредсказуемо, что их анализ и обобщение находятся в начальной стадии. Тем не менее, на основе анализа вышеуказанных работ можно сделать вывод о наличии общих подходов для обеспечения устойчивости у крупномасштабных, средних и малых компаниях в этот сложный для всего мира период. К этим подходам относятся:

- выработка единой терминологии, формирующей однозначный базис для решения;
- оперативная перестройка структуры компании. Как правило, монолитная структура заменялась на территориально-распределенную микросервисную сеть вплоть до размещения персонала в местах проживания;
- замена жестких методов управления на гибкие с соответствующим

изменением методов контроля деятельности удаленного персонала, т. е. замена локального контроля на дистанционный;

– разработка новых критериев оценки устойчивости компании с учетом изменчивости компонентов, учитываемых в оценке при использовании распределенных архитектур.

1.4 Понятийный базис

Для более глубокого понимания устойчивости и устранения полисемии, характерной для современной литературы, используем адаптированные к условиям современной среды определения, представленные в [2, 5, 7, 10, 14]. Также будем учитывать два факта. Во-первых, в условиях высокой глобальной турбулентности компанию необходимо рассматривать как неотъемлемую часть глобальной среды, изменения которой влияют на эффективность ее бизнес-процессов. Во-вторых, переход общества с индустриального этапа развития на информационно-компьютерный этап. Предлагается следующий понятийный базис.

Сложная организационно-техническая система (ОТС) – распределенная компьютеризованная и интегрированная в Интернет иерархия из природных и искусственных акторов, совместно реализующих бизнес-процессы с определенной целью.

Экспертные знания – знания эксперта, используемые при построении модели компании. Используются в комплексе со знаниями руководства и ведущих специалистов компании.

Устойчивость – объективный численный критерий, определяющий возможность компании выполнять миссию в данный момент времени.

Ресурсы – материальные, информационные, программные средства, необходимые для преодоления рисков и поддержки устойчивости ОТС.

Система оценки устойчивости (СОУ) – адаптивная программная надстройка над системой управления ОТС, обеспечивающая вычисление устойчивости в реальном масштабе времени с объяснением и синтез соответствующих управляющих решений.

Адаптивная СОУ – система, параметры которой настраиваются в соответствии с параметрами компании, для которой она предназначена.

Локальные данные – данные, характеризующие компоненты компании и компанию в целом в данный момент времени.

Глобальные данные – данные, характеризующие компоненты внешней среды, влияющие на эффективность бизнес-процессов компании.

Исторические данные – неизменяемые данные, характеризующие деятельность компании за время существования.

1.5 Постановка задачи

Общую постановку задачи сформулируем в рамках представленного выше понятийного базиса и требований менеджеров средних и малых компаний, которые необходимо реализовать в первую очередь.

Пусть имеется распределенная многопрофильная компания, функционирующая в динамической среде с высоким уровнем неопределенности. Структура, номенклатура продукции, персонал, средства производства и управления компании периодически меняются в зависимости от экономических, политических или климатических факторов. Соответственно, меняются возможности компании для достижения цели в положительную или отрицательную сторону, то есть меняется устойчивость компании.

Требуется разработать адаптивную систему, обеспечивающую комплексную оценку устойчивости компании под воздействием изменений с использованием экспертных знаний, «горячих» корпоративных и глобальных данных, а также синтез управляющих решений.

Конкретизируя общую задачу, выделим основные подзадачи:

- описание модели компании;
- разработка и реализация алгоритма построения модели компании на основе экспертных знаний;
- разработка и реализация алгоритма имитации воздействия;
- разработка и реализация алгоритма текущей оценки устойчивости компании;
- разработка и реализация алгоритма определения наиболее негативных факторов воздействия;
- разработка и реализация алгоритма определения состояния компании и ее компонентов.

1.6 Выводы

В первой главе получены следующие основные результаты:

- на основе анализа литературных источников показана актуальность проблемы оценки устойчивости компаний с учетом новых информационных, технологических и коммуникационных изменений в постиндустриальном мире и синтеза релевантных управляющих решений;
- показана целесообразность и возможности оценки устойчивости на базе использования новейших достижений микроэлектроники, искусственного интеллекта и глобальных коммуникаций;
- предложен комплекс непротиворечивых определений, формирующих целостный взгляд на объект исследования;
- на основе комплекса определений сформулирована общая постановка задачи и выполнена ее декомпозиция на ряд подзадач.

ГЛАВА 2

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ

2.1 Базовые положения

Разработка методов оценки устойчивости должна опираться на базовые положения, характеризующие современные ОТС и среду их функционирования. Следующие положения, по мнению автора, отражают постиндустриальную среду в данный момент времени.

Современные ОТС интегрированы в глобальную среду и в Интернет.

Среда функционирования ОТС отличается высоким уровнем динамики.

Устойчивость ОТС зависит от локального и глобального воздействия.

Данные положения используются при построении моделей и разработке алгоритмов.

2.2 Критерии оценки устойчивости

В первой главе были выявлены недостатки существующих подходов к оценке устойчивости, в частности, подхода ESG [3].

Предлагается комплекс критериев, который не противоречит ESG, но учитывает причины банкротств компаний в 2020-2025 гг. и новейшие технологические решения для их проактивного мониторинга и адаптации к изменениям.

Критерии подразделяются на внутренние и внешние (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1. – Разделение критериев

Внутренние критерии: прибыль (X_1), персонал (X_2), инновации (X_3), киберзащита (X_4), ИИ (X_5), гибкость (X_6), здоровье (X_7), загрязнение (X_8).

Внешние критерии: политика (X_9), климат (X_{10}), соцсети (X_{11}), эпидемии (X_{12}).

Внутренние и внешние критерии неразрывно связаны с ресурсами (R_{in}, R_{out}), которые имеются в компании для реакции на негативные изменения. Предложенные критерии позволяют расширить традиционный спектр признаков устойчивости за счет включения глобальных гетерогенных источников.

2.3 Модели

Как показано в первой главе, поставленная задача носит междисциплинарный характер. Для такого рода задач обычно применяют системный подход, т. е. строят концептуальную модель, которая формирует цельный взгляд на проблему, и уточняют ее в рамках методологий различных дисциплин до уровня программного кода.

Прежде всего построим концептуальную модель глобальной сцены, частью которой является компания:

$$scene = (env, cmp, sys, com), \quad (2.1)$$

где: env – глобальная среда; cmp – компания; sys – система оценки устойчивости; com – коммуникации.

$$sys = (ai, Z_1, \dots, Z_n, A_1, \dots, A_n, com), \quad (2.2)$$

где: ai – система управления агентами; $Z_1, \dots, Z_n$ – список решаемых задач; $A_1, \dots, A_n$ – комплекс агентов для решения задач; com – коммуникации.

2.3.1 Модель компании

В качестве модели компании следует использовать граф, т. к. он часто применяется для представления иерархических структур, к которым априори относится любая компания. В данной работе для максимальной достоверности используется структурно-информационный граф, включающий:

- вершину (топ-менеджер – A);
 - три узла второго уровня (атрибуты компании – B, ресурсы компании для реагирования на негативные воздействия и восстановление гомеостаза – C, локальные угрозы и внешние угрозы – D);
 - переменное количество элементов для каждого узла второго уровня.
- Соответствующая граф-модель представлена на рисунке 2.1.

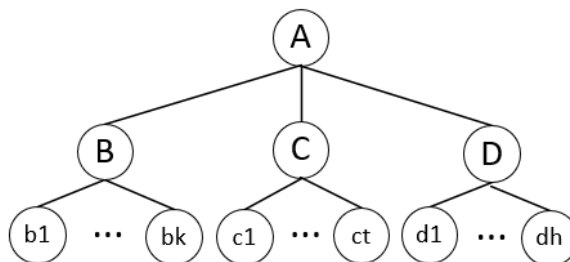
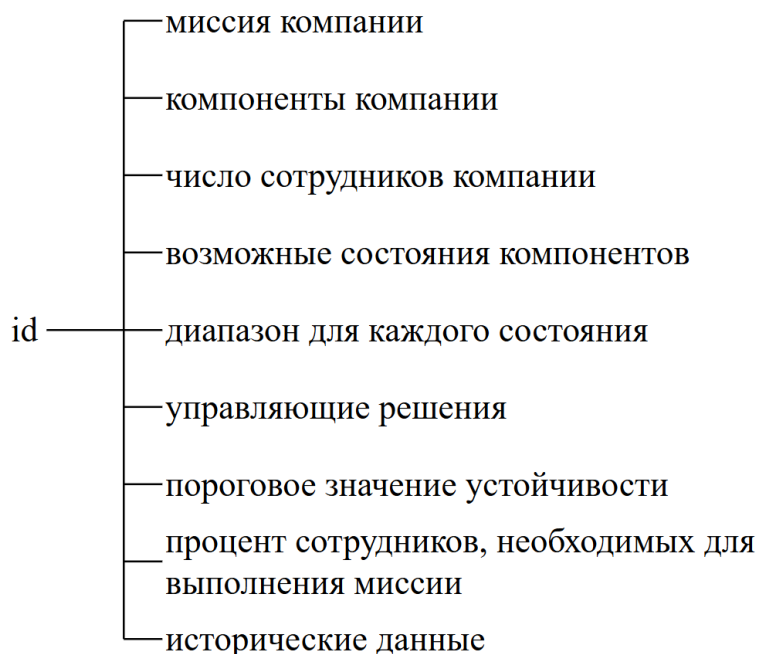


Рисунок 2.2. – Граф-модель компании

Для локализации представленной выше граф-модели необходимо

Предлагается также информационно-структурная модель компании, которая является ее абстрактным представлением. Структурная схема модели представлена на рисунке 2.2.



