

## ГЕНЕРАЦИЯ СИТУАЦИОННЫХ КОНТЕНТОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ В НЕШТАТНОЙ СИТУАЦИИ

**Е.А. Машина, П.В. Балакшин**

*Национальный исследовательский университет ИТМО*

*Россия, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр-кт, д. 49*

*Статья посвящена обсуждению вопросов организации управления предприятием в условиях динамически развивающихся воздействий, к которым можно отнести как нештатные производственные ситуации, так и ускоренное инновационное изменение производственных процессов с целью повышения конкурентоспособности.*

*На основе сравнительного анализа информационных потоков различных уровней производственного управления показано, что основные информационные задачи, связанные с реагированием на динамически развивающуюся ситуацию, должны быть решены на уровне оперативного управления предприятием, что требует унификации описаний принимаемых в рассмотрение параметров, а также существенного понижения размерности решаемой задачи.*

*В качестве основного метода организации управления предприятием в динамически изменяющихся внешних условиях авторами предлагается использовать ситуационный подход к управлению сложными системами, основанный на представлении ситуации в виде логико-лингвистических моделей. При этом семантический анализ необходимых массивов производственных документов представляется необходимым строить на основании методов и средств тематического моделирования текстов, основанных на их векторном представлении.*

*В работе показаны пути автоматизированного выявления в текстах документов латентных тем, сигнализирующих о возможном наступлении той или иной нештатной ситуации. Для упрощения процедур принятия обоснованных решений на рабочих местах предлагается использовать специально предоставляемый работникам ситуационный контент, описывающий текущее динамическое информационное окружение и возможные пути реагирования на него.*

*Новизна работы заключается в создании единообразного подхода к семантическому анализу разнородной производственной документации и формулировке предложений о включении подобных аналитических процедур в систему управления корпоративным контентом в качестве специализированного приложения. Составные части описанного в статье решения прошли этап испытаний и применяются для автоматизации семантического анализа документальных потоков и создания ситуационных контентов.*

**Ключевые слова:** динамическое управление, ситуационное управление, тематическое моделирование, ситуационный контекст, корпоративный контент

### Для цитирования:

---

#### Сведения об авторах:

**Машина Екатерина Алексеевна** (*mashina.katherina@gmail.com*), преподаватель (квалификационная категория "преподаватель практики")

**Балакшин Павел Валерьевич** (*pvalakshin@gmail.com*), ктн, доцент (квалификационная категория "ординарный доцент")

#### On authors:

**Mashina Ekaterina A.** (*mashina.katherina@gmail.com*), teacher (qualification category "teacher of practice")

**Balakshina Pavel V.** (*pvalakshin@gmail.com*), PhD, associate professor (qualification category "ordinary associate professor")

## **METHODOLOGY FOR ASSESSING DIGITAL MATURITY OF INDUSTRIAL ECOSYSTEMS**

**E.A. Mashina, P.V. Balakshin**

*National Research University ITMO*

*Russia, 197101, St. Petersburg, Kronverksky prospect, 49*

*The article is devoted to the discussion of the organization of enterprise management in the conditions of dynamically developing impacts, which include both abnormal production situations and accelerated innovative changes in production processes to increase competitiveness.*

*Based on a comparative analysis of information flows of various levels of production management, it is shown that the main information tasks related to responding to a dynamically developing situation should be solved at the level of operational management of the enterprise, which requires the unification of descriptions of the parameters taken into consideration, as well as a significant reduction in the dimension of the problem being solved.*

*As the main method of organizing enterprise management in dynamically changing external conditions, the authors propose to use a situational approach to managing complex systems based on the representation of the situation in the form of logical and linguistic models. At the same time, it seems necessary to build a semantic analysis of the necessary arrays of production documents based on methods and means of thematic modeling of texts based on their vector representation.*

*The paper shows the ways of automated identification of latent topics in the texts of documents, signaling the possible occurrence of a particular emergency. To simplify the procedures for making informed decisions in the workplace, it is proposed to use situational content specially provided to employees describing the current dynamic information environment and possible ways to respond to it.*

*The novelty of the work lies in the creation of a uniform approach to the semantic analysis of heterogeneous production documentation and the formulation of proposals for the inclusion of such analytical procedures in the corporate content management system as a specialized application. The components of the solution described in the article have passed the testing stage and are used to automate the semantic analysis of documentary streams and the creation of situational content.*

**Keywords:** *dynamic management, situational management, thematic modeling, situational context, corporate content*

### **For citation:**

Mashina E.A., Balakshin P.V. Generation of situational content in the organization of enterprise management in an emergency // Organizer of production. 2023. V.31. No.1. Pp. 85-101. DOI: 10.36622/VSTU.2023.24.14.007

### **Введение**

Одной из основных причин успешного развития любого бизнеса является формирование и всестороннее развитие конкурентных преимуществ, представляющих собой наличие набора черт, отличающих его от других подобных субъектов. При этом анализ функционирования наиболее передовых компаний свидетель-

ствует, что своевременные действия по внесению инновационных изменений в выпускаемый на рынок продукт или предоставляемую услугу, а также реагирование на изменение внешних условий рынка являются сегодня одним из наиболее существенных конкурентных преимуществ [1]. Это требует создания на предприятиях любых отраслей гибких производственных цепочек, позво-

ляющих «на лету» вносить изменения в производственные процессы, используя при этом весь доступный бизнесу объем внутренней и внешней информации для выработки правильных управленческих решений.

Существенная часть ключевых задач корпоративного управления в настоящее время решена на теоретическом и практическом уровнях, что привело к созданию высокопроизводительных информационных бизнес-решений, предназначенных для управления бизнесом. При этом сегодня существует достаточно широкий класс задач корпоративного управления, где уровень сложности формального описания задачи является серьезным препятствием к созданию работоспособных решений как в плане создания теоретических моделей процессов, так и в области их технической программной реализации.

Одним из направлений, требующих подобных согласованных теоретических и практических разработок, является область решения задач корпоративного менеджмента в динамической постановке [2] особенно в части осуществления оперативного управления предприятием [3] в нестационарных внешних условиях.

До последнего времени решение задач корпоративного управления в динамической постановке проводилось большей частью в областях, наиболее подверженных техногенным рискам в качестве реакции на чрезвычайные ситуации [4], а также в качестве создания экстренных механизмов антикризисного менеджмента [5]. Однако существующий сегодня темп инновационного развития требует от предприятий постоянного и очень существенного совершенствования выпускаемых товаров или предоставляемых услуг, что ведет к необходимости постоянной модернизации производственных процессов, организационных структур и принципов ведения бизнеса. Это приводит к тому, что процесс функционирования предприятия выходит из установившегося (квазистационарного)

режима и приобретает черты, характерные для динамических процессов.

