
ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Научно-практический журнал

Основан в 2011 г.

**2026
№2(60)**

Издательство «Научная книга»



2026

Издательство "Научная книга"

Кафедра управления ВГТУ

Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций по Воронежской области

ПИ N ТУ 36-00204 от 26 мая 2011 г.

ISSN 2223-0432

Журнал выходит один раз в квартал

ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Научно-практический журнал

Главный редактор – **Кравец О.Я.**, д-р техн. наук, профессор (Воронеж)

Зам. главного редактора – **Баркалов С.А.**, д-р техн. наук, профессор (Воронеж)

Ответственный секретарь – **Аверина Т.А.** (Воронеж)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Богатырёв В.Д., д-р экон. наук, профессор (Самара)

Бурков В.Н., д-р техн. наук, профессор (Москва)

Вертакова Ю.В., д-р экон. наук, профессор (Курск)

Владимирова И.Л., д-р экон. наук, профессор (Москва)

Гераськин М.И., д-р экон. наук, профессор (Самара)

Жанказиев С.В., д-р техн. наук, профессор (Москва)

Куручка П.Н., д-р техн. наук, профессор (Воронеж)

Остроух А.В., д-р техн. наук, профессор (Москва)

Перова М.Б., д-р экон. наук, профессор (Вологда)

Сибирская Е.В., д-р экон. наук, профессор (Орел)

Толстых Т.О., д-р экон. наук, профессор (Воронеж)

Черникова А.А., д-р экон. наук, профессор (Москва)

Чиркова М.Б., д-р экон. наук, профессор (Воронеж)

Дизайн обложки – **С.А.Кравец**

На основании заключения Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России журнал "Экономика и менеджмент систем управления" включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Правила для авторов доступны на сайте журнала <http://www.sbook.ru/emsu>



Адрес редакции и издателя:
394077 Воронеж, ул. 60-й Армии, д. 25, кв. 120

Тел. (473)2667653
E-mail: emsu@bk.ru
<http://www.sbook.ru/emsu>

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» - 43054

Учредитель и издатель: ООО Издательство "Научная книга"

<http://www.sbook.ru>

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО "Цифровая полиграфия"

Адрес типографии: 394036, г.Воронеж, ул. Куколкина, 6, тел.: (473) 261-03-61

Подписано в печать 01.06.2026.

Свободная цена

Заказ 0000. Тираж 1000. Усл. печ. л. 6,2. Дата выхода в свет 06.07.2026.

а Экономика и менеджмент систем управления, 2026

Содержание

Экономика и управление

Баранова А.Ф., Голованова Е.Р. Фальсификация сведений о происхождении товаров: анализ распространённости и эффективность мер таможенного администрирования.....	4
Кафтулина Ю.А., Чернышев А.И. Государственное регулирование внешнеэкономической деятельности Пензенской области	9
Ковалева Е.Н. Возможности оценки эффективности системы регионального высшего образования	17
Колесникова Т.Г., Родионова Е.В. Исследование уровня жизни населения Республики Марий Эл.....	23
Шаропатова А.В. Влияние эффективности использования оборотных средств на экономическую безопасность сельскохозяйственных предприятий	30

Информатика, вычислительная техника и управление

Атласов Д.И. Формализованное описание процесса управления организационной системой, отличающееся учетом результатов мониторинга.....	39
Бурлуцкая М.В. Разработка математической модели и метода оптимизации систем передачи потоковых данных	45
Бурлуцкая М.В., Питолин М.В. Мониторинг и анализ функционирования многопроцессорных и распределенных вычислительных систем	64
Чунихина Е.А. Архитектура распределенной организационной системы с использованием баз данных, имплементированных в облачные системы .	75
Яковенко Н.С., Баркалов С.А. Моделирование задачи сборки процессов адаптивной организационной системы на основе LSTM.....	87

Правила для авторов	100
----------------------------------	------------

Экономика и управление

Баранова А.Ф.

ФАЛЬСИФИКАЦИЯ СВЕДЕНИЙ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ТОВАРОВ: АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЁННОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕР ТАМОЖЕННОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ

**Владимирский Государственный университет имени Александра
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых**

При таможенном декларировании подтверждение страны происхождения товаров требуется, когда это необходимо для применения мер таможенно-тарифного регулирования, запретов и ограничений, мер защиты внутреннего рынка [1, ст.29]. Для подтверждения страны происхождения товара в таможенных целях, необходимо оформление сертификатов о происхождении товара. Согласно ст. 31 Таможенного кодекса Евразийского экономического союза (далее - ЕАЭС), Сертификат о происхождении товара - документ определенной формы, свидетельствующий о происхождении товара и выданный уполномоченным государственным органом или уполномоченной организацией страны (группы стран, таможенного союза стран, региона или части страны) происхождения товара или в случаях, установленных правилами определения происхождения ввозимых товаров или правилами определения происхождения вывозимых товаров, - страны (группы стран, таможенного союза стран, региона или части страны) вывоза товара [1, ст. 31].

Сертификаты о происхождении товаров подразделяются на два вида: преференциальные и непреференциальные. Преференциальные сертификаты оформляются для применения в отношении определенной категории товаров льготных условий при уплате таможенных платежей. [2, ст. 36]. Такие сертификаты представлены несколькими формами: СТ-1 (для стран СНГ), СТ-2 (для Сербии), СТ-3 (для Ирана), ЕАУ (для Вьетнама), форма «А» (для Черногории). В свою очередь, непреференциальные сертификаты о происхождении товара, в том числе сертификаты общей формы (за исключением государств - участников СНГ), сертификаты на некоторые зерновые культуры, пушно-меховое сырье и изделий для меха (для стран ЕС) предназначены только для подтверждения страны происхождения товара и не дают возможности применения тарифных льгот по уплате таможенных платежей. Значение непреференциальных сертификатов заключается в применении к перемещаемому товару мер нетарифного регулирования, таких как, запрет ввоза и\или вывоза товаров; количественные ограничения ввоза и\или вывоза товаров; исключительное право на экспорт и\или импорт товаров [2, ст. 46], мер по защите внутреннего рынка в том числе специальных защитных, антидемпинговых, компенсационных мер, а также позволяет контролировать соблюдение запретов и ограничений, в отношении определенной продукции, установленных законодательством государства. Происхождение товара подтверждается декларацией о происхождении товара и сертификатом происхождения товара [1, ст. 9]. На территории Российской Федерации проведение экспертизы проис-

хождения товаров с выдачей акта экспертизы и сертификата происхождения является функцией, возложенной на систему Торгово-промышленных палат Российской Федерации.

В сертификате определяется перечень сведений, подлежащих обязательному указанию, к таким сведениям относятся:

- наименование страны происхождения товара;
 - регистрационный номер сертификата, наименование уполномоченного органа, выдавшего сертификат;
 - наименование и адрес экспортера (производителя, продавца или отправителя товара);
 - наименования и адрес грузополучателя в государстве-члене ЕАЭС, либо наименование государства-члена ЕАЭС;
 - описание товара, достаточное для его идентификации таможенным органом с товаром, заявленным при таможенном декларировании;
 - вес брутто и/или другие количественные характеристики товара и др.
- [3].

Недостаток места для указания реквизитов документа не освобождает от обязанности их предоставить. В этом случае законодательство предусмотрело следующее положение: допускается использование дополнительных листов, заверенных печатью уполномоченного органа. В качестве таких дополнительных листов могут выступать инвойс, спецификация к контракту или иной товаросопроводительный документ, который содержит информация об описании товара.

Искажение реквизитов и других сведений в сертификатах может представляться в нескольких формах и мошеннических схемах, таких как:

- неправомерное использование защитных элементов (голограмм, печатей, подписей реальных сотрудников уполномоченных на выдачу таких сертификатов органов). Со страховых бланков снимаются образцы реквизитов (подписи, печати, голограммы) и с помощью новейших технологий делаются дубликаты. Такие элементы довольно сложно отличить без специальных технических средств таможенного контроля;
- недостоверные сведений о товаре. Указание неверной страны происхождения, информации о производителе или экспортере, а также искажение количественных характеристик и описания продукции (ее состав, технологический процесс производства и др.), либо отсутствие других обязательных реквизитов документа;
- «серый» реэкспорт. Мошенническая схема, которая позволяет изменить страну происхождения. Суть заключается в том, что товар физически пересекает границу «страны-посредника», в которой получает новые документы о происхождении [4].

Искажение сведений о стране происхождения товара - одна из наиболее острых проблем в сфере таможенного контроля. По данным Итогового доклада о результатах и основных направлениях деятельности Федеральной таможенной службы России, в 2025 г. были скорректированы сведения о происхождении товаров в 5793 таможенных декларациях. Это позволило обес-

печить довыскание соответствующих таможенных платежей, что свидетельствует о высокой эффективности мер по выявлению и пресечению подобных нарушений (рис.1).