Рассмотрим основные атрибуты модели компании.

Идентификатор (id) – уникальный идентификатор модели компании, представляющий собой имя компании.

Миссия компании – формулировка стратегической цели компании. Представляет собой текстовое описание, задающее ориентир для оценки эффективности функционирования компонентов компании и их устойчивости.

Компоненты компании – совокупность структурных подразделений (например, филиалов), каждый из которых рассматривается как отдельный элемент модели.

Число сотрудников компании – общее количество сотрудников во всех компонентах.

Возможные состояния компонентов – набор допустимых состояний каждого компонента, характеризующих уровень его устойчивости и функционирования.

Диапазон для каждого состояния – числовые интервалы, соответствующие каждому из возможных состояний компонента. В совокупности представляют диапазон значений от 0 до 1.

Пороговое значение устойчивости – минимально допустимое значение устойчивости компании, при котором она считается устойчивой.

Процент сотрудников, необходимых для выполнения миссии – доля персонала, минимально необходимая для обеспечения выполнения

миссии компании.

Исторические данные (временной ряд устойчивости) – последовательность числовых значений, представляющая уровень устойчивости компании и ее компонентов за определенный период времени.

2.3.2 Модель компонента компании

Структурная схема модели компонента территориально-распределенной компании представлена на рисунке 2.3.

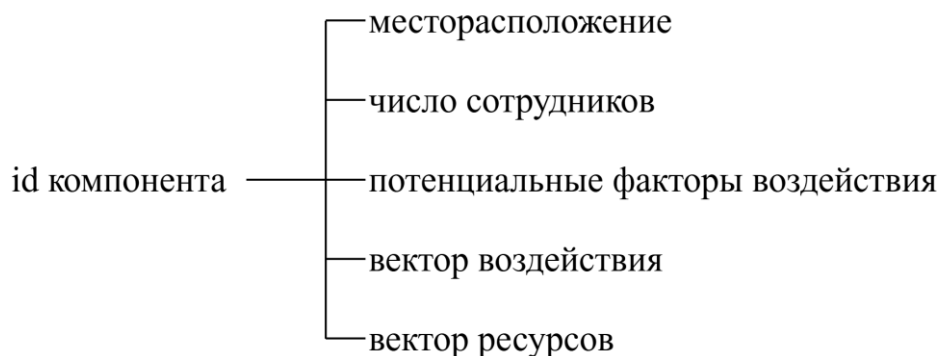


Рисунок 2.4. – Схема модели компонента

Рассмотрим основные атрибуты компонента компании.

Идентификатор компонента (id) – уникальный идентификатор структурного подразделения компании, позволяющий различать компоненты в рамках компании.

Месторасположение – географическая привязка компонента. Может быть выражена в виде наименования города или региона, в котором расположен компонент.

Число сотрудников – число работников, непосредственно относящихся к данному компоненту.

Потенциальные факторы воздействия – набор негативных факторов по каждому критерию устойчивости, которые могут оказать воздействие на компонент.

Вектор воздействия $X = (X_1, \dots, X_{12})$ – вектор, отражающий силу воздействия на компонент по каждому из 12 критериев устойчивости. Значения всех $X_i \in [0,1], i = \overline{1,12}$.

Вектор ресурсов $R = (R_1, \dots, R_{12})$ – вектор, отражающий наличие локальных ресурсов компонента для нейтрализации воздействий по соответствующим критериям. Значения всех $R_i \in [0,1], i = \overline{1,12}$.

Сила воздействия на компонент по каждому критерию определяется умными датчиками. Каждый умный датчик предоставляет сигнал (число в

диапазоне от 0 до 1), который соответствует силе воздействия по данному критерию. При этом нулевое значение определяется как отсутствие воздействия, а единица – как максимальное воздействие.

2.4 Алгоритмы

2.4.1 Алгоритм построения модели компании

Шаг 01. Модель компании формируется группой экспертов в процессе ввода данных о компании. На первом шаге вводятся следующие данные:

- идентификатор компании;
- миссия компании;
- число компонентов компании;
- возможные состояния компонентов;
- диапазон для каждого состояния;
- пороговое значение устойчивости;
- процент сотрудников, необходимых для выполнения миссии;
- коэффициенты значимости внутренних критериев ($k_1, \dots, k_8$);
- коэффициенты значимости внешних критериев ($k_9, \dots, k_{12}$).

Шаг 02. Далее происходит ввод данных о компонентах компании, число которых было указано на предыдущем шаге. Данные об одном компоненте компании включают:

- идентификатор компонента;
- месторасположение;
- число сотрудников;
- потенциальные факторы воздействия по всем критериям.

Шаг 03. Генерация временных рядов устойчивости всех компонентов компании. Их среднее определяет временной ряд устойчивости самой компании. Более подробное описание данного шага приведено в подразделе 2.4.2.

Шаг 04. Генерация векторов воздействия и ресурсов для всех компонентов компании.

2.4.2 Алгоритм генерации временного ряда устойчивости

Вход:

- начальное значение устойчивости $S_0 \in [0,1]$;
- длина временного ряда (365 дней);
- параметры случайного изменения ($\text{minChange}, \text{maxChange}$).

Выход:

- массив значений устойчивости во времени.

Описание:

Первое значение S_0 выбирается случайно.

На каждом шаге $t + 1$ добавляется случайное изменение $\Delta S \in [\text{minChange}, \text{maxChange}]$.

Значение устойчивости ограничивается в пределах $[0,1]$.

Генерация повторяется до достижения нужной длины.

2.4.3 Алгоритм имитации воздействия

Для имитации воздействия предлагается ввести понятие «активный фактор». *Активный фактор* – это потенциальный фактор, который в данный момент времени оказывает воздействие на компонент.

Умные датчики определяют число активных факторов в зависимости от силы воздействия X_i . Чем больше сила воздействия X_i , тем больше случайным образом активных факторов будет сгенерировано из списка потенциальных факторов (по каждому критерию).

Вход:

- сила воздействия X_i ;
- массив потенциальных факторов P .

Выход:

- массив активных факторов.

Описание:

Шаг 01. Найти произведение $N = X_i \cdot P.length$;

Шаг 02. Округлить полученное произведение до целого $N = \text{round}(N)$.

Шаг 03. Если $N = 0$, а $X_i \neq 0$, то принять $N = 1$.

Шаг 04. Выбрать случайным образом N факторов из P .

Шаг 05. Вернуть массив из факторов, полученных на предыдущем шаге.

2.4.4 Алгоритм текущей оценки устойчивости

Приведенные в литературных источниках формулы оценки устойчивости преимущественно относятся к финансам. Оценки на основе других составляющих бизнеса часто носят субъективный характер. Причина субъективности заключается в разнообразии признаков и шкал их измерения.

Для оценки устойчивости компании разработаны формулы, основанные на сравнении силы воздействия по критериям и объема доступных ресурсов для их нейтрализации. Все расчеты приводятся к универсальной шкале $[0,1]$.

Вход:

- вектор воздействия $X = (X_1, \dots, X_{12})$;
- вектор ресурсов $R = (R_1, \dots, R_{12})$;
- коэффициенты значимости $k_1, \dots, k_{12}$.

Выход:

- устойчивость компании $S \in [0,1]$.

Описание:

Устойчивость по отдельному критерию рассчитывается по формуле:

$$S_i = 1 - \max(0, X_i - R_i), \quad (2.3)$$

где: S_i – устойчивость по критерию i ; X_i – сила воздействия по критерию i ; R_i – доступный ресурс для нейтрализации воздействия по критерию i .

Внутренняя (внешняя) устойчивость рассчитывается как взвешенная сумма показателей устойчивости по внутренним (внешним) критериям с заданными коэффициентами значимости:

$$S_{in} = \sum_{i=1}^8 k_i \cdot S_i, \quad (2.4)$$

$$S_{out} = \sum_{i=9}^{12} k_i \cdot S_i, \quad (2.5)$$

где: S_{in} – внутренняя устойчивость компонента; S_{out} – внешняя устойчивость компонента.