Еще одной существенной причиной, требующей решения вопросов создания работоспособных систем динамического управления, являются происходящие в последнее время процессы повсеместного перехода на замещающие материалы и комплектующие, которые часто требуют экстренного изменения не только цепочек и условий поставок, но и ключевых производственных процессов.

В связи с этим решение задач построения работоспособных систем управления предприятием, способных осуществлять производственный менеджмент в нестационарных условиях, становится одной из первостепенных задач не только повышения конкурентоспособности, но и выживания бизнеса. Поэтому основной целью настоящей работы является анализ механизмов создания систем автоматизированных управления современным предприятием, позволяющих эффективно учитывать динамические изменения внешних условий с точки зрения возможностей решения задачи унифицированного преобразования производственной информации, представления ее в корпоративных информационных системах, а также формулирование конкретных предложений по созданию подобных решений.

### **Информационные особенности различных уровней корпоративного менеджмента**

Предварительно обратим внимание на то, что информационная среда, обеспечивающая процессы управления современным предприятием очень неоднородна.

С точки зрения бизнес-менеджмента под управлением принято понимать взаимосвязанный комплекс работ по прогнозированию, планированию, координации, организации, контролю и мотивации исполнителей, направленный на выработку, формулирование и достижение цели компании [6]. Для упрощения решения такого широкого круга решаемых задач все процес-

сы корпоративного управления принято подразделять на три больших уровня:

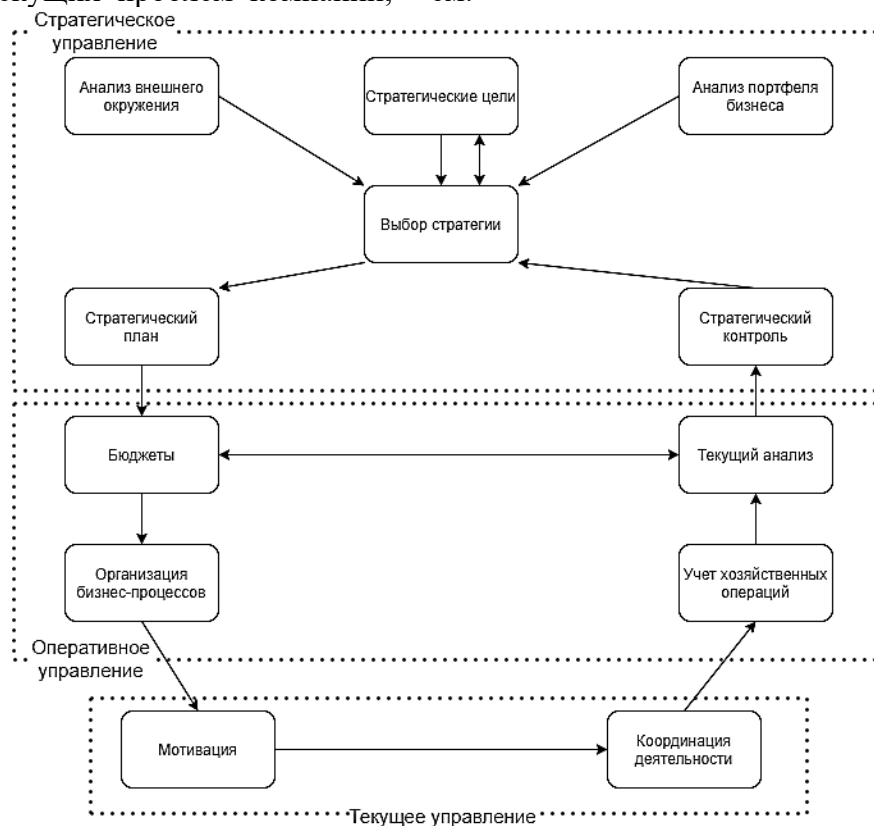
- стратегическое управление, представляющее собой управление макроэкономическими характеристиками функционирования компании и направленное на достижение долгосрочных и интегральных целей,

- оперативное управление, представляющее собой внутрикорпоративный комплекс бизнес-процессов, которые организуют взаимосогласованную работу подразделений хозяйствующего субъекта, обеспечивая при этом решение текущих проблем компании,

связанных с управлением персоналом, закупками, производством, сбытом, финансами и т. п.,

- диспозиционное (текущее) управление, которое представляет собой комплекс действий, осуществляемый на отдельных рабочих местах (рабочих центрах) по осуществлению выполнения производственных заданий.

Взаимодействие перечисленных выше форм управления предприятием может быть проиллюстрировано представленным на рис. 1. единым циклом управления предприятием.



Источник: разработано авторами

**Рис. 1. Единый цикл управления предприятием**

Source: developed by the authors

**Fig. 1. A single cycle of enterprise management**

При этом перечисленные выше уровни корпоративного менеджмента применяют как существенно различающиеся методы управления и способы генерации управленческих решений, так и сильно разнящиеся технологические решения для автоматизации управленческих процессов.

С точки зрения информатики подобное отсутствие целостности системы управления предприятием, серьезно снижающее возможности управления в динамической постановке, может быть объяснено тем, что на различных уровнях корпоративного менеджмента обрабатываются различные по своей природе

информационные массивы с использованием слабо связанных друг с другом по информационным потокам расчетных схем.

Так при корпоративном управлении стратегического уровня реализуется процесс управления «с использованием непрерывных параметров», представляющий собой результат обработки информационных массивов с помощью предварительно настроенных описательных моделей. Подобное управление по большей части опирается на унифицированные стоимостные описания учитываемых единиц и рассматриваемых процессов. Типичными примерами информационных систем, поддерживающих стратегический уровень корпоративного управления, являются системы управления ресурсами (ERP-системы - от англ. Enterprise Resource Planning), обеспечивающие предельно высокий уровень единообразия представления управляемых данных.

При оперативном планировании реализуется наиболее сложный процесс управления «с использованием семантических единиц» (представляемых документами), осуществляемый на основе корпоративных знаний и компетенций, являющихся наивысшими по глубине метапредставлений степенями информационных трансформаций [7]. В связи с тем, что круг задач, решаемых на уровне оперативного управления предприятием очень широк, на этом уровне используется большое разнообразие документов, описывающих и производственные процессы, и условия, необходимые принятия решений по их осуществлению.