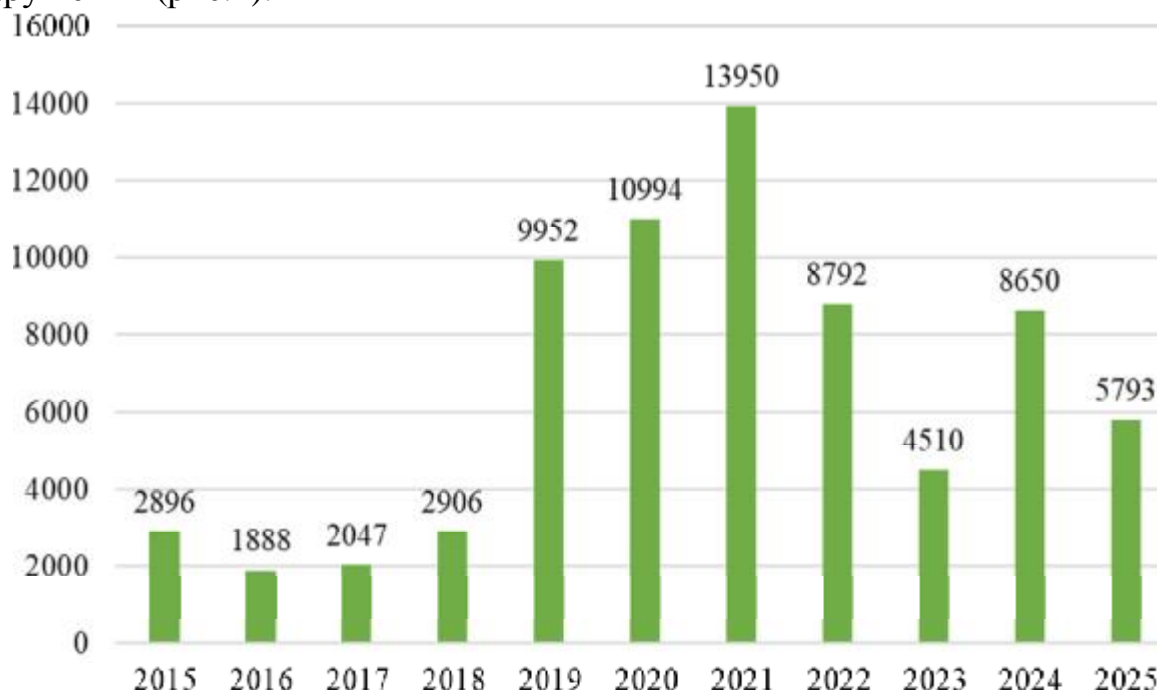


Рис. 1. Откорректировано сведений о происхождении товара в декларациях на товар за 2015-2025 г.: здесь и далее анализируются данные итоговых докладов о результатах деятельности ФТС РФ с 2015-2025 г.) [5]

Сравнительный анализ данных за исследуемый период с 2015-2025 г. выявил рост количества деклараций, требующих корректировки сведений о стране происхождения товара. Если до 2019 г. этот показатель был незначителен, то в период пандемии COVID-19 достиг максимального пика к 2021 г. в количестве 13950 деклараций. Несмотря на некоторое снижение, в настоящее время, уровень таких обращений не вернулся к доковидным показателям. Это свидетельствует о сохранении системных рисков и требует от таможенных органов продолжения работы по доначислению и взысканию таможенных платежей. На рис. 2 представлен график довысканных таможенных платежей за 2015-2025 г., при корректировке сведений о происхождении товара в млн. рублей.

В 2015 г. сумма довысканных таможенных платежей при корректировке сведений о происхождении товара составила 12,9 млн. руб. До 2019 г. этот показатель незначительно колебался, оставаясь на относительно стабильном уровне. Наиболее значительный рост был отмечен в 2022 г., когда объём взысканных средств достиг 3425,39 млн. руб. Такой скачок объясняется большим количеством корректировок, проведённых в предыдущем, 2021 г. (было принято 13950 решений). В 2025 г. сумма довысканных платежей составила 2560 млн. руб., что подтверждает эффективность работы таможенных органов и результативность мер по контролю за достоверностью сведений о происхождении товаров.

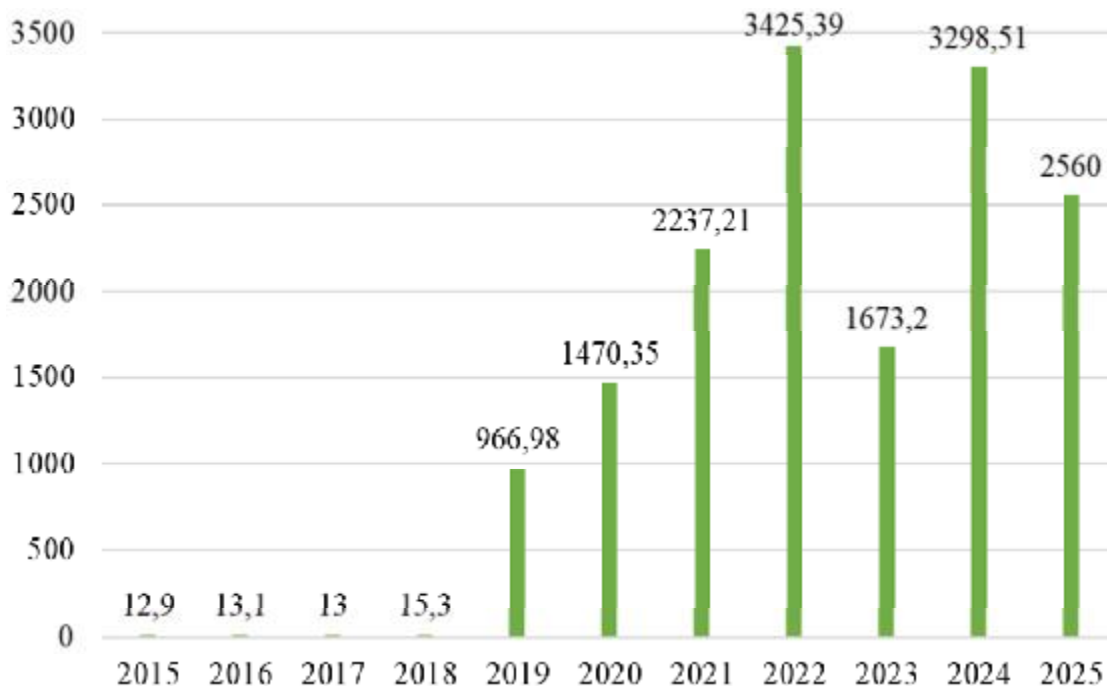


Рис. 2. Довзыскано таможенных платежей за 2015-2025 г., млн. руб.

Чаще всего искажение или фальсификацию сведений в сертификате о происхождении товара выявляют именно в той информации, которая является минимальной и обязательной для оформления документа. Под фальсификацией сведений следует понимать умышленное искажение информации о стране происхождения, количестве и весе товара, критериях достаточной переработки, а также других ключевых параметров, необходимых для применения мер таможенного регулирования.

Фальсификация сертификатов или искажение сведений происхождения товара - это серьезное правонарушение, которое влечет за собой административную и уголовную ответственность. Ответственность может наступить по нескольким нормативным правовым актам, так в пункте 2 статьи 16.2 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях установлена административная ответственность, выраженная в наложении административного штрафа в размере от одной второй до двукратной суммы подлежащих уплате таможенных пошлин, налогов с конфискацией товаров или без таковой либо конфискация предметов административного правонарушения [6]. Законодательством предусмотрена уголовная ответственность за подделку, изготовление или оборот поддельных документов, государственных наград, штампов, печатей или бланков. Следствие того, что сертификаты о происхождении товара являются инструментом применения мер таможенного регулирования, в статье 194 Уголовного кодекса Российской Федерации установлена ответственность за уклонение от уплаты таможенных платежей. Основным наказанием в отношении организаций и физических лиц является штраф в размере от ста тысяч до пятисот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода за период от одного года до трех лет. Также штраф может быть заменен принудительными работами на срок до двух лет, либо лишением свободы на тот же срок [7].