Итоговая устойчивость компонента определяется как среднее арифметическое внутренней и внешней устойчивости:

$$S_C = (S_{in} + S_{out})/2, \quad (2.6)$$

где: S_C – устойчивость компонента.

Как и в случае генерации временных рядов, текущая устойчивость компании определяется как среднее значение показателей устойчивости всех своих компонентов:

$$S = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N S_{Cj}, \quad (2.7)$$

где: S – устойчивость компании; N – число компонентов компании.

2.4.5 Алгоритм определения наиболее негативных критериев

Вход:

- вектор воздействия $X = (X_1, \dots, X_{12})$;
- вектор ресурсов $R = (R_1, \dots, R_{12})$.

Выход:

- массив наиболее негативных критериев.

Описание:

Наиболее негативными критериями считаются те критерии, которые имеют устойчивость $S_i < 1$, т. е. критерий i – наиболее негативный, если $X_i > R_i$.

2.4.6 Алгоритм определения состояния компонента

Вход:

– устойчивость компонента S_c .

Выход:

– состояние компонента.

Описание:

Состояние компонента однозначно определяется в зависимости от диапазона значений, которому принадлежит показатель устойчивости.

2.4.7 Алгоритм определения состояния компании

Вход:

– устойчивость компании S .

Выход:

– состояние компании.

Описание:

Состояние компании («устойчива» или «неустойчива») определяется по пороговому значению устойчивости: если S не ниже данного порога, то компания устойчива, иначе – неустойчива.

2.5 Выводы

Во второй главе получены следующие основные результаты:

- сформулированы базовые положения, отражающие результаты эволюции среды и ОТС в 2000-2025 гг.;
- предложено расширить традиционный спектр признаков устойчивости за счет включения глобальных гетерогенных источников;
- построены модели: модель сцены функционирования компании, граф-модель компании, информационно-структурные модели компании и компонента компании;
- разработаны алгоритмы: построения модели компании, генерации временного ряда устойчивости, имитации воздействия, текущей оценки устойчивости, определения наиболее негативных критериев, определения состояния компании и ее компонентов.

ГЛАВА 3

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

3.1 Архитектура целевой системы

Разработка любой программной системы предполагает выполнение важного предварительного этапа – построения архитектуры. Ниже представлен вариант, ориентированный на широкий класс ОТС (рисунок 3.1).

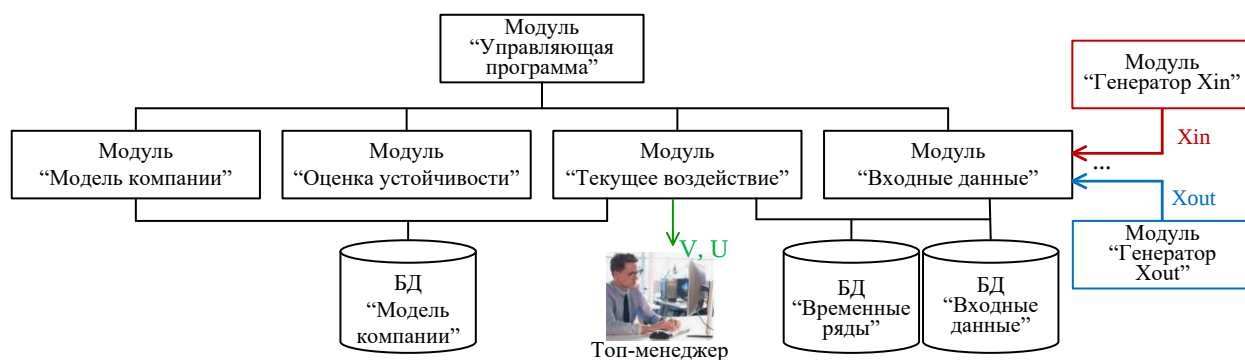


Рисунок 3.1. – Архитектура системы оценки устойчивости ОТС

Входные данные X_{out} , характеризующие внешнюю среду, носят открытый характер, что позволяет расширять их спектр при изменениях в среде независимо от места их изменений.

Модуль “Модель компании” – структура и параметры конкретной компании, которую формирует топ-менеджер компании и эксперты.

Модуль “Оценка устойчивости” – программы, анализирующие входные данные, определяющие устойчивость с учетом параметров модели компании, ее обоснование и управляющие решения.

Модуль “Текущее воздействие” – программы, предназначенные для визуализации данных о текущем воздействии, устойчивости и состоянии компании.

Модуль “Входные данные” – программа для считывания входных локальных и глобальных данных.

Модуль “Генератор X_{in} ” – генератор отладочных данных группы X_{in} .

Модуль “Генератор X_{out} ” – генератор отладочных данных группы X_{out} .

База данных “Временные ряды” – исторические данные, отражающие деятельность компании за время существования.

База данных “Входные данные” – отфильтрованные и структурированные входные данные из корпоративных и внешних источников.

Другой вариант, который в данном случае следует рассмотреть при

построении архитектуры, – это *многоагентный подход* [6, 13]. Многоагентные системы представляют собой совокупность взаимодействующих агентов, каждый из которых обладает собственной автономностью и способностью к децентрализованной обработке информации.

Визуально унифицированную структуру агента можно представлять в виде схемы, приведенной на рисунке 3.2.

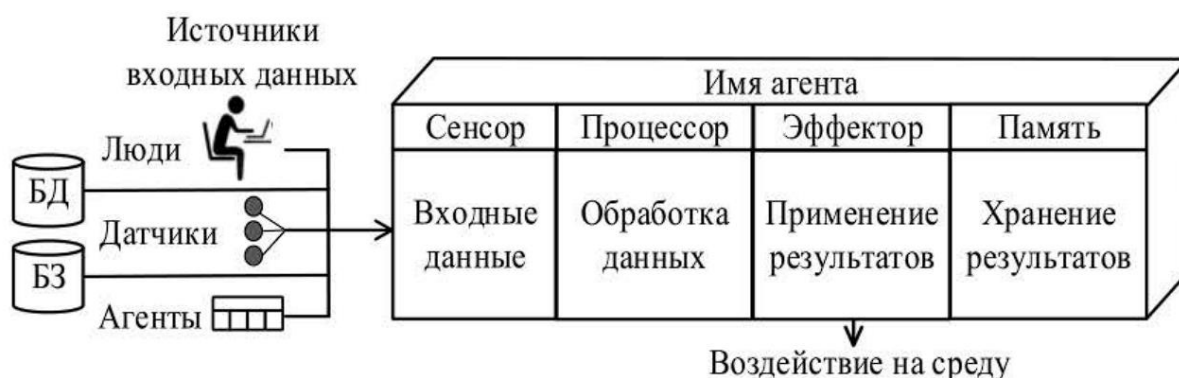


Рисунок 3.2. – Схема программного агента

При разработке системы оценки устойчивости компании (СОУ) был выбран первый вариант с *микросервисной архитектурой*, где каждый модуль может изменяться и расширяться независимо от других. Разделение системы на независимые сервисы позволяет разрабатывать, тестировать и внедрять отдельные части по необходимости и независимо от других, что существенно увеличивает эффективность использования ресурсов и ускоряет процесс разработки. При этом поломка одного микросервиса не приводит к полной остановке системы, что повышает ее надежность.

3.2 Реализация программных модулей

Для разработки программного обеспечения использовалось программное средство Angular. С его помощью был реализован каждый программный модуль. Преимущества Angular:

- модульность и компонентная архитектура;
- двухстороннее связывание данных;
- интегрированные инструменты и поддержка TypeScript.

В качестве интегрированной среды разработки использовалась IDE IntelliJ IDEA.

Проект имеет структуру, представленную на рисунке 3.3.

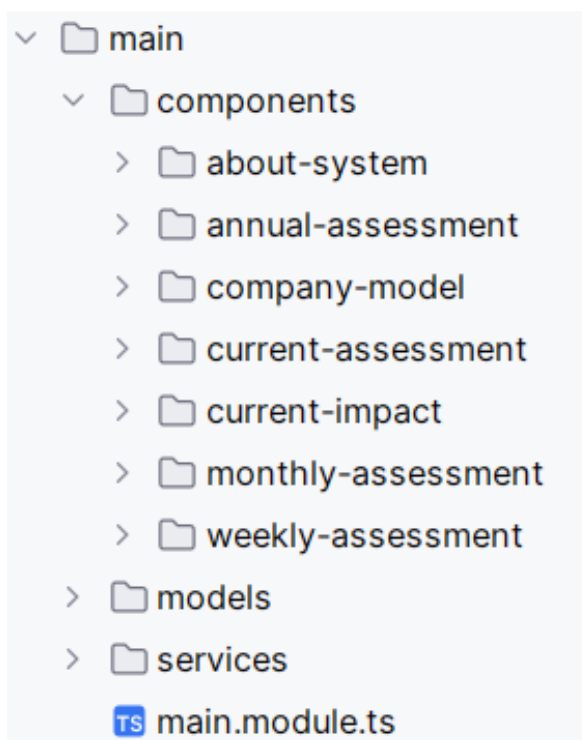


Рисунок 3.3. – Структура проекта

Структура проекта включает следующие составляющие:

- в пакете components находятся основные компоненты, которые являются модулями системы;
- в пакете models находятся классы модели компании и модели компонента компании;
- в пакете services находятся вспомогательные сервисы, предназначенные для обеспечения взаимодействия между модулями.