В связи с большим разнообразием задач оперативного управления и разнородностью используемых документальных массивов для автоматизации решения задач этого уровня применяется большое количество узкоспециализированных информационных решений в виде систем управления корпоративным контентом (ECM - от англ. Enterprise Content Manager), систем управления данными об

изделии (PDM-систем - от англ. Product Data Manager), систем автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства (CAD/CAM/CAE-системы - от англ. Computer Added Design / Computer Added Manufacturing / Computer Added Engineering), систем управления требованиями (RMS - от англ. Requirements Management Systems), различного рода локальных автоматизированных рабочих мест (WKS - от англ. Workstation), а также иных программных продуктов, имеющих достаточно низкий уровень унификации обрабатываемой информации. На этом уровне для объединения разнородных данных в единые структуры, как правило, применяются лишь самые общие подходы к классификации и кластеризации информации на основе отраслевых онтологических подходов [8].

При осуществлении текущего корпоративного управления реализуется управление «с использованием дискретных сигналов», которыми, фактически, являются информационные сообщения, генерируемые для управления технологическими процессами или производственными процедурами, жестко регламентированными ранее созданными рабочими инструкциями. Большая часть средств автоматизации подобных процедур приходится на автоматизированные системы управления производственными процессами (АСУ ТП) (DCS - от англ. (англ. Distributed Control System) и различного рода специализированные менеджеры задач (ТМ - от англ. Task Manager), предназначенные для распределения и учета потоков работ между исполнителями. В связи с достаточно ограниченной номенклатурой обрабатываемых на этом уровне управления данных, можно утверждать, что диспозитивное корпоративное управление производится на приемлемом уровне унификации.

Сравнительная характеристика уровней корпоративного управления с точки зрения особенностей информационной обработки представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика уровней корпоративного управления с точки зрения особенностей информационной обработки

Table 1

Comparative characteristics of corporate governance levels in terms of information processing features

Параметр	Стратегическое управление	Оперативное управление	Диспозитивное управление
Тип реализуемого управления	С использованием непрерывных параметров	С использованием семантических единиц	С использованием дискретных сигналов
Основная форма представления информации	Стоимостная оценка потребных ресурсов	Текстовые документы	Символьные сообщения
Основные используемые информационные системы	ERP-системы	ECM, PDM, CAD/CAM/CAE, RMS, WKS	DCS, TM
Уровень унификации информационного представления данных	Высокий	Низкий	Высокий
Сложность создания интегрального описания	Приемлемая	Требует снижения размерности	Приемлемая

Источник: разработано авторами

Source: developed by the authors

Из изложенного можно сделать вывод о том, что основным направлением проведения работ по созданию адекватных систем управления современным предприятием, успешно функционирующих в динамически изменяющихся внешних условиях, является уровень оперативного управления, поскольку именно он характеризуется большим разнообразием слабо унифицированных процессов. При этом также следует иметь в виду, что при динамических изменениях процедур корпоративного менеджмента именно объекты, находящиеся в управлении оперативного уровня, подвергаются наибольшим воздействиям [3].

**Ситуационное управление, основанное на лингвистических концептах, как способ снижения размерности задач динамического менеджмента.**

При детальном рассмотрении вопросов формального описания задач уровня оперативного управления становится понятно, что создание единых моделей, описывающих управление в динамической постановке едва ли возможно в связи с предельно большим количеством обрабатываемых данных. В связи с этим встает вопрос о снижении размерности рассматриваемой задачи, которое представляет собой совокупность действий, приводящее к уменьшению числа рассматриваемых переменных путём выявления из их числа главных переменных, определяющих основной ход процесса [9].

Одним из наиболее работоспособных способов понижения размерностей задач динамического управления является ситуационный подход к управлению сложными системами, применяемый в случаях, когда объект управления не описан должным обра-

зом формально или для этого требуется решение размерности, превосходящей реальные возможности существующих методов [10].

Одной из первых рассмотрением ситуационного управления занялась в 20-е годы прошлого века М. Фоллет, сформулировавшая «закон ситуации», сводящийся к тому, что различающиеся проблемные ситуации не имеют универсальных решений и могут требовать разных подходов к их адекватному разрешению, а эффективность менеджера, принимающего конкретные решения, зависит от обладания им необходимым объемом знаний [11].

Окончательно термин «ситуационное управление» в последней трети прошлого века вошел в научный оборот благодаря работам Д.А. Поспелова [12], предложившего основывать ситуационный менеджмент на способах представления знаний в виде логико-лингвистических моделей.

Центральным понятием ситуационного управления считается ситуация, описываемая конкретным набором концептов, оказывающих определенное влияние на конкретный рабочий центр компании в конкретное время. При этом при описании управленческой ситуации должны быть соблюдены следующие необходимые условия [12]:

- в состав управленческой ситуации должно попадать конечное число концептов, для которых должны быть описаны текущие состояния и взаимосвязи,

- в состав концептов, описывающих управленческую ситуацию, должны быть включены лишь факторы, наиболее существенным образом влияющие на управляемые процессы,

- в рассмотрение должны приниматься лишь концепты, фиксируемые в текущий момент, а не имевшие место в прошлом или предполагаемые в будущем,

- при проведении фиксации развития управленческой ситуации должны быть приняты во внимание зафиксированные

причины ее возникновения и возможные последствия ее развития.

При этом методологической основой, дающей возможность осуществить описание той или иной ситуации управления речевыми концептами, являются положения о том, что [13] любое знание, применяемое для разрешения той или иной проблемной ситуации, носит вербальный характер, а специализированные элементы корпоративных знаний всегда находят свое формальное отражение в текстах корпоративных документах.

Применение логико-лингвистического подхода в первом приближении позволяет свести работы по созданию унифицированной платформы представления параметров, описывающей внутренние и внешние воздействия на управляемую систему, к выбору необходимого набора лингвистических концептов, позволяющих единообразным образом описать информационные массивы знаний, используемые при осуществлении оперативного управления, а для их поиска и систематизации использовать методы, основанные на обработке текстов на естественном языке [14]. При этом, лингвистические концепты, описывающие производственные процессы, уже достаточно широко применяются для описания информационных корпоративных структур в составе предметно-лингвистических онтологий [8], на основе которых обычно производится структурирование корпоративных данных.