Для борьбы с нарушениями в части сертификатов о происхождении товаров, а в частности в фальсификации сведений, можно рассмотреть несколько мер профилактики при выявлении нарушений. К таким мерам относятся:

- Верификация через базы данных: проверка номера сертификата в онлайн-реестрах Торгово-промышленных палат стран-экспортеров.
- Запрос в уполномоченный орган выдавший сертификат о происхождении товара, о проведении проверки и подтверждении достоверности сведений, указанных в сертификате о происхождении товара;
- Запрос оригинала документа на бумажном носителе, если предоставлены сканы;
- Сравнение транспортных и коммерческих документов производителя и экспортера;
- Сравнение логистических маршрутов для выявления подлинной страны происхождения товара;
- Проведение экспертиз представленных документов, в частности, сертификатов о происхождении товаров.
- Введение цифровых инструментов контроля.
- Ответственность за нарушения.

Можно выявить и несколько других новых способов реализации борьбы с фальсификацией сведений, например, создание единых реестров и баз данных, ежегодное повышение квалификации сотрудников таможенных органов, расширение и внедрение новых технологий создания защитных элементов, которые сложно произвести без специального оборудования [8].

Таким образом, фальсификация сведений о происхождении товара является распространенным явлением. Сертификат о происхождении товара для экспортера является возможностью снижения как временных, так и финансовых затрат при реализации своего товара. Многие схемы фальсификации работают уже достаточное количество времени, а с изменениями в законодательстве появляются новые способы «обхода». Именно для борьбы и защиты экономической сферы государства необходимо повышать показатель эффективной работы таможенных органов.

Список использованных источников

1. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (ред. от 29.05.2019) (приложение № 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза) - https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215315/.
 2. Договор о Евразийском экономическом союзе (Подписан в г. Астане 29.05.2014) (ред. от 25.05.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 24.06.2024). - https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163855/8f4dbb88140a75b642a69b3fa8533567aae68839/.
 3. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 13.07.2018 г. № 49 "Об утверждении Правил определения происхождения товаров, ввозимых на таможенную территорию Евразийского экономического союза (не-
-

преференциальных правил определения происхождения товаров)". - 83240bb4dfba9643ae1c8c/.

4. https://vsesertifikaty.ru/blog/sertifikat_proishozhdenija_kak_bez_obmana/.

5. <https://customs.gov.ru/activity/results/itogovye-doklady-o-rezul-tatax-deyatel-nosti>.

6. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях" от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 09.04.2026). - https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/9bb3917d25392ccbd6a8b265099b3c86333cdac3/.

7. Уголовный кодекс Российской Федерации" от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 09.04.2026). - https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/9aca5950da5a17e90a837fa1544a3f43d3a71521/.

8. Логинова А.С., Зеленов Д.С. Значение и сущность электронной системы верификации для контроля происхождения товаров// Таможенное дело. - 2021. - №4. - С. 6-9.

Кафтулина Ю.А., Чернышев А.И.
ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ
ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕНЗЕНСКОЙ
ОБЛАСТИ

Пензенский государственный университет

Введение. Современный этап развития российской экономики характеризуется усилением геоэкономической турбулентности, санкционным давлением и изменением структуры внешнеторговых связей. В этих условиях особую значимость приобретает эффективная система государственного регулирования внешнеэкономической деятельности (ВЭД) на региональном уровне. Пензенская область, как субъект Российской Федерации с развитым промышленным и агропромышленным потенциалом, активно адаптируется к новым условиям внешней среды.

Вопросы государственного регулирования внешнеэкономической деятельности в России и её регионах привлекают внимание как российских, так и зарубежных исследователей, что отражает актуальность изучения данной проблематики в условиях глобальной экономической трансформации. Анализ литературы показывает, что отечественные учёные рассматривают систему регулирования ВЭД в контексте экономической безопасности, диверсификации экспортной продукции и международного сотрудничества.

Так, К.Ю. Багратуни рассматривает государственное регулирование ВЭД России с точки зрения глобальной конкуренции и геополитических вызовов, подчеркивая необходимость стратегической координации на федеральном и региональном уровнях [2]. Н.В. Городнова и А.Ю. Домников исследуют влияние финансовых санкций на внешнеэкономическую политику, акцентируя внимание на ограничениях для промышленных предприятий и экспортёров [4]. А.А. Данилина, Э.А. Мурадян и Р.А. Лаптев анализируют

тенденции развития региональных механизмов регулирования ВЭД в условиях глобализации, отмечая значимость институциональной поддержки и цифровизации сервисов для экспортеров [5]. И.В. Куприна и У.А. Душкина, а также О.М. Рахматов выделяют направления совершенствования государственного регулирования ВЭД и необходимость интеграции региональных программ с федеральными институтами, такими как РЭЦ и ВЭБ.РФ [10, 17].

Официальные источники и публикации отражают практические аспекты функционирования региональных институтов развития: Центра поддержки экспорта и Корпорации развития Пензенской области, а также участие предприятий региона в международных выставках и деловых миссиях [9, 11, 19].

Однако, для Пензенской области, остаются недостаточно исследованными вопросы комплексного взаимодействия органов власти и институтов развития, цифровизации сервисов сопровождения экспортеров и формирования экспортно-ориентированных кластеров, а также диверсификации рынков сбыта.

Целью данной статьи является анализ системы государственного регулирования ВЭД Пензенской области, выявление ключевых проблем и формирование предложений по её совершенствованию. Научная новизна заключается в комплексном исследовании взаимодействия органов исполнительной власти и институтов развития региона в сфере ВЭД, выявлении актуальных барьеров и предложении конкретных мер повышения эффективности. Практическая значимость исследования обусловлена возможностью использования разработанных рекомендаций органами регионального управления, экспортёрами и институциональными посредниками для укрепления позиций Пензенской области на международных рынках.

Результаты исследования. Государственное регулирование ВЭД представляет собой совокупность правовых, экономических и институциональных механизмов, направленных на поддержку внешнеэкономических связей, защиту национальных интересов и стимулирование экспорта.

На региональном уровне оно включает: формирование благоприятной инвестиционной среды; поддержку экспортно-ориентированных предприятий; развитие международной кооперации; содействие диверсификации рынков сбыта.

Региональные органы власти выступают связующим звеном между федеральной стратегией и интересами местного бизнеса. Система регулирования ВЭД в регионе базируется на взаимодействии органов исполнительной власти, институтов развития и негосударственных некоммерческих организаций (табл. 1).

Система государственного регулирования внешнеэкономической деятельности Пензенской области проявляется как интегрированный механизм взаимодействия органов исполнительной власти региона и региональных институтов развития, направленный на обеспечение экспортного и инвестиционного роста, а также укрепление международного сотрудничества.

Данное взаимодействие носит многоуровневый и функционально дифференцированный характер. Органы исполнительной власти формируют

стратегические приоритеты, нормативно-правовую базу и целевые программы поддержки внешнеэкономической деятельности, в то время как региональные институты развития обеспечивают практическую реализацию данных решений через меры прямой поддержки бизнеса.

Таблица 1

Система регулирования ВЭД Пензенской области (составлено авторами по [9, 11, 16, 18, 19])

Орган / Институт	Основные функции в сфере ВЭД	Примеры деятельности
Правительство Пензенской области	Стратегическое руководство, формирование региональной политики ВЭД	Утверждение программ поддержки экспорта, подписание международных соглашений
Министерство экономического развития и промышленности Пензенской области	Реализация государственной политики, координация экспортных программ	Разработка региональных программ экспорта, поддержка промышленных предприятий
Торгово-промышленная палата Пензенской области	Представление интересов бизнеса, развитие внешнеэкономических связей	Организация бизнес-миссий, поиск зарубежных партнёров, экспертиза контрактов
Центр поддержки экспорта Пензенской области	Консультирование, сопровождение экспортёров, выход на зарубежные рынки	Сертификация продукции, участие в выставках, деловые миссии
Корпорация развития Пензенской области	Привлечение инвестиций, сопровождение проектов, развитие инфраструктуры	Индустриальные парки, сопровождение инвесторов, привлечение иностранных компаний

Во-первых, система проявляется в совместной реализации региональных программ поддержки экспорта и привлечения инвестиций. Правительство Пензенской области и Министерство экономического развития и промышленности разрабатывают приоритетные направления внешнеэкономической деятельности региона, определяют отрасли и целевые рынки, а Торгово-промышленная палата участвует в организации международных бизнес-миссий и выставок. Региональные институты развития, такие как Центр поддержки экспорта и Корпорация развития Пензенской области, выступают операторами этих программ, предоставляя предприятиям консультации, помощь в сертификации и таможенном оформлении, а также содействие в реализации инвестиционных проектов.

Во-вторых, взаимодействие проявляется в комплексном сопровождении экспортно-ориентированных и инвестиционных проектов. Предприятия региона получают поддержку на всех этапах: от анализа экспортного потенциала и подготовки документации до поиска зарубежных партнёров, участия в

выставках и привлечения инвестиций для реализации проектов в промышленных парках.