3.2.1 Разработка главного меню

Для реализации архитектуры с учетом требований к решению задачи целесообразно использовать сетевой подход на основе Интернет. В результате топ-менеджер сможет дистанционно получить оперативный доступ к оценке устойчивости компании на основе «горячих» данных и соответствующие рекомендации.

Для навигации и доступа к функциям системы разработано главное меню, представленное на рисунке 3.4.

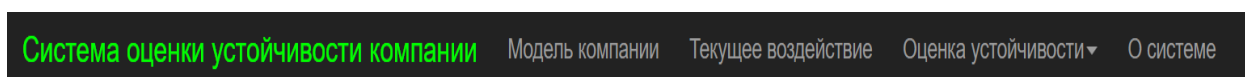


Рисунок 3.4. – Главное меню системы

3.2.2 Разработка модуля «Модель компании»

Для построения модели компании разработан соответствующий интерфейс (рисунок 3.5), доступный по пункту «Модель компании» главного меню.

Создание модели компании

Идентификатор компании:	Name						
Миссия компании:	миссия						
Число компонентов компании:	5						
Возможные состояния компонентов:	плохое,среднее,хорошее						
Диапазон для каждого состояния:	0,0.33,0.34,0.66,0.67,1						
Пороговое значение устойчивости:	0.5						
Процент сотрудников, необходимых для выполнения миссии:	80						
Кoeffициенты значимости внутренних критериев:							
прибыль:	0.125	персонал:	0.125	инфраструктура:	0.125	загрязнение:	0.125
киберзащита:	0.125	инновации:	0.125	ИИ:	0.125	гибкость:	0.125
Кoeffициенты значимости внешних критериев:							
климат:	0.25	политика:	0.25	соцсети:	0.25	эпидемии:	0.25

Рисунок 3.5. – Интерфейс для создания модели компании

В интерфейсе представлена форма для заполнения сведений о компании на основе экспертных знаний. В поля формы вносятся данные согласно первому шагу алгоритма 2.4.1. Все поля имеют подсказки, что упрощает заполнение.

Для реализации формы использовался подход Template-driven Forms, где привязка данных происходит в самом шаблоне.

После ввода общей информации и нажатия на кнопку «Добавить компоненты» осуществляется ввод данных о компонентах компании (рисунок 3.6) согласно второму шагу алгоритма 2.4.1.

Добавление компонента 1 из 3

Идентификатор компонента:	филиал1
Месторасположение:	Минск
Число сотрудников:	100

Выберите потенциальные факторы воздействия по критерию "прибыль":

- ☐ снижение выручки
- ☐ рост расходов
- ☐ снижение маржинальности
- ☐ невыгодные кредиты
- ☐ убытки от проектов

Рисунок 3.6. – Интерфейс добавления компонентов

Для перемещения между критериями предусмотрены кнопки «Назад» и «Следующий критерий», а для перемещения между компонентами – кнопки «Назад» и «Следующий компонент», расположенные чуть ниже.

При выборе потенциальных факторов воздействия для конкретного компонента у эксперта есть возможность добавить в общую БД факторов новый фактор. Для этого нужно ввести в соответствующее поле название нового фактора и нажать кнопку «Добавить» (рисунок 3.7).

Выберите потенциальные факторы воздействия по критерию "климат":

- | | |
|---|----------------------------------|
| ☐ наводнения | ☐ ураганы |
| ☐ землетрясения | ☐ цунами |
| ☐ снегопады | ☐ ливни |
| ☐ подъем уровня моря | |

засухи

Добавить

Назад

Следующий критерий

Рисунок 3.7. – Добавление нового фактора

Это будет сразу отражено на экране – новый фактор добавится в список к имеющимся. Его можно будет выбрать при добавлении и других компонентов (рисунок 3.8).

Добавление компонента 3 из 3

Идентификатор компонента:

филиал3

Месторасположение:

Токио

Число сотрудников:

300

Выберите потенциальные факторы воздействия по критерию "климат":

- | | |
|--|--|
| ☒ наводнения | ☐ ураганы |
| ☒ землетрясения | ☒ цунами |
| ☐ снегопады | ☒ ливни |
| ☒ подъем уровня моря | ☒ засухи |

новый фактор

Добавить

Назад

Следующий критерий

Назад

Следующий компонент

Сохранить

Рисунок 3.8. – Выбор потенциальных факторов воздействия

После ввода всех данных и нажатия кнопки «Сохранить» отображается сводная информация о компании. Представленная информация о компании доступна для редактирования.

Соответствующий результат показан на рисунке 3.9.

Модель компании

Идентификатор компании:	компания1			
Миссия компании:	увеличение вклада			
Компоненты компании:	филиал1,филиал2,филиал3			
Число сотрудников в компании:	450			
Возможные состояния компонентов:	плохое,среднее,хорошее			
Диапазон для каждого состояния:	0,0.33,0.34,0.66,0.67,1			
Пороговое значение устойчивости:	0.5			
Процент сотрудников, необходимых для выполнения миссии:	70			

Коэффициенты значимости внутренних критериев:

прибыль:	0.1	персонал:	0.15	инфраструктура:	0.1	загрязнение:	0.1
киберзащита:	0.15	инновации:	0.1	ИИ:	0.15	гибкость:	0.15

Коэффициенты значимости внешних критериев:

климат:	0.25	политика:	0.25	соцсети:	0.25	эпидемии:	0.25
---------	------	-----------	------	----------	------	-----------	------

[Редактировать](#)

Рисунок 3.9. – Результат создания модели компании

В этот момент происходит выполнение третьего и четвертого шагов алгоритма 2.4.1, т. е. выполняются алгоритмы 2.4.2 и 2.4.3. Таким образом, сразу запускается процесс имитации воздействия, согласно которому датчики вырабатывают сигналы, соответствующие силе воздействия по каждому критерию (в рамках компонента).

3.2.3 Разработка модуля «Текущее воздействие»

Реализация графиков и диаграмм в системе осуществлялась с использованием JavaScript-библиотеки CanvasJS. Она позволяет визуализировать данные в виде различных типов графиков, в т. ч. интерактивных, с высокой производительностью и широкой настройкой. Кроме того, благодаря стандартизированным веб-технологиям и встроенным механизмам адаптации CanvasJS обеспечивает корректное отображение графических элементов вне зависимости от особенностей используемых веб-браузеров.

Для предоставления топ-менеджеру компании полной информации об одном из компонентов разработан соответствующий интерфейс. Он доступен по пункту «Текущее воздействие» главного меню (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10. – Текущее воздействие/наличие ресурсов компонента

Здесь представлена информация в графической и текстовой форме. Отображается столбчатая диаграмма, где каждому из 12 критериев соответствует два столбца: красный показывает силу воздействия по данному критерию, зеленый – доступный ресурс для нейтрализации воздействия по данному критерию.

Такая визуализация дает возможность наглядно понять, какая в данный момент времени ситуация у компонента.

Кроме того, есть возможность на легенде отключить отображение одного из показателей, например, «Ресурсы» (рисунок 3.11).



Рисунок 3.11. – Визуализация вектора воздействия

Полученная диаграмма является визуализацией вектора воздействия на компонент «филиал1». Она предоставляет наглядную информацию о силе воздействия по каждому критерию и позволяет оперативно оценить уязвимости компании.

Если отключить отображение только показателя «Воздействие», то диаграмма будет визуализировать вектор ресурсов компонента (рисунок 3.12).



Рисунок 3.12. – Визуализация вектора ресурсов

При наведении курсора мыши на один из критериев появляется всплывающее окно (рисунок 3.13) со следующей информацией:

- критерий;
- устойчивость по критерию;
- сила воздействия;
- доступные ресурсы для нейтрализации воздействия;
- перечень активных факторов.