Отличительным свойством подобных структур является применение в единообразном описании понятий естественного языка в совокупности с их языковыми свойствами. При этом, информационным источником понятий для построения предметно-лингвистических онтологий являются семантические значения языковых единиц, описываемые отраслевыми предметными онтологиями. Основное преимущество использования таких структур состоит в том, что они всегда строятся на основе совместного понимания особенностей отраслевых

понятий в рамках конкретного профессионального сообщества и использования словарей профессиональных терминов.

**Ситуационный документальный контент как система семантических единиц.**

Источником информации о концептах, описывающих управленческую ситуацию, является документ, который с точки зрения корпоративного управления представляет собой объект, содержащий некоторое количество взаимосвязанных семантических единиц, предназначенных для принятия управленческих решений либо непосредственно, либо в совокупности с другими документами. При этом, информация, извлеченная из производственного документа, может быть адекватно понята и правильно использована лишь в ограниченном числе конкретных точек бизнес-процессов предприятия.

К особенностям производственного документа можно отнести его специфическую структуру, специализированный тезаурус и предназначение быть правильно семантически интерпретированным в строго ограниченном контексте других документов. С одной стороны это облегчает формализацию семантического анализа производственного документа за счет использования типовых шаблонов [15], с другой - требует использования более глубоких методов анализа, связанных со специализированной отраслевой семантикой. Это может быть объяснено узкой специализацией большинства производственных документов, предназначенных для фиксации тех или иных прецедентов, существенно сужающей базу доступных для статистического анализа коллекций текстов.

Любой используемый в производственном управлении документ содержит в своем составе набор смысловых сущностей, специально предназначенных для их использования при принятии решений, называемых семантическими единицами. Семантической единицей производственного документа может быть: слово, словосочетание или

целое предложение. Одной из основных свойств конкретной семантической единицы является ее интерпретируемость, т. е. свойство быть правильно понятой исходя из содержания конкретного документа (или группы документов). При этом следует иметь в виду, что низкую степень понятности конкретного документа может означать не только использование в нем нечетких понятий или формулировок, не позволяющих правильно интерпретировать смысл тех или иных положений. Это может еще говорить и о том, что анализируемый документ является лишь частью некоторого единого контекста [16].

Под контекстом обычно понимают совокупность характеристик, уточняющих условия существования некоторого объекта рассмотрения. С точки зрения процесса управления с использованием документов, контекст представляет собой необходимый набор описаний особых условий, в рамках которых происходят события управления или генерируются порождаемые документы, используемые для управления на дальнейших этапах бизнес-процесса [17].

В связи с этим ситуативный контент может трактоваться как множество документов, описывающих квазистатическое положение динамической системы, образом, достаточным для принятия необходимых управленческих решений. При такой постановке задачи ситуативное управление может быть сведено к формированию наборов необходимых для принятия решения документов, предоставляемых в точки принятия решений.

**Ключевые концепты и скрытые (латентные) темы документов**

В основе принципов семантической обработки любых текстов лежит ряд базовых алгоритмов. Одними из наиболее часто используемыми из них при смысловой обработке текста являются алгоритмы извлечения ключевых семантических концептов и основных тем документов, характеризующихся определенным набором слов, совместно встречающихся в документе.



В этой постановке ключевыми концептами называются наиболее существенные слова (или словосочетания), дающие высокоуровневое семантическое описание содержания текстового документа, которое позволяет определить тематику текста [18].

Среди наиболее общих свойств ключевых слов производственного документа можно назвать:

- существенная степень частотности в документе,
- связанность друг с другом большим числом семантических связей,
- представимость в виде понятий среднего уровня абстрактности.

Как показывают проведенные исследования, набор ключевых концептов технического документа состоит из 8-15 понятий, описывающих не менее половины слов семантического ядра документа [19]. При этом выделенные ключевые концепты могут выступать в качестве метаинформации, представляющей текстовый документ при решении задач поиска, кластеризации, аннотирования и подбора ситуационного контента.

Однако, на практике существенная часть традиционных статистических методов выделения ключевых концептов мало применима именно к производственным документам, поскольку подобные тексты имеют специфический синтаксис, морфологию и, а их статистическое обобщение существенно затруднено в связи с относительно малым количеством доступных для каждого типа специализированных документов коллекций текстов, доступных для анализа. В связи с этим для определения ключевых концептов в производственных документах высокую результативность показывает экспертная разметка текстов производственных документов, которая может осуществляться непосредственно авторами документов или группой экспертов при осуществлении входной регистрации документа при его интеграции в корпоративную базу данных. Однако, подобный подход не только обладает чрезвычайно

высокой трудоемкостью, но и не позволяет провести выявление еще неформализованных тем документа.

В связи с этим в настоящее время для проведения подобных процедур начинают все чаще использоваться специализированные математические методы обработки текстов, позволяющие с высокой степенью точности проводить автоматизированное выявление скрытых (латентных) тем документов, используя средства тематического моделирования текстов.

Тематическое моделирование текста сводится к построению описательной тематической модели (topic model) анализируемого документа с использованием некоторого набора смысловых тем. В построенной подобным образом модели каждая тема представляется распределением вероятностей описывающих ее слов, а документы – распределением вероятностей, входящих в них тем [20].

В отличие от процедуры проведения классификации, производимой с использованием заранее известной предварительной информации о структуре классов, тематическое моделирование текстов подразумевает отсутствие каких-либо предварительных знаний о темах, присутствующих в анализируемых документах, поскольку изначально не известно ни количество тем, являющихся основным содержанием конкретного документа, ни их содержание. Поэтому построение необходимой для принятия управленческих решений тематической модели может рассматриваться как задача кластеризации документов и слов по множеству кластеров, называемых темами.

### **Подходы к тематическому моделированию текстов производственных документов**

Ключевым моментом тематического моделирования является утверждение о том, что появление конкретного слова в конкретном документе обусловлено необходимостью описания в конкретном документе некоторой конкретной смысловой темы, неотъемлемой частью которой являет-

ся рассматриваемое слово. С целью формализации задачи используют векторные представления слов, тем и документов.

При создании векторной модели представления каждый документ рассматривается как некоторое неупорядоченное множество термов. Под термом при тематическом моделировании, понимаются слова, из которых состоит текст документа, или специализированные смысловые атомарные объекты.