В-третьих, система выражается в координации действий и обмене информацией между органами власти и институтами развития. Это реализуется через межведомственные комиссии, совместные рабочие группы, цифровые платформы сопровождения проектов и регулярный мониторинг показателей внешнеэкономической деятельности.

В-четвёртых, проявлением системы является чёткое распределение функций и ответственности. Органы исполнительной власти Пензенской области обеспечивают стратегическое и нормативное регулирование, тогда как региональные институты развития выполняют операционные функции, направленные на практическое повышение конкурентоспособности предприятий региона.

Эффективность функционирования системы государственного регулирования внешнеэкономической деятельности Пензенской области обусловлена характером и динамикой внешнеэкономических связей региона. Органы исполнительной власти и региональные институты развития создают нормативные и институциональные условия для выхода предприятий на зарубежные рынки, формирования экспортных потоков и привлечения иностранных инвестиций. Взаимодействие данных структур позволяет не только поддерживать экономическую стабильность региона, но и расширять его международное присутствие.

Внешеэкономическая деятельность Пензенской области реализуется в рамках стратегически ориентированной системы государственного регулирования, что позволяет региону активно интегрироваться в международные экономические процессы и диверсифицировать внешнеторговые связи. Основные направления внешнеэкономической деятельности Пензенской области включают экспорт промышленной продукции, привлечение инвестиций, сотрудничество со странами СНГ и Азиатского региона, международную кооперацию и развитие несырьевого экспорта.

1) Экспорт промышленной продукции. Пензенская область обладает развитым промышленным потенциалом, включающим машиностроение, лёгкую и пищевую промышленность, металлургию. Основные экспортные позиции региона формируются за счёт оборудования и станков, металлоизделий, мебели и продукции лёгкой промышленности, а также сельскохозяйственной продукции и продуктов питания. Примерами реализации данного направления являются: поставки токарных и фрезерных станков Пензенского станкостроительного завода в страны СНГ; экспорт металлопроката и конструктивных элементов в Казахстан и Беларусь; поставки мебели пензенской фабрики в страны Восточной Европы; экспорт молочной продукции, мясных консервов и зерна в Китай, Казахстан и Узбекистан [3, 6-8, 20].

2) Привлечение инвестиций и международное сотрудничество. Регион активно развивает инвестиционное сотрудничество посредством Корпорации развития Пензенской области и промышленных парков. Основные направления инвестирования охватывают промышленное производство, агро-

промышленный комплекс и инфраструктурные проекты. Значительное значение имеет государственно-частное партнёрство, способствующее ускоренному внедрению инноваций и созданию высокотехнологичных производств. Одним из ярких примеров практической реализации внешнеэкономической деятельности Пензенской области является **экспортный проект «Пенза-Харбин»**, реализуемый российско-китайской агропромышленной группой **RusGrain** совместно с **ОАО «РЖД»**. В рамках проекта на территории региона были построены **транспортно-логистические комплексы** в районе железнодорожной станции Лунино и железнодорожной станции Пенза-2 в городе Пенза [1].

3) Сотрудничество со странами СНГ и Азиатского региона. Географическая ориентация внешнеэкономических связей Пензенской области смещается в сторону стран Азии и СНГ, что позволяет снизить зависимость от западных рынков и расширить экспортную номенклатуру. Основные партнёры региона включают Казахстан, Беларусь, Узбекистан, Китай, Индию и Иран. Примеры включают экспорт сельскохозяйственной и строительной техники в Казахстан и Узбекистан, поставки молочной и мясной продукции в Китай ОАЭ, Конго, а также заключение контрактов на продукцию лёгкой промышленности с Индией [7, 8, 12, 13].

4) Международная кооперация и участие в выставках. Региональные институты развития, прежде всего Центр поддержки экспорта Пензенской области, обеспечивают участие предприятий в международных выставках и форумах, организацию деловых миссий и установление прямых контактов с зарубежными партнёрами. Например, **в 2026 г. запланирована организация бизнес-миссии в Республику Таджикистан**, в ходе которой для предприятий региона будет проведена предварительная проработка и подбор потенциальных иностранных партнёров с учётом профиля деятельности компаний [19].

5) Развитие несырьевого экспорта. Особое внимание уделяется продукции с высокой добавленной стоимостью и инновационной продукции. Для стимулирования её экспорта применяются меры субсидирования экспортных расходов, консультационная поддержка и содействие в сертификации продукции по международным стандартам. Примерами являются поставки высокотехнологичных станков и комплектующих для промышленного оборудования, экспорт фармацевтической продукции и медицинских изделий в страны СНГ, продвижение пензенской мебели и дизайнерских изделий на рынки Азии [15].

Несмотря на наличие развитой системы государственного регулирования ВЭД и активную работу региональных институтов развития, Пензенская область сталкивается с рядом проблем, ограничивающих эффективность внешнеэкономической деятельности. Эти проблемы носят как внешнеэкономический, так и внутренний характер и требуют комплексного подхода для их преодоления.

1) Санкционные ограничения и геополитическая нестабильность. Современная внешнеэкономическая конъюнктура характеризуется введением

санкций, ограничивающих доступ к западным рынкам и современным технологиям. Для Пензенской области это выражается в сокращении экспортных поставок машиностроительной и металлургической продукции в страны Европейского союза и США. Так, поставки станков и комплектующих Пензенского станкостроительного завода в ЕС сокращены из-за ограничений на экспорт высокотехнологичного оборудования [14].

2) Логистические и транспортные барьеры. Высокие транспортные издержки, ограниченные транспортные коридоры и сложная инфраструктура затрудняют своевременное и экономически эффективное продвижение продукции на зарубежные рынки. Например, задержки при доставке сельскохозяйственной продукции в страны СНГ и Китай, необходимость перепланирования маршрутов из-за ограниченного числа прямых транспортных связей.

3) Ограниченный доступ к зарубежным рынкам и финансовым инструментам. Многие малые и средние предприятия региона испытывают трудности с выходом на новые рынки и доступом к международным платёжным и страховым инструментам. Это препятствует диверсификации экспортной продукции и снижает конкурентоспособность региона. Небольшие предприятия пищевой промышленности сталкиваются с трудностями при заключении контрактов с китайскими и индийскими партнёрами из-за отсутствия опыта международного расчёта и страхования экспортных операций.

4) Недостаток технологической и инновационной базы. Для увеличения экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью Пензенской области необходимо совершенствовать производственные мощности и внедрять инновации. Отставание в этих сферах ограничивает возможности несырьевого экспорта и продвижения конкурентоспособной продукции на международных рынках. Например, производство фармацевтической и высокотехнологичной промышленной продукции требует модернизации оборудования и внедрения сертифицированных технологий, что пока ограничено ресурсами предприятий региона.

5) Организационные и институциональные барьеры. Несмотря на существование центра поддержки экспорта и Корпорации развития, взаимодействие между предприятиями, органами власти и международными партнёрами иногда носит фрагментированный характер. Это снижает эффективность мер государственной поддержки и замедляет интеграцию региона в глобальные цепочки создания стоимости. В частности, разрозненные инициативы по сопровождению экспортных проектов приводят к дублированию функций и увеличению сроков выхода продукции на зарубежные рынки.

Выявленные проблемы демонстрируют необходимость совершенствования механизмов государственного регулирования ВЭД Пензенской области

С целью повышения эффективности системы государственного регулирования внешнеэкономической деятельности Пензенской области и адаптации региона к современным вызовам мировой экономики целесообразно рассмотреть следующие направления:

1) Цифровизация экспортных услуг. Одним из приоритетных направлений является создание региональной онлайн-платформы сопровождения

экспортёров, которая обеспечит комплексное обслуживание предприятий на всех этапах выхода на внешние рынки. Платформа может включать:

- консультационные сервисы по сертификации, таможенному оформлению и стандартам качества;
- инструменты для поиска зарубежных партнёров и организации деловых миссий;
- доступ к актуальной информации о зарубежных рынках и тарифно-нормативных барьерах.

Реализация данного предложения позволит сократить административные издержки предприятий и повысить оперативность поддержки экспортно-ориентированных компаний.

2) Переориентация на рынки Азии и СНГ. Учитывая геополитическую конъюнктуру и ограниченный доступ к западным рынкам, приоритетной задачей является расширение сотрудничества с государствами Азии и стран СНГ. Для этого целесообразно:

- развивать торговые представительства Пензенской области за рубежом;
- формировать кооперационные программы совместно с зарубежными партнёрами;
- стимулировать участие региональных предприятий в выставках и бизнес-миссиях в данных странах.