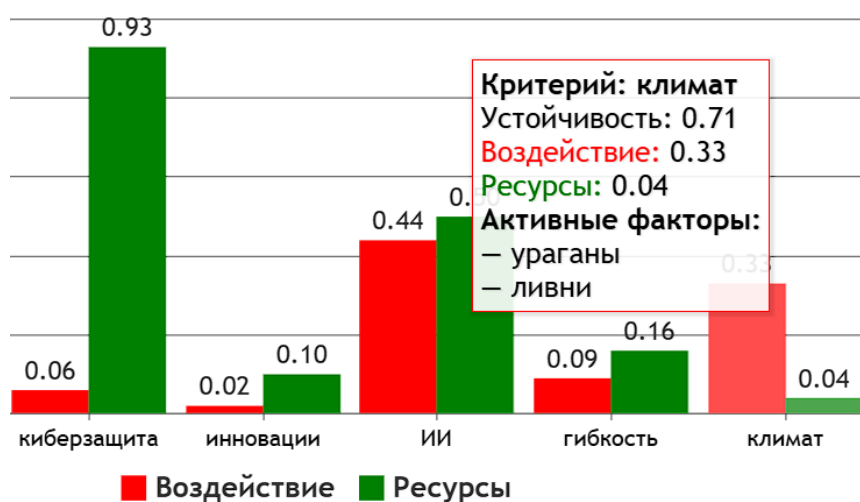


Рисунок 3.13. – Информация по критерию «климат»

Под диаграммой располагается выпадающий список, в котором можно выбрать компонент компании для получения информации о нем.

Также в интерфейсе представлена следующая текстовая информация о компоненте:

- устойчивость компонента (определяется по алгоритму 2.4.4);
- состояние компонента (определяется по алгоритму 2.4.6);

- наиболее негативные критерии (определяются по алгоритму 2.4.5);
- критерии, по которым рекомендуется нейтрализовать воздействие (здесь перечислены критерии, где имеется достаточный объем ресурсов для нейтрализации воздействий).

Данная текстовая информация продемонстрирована на рисунке 3.14.

Выберите филиал:

Устойчивость филиала: 0.85

Состояние: **хорошее**

Наиболее негативные критерии: **персонал, инфраструктура, загрязнение, климат, соцсети, эпидемии**

Рекомендуется нейтрализовать воздействие по критериям: прибыль, киберзащита, инновации, ИИ, гибкость, политика

Уточнить результаты:

Рисунок 3.14. – Текстовая информация о компоненте

При выборе критерия из выпадающего списка «Уточнить результаты» появляются управляющие решения, которые могут быть приняты руководителем для нейтрализации воздействий по данному критерию. Например, управляющие решения по критерию «эпидемии» представлены на рисунке 3.15.

Уточнить результаты:

Управляющие решения по критерию "эпидемии":

- разработать и внедрить антикризисный план по эпидемиям
- организовать безопасные условия труда и дистанционные форматы
- создать запас СИЗ и дезинфицирующих средств

Рисунок 3.15. – Управляющие решения по критерию «эпидемии»

В системе предполагается общий набор управляющих решений по каждому критерию. В процессе эксплуатации системы эксперты или руководители, накапливая опыт и сохраняя лучшие практики, в дальнейшем смогут их обновлять (добавлять, изменять, удалять).

3.2.4 Разработка модуля «Оценка устойчивости»

Для предоставления топ-менеджеру полной информации о компании в целом разработан интерфейс, доступный по пункту «Текущая оценка» из выпадающего списка «Оценка устойчивости» (рисунок 3.16).

Система оценки устойчивости компании	Модель компании	Текущее воздействие	Оценка устойчивости ▼	О системе
Текущая оценка				
Оценка за неделю				
Оценка за месяц				
Оценка за год				

Рисунок 3.16. – Пункт главного меню «Оценка устойчивости»

Здесь также представлена информация в графической и текстовой форме, но уже о всей компании (рисунок 3.17). Отображается динамический график устойчивости компании в данный момент времени. Под графиком находится следующая текстовая информация:

- устойчивость компании (определяется по алгоритму 2.4.4);
- состояние компании (определяется по алгоритму 2.4.7);
- миссия компании;
- статус выполнения миссии в данный момент времени;
- распределение компонентов по состояниям.

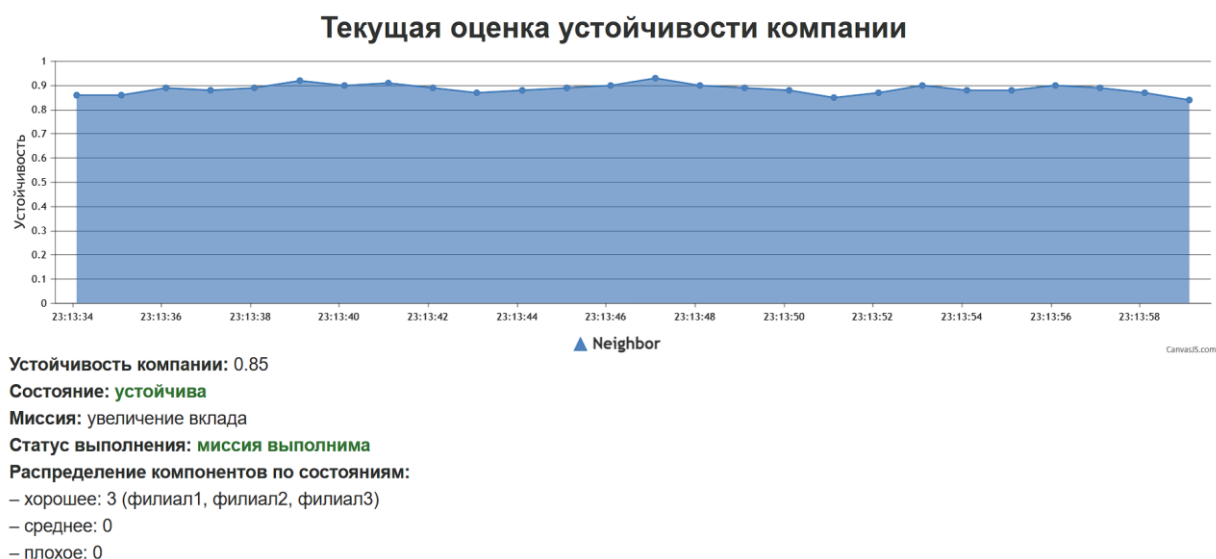


Рисунок 3.17. – Текущая оценка устойчивости компании

Миссия считается выполнимой, если компания устойчива и имеется достаточное число доступных сотрудников, необходимых для выполнения миссии. В противном случае миссия считается невыполнимой, и на экране отображается причина невыполнимости (рисунок 3.18).

Устойчивость компании: 0.74
 Состояние: **устойчива**
 Миссия: увеличение вклада
 Статус выполнения: **МИССИЯ НЕВЫПОЛНИМА**
 Причина: нехватка доступных сотрудников
 Распределение компонентов по состояниям:
 – хорошее: 2 (филиал1, филиал2)
 – среднее: 1 (филиал3)
 – плохое: 0

Рисунок 3.18. – Текстовая информация о компании

В выпадающем списке «Оценка устойчивости» также есть пункты, которые позволяют выполнить визуализацию исторических данных –

показателей устойчивости компании и ее компонентов за определенный период.

Например, при выборе пункта «Оценка за год» на экране появится график с показателями устойчивости за последний год (рисунок 3.19).

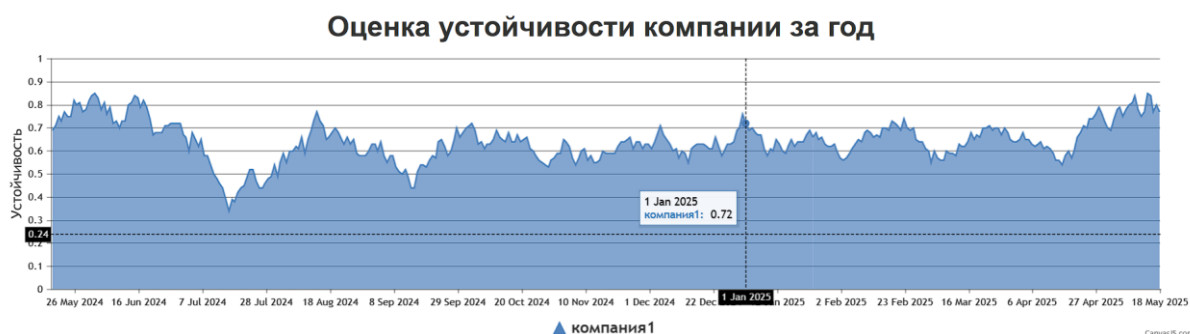


Рисунок 3.19. – Оценка устойчивости компании за год

Если потребуется, например, визуализация оценки устойчивости компонентов компании за последний месяц (рисунок 3.20), то она будет доступна при выборе пункта «Оценка за месяц» из выпадающего списка «Оценка устойчивости».