Для того, чтобы определить важность (или «вес») конкретного термина в рассматриваемом документе в первом приближении необходимо подсчитать сколько раз «унифицированная форма» данного термина встречается в документе (т. е. определить «частоту термина»), и на основании этого - определить смысловой вес каждого конкретного термина в документе, учитывая тот факт, что чем чаще терм встречается в конкретном документе, тем выше его важность. При этом, если терм не встречается в документе считается, что его вес в рассматриваемом документе равен нулю.

После того, как для некоторого документа определены веса всех исследуемых термов (в том числе не встречающихся в документе), становится возможным построение многомерного вектора, представляющего конкретный документ в векторном пространстве, где множество принимаемых в рассмотрение термов представляют его единичные вектора:

$$d_j = (w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{nj})$$

где  $d_j$  — векторное представление  $j$ -го документа,

$w_{ij}$  — вес  $i$ -го термина в  $j$ -м документе,

$n$  — общее количество различных термов во всех документах коллекции.

При этом весь процесс исследования документов с использованием тематического моделирования строится на двух основных гипотезах:

- гипотезе о существовании тематик, гласящей, что каждое вхождение термина  $w$  в конкретный документ  $d$  связано с тематикой  $t$  из заданного множества  $T$ ,

- гипотезе об условной независимости тематик, полагающей, что появление конкретного термина  $w$  в конкретном документе  $d$ , принадлежащем к конкретной тематике  $t$ , не зависит от документа  $d$ , а зависит только от тематики  $t$ , к которой документ относится и может быть описано единым распределением вероятности, представленного выражением:

$$p(w|t) = p(w|d, t)$$

Анализируемая коллекция текстовых документов рассматривается при этом как выборка троек  $(w_i, d_i, t_i), i = 1, \dots, n$  из дискретного распределения  $p(w, d, t)$  на конечном множестве  $W \times D \times T$ .

В этом случае слова  $w$  и документы  $d$  являются наблюдаемыми переменными, а тема  $t \in T$  является скрытой (латентной) переменной, которую необходимо определить.

Каждый документ в рассматриваемом случае может быть представлен как дискретное распределение на множестве тем  $\theta_{td} = p(t|d)$ , а каждая латентная тема - как дискретное распределение на множестве слов  $\phi_{wt} = p(w|t)$ .

При этом по теореме о полной вероятности будет справедливо следующее выражение:

$$\begin{aligned} p(w|d) &= \sum_{t \in T} p(w|d, t)p(t|d) \\ &= \sum_{t \in T} p(w|t)p(t|d) \\ &= \sum_{t \in T} \phi_{wt}\theta_{td} \end{aligned}$$

где  $\phi_{wt} = p(w|t)$  – вероятность термина  $w$  в тематике  $t \in T$ ,

$\theta_{td} = p(t|d)$  – вероятность тематики  $t$  в документе  $d$ .

Разработанные сегодня способы решения подобных задач при семафорном выявлении в потоке документов тех или иных событий или автоматическая классификация документов по ранее описанным темам представляет собой достаточно важные инструментальные решения первого уровня при проведении семантического

анализа производственных документов (в том числе для входящей производственной документации), в частности, для выявления и документальном потоке информации, требующей более детального рассмотрения, или свидетельствующей о возможности наступления критической (нештатной) ситуации.

Отразить присутствия в рассматриваемом производственном документе существование сразу нескольких различных тем, повысив тем самым степень влияния каждого конкретного документа на множество принимаемых решений, позволяет латентно-семантический анализ (Latent semantic analysis, LSA) [21], определяющий

взаимосвязи между коллекцией документов, темами и термами, а также целый ряд подобных алгоритмических решений, таких как метод латентного размещения Дирихле ((Latent Dirichlet Allocation, LDA) [22], метод иерархического скрытого размещения Дирихле (Hierarchical Latent Dirichlet Allocation, hLDA) [23], а также разнообразные темпоральные тематические модели, отслеживающие эволюцию тем в исследуемых корпусах последовательных документов [24].

Сравнительное описание методов создания тематических моделей представлено в таблице 2.

Таблица 2

**Характеристика наиболее распространенных методов тематического моделирования**

Table 2

**Characteristics of the most common methods of topic modeling**

Метод тематического моделирования	Краткое описание решаемых задач
Латентно-семантический анализ (LSA, Latent Semantic Analysis)	Применим для попарного сравнения документов/термов; выявляет полисемию и омонимию; прост в реализации, но требует переобучения нейронной сети при добавлении новых документов; имеет низкую производительность при обработке больших коллекций; удобен для предварительной кластеризации текстов путем сравнения
Вероятностное латентно-семантического анализа (pLSA, Probabilistic Latent semantic analysis)	Позволяет моделировать совместное поведение трёх и более переменных; применим для контекстного анализа термов в больших наборах документов; требует перенастройки тематической модели при добавлении в коллекцию нового документа; модель склонна к переобучению и не может быть использована для порождения новых документов и не выделяет нетематические слова
Латентное размещение Дирихле (LDA, Latent Dirichlet Allocation)	В качестве вероятностного распределения тематик использует распределение Дирихле, в результате получается более корректный набор тематик; не требует перенастройки системы при добавлении новых тематик; имеет тенденцию к извлечению слишком общих тем; в методе отсутствуют лингвистические обоснования
Иерархическое скрытое размещение Дирихле (Hierarchical Latent Dirichlet Allocation, hLDA)	В отличии от классического LDA позволяет осуществлять выявление иерархической вложенности скрытых тем документов, что удобно при анализе отдельных аспектов тематик; позволяет работать в случае отсутствия предварительной информации о количестве тем в документах, что удобно при анализе ранее не встречавшихся документов
Темпоральные тематические	Позволяют отслеживать эволюцию тем в исследуемых корпусах последовательных документов; не требуют существенной перенастройки

модели (Dynamic topic models)	системы при добавлении новых документов и тематик; существенной проблемой является правильное определение тем в первых документах, для устранения чего созданы модификации, предполагающие управление начальной выборкой
-------------------------------	--

Источник: разработано авторами

Source: developed by the authors

В настоящее время тематическое моделирование наиболее часто используется для анализа данных социальных сетей, в рекомендательных системах, учитывающих контекст [25], в разного рода адаптивных справочных системах [26] и тому подобных решениях. Поэтому предложение использовать подобные методики для автоматического сбора ситуативного контента, применяемого для поддержки принятия решений при корпоративном динамическом управлении оперативного уровня представляется вполне оправданным.