Такой подход позволит диверсифицировать экспортную номенклатуру региона и снизить зависимость от ограниченных рынков.

3) Формирование экспортных кластеров. Создание отраслевых экспортно-ориентированных кластеров, объединяющих промышленные и аграрные предприятия, позволит повысить конкурентоспособность продукции и усилить кооперацию между субъектами хозяйствования.

В рамках кластерного подхода можно реализовать следующие меры:

- совместное продвижение продукции на внешние рынки;
- централизация логистики и маркетинговых усилий;
- внедрение инновационных технологий и совместная сертификация продукции.

Примеры успешного формирования таких кластеров можно перенять из опыта других регионов РФ, где объединение производителей и экспортеров позволяет существенно увеличить объемы несырьевого экспорта.

4) Интеграция с федеральными институтами. Для эффективной реализации экспортной политики региона необходимо активное использование возможностей федеральных институтов, таких как Российский экспортный центр (РЭЦ), Экспортно-кредитное агентство (ЭКСПАР) и Внешэкономбанк (ВЭБ.РФ). Это позволит:

- обеспечить предприятия необходимыми финансовыми и страховыми инструментами;
 - привлекать государственные гарантии и льготные кредиты;
 - координировать региональные и федеральные меры поддержки экспортеров.
-

Интеграция с федеральными институтами создаёт синергетический эффект, усиливая эффективность региональной системы поддержки ВЭД и обеспечивая комплексное сопровождение экспортно-ориентированных проектов.

Таким образом, Пензенская область формирует комплексную систему государственного регулирования ВЭД, ориентированную на адаптацию к новым экономическим и геополитическим условиям. Эффективное взаимодействие органов исполнительной власти и региональных институтов развития обеспечивает стратегическое руководство, практическую поддержку экспортно-ориентированных предприятий и стимулирует международное сотрудничество.

Выявленные проблемы - санкционные ограничения, логистические барьеры, ограниченный доступ к зарубежным рынкам и недостаточная инновационная база - требуют комплексного решения. Предложения по совершенствованию системы включают цифровизацию экспортных услуг, переориентацию на рынки Азии и СНГ, формирование отраслевых экспортных кластеров и интеграцию с федеральными институтами поддержки экспорта.

Реализация этих мер позволит повысить конкурентоспособность региональных предприятий, расширить экспортную номенклатуру, укрепить инвестиционную привлекательность региона и обеспечить устойчивое развитие Пензенской области в условиях изменяющейся внешнеэкономической среды.

Список использованных источников

1. Об утверждении Инвестиционной декларации Пензенской области: Распоряжение Губернатора Пензенской области от 27 марта 2023 года № 140-р: в ред. от 3 февраля 2025 года № 55-р. - <https://investinpenza.com/wp-content/uploads/2023/06/инвестиционная-декларация-пензенской-области.pdf>.

2. Багратуни К.Ю. Государственное регулирование внешнеэкономической деятельности России в условиях глобальной конкуренции и геополитических вызовов// Экономика строительства. - 2025. - № 6. - С. 214-216.

3. В 2025 году мясную продукцию из Пензенской области вывозили в Китай, ОАЭ и Конго. - <https://penzavzglyad.ru/news/186245/v-2025-godu-myasnuyu-produkciyu-iz-penzenskoj-oblasti-vyvozili-v-kitay-oae-i-kongo>.

4. Влияние финансовых санкций на регулирование внешнеэкономической деятельности России/ Н.В. Городнова, А.Ю. Домников// Экономические отношения. - 2022. - Т. 12, № 2. - С. 215-234.

5. Тенденции развития государственного регулирования ВЭД в условиях глобализации/ А.А. Данилина, Э.А. Мурадян, Р.А. Лаптев// Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты: сб. науч. статей 14-й Междунар. НПК. - Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. - С. 164-168.

6. Из Пензенской области в 2025 году экспортировали 438 тыс. тонн кондитерки// Коммерсантъ Саратов. - <https://www.kommersant.ru/doc/8118947>.

7. Кафтулина Ю.А. Оценка экспортного потенциала агропромышленного комплекса регионов России (на примере Приволжского федерального округа и Пензенской области)// Экономика, предпринимательство и право. -

2026. - Т. 16, № 1.

8. Экспорт агропромышленной продукции России: структурные и географические трансформации/ Ю.А. Кафтулина, А.И. Чернышев// Продовольственная политика и безопасность. - 2026. - Т. 13, № 1.

9. Корпорация развития Пензенской области. - <https://krpo.ru/>.

10. Совершенствование государственного регулирования ВЭД в России/ И.В. Куприна, У.А. Душкина// Потребительский рынок: проблемы качества и безопасности товаров и услуг: матер. 2-й Всеросс. НПК с междунар. участием. - Орёл: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2023. - С. 128-130.

11 Министерство экономического развития и промышленности Пензенской области. - <https://merp.pnzreg.ru/>.

12 Пензенская бизнес-делегация укрепляет связи с Индией. - <https://merp.pnzreg.ru/news/eksport/9313/>.

13. Пензенская область вошла в ТОП-5 регионов России с лучшими условиями для экспорта. - <https://penzavzglyad.ru/news/176440/penzenskaya-oblast-voshla-v-top-5-regionov-rossii-s-luchshimi-usloviya-dlya-eksporta>.

14 Пензенский «СтанкоМашСтрой» попал под санкции американских властей// МК Пенза. - <https://www.mkpenza.ru/social/2023/11/03/penzenskiy-stankomashstroy-popal-pod-sankcii-amerikanskikh-vlastey.html>.

15 Перспективы несырьевого неэнергетического экспорта Российской Федерации в условиях санкционных ограничений/ Л.В. Рожкова, Ю.А. Кафтулина, С.С. Коса, О.В. Сальникова// Экономические отношения. - 2022. - Т. 12, № 3. - С. 433-450.

16. Правительство Пензенской области. - <https://pnzreg.ru/>.

17. Рахматов О.М. Направления совершенствования государственного регулирования ВЭД// Конкурентоспособность территорий: XXVII Всеросс. экономический форум молодых ученых и студентов. - Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2024. - С. 144-147.

18. Союз «Пензенская областная торгово-промышленная палата». - <https://tpppnz.ru/>.

19. Центр поддержки экспорта. - <https://merp.pnzreg.ru/about/instituty-razvitiya/fond-podderzhki-predprinimatelstva-penzenskoy-oblasti/tsentr-podderzhki-eksporta/>.

20. Экспортёры Пензенской области - 376 компаний. - <https://vedrating.ru/foreign-traders/exporters-58-world-all/>.

Ковалева Е.Н.

**ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ
РЕГИОНАЛЬНОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Смоленский филиал Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»**

В последние три десятилетия система образования Российской Федера-

ции претерпевает масштабные структурные изменения [1-3]. В складывающихся условиях региональным вузам все более сложно выполнять свои основные задачи - передавать накопленный опыт молодому поколению, формировать облик будущего регионов [4, 5].

Эти вопросы делают необходимым продолжение поиска способов получения релевантной базы сравнения деятельности вузов, значимой для основных стейкхолдеров вузов и позволяющей принимать решения на всех уровнях - на уровне государства, региона, образовательных организаций и домохозяйств. Количественные данные, получаемые в рамках мониторинга деятельности вузов, могут служить важной исходной информацией как для стейкхолдеров-пользователей услуг высшего образования, так и для принятия решений в области реформирования системы подготовки профессиональных кадров для страны и ее регионов. В настоящей работе будут рассмотрены показатели мониторинга деятельности вузов и ряда других источников в целях оценки возможности их применения при принятии управленческих решений для повышения эффективности региональной системы образования [5-7].

Региональная система высшего образования в показателях мониторинга эффективности деятельности вузов (на примере Смоленской области)

В Смоленской области в 2025 г. функционировало 15 образовательных организаций высшего образования, 9 из них являются филиалами московских и питерских вузов. Инфраструктура системы высшего образования Смоленской области в разрезе организаций системы ВО и приведенного контингента студентов представлена на рис. 1.