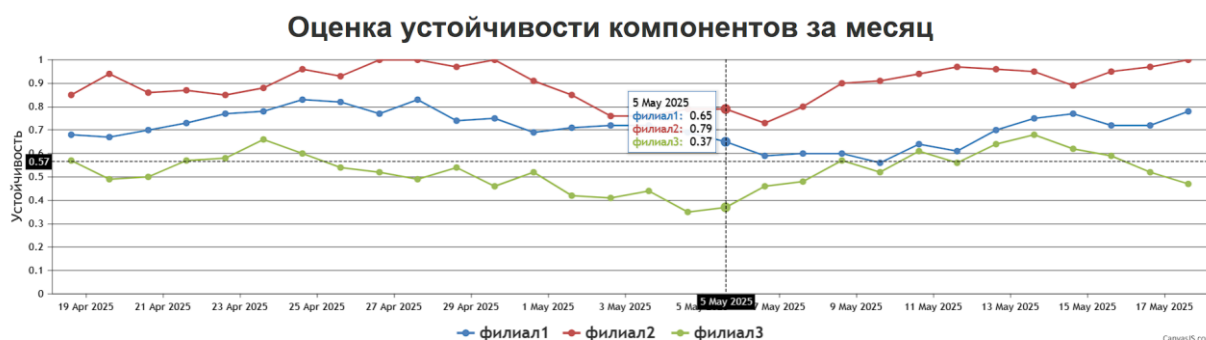


Рисунок 3.20. – Оценка устойчивости компонентов за месяц

В результате топ-менеджер получает достаточно удобный механизм для понимания в реальном масштабе времени полной картины бизнеса в текстовой и графической форме, объективную оценку устойчивости компании, обоснованные управляющие решения для устранения негативных воздействий в начальной стадии.

3.2.5 Разработка модуля «О системе»

Для получения информации о системе оценки устойчивости компании разработан справочный раздел «О системе», доступный по одноименному пункту главного меню (рисунок 3.21).

Система оценки устойчивости компании

Система предназначена для эффективного мониторинга компании, объективной оценки ее устойчивости и выявления негативных факторов воздействия в любой момент времени.

Основные функции:

- оценка устойчивости компании и ее компонентов
- обновление данных в реальном времени
- выявление наиболее негативных факторов
- синтез управляющих решений
- визуализация результатов оценки

Главное меню:

- **модель компании:** создание и редактирование модели компании, выбор потенциальных факторов воздействия
- **текущее воздействие:** визуализация данных о текущем воздействии и доступных ресурсах, устойчивость и состояние компонентов, рекомендации
- **оценка устойчивости:** устойчивость и состояние компании, статус выполнения миссии, визуализация устойчивости в реальном времени и за определенный период
- **о системе:** информация о программном продукте

Рисунок 3.21. – Раздел «О системе»

Данный раздел содержит информацию о назначении системы, ее основных функциях и сведения о пунктах главного меню.

3.3 Методика применения системы

Методика соответствует логике решения задачи с помощью разработанных программных модулей и, соответственно, включает следующие этапы.

Шаг 01. Создание группы экспертов.

Шаг 02. Выбор локальных и глобальных надежных источников данных.

Шаг 03. Построение модели компании.

Шаг 04. Прогон функциональности системы в отладочном режиме (по главному меню).

Шаг 05. Обучение персонала компании работе с системой.

Шаг 06. Запуск системы в рабочем режиме.

3.4 Выводы

В третьей главе получены следующие основные результаты:

- разработана архитектура системы для автоматизации оценки устойчивости компании в динамической среде;
- на основе архитектуры разработан комплекс программных модулей;
- для практического применения комплекса программ предложена методика, включающая шесть основных этапов – от создания модели компании до оценки устойчивости под воздействием изменений среды и синтеза управляющих решений.

ГЛАВА 4

РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНОЙ ЗАДАЧИ

4.1 Постановка прикладной задачи

Пусть имеется компания Neighbor, включающая 3 подразделения в разных странах: филиал1 (Минск, Беларусь); филиал2 (Москва, Россия); филиал3 (город-государство Сингапур).

Персонал филиалов включает соответственно 50, 45 и 65 человек.

Компания работает в условиях турбулентной среды с высоким уровнем неопределенности и изменяющимися по составу и свойствам негативным воздействиям. Требуется с помощью разработанного ПО выполнить комплексную оценку устойчивости компании, обеспечивающую оценку устойчивости филиалов, оценку устойчивости компании, определение состояний филиалов, определение состояния компании, определение статуса выполнения миссии компании, анализ всех негативных воздействий и синтез управляющих решений.

4.2 Решение задачи на основе методики

Решение сформулированной прикладной задачи будет выполнено на основе методики, предложенной в третьей главе.

Шаг 01. Создание группы экспертов.

Создаем группу из локальных, глобальных экспертов и топ-менеджеров.

Шаг 02. Выбор локальных и глобальных надежных источников данных.

Группа выбирает локальные и глобальные параметры.

Шаг 03. Построение модели компании.

Для построения модели компании используем модуль «Модель компании» (рисунок 4.1).

Система оценки устойчивости компании | Модель компании | Текущее воздействие | Оценка устойчивости | О системе

Создание модели компании

Идентификатор компании: Neighbor

Миссия компании: увеличение вклада

Число компонентов компании: 3

Возможные состояния компонентов: плохое, среднее, хорошее

Диапазон для каждого состояния: 0, 0.45, 0.46, 0.75, 0.76, 1

Пороговое значение устойчивости: 0.7

Процент сотрудников, необходимых для выполнения миссии: 80

Коэффициенты значимости внутренних критериев:

прибыль:	0.25	персонал:	0.15	инфраструктура:	0.1	загрязнение:	0.04
киберзащита:	0.2	инновации:	0.1	ИИ:	0.12	гибкость:	0.04

Коэффициенты значимости внешних критериев:

климат:	0.2	политика:	0.25	соцсети:	0.35	эпидемии:	0.2
---------	-----	-----------	------	----------	------	-----------	-----

Добавить компоненты

Рисунок 4.1. – Модель компании Neighbor

При добавлении каждого филиала местный эксперт указывает потенциальные факторы воздействия по внутренним (прибыль, персонал, инфраструктура, загрязнение, киберзащита, инновации, ИИ, гибкость) и внешним (климат, политика, соцсети, эпидемии) критериям.

Выбор потенциальных факторов воздействия по критерию «соцсети» на филиал в Москве приведен на рисунке 4.2.

Система оценки устойчивости компании | Модель компании | Текущее воздействие | Оценка устойчивости ▾ | О системе

Добавление компонента 2 из 3

Идентификатор компонента:

Месторасположение:

Число сотрудников:

Выберите потенциальные факторы воздействия по критерию "соцсети":

☒ массовая волна негатива в соцсетях	☒ распространение вирусных фейков о компании
☐ отказ от сотрудничества с компанией	☐ организация бойкотов через соцсети
☐ создание групп против компании	☒ распространение отрицательных отзывов и комментариев
☒ использование ботов для усиления негативных настроений	

Рисунок 4.2. – Выбор факторов воздействия по критерию «соцсети»

Шаг 04. Прогон функциональности системы в отладочном режиме (по главному меню).

Для экспериментального прогона функциональности системы используем модули «Текущее воздействие» и «Оценка устойчивости».

Шаг 05. Обучение персонала компании работе с системой.

Обучение компании проходит в три этапа:

- знакомство;
- отторжение;
- принятие.

Шаг 06. Запуск системы в рабочем режиме.

Прежде всего менеджера интересует текущая оценка устойчивости компании. Для этого используется модуль «Оценка устойчивости» и режим «Текущая оценка» (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3. – Текущая оценка устойчивости компании Neighbor

Видно, что в данный момент времени:

- устойчивость компании равна 0.86;
- компания имеет устойчивое состояние;
- миссия компании по увеличению вклада выполняема;
- все три филиала находятся в хорошем состоянии.

Данный график может интересовать менеджеров всех уровней.

Важным вопросом является устойчивость каждого филиала компании Neighbor и активные факторы воздействия, негативно влияющие на бизнес. Для получения соответствующей информации используется модуль «Текущее воздействие».

Ситуация с компонентом «филиал1», расположенным в г. Минске, представлена на рисунке 4.4.



Рисунок 4.4. – Текущее воздействие/наличие ресурсов филиала в Минске

Информация о важнейшем критерии «прибыль», включающая активные факторы воздействия по данному критерию, приведена на рисунке 4.5.

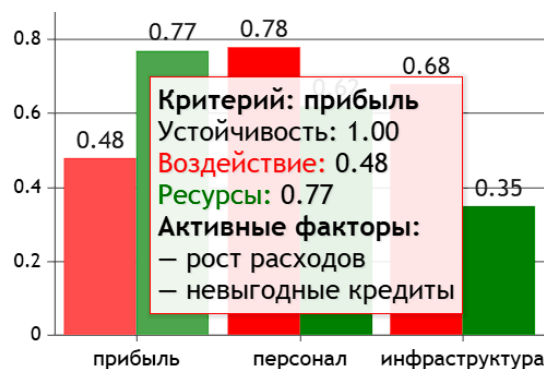


Рисунок 4.5. – Информация по критерию «прибыль»

Доступный объем ресурсов позволяет нейтрализовать факторы воздействия «рост расходов» и «невыгодные кредиты», что указано в рекомендациях под диаграммой.