При этом одним из основных преимуществ использования тематического моделирования в качестве основы корпоративной ситуативной аналитики является то, что тематические модели текстов хорошо поддаются интерпретации полученного результата, поскольку пользователю остаются понятны причины выделения тех или иных тем, а также и их внутренняя структура. Этот факт может быть назван одним из преимуществ использования методов вероятностного тематического перед нейронными сетями, не позволяющими обеспечить приемлемую для принятия управленческих решений интерпретируемость результата [27].

**Использование адекватного ситуативного контента как основное средство повышения качества корпоративного управления в динамической постановке**

Первоначально представляется, что ключевой особенностью динамической (кризисной) ситуации является ее непредсказуемый характер начала и развития. Однако, в существенной части случаев наступление необходимости внесения массовых изменений в производственные процессы предприятия заранее находит свое отражение в корпоративных документах. С другой стороны – достаточно трудно описать производственную ситуацию, для которой невозможно было бы найти семейство хотя бы приблизительных прототипов в смежных областях, проанализировав которые возможно собрать и перераспределить в «центры принятия производственных решений» необходимый ситуационный контент. При этом семантическая близость ситуационных контентов может быть достаточно просто определена на основании сравнения векторных представлений текстов наборов документов, входящих в ситуационный контекст.

В этой связи можно считать, что на всех фазах развития динамической (нештатной ситуации) [28] (см. рис. 2) при осуществлении оперативного управления по документам при помощи «ключевых понятий – маркеров» может быть выбран и предоставлен достаточно ограниченный набор ситуационного документального контента, необходимого для принятия решений.



Источник: разработано авторами

**Рис. 2. Фазы развития нештатной производственной ситуации и реакции на нее**

Source: developed by the authors

**Fig. 2. Phases of development of an abnormal production situation and reaction to it**

Так на стадии *Обнаружения сигналов о нештатной ситуации* таким ситуационным контентом являются документальные материалы, семантически связанные с выявленными из входящей документации возможных причин предстоящего кризиса, а также материалы, описывающие подобные прецеденты более ранних периодов. На стадии *Подготовки к нештатной ситуации* на места принятия решений должен быть предоставлен ситуационный контент, связанный с описанием близких по семантике сценариев реагирования и описаний последовательности действий. На стадии *Сдерживания нештатной ситуации и ограничения ущерба* помимо использования соответствующего ситуационного контента в точках принятия решений должен создавать-

ся новый ситуационный документальный контекст, регистрирующий произведенные действия и их результаты. На стадии *Восстановления* также не только происходит «потребление» соответствующего ситуативного контента, но и создание новых производственных документов, регистрирующих последовательность действий по созданию механизмов послекризисного восстановления. Стадия *Обучения* предполагает систематизацию выводов, извлеченных из преодолённой ситуации, фиксацию обобщенных результатов в виде общедоступных внутрикорпоративных методик и оповещение всех заинтересованных участников о появлении еще одного сценария действий (см. таблицу 3).

**Таблица 3**  
**Документооборот ситуативных контентов рабочих центров при развитии нештатной (динамической) ситуации**

**Table 3**  
**Document flow of situational content of work centers in the development of an abnormal (dynamic) situation**

Фаза развития нештатной ситуации	Семантическое наполнение входящего контента	Семантическое наполнение исходящего контента
Обнаружение нештатной ситуации	Документальные выборки, сигнализирующие о возможности возникновения ситуации	Предварительная оценка влияния ситуации на конкретный рабочий центр
Подготовка к нештатной ситуации	Описание близких по семантике сценариев действий по преодолению подобных ситуаций	Описание действий рабочего центра по выбранному сценарию (для согласования с другими РЦ)
Сдерживание нештатной ситуации	Согласованное описание действий смежных рабочих центров	Описания текущих действий РЦ и полученных результатов
Восстановление	Интегральное описание результатов действий смежных РЦ	Отчет о результативности мер по преодолению нештатной ситуации
Обучение	Уточнение рабочих инструкций по действиям в нештатных ситуациях	Предложения по изменению мер реагирования на ситуацию

*Источник: разработано авторами*

*Source: developed by the authors*

Облегчению внедрения сформулированных выше предложений по управлению ситуационным контентом с использованием

средств тематического моделирования способствует то, что существенная часть предприятий уже имеет в составе своих

информационных средств системы управления корпоративным контентом (ЕМС-системы), обладающие рядом ключевых возможностей по созданию процедур выявления ситуационного контента и его предоставления в определенные точки бизнес-процессов.

Таким образом, по мнению авторов настоящей работы системы управления контентом, дополненные набором инструментов тематического моделирования, могут быть использованы как основное технологическое средство для создания интегральных решений по сбору и предоставлению ситуационного контента для нужд динамического оперативного управления. При этом, в случае проведения более глубокой интеграции информационной системы управления предприятием с системой управления и обработки корпоративного контента на основе методов тематического моделирования возможно будет говорить о первом шаге к созданию интегрированной системы управления предприятием, основанной на знаниях [29].

### **Заключение**

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы, имеющие значение для дальнейшей разработки практических способов и методов семантической обработки производственных документов с целью повышения эффективности оперативного управления в нештатных ситуациях:

- эффективным способом решения задач корпоративного менеджмента в динамической постановке является использование методов ситуативного управления, опирающегося на генерацию и предоставление ситуативного контента, представляющего собой специализированную подборку производственных документов и обладающего необходимой для сложившейся ситуации степенью семантической понятности,

- задачу создания ситуативного контента и оценку семантической близости его элементов представляется наиболее целесо-

образным решать на основе векторных представлений документов с использованием методов тематического моделирования текстов,

- наибольший эффект при создании подобных решений ожидается на уровне оперативного управления предприятием,

- для своевременного обнаружения предпосылок возникновения нештатных ситуаций следует создать системы перманентного мониторинга по наиболее критичному для конкретного предприятия набору тем,

- разработку решения для генерации и предоставления пользователям необходимого ситуативного контента возможно проводить путем расширения функциональности имеющихся на предприятии систем управления корпоративным контентом.

### **Благодарности**

Авторы выражают искреннюю благодарность коллективу мега-факультета Компьютерных технологий и управления Университета ИТМО за предоставленную возможность практической апробации ряда положений данной работы и обсуждения полученных результатов.