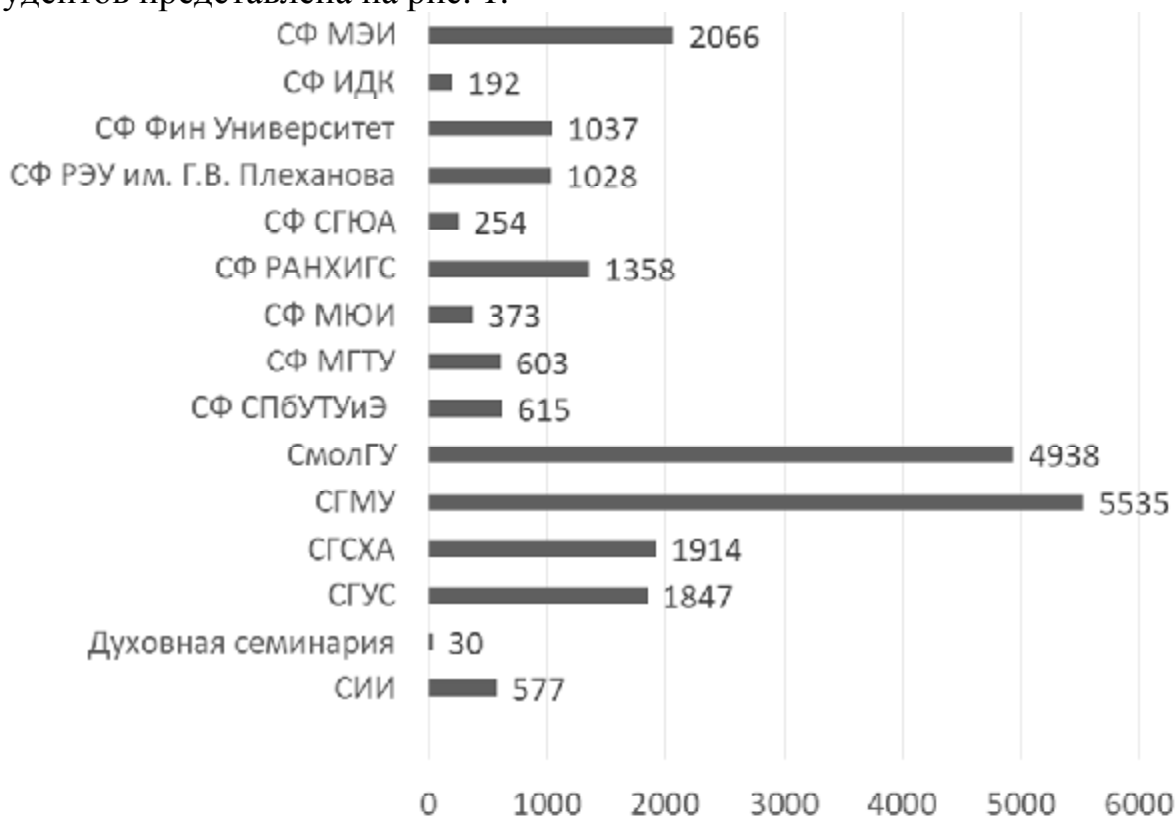


Рис. 1. Система высшего образования Смоленской области в разрезе организаций и приведенного контингента студентов [8]

Инфографика рис. 1 обосновывает вопрос о необходимости такого количества вузов в регионе с населением менее миллиона человек и о возможности качественно обеспечивать достижение вузами основных задач, имея минимум ресурсов - кадровых, материальных и инфраструктурных. Данные рис. 2 демонстрируют значительную разницу в финансировании обучения студентов разных вузов области, при том что стоимость обучения на платной основе в большинстве из них не существенно отличается в рамках укрупненной группы направлений/специальностей.

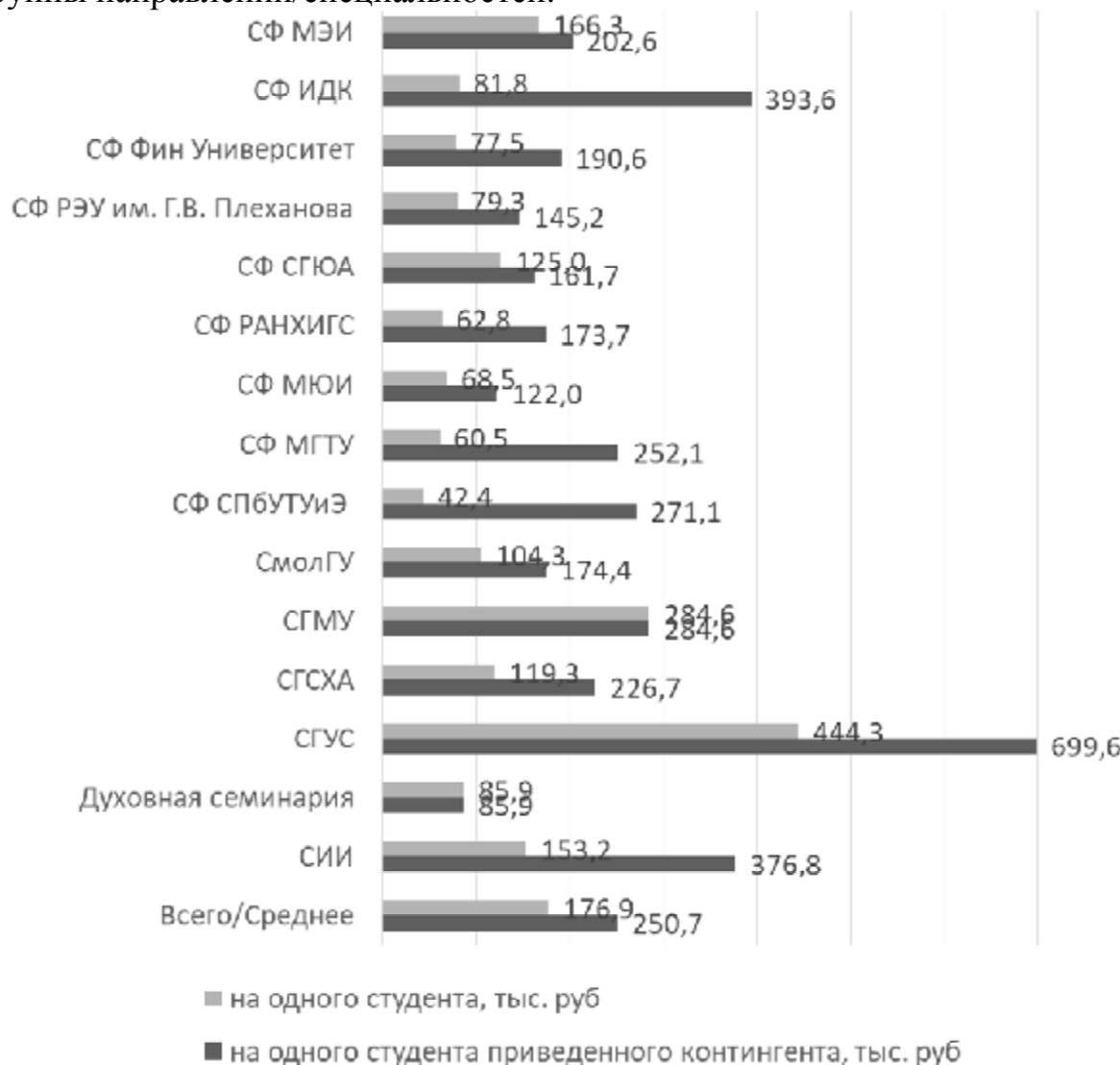


Рис. 2. Доходы образовательной организации из всех источников в расчете на одного студента [8]

Как видно из данных, приведенных на рис. 2, наибольшая сумма затрат на одного студента приходится на Смоленский государственный университет спорта - 444,25 тыс. руб. на одного обучающегося. 284,6 тыс. руб. тратится на обучение студентов медицинского профиля в СГМУ, что объяснимо высокими затратами на обеспечение материально-технической базы на студента Смоленского государственного университета - вуза с многолетней историей и многочисленными направлениями подготовки, востребованными экономикой региона, в том числе по инженерным специальностям и дизайну - только

104,3 тыс. руб. Основной вуз, готовящий технические кадры высшей квалификации для региона - СФ МЭИ, - расходует 166 тыс. руб. на студента из всех источников.

Данные рис. 2 наглядно демонстрируют диспропорцию, рожденную интересами государственного и частного образования. Кроме СГМУ и СГУС, высокие показатели по доходам на одного студента приходятся на частные или автономные вузы, практически не обучающие студентов очно, т.е. всю ресурсозатратную работу по социализации, воспитанию и профессионализации молодого поколения в очной форме приходится брать на себя государственным вузам, которые могли бы за счет очно-заочной и заочной форм, менее затратных по используемым ресурсам, стабилизировать доходы и нагрузку на персонал и материально-техническую базу.

Из 22367 студентов смоленских вузов (ок. 16000 приведенного контингента, далее п.к.) 5407 п.к. обучается медицинским специальностям, и лишь 2093 получают инженерные профессии (в основном в сфере энергетики и теплотехники). По ряду технических направлений в регионе обучается небольшой контингент студентов: Машиностроение - 131,4 п.к., Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии - 124,0 п.к., Техника и технологии строительства - 15,7 п.к. (СФ МЭИ) и 49,6 п.к. (СмолГУ), при этом СмолГУ под данному направлению подготовки в рейтинге Best-Edu (интегратор существующих рейтингов вузов) занимает последнее место в четвертой финальной лиге рейтингуемых вузов. Те же результаты показывает и реализуемая в СмолГУ программа Архитектура (27 п.к., финальные позиции в 4-й лиге вузов из 87 реализующих данную программу) (табл. 1).