Уточнение результатов позволит получить конкретные управляющие решения (рисунок 4.6).

Уточнить результаты:

Управляющие решения по критерию "прибыль":

- провести аудит затрат и сократить неэффективные расходы
- разработать новые продукты или услуги для увеличения выручки
- рефинансировать кредиты на более выгодных условиях

Рисунок 4.6. – Управляющие решения по критерию «прибыль»

Ситуация с компонентом «филиал2», расположенным в г. Москве, представлена на рисунке 4.7.

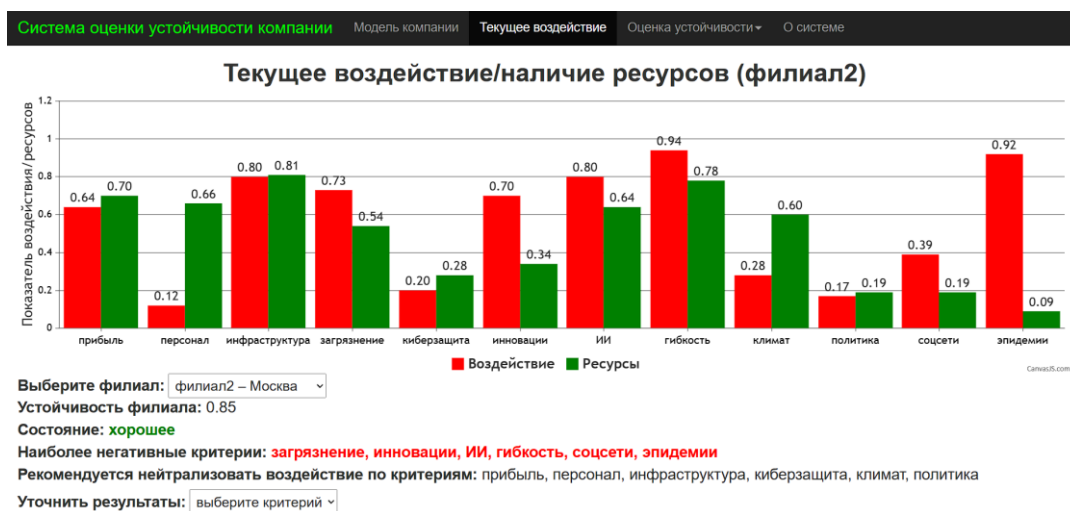


Рисунок 4.7. – Текущее воздействие/наличие ресурсов филиала в Москве

Особый интерес вызывают наиболее негативные критерии. В частности, критерий «эпидемии» (рисунок 4.8).

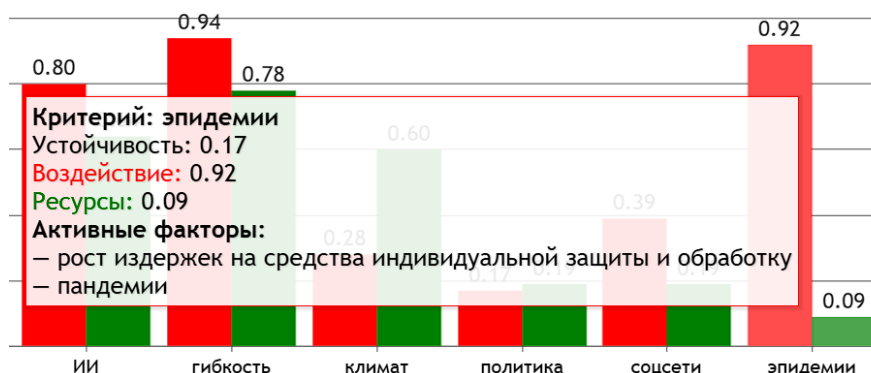


Рисунок 4.8. – Информация по критерию «эпидемии»

Отсутствие достаточного объема локальных ресурсов в филиале привело к низкому уровню устойчивости по данному критерию.

Еще большее воздействие на филиал оказывает множество активных факторов по критерию «гибкость» (рисунок 4.9).



Рисунок 4.9. – Информация по критерию «гибкость»

Тем не менее, наличие определенных ресурсов позволит частично нейтрализовать эти факторы с помощью релевантных управляющих решений (рисунок 4.10).

Уточнить результаты:

Управляющие решения по критерию "гибкость":

- оптимизировать бизнес-процессы под изменения
- упростить и сократить уровень иерархии
- разработать сценарии быстрой адаптации к изменениям

Рисунок 4.10. – Управляющие решения по критерию «гибкость»

Ситуация с компонентом «филиал3», расположенным в городе-государстве Сингапуре, представлена на рисунке 4.11.



Рисунок 4.11. – Текущее воздействие/наличие ресурсов филиала в Сингапуре

Устойчивость данного филиала немного выше, чем у других, в связи с достаточным объемом ресурсов для нейтрализации воздействий по многим критериям.

Также на этот факт повлияло слабое воздействие по ряду критериев (загрязнение, киберзащита, гибкость, соцсети, эпидемии), что наглядно продемонстрировано на рисунке 4.12.



Рисунок 4.12. – Сила воздействия на филиал в Сингапуре

Однако, есть критерии и с сильным воздействием.

Самый низкий уровень устойчивости наблюдается по критерию «инновации» (рисунок 4.13).

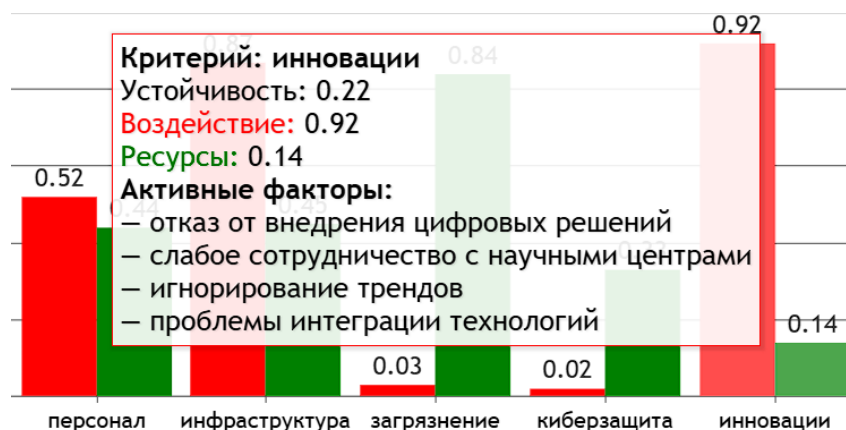


Рисунок 4.13. – Информация по критерию «инновации»

Повысить устойчивость можно за счет увеличения объема ресурсов, например, запросив необходимые средства у других филиалов компании. Возможные управляющие решения для нейтрализации воздействий представлены на рисунке 4.14.

Уточнить результаты:

Управляющие решения по критерию "инновации":

- выделить бюджет на технологические инициативы
- наладить партнерства с научными и IT-компаниями
- регулярно оценивать и внедрять перспективные решения

Рисунок 4.14. – Управляющие решения по критерию «инновации»

Для ретроспективного взгляда на компанию используется анализ устойчивости компании за определенный период времени.

Например, устойчивость за последнюю неделю (рисунок 4.15).

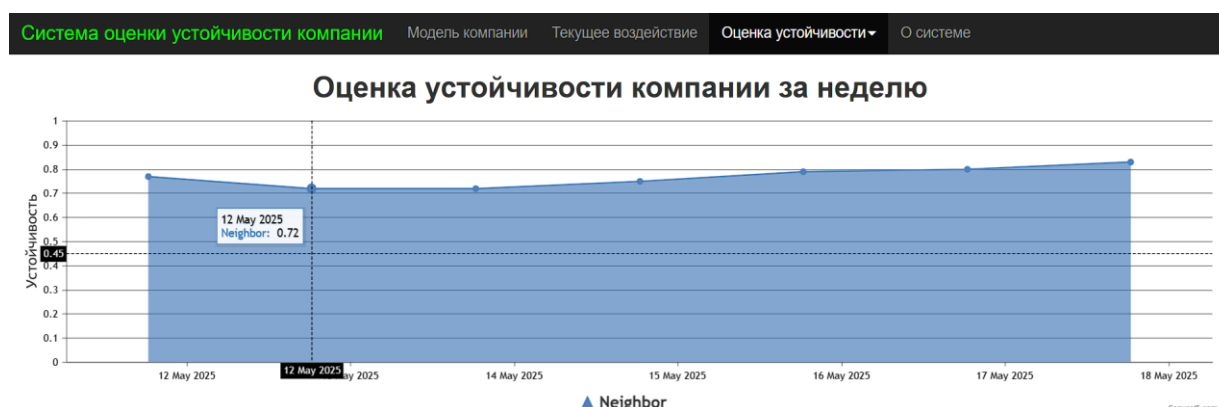


Рисунок 4.15. – Устойчивость компании Neighbor за неделю

Устойчивость за последний месяц представлена на рисунке 4.16.