### **Библиографический список**

1. Shujahat, M.; Sousa, M.J.; Hussain, S.; Nawaz, F.; Wang, M.; Umer, M. Translating the impact of knowledge management processes into knowledge-based innovation: The neglected and mediating role of knowledge-worker productivity. *J. Bus. Res.* 2019, 94, 442–450.

2. Коновалова Г.И. Динамический подход к управлению промышленным предприятием в условиях цифровой экономики / Г.И. Коновалова // *Организатор производства*. 2022. Т. 30. № 1. С. 73–83. DOI: 10.36622/VSTU.2022.36.41.007.

3. Н.Н. Голубь. Опыт совершенствования оперативного управления производством // *ЭКОНОМИНФО*. 2019. Т.16. № 1, с. 53–57.

4. Т. П. Корниец, О. П. Аликова. Управление рисками в атомной энергетике как основа обеспечения энергетической

- безопасности России// Угрозы и безопасность, 22 (163) – 2012, ст. 37–47.
5. Ушаков В.П. Антикризисное управление как новая парадигма управления// Эффективное антикризисное управление, 2010, №1 (60), с. 66-79.
6. Майкл Мескон, Майкл Альберт, Франклин Хедоури. Основы Менеджмента (Management) = Management / пер. Л. И. Евенко. — М.: Дело, 1997. — 704 с.
7. Машина Е.А.Использование централизованной системы управления контентом в качестве основы корпоративного решения управления знаниями//Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. — СПб: Университет ИТМО, 2022 год. — Режим доступа <https://kmu.itmo.ru/digests/article/7635 - 2022>.
8. Машина Е.А. Uniform Assessment of The Company's Employee's Competence Using Natural Language Processing Methods for Their Further Use in Corporate Knowledge Management Systems. Proceedings of FRUCT'32. 2022. Vol. 2. pp. 374-381.
9. Roweis S. T., Saul L. K. Nonlinear Dimensionality Reduction by Locally Linear Embedding // Science. — 2000. — Т. 290, вып. 5500. — С. 2323–2326. — doi:10.1126/science.290.5500.2323.
10. Болотова Л. С., Старых В. А. Проектирование онтологий на основе модели предметной области. Информатизация образования и науки. 2011. № 1(9). С. 88–105.
11. Mary Parker Follett. Prophet of Management. Boston: Harvard Business School Press. 1995, p.309.
12. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. М.: Наука. 1986. 284 с.
13. Kamoun-Chouk, S., Berger, H., Sie, В.Н.: Towards integrated model of big data (BD), business intelligence (BI) and knowledge management (KM). In: Uden, L., Lu, W., Ting, I.-H. (eds.) КМО 2017. CCIS, vol. 731, pp. 482–493.
14. Машина Е.А. Preliminary Systematization of Corporate Knowledge Objects for The Use of Prescriptive Analytics Methods When Creating an Innovative Product by Small and Medium-sized Companies. Proceedings of FRUCT'32. 2022. Vol. 2. pp. 366-373.
15. Mashina E.A. Approaches to the initial stage of semantic analysis of large information arrays of scientific information sources // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО - 2022, Vol. 1, pp. 306-311.
16. Raimbault J. Exploration of an Interdisciplinary Scientific Landscape // Scientometrics. 2019, Vol. 119, Issue 2. Pp. 617-641.
17. E. E. Yelkina, O. V. Kononova, D. E. Prokudin. Typology of Contexts and Contextual Approach Principles in Multidisciplinary Scientific Research // Modern Information Technologies and IT-Education. Vol. 15, No. 1. 2019, P.142-153.
18. Надеждин, Е.Н. Задача выявления цепочки ключевых слов и предложений при семантическом анализе текста / Е.Н. Надеждин // Научный альманах. - 2015. - № 9 (11). - С. 773-778.
19. А.С. Ванюшкин, Л.А. Гращенко. Оценка алгоритмов извлечения ключевых слов: инструментарий и ресурсы // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2017. – №. 20 – С. 95–102.
20. Коршунов А., Гомзин А. Тематическое моделирование текстов на естественном языке // Тр. Ин-та системного программирования РАН. 2012. С. 215–242.
21. George W. Furnas, Scott C. Deerwester, Susan T. Dumais, Thomas K. Landauer, Richard A. Harshman, Lynn A. Streeter, Karen E. Lochbaum: Information Retrieval using a Singular Value Decomposition Model of Latent Semantic Structure. SIGIR Forum 51(2), 2017, pp. 90-105.
22. Blei, David M.; Ng, Andrew Y.; Jordan, Michael I. Latent Dirichlet allocation (англ.)//Journal of Machine Learning Research: journal / Lafferty, John.— 2003.— January (vol. 3,no. 4—5).—pp. 993—1022.
23. D. Blei, T. Griffiths, M. Jordan, and J. Tenenbaum. Hierarchical topic models and the

nested Chinese restaurant process. *Neural Information Processing Systems* 16.

24. D. Blei and J. Lafferty. Dynamic topic models. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning*, 2006.

25. Allahyari M., Kochut K. Semantic Context-Aware Recommendation via Topic Models Leveraging Linked Open Data // *International Conference on Web Information Systems Engineering. WISE 2016. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 10041. P. 263–277.*

26. Yin Zhang, Min Chen, Dijiang Huang, Di Wu, Yong Li. iDoctor: Personalized and professionalized medical recommendations based on hybrid matrix factorization // *Future*

*Generation Computer Systems. 2017. Vol. 66. pp. 30–35.*

27. Шиматов Г.П., Фомина Е.Е., Нейронные сети и генетический алгоритм. Тверь, Тверской Государственный Технический Университет, 2019, 200 p.

28. Mitroff I.I., Pauchant Th.C. Transforming the Crisis-Prone Organization: Preventing Individual, Organizational, and Environmental Tragedies. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1992. P. 134–140.

29. North K, Kumta, G. (2018). Knowledge management. Value creation through organizational learning. Springer, 2018. p. 364.

Поступила в редакцию – 13 декабря 2022 г.

Принята в печать – 02 февраля 2023 г.

### **Bibliography**

1. Shujahat, M.; Sousa, M.J.; Hussain, S.; Nawaz, F.; Wang, M.; Umer, M. Translating the impact of knowledge management processes into knowledge-based innovation: The neglected and mediating role of knowledge-worker productivity. *J. Bus. Res.* 2019, 94, 442–450.