Как следует из данных, приведенных в табл. 1, в первую или вторую лигу рейтингов попадают направления и специальности с существенной численностью контингента или в ситуациях, когда новая, пока немногочисленная по контингенту специальность является логическим развитием крупного успешного факультета университета, как например укрупненная группа 45.00.00 - Языкознание и литературоведение, которая реализуется на одном из старейших и успешных факультетов СмолГУ - факультете иностранных языков, со своими традициями и компетенциями в области подготовки кадров.

Наличие значительного бюджетного финансирования не всегда отражается на материально-технической базе вуза. Это следует в том числе из показателя «удельный вес стоимости машин и оборудования (не старше 5 лет) в общей стоимости машин и оборудования». Так, согласно данным мониторинга Смоленский институт искусств и Университет спорта демонстрируют одни из самых низких значений - лишь ок. 18% компьютеров в вузах современны, т.е. не старше 5 лет. Часть вузов имеет полностью амортизированную технику, другие, напр., СФ РЭУ им. Г.В. Плеханова, СГМУ, СГСХА, СФ РАНХИГС, обновили компьютерную технику, однако показатели мониторинга не свидетельствуют о качестве такого оборудования.

Таблица 1

Характеристика образовательных программ вузов Смоленска (выборка на основе мониторинга эффективности и позиций в сводном рейтинге Best-Edu, 2024 г.) [9]

Вуз	Наименование направления/специальности	Приведенный контингент	Доля приведенного контингента студентов по УГН(С) в вузе	Место вуза в рейтинге Best-Edu по направлению	Лига рейтинга (1-4)
СмолГУ	01.00.00 - Математика и механика	113	3,8%	148 из 158	4
СмолГУ	02.00.00 - Компьютерные и информационные науки	12	0,4%	88 из 92	4
СмолГУ	07.00.00 - Архитектура	27	0,90%	84 из 88	4
СмолГУ	08.00.00 - Техника и технологии строительства	49,6	1,7%	87 из 87	4
СмолГУ	09.00.00 - Информатика и вычислительная техника	57,4	1,9%	250 из 337	3
СмолГУ	38.00.00 - Экономика и управление	323,8	11%	300 из 488	3
СмолГУ	44.00.00 - Образование и педагогические науки	1 423	48,2%	100 из 235	2
СмолГУ	45.00.00 - Языкознание и литературоведение	203,6	6,9%	70 из 198	2
СмолГУ	54.00.00 - Изобразительное и прикладные виды искусств	53,8	1,8%	140 из 180	3
СГУС	49.00.00 - Физическая культура и спорт	1 118	95,3%	24 из 107	1
СГУС	44.00.00 - Образование и педагогические науки	26	2,2%	190 из 235	4
СГУС	43.00.00 - Сервис и туризм	11,9	1%	98 из 230	3
СГМУ	31.00.00 - Клиническая медицина	5 129	92,7%	30 из 88	2

Научная деятельность региона по показателям публикационной активности, доле преподавателей с учеными степенями и званиями, выполненным научным работам может быть охарактеризована как средняя по стране. Однако качественная составляющая мониторингом не может быть оценена. Косвенные показатели - количество бизнес-инкубаторов (0), количество технопарков (1), количество центров коллективного пользования научным оборудованием (2), численность докторантов (0), число диссертационных советов (2, из которых деятельность одного приостановлена, второй - в области

гуманитарных наук - совместный с другим регионом и территориально расположен в нем), число зарубежных профессоров, работавших в вузе не менее семестра (0), количество грантов на 100 НПП (16, в двух вузах региона) - говорит о недостаточном использовании ресурсов системы и недостаточной практикоориентированности научной деятельности смоленских вузов как единой системы подготовки кадров. Стоит отметить, что научная работа - в случае региональных вузов преимущественно прикладной направленности, - требует серьезных ресурсов, которыми не обладают вузы с контингентом 500-1000 студентов без дополнительного грантового или фандрайзингового финансирования, при отсутствии профильных кафедр и возможности содержать необходимое число научных сотрудников и выделять время ППС для реализации научных проектов; в то же время крупные вузы лишены возможности развивать науку также в силу отсутствия ресурсов, которые уходят на поддержание образовательных и воспитательных целей. Стоит отметить, что 16 грантов в 2024 году было получено лишь двумя вузами региона - СмолГУ и СГМУ, что в совокупности со средними показателями по заработной плате, низкими показателями по финансированию и материально техническими ресурсами говорит о перегруженности педагогического состава и о еще более низком соотношении параметров «труд-доход» на преподавателя и научного сотрудника.

Международная образовательная деятельность в регионе в количественном отношении складывается успешнее, чем в целом по стране. Если в России по данным формы ВПО-1 обучалось чуть более 50 тыс. иностранных студентов, т.е. ок. 1,2% от общей численности, то в Смоленской области проходило обучение 2672 студента, т.е. 11,9% контингента. Но эта нагрузка приходится в основном на те вузы, финансирование которых в расчете на одного студента колеблется в пределах от 104 до 288 тыс. руб., при этом требует от вуза серьезных трудовых и материальных затрат. Если обязательства вуза не выполняются в ожидаемом на фоне международной конкуренции объеме, можно говорить о существенных репутационных рисках экспорта образовательных услуг в долгосрочной перспективе для всей страны как носителя бренда, что затруднит привлечение иностранных студентов в дальнейшем [13].

Как показали результаты исследования, данные мониторинга могут служить важным источником информации для принятия управленческих решений в области совершенствования региональной системы высшего образования. Это прежде всего должны быть комплексные сопоставительные исследования региональных систем образования с использованием данных мониторинга и показателей социально-экономического развития с целью повышения качества предоставления образовательных услуг. Приведенные в исследовании данные, а также зарубежный опыт функционирования региональных систем высшего образования позволяют утверждать, что укрупнение вузов, создание в каждом регионе опорного вуза позволит оптимизировать использование ресурсов для повышения качества выполняемых системой регионального образования функций. Изменение штатной структуры вуза, увели-

чение доли научных сотрудников и переориентация науки на решение важных для региона задач способны изменить вектор развития не только самой системы образования, но и уровня жизни в регионах и государства в целом.

Список использованных источников

1. Пространственные диспропорции в образовательном пространстве России/ А.П. Катровский, В.П. Губа// Материалы VI-го круглого стола научного Совета по физической культуре и спорту отделения образования и культуры РАО: матер. Междунар. НПК. - М.: Спортивная книга, 2023. - С. 26-38.
2. Клячко Т.Л. Российская система высшего образования на переломе// Вопросы теоретической экономики. - 2023. - № 2(19). - С. 35-51.
3. Ковалева Е.Н. Структура образовательных программ вузов и социально-экономическое развитие регионов// Экономика и менеджмент систем управления. - 2025. - № 1(55). - С. 10-16.
4. Возможности применения маркетинговой информации для оценки состояния системы регионального высшего образования/ Е.Н. Ковалева, А. Д. Садовников// Социально-экономическое и экологическое развитие приграничного региона: возможности и вызовы: Матер. V Междунар. НПК. - Смоленск: Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 2025. - С. 68-75.
5. Раимова Д.Д. Роль вузов в построении региональной инновационной системы// Экономика и социум. - 2021. - № 5-2(84). - С. 207-212.
6. Территориальная организация высшей школы России/ А.П. Катровский, Т.В. Ватлина// Вестник Московского университета. Серия 5: География. - 2021. - № 5. - С. 3-13.
7. Тенденции развития профессионального образования Смоленской области в 2011-2015 гг.: программно-целевой подход/ Т.В. Боровикова, В.А. Филинов, Н.Н. Розанова// Региональные исследования. - 2012. - № 4(38). - С. 71-77.
8. <https://monitoring.miccedu.ru/?m=vpo&year=2023>.
9. <https://best-edu.ru/?ysclid=mod1mxs7rl600248486>.

Колесникова Т.Г., Родионова Е.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Поволжский государственный технологический университет

Уровень жизни населения - это комплексная характеристика, отражающая степень удовлетворения материальных, социальных и духовных потребностей людей. Он является одним из ключевых показателей развития общества и государства, который постоянно меняется под воздействием внутренних и внешних факторов. Его мониторинг и анализ позволяют оценить эффективность государственной социально-экономической политики и наметить пути дальнейшего развития общества [1, 2].