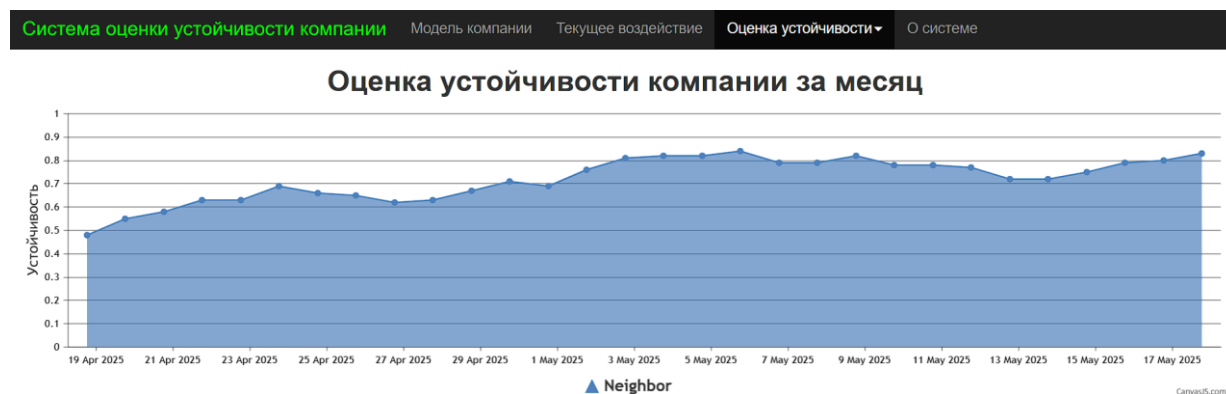


Рисунок 4.16. – Устойчивость компании Neighbor за месяц

Таким образом, с помощью разработанной системы на основе методики ее применения была решена прикладная задача – выполнена комплексная оценка устойчивости компании. На основе введенных экспертами коэффициентов значимости, определяющих важность каждого критерия оценки устойчивости для компании Neighbor, система предоставила объективную оценку устойчивости компании и ее филиалов, их состояния, анализ негативных воздействий и релевантные управляющие решения.

4.3 Выводы

В четвертой главе получены следующие основные результаты:

- сформулирована прикладная задача, которая заключается в выполнении комплексной оценки устойчивости специализированной компании;
- выполнено решение поставленной задачи с помощью разработанного ПО и на основе предложенной методики;
- результат решения в целом совпал с оценкой эксперта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе исследования были получены следующие результаты:

- на основе анализа литературы показано, что глобальные организационные, технические, социальные и климатические изменения привели к необходимости усовершенствования существующих методов решения задач управления организационно-техническими системами. Одной из актуальных задач является оценка устойчивости компаний в динамической среде с высоким уровнем глобальной неопределенности;

- выполнен анализ проблемы, построен понятийный базис, на основе которого сформулирована задача разработки методов и компьютерной технологии для оценки устойчивости современных компаний. Она учитывает свойства среды и специфику компании, включая территориальную распределенность компонентов, большое количество разнородных акторов (людей, роботов) и наличие глобальных высокоскоростных коммуникаций;

- разработан комплекс моделей, составляющий теоретический базис решения. На его основе разработан комплекс алгоритмов, обеспечивающий построение модели компании, имитацию негативного воздействия, оценку устойчивости и управляющие решения для ее поддержки. Для оценки устойчивости предложен оригинальный подход, основанный на использовании ресурсов в качестве стабилизирующего фактора;

- выполнена реализация моделей и алгоритмов в процессе разработки программной системы оценки устойчивости компании, решающей проблему оперативного анализа тысяч разнородных объектов и принятия соответствующих решений для поддержки устойчивости компании. Для практического применения разработанного программного обеспечения предложена соответствующая методика;

- выполнена апробация разработанного программного обеспечения в процессе решения прикладной задачи, типичной для многих компаний.

Таким образом, была достигнута цель исследования – разработаны комплексный метод и технология оценки устойчивости ОТС, снижающие уровень субъективности и расширяющие возможности существующих подходов за счет новых научно-технических достижений.

Полученные в работе результаты могут найти свое применение в управлении крупномасштабными компаниями, обеспечивая их стабильное развитие за счет комплексной оценки устойчивости, а также для научных исследований и разработки рекомендаций по обеспечению эффективного управления деятельностью компании.

Перспективы дальнейших исследований включают расширение функциональности системы оценки устойчивости, интеграцию с другими системами и улучшение алгоритмов принятия решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеева, Т.В. Киберфизические системы промышленного Интернета вещей / Т.В. Алексеева, Э.А. Гумеров // Прикладная информатика – 2021. – Т. 16. – № 2. – С. 72–81.
2. Афоничкин, А.И. Модель оценки экономической устойчивости предприятий / А.И. Афоничкин, Л.И. Журова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 10-1. – С. 131-136.
3. Баллы ESG: Определение, примеры использования, важность и способы улучшения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecovadis.com/ru/glossary/esg-environmental-social-governance-investing/>. – Дата доступа: 03.04.2025.
4. Белов, М.В. Управление жизненными циклами организационно-технических систем / М.В. Белов, Д.А. Новиков – М.: ЛЕНАНД, 2020. – 384 с.
5. Бородин, С.Н. Модель оценки устойчивого развития региона на основе индексного метода / Бородин С. Н. // Экономика региона – 2023. – № 19(1). – С. 45-59.
6. Виссия, Х. Принятие решений в информационном обществе / Х. Виссия, В.В. Краснопрошин, А.Н. Вальвачев – СПб: ЛАНЬ, 2019. – 227 с.
7. Гринчель, Б.М. Методы анализа и управления устойчивым развитием экономики регионов / Б.М. Гринчель, Е.А. Назарова // Экономика и управление. – 2020. – 26(1). – С.23-34.
8. Как оценить устойчивость развития бизнеса? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iksystems.ru/info/articles/ustoychivoerazvitiye/kak-otsenit-ustoychivost-razvitiya-biznesa5107/>. – Дата доступа: 31.03.2025.
9. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М.: ЛЕНАНД, 2022. – 500 с.
10. Рубцов, Г.Ю. Финансовая устойчивость организации: понятие, сущность / Г.Ю. Рубцов // Экономика и социум. – 2023. – № 5-2. – С. 1035-1038.
11. Устойчивое развитие в стратегии российского бизнеса. Сборник корпоративных практик. – М.: РСПП, 2023 г. – 224 с.
12. Шаврина, Ю.О. Развитие диагностики финансовой устойчивости коммерческих предприятий / Ю.О. Шаврина, Е.Н. Егорова, Д.А. Кузнецова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 2. – С. 114-21.
13. Byrski, A. Evolutionary Multi-Agent Systems: From Inspirations to Applications / A. Byrski, M. Kisiel-Dorohinck. – Springer, 2016. – 330 p.

14. Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [//www.wifor.com/](http://www.wifor.com/). – Дата доступа: 11.02.2025.
15. Ensuring System Stability. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ilert.com/incident-management-metrics-guide/ensuring-system-stability/>. – Дата доступа: 08.04.2025.
16. Farver, S. Mainstreaming Corporate Sustainability: Using Proven Tools to Promote Business Success / S.Farver – J.Ross Publishing, 2019. – 312 p.
17. Gibberd, J. Urban Sustainability Transformation Through Building Adaptive Pathways /J.Gibberd //Proceedings of the CIB International Conference on Smart Built Environment, ICSBE 2021. – P.164-173.
18. Global Economic Effects of COVID-19. Congressional Research Service. 2021. – 110 p.
19. Grane, A. Business Ethics: Managing Corporate Citizenship and Sustainability in the Age of Globalization /A.Grane, D.Matten, S.Glozer – Oxford University Press, 2019. – 640 p.
20. How to measure sustainability [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wifor.com/en/how-to-measure-sustainability/>. – Дата доступа: 12.02.2025.
21. How to evaluate the sustainability of a company [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.calderwm.com.au/insights/2020/08/21/how-to-evaluate-the-sustainability-of-a-company/>. – Дата доступа: 15.02.2025.
22. McGrath, B. Resilience in Ecology and Urban Design/ B. McGrath – Springer, 2020. – 280 p.
23. The Global Risks Report 2024 // World Economic Forum, 2024. – 123 p.
24. What does MTTR mean? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ilert.com/glossary/what-does-mttr-mean/>. – Дата доступа: 02.04.2025.