2. Konovalova G.I. Dinamicheskij podhod k upravleniyu promyshlennym predpriyatiem v usloviyah cifrovoj ekonomiki / G.I. Konovalova // *Organizator proizvodstva. 2022. Т. 30. № 1. S. 73–83. DOI: 10.36622/VSTU.2022.36.41.007.*

3. N.N. Golub'. Opyt sovershenstvovaniya operativnogo upravleniya proizvodstvom // *EKONOMINFO. 2019. Т.16. № 1, s. 53–57.*

4. T. P. Korniec, O. P. Alikova. Upravlenie riskami v atomnoj energetike kak osnova obespecheniya energeticheskoy bezopasnosti Rossii// *Ugrozy i bezopasnost', 22 (163) – 2012, st. 37–47.*

5. Ushakov V.P. Antikrizisnoe upravlenie kak novaya paradigma upravleniya// *Effektivnoe antikrizisnoe upravlenie, 2010, №1 (60), s. 66-79.*

6. Majkl Meskon, Majkl Al'bert, Franklin Hedouri. Osnovy Menedzhmenta (Man-agement) = Management / per. L. I. Evenko. — M.: Delo, 1997. — 704 s.

7. Mashina E.A. Ispol'zovanie centralizovannoj sistemy upravleniya kontentom v ka-chestve osnovy korporativnogo resheniya upravleniya znaniyami// *Sbornik tezisov dokladov kongressa molodyh uchenyh. Elektronnoe izdanie. – SPb: Universitet ITMO, 2022 god. – Rezhim dostupa <https://kmu.itmo.ru/digests/article/7635> - 2022.*

8. Mashina E.A. Uniform Assessment of The Company's Employee's Competence Using Natural Language Processing Methods for Their Further Use in Corporate Knowledge Management Systems. *Proceedings of FRUCT'32. 2022. Vol. 2. pp. 374-381.*

9. Roweis S. T., Saul L. K. Nonlinear Dimensionality Reduction by Locally Linear Embedding // *Science. — 2000. — Т. 290, vyp. 5500. — S. 2323–2326. — doi:10.1126/science.290.5500.2323.*

10. Bolotova L. S., Staryh V. A. Proektirovanie ontologij na osnove modeli predmet-noj oblas-



- ti. Informatizaciya obrazovaniya i nauki. 2011. № 1(9). S. 88–105.
11. Mary Parker Follett. *Prophet of Management*. Boston: Harvard Business School Press. 1995, p.309.
  12. Pospelov D.A. *Situacionnoe upravlenie. Teoriya i praktika*. M.: Nauka. 1986. 284 s.
  13. Kamoun-Chouk, S., Berger, H., Sie, B.H.: Towards integrated model of big data (BD), business intelligence (BI) and knowledge management (KM). In: Uden, L., Lu, W., Ting, I.-H. (eds.) *KMO 2017. CCIS*, vol. 731, pp. 482–493.
  14. Mashina E.A. Preliminary Systematization of Corporate Knowledge Objects for The Use of Prescriptive Analytics Methods When Creating an Innovative Product by Small and Medium-sized Companies. *Proceedings of FRUCT'32. 2022. Vol. 2*. pp. 366-373.
  15. Mashina E.A. Approaches to the initial stage of semantic analysis of large information arrays of scientific information sources // *Al'manah nauchnyh rabot molodyh uchenyh Universite-ta ITMO - 2022, Vol. 1*, pp. 306-311.
  16. Raimbault J. Exploration of an Interdisciplinary Scientific Landscape // *Scientometrics*. 2019, Vol. 119, Issue 2. Pp. 617-641.
  17. E. E. Yelkina, O. V. Kononova, D. E. Prokudin. Typology of Contexts and Contextual Approach Principles in Multidisciplinary Scientific Research // *Modern Information Technologies and IT-Education*. Vol. 15, No. 1. 2019, P.142-153.
  18. Nadezhdin, E.N. Zadacha vyyavleniya cepochki klyuchevykh slov i predlozhenij pri semanticheskom analize teksta / E.N. Nadezhdin // *Nauchnyj al'manah*. - 2015. - № 9 (11). - S. 773-778.
  19. A.S. Vanyushkin, L.A. Grashchenko. Ocenka algoritmov izvlecheniya klyuchevykh slov: instrumentarij i resursy // *Novye informacionnye tekhnologii v avtomatizirovannyh sistemah*. – 2017. – №. 20 – S. 95–102.
  20. Korshunov A., Gomzin A. Tematicheskoe modelirovanie tekstov na estestvennom yazy-ke // *Tr. In-ta sistemnogo programmirovaniya RAN*. 2012. S. 215–242.
  21. George W. Furnas, Scott C. Deerwester, Susan T. Dumais, Thomas K. Landauer, Richard A. Harshman, Lynn A. Streeter, Karen E. Lochbaum: Information Retrieval using a Singular Value Decomposition Model of Latent Semantic Structure. *SIGIR Forum* 51(2), 2017, pp. 90-105.
  22. Blei, David M.; Ng, Andrew Y.; Jordan, Michael I. Latent Dirichlet allocation (angl.)//*Journal of Machine Learning Research: journal / Lafferty, John*.— 2003.— January (vol. 3,no. 4—5).—pp. 993—1022.
  23. D. Blei, T. Griffiths, M. Jordan, and J. Tenenbaum. Hierarchical topic models and the nested Chinese restaurant process. *Neural Information Processing Systems* 16.
  24. D. Blei and J. Lafferty. Dynamic topic models. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning*, 2006.
  25. Allahyari M., Kochut K. Semantic Context-Aware Recommendation via Topic Models Leveraging Linked Open Data // *International Conference on Web Information Systems Engineering. WISE 2016. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 10041. P. 263–277.
  26. Yin Zhang, Min Chen, Dijiang Huang, Di Wu, Yong Li. iDoctor: Personalized and professionalized medical recommendations based on hybrid matrix factorization // *Future Generation Computer Systems*. 2017. Vol. 66. pp. 30–35.
  27. SHimatov G.P., Fomina E.E., Nejrionnye seti i geneticheskij algoritm. Tver', Tver-skoj Gosudarstvennyj Tekhnicheskij Universitet, 2019, 200 p.
  28. Mitroff I.I., Pauchant Th.C. *Transforming the Crisis-Prone Organization: Preventing Individual, Organizational, and Environmental Tragedies*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1992. R. 134–140.
  29. North K, Kumta, G. (2018). *Knowledge management. Value creation through organizational learning*. Springer, 2018. p. 364.

Received for publication - December 13, 2022.

Accepted for publication - February 02, 2023.