Целью данной работы является оценка количественной характеристики

и определение тенденции изменения уровня жизни в Республике Марий Эл.

Исследование проведено по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Марий Эл [4] с применением основных экономико-статистических методов и приемов.

Население Республики Марий Эл на 1 января 2024 г. составило 669854 чел. В трудоспособном возрасте находится 56,2 % населения, моложе трудоспособного возраста - 19,2%, старше трудоспособного возраста - 24,3% населения (рис. 1).

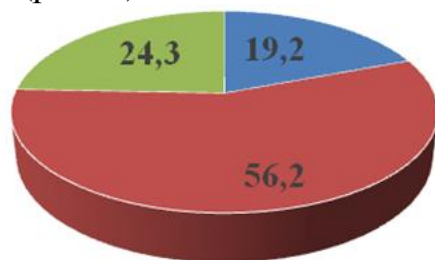


Рис. 1. Удельный вес возрастных групп населения в общей численности населения Республики Марий Эл на 1 января 2024 года, %: ■ - моложе трудоспособного возраста, %; ■ - трудоспособного возраста, %; ■ - старше трудоспособного возраста, %

Рассмотрим основные показатели, характеризующие уровень жизни населения: покупательная способность среднедушевых денежных доходов по отношению к наборам прожиточного минимума; индекс концентрации доходов (коэффициент Джини); коэффициент фондов; доля численности населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума; доля потребительских расходов домашних хозяйств на покупку продуктов питания [2].

В табл. 1 и на рис. 2 показано распределение населения по величине среднедушевых денежных доходов в Республике Марий Эл (на основе материалов выборочных обследований домашних хозяйств и макроэкономического показателя среднедушевых денежных доходов населения).

Таблица 1

Распределение населения по величине среднедушевых денежных доходов в Республике Марий Эл, % [4]

Показатели	2020	2021	2022	2023	2024
Все население, в том числе со среднедушевыми денежными доходами, руб. в месяц	100	100	100	100	100
До 7000	8,1	6,5	3,2	2,4	1,5
7000,1-10000	11,9	10,2	6,8	5,3	3,6
10000,1-14000	17,5	16,1	12,8	10,5	8,0
14000,1-19000	18,7	18,3	16,9	15	12,5
19000,1-27000	19,7	20,5	22,0	21,2	19,7
27000,1-45000	17,4	19,7	24,9	27,2	29,3
45000,1-60000	4,1	5,1	7,5	9,5	11,9
Свыше 60000	2,6	3,6	5,9	8,9	13,5

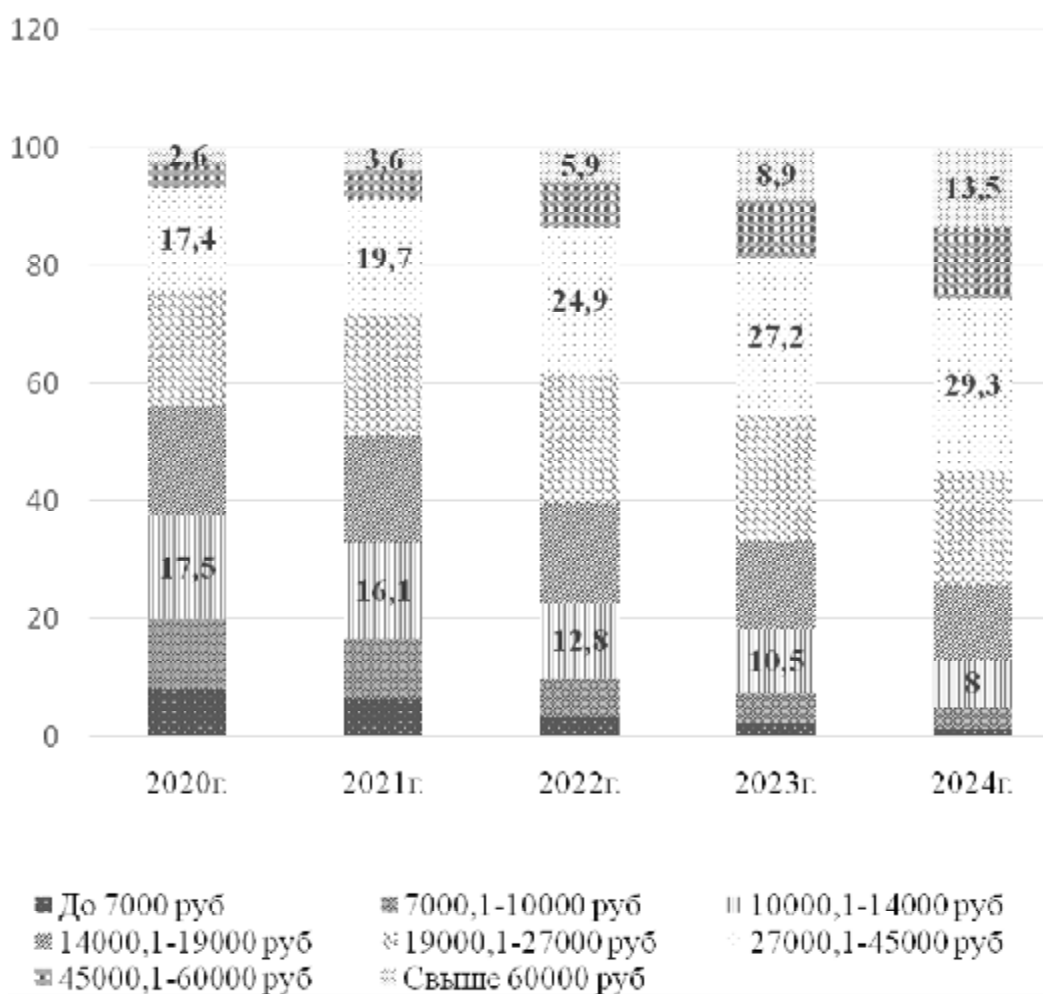


Рис. 2. Распределение населения по величине среднедушевых денежных доходов в Республике Марий Эл, %

Рассмотрим коэффициент фондов (коэффициент дифференциации доходов, рис. 3). Он показывает, насколько сильно различаются доходы различных слоев населения. Высокое значение коэффициента дифференциации доходов указывает на значительное неравенство в доходах. Это означает, что разрыв между самыми богатыми и бедными слоями населения очень велик. Низкое значение коэффициента дифференциации доходов свидетельствует о более равномерном распределении доходов.

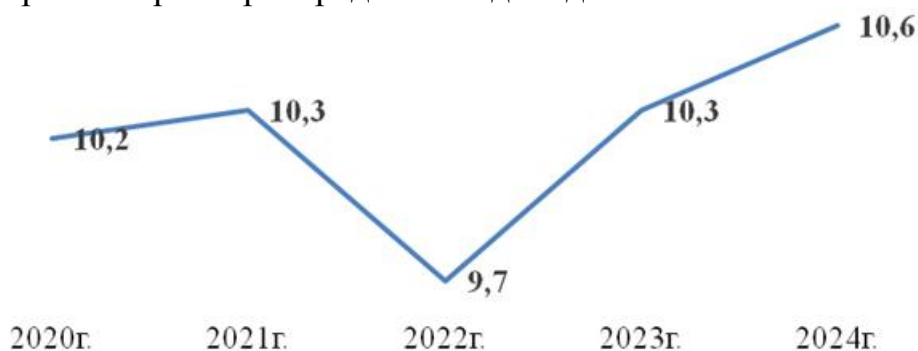


Рис. 3. Коэффициент фондов (коэффициент дифференциации доходов населения) в Республике Марий Эл

В Республике Марий Эл данный коэффициент за рассматриваемый период изменялся незначительно и к концу 2024 г. составил 10,6. Таким образом, в 2024 г. разрыв между самыми богатыми и бедными слоями населения республики составил 10,6 раза. Международная практика показывает, что общество имеет оптимальное самочувствие, когда этот разрыв составляет от 5 до 8 раз. С увеличением этой цифры растет социальная напряженность [3].

Коэффициент дифференциации доходов населения необходимо рассматривать вместе с коэффициентом Джини, который является более комплексным показателем, учитывающим распределение доходов всего населения, а не только крайних групп. Он показывает, насколько распределение доходов отличается от абсолютно равного распределения. Коэффициент Джини принимает значения от 0 до 1. Чем ближе значение к 1, тем выше уровень неравенства в распределении доходов. В республике данный коэффициент за 2020-2024 г. менялся незначительно и к концу 2024г. составлял 0,358 (или 35,8%), что означает умеренный уровень неравенства в распределении доходов населения (рис. 4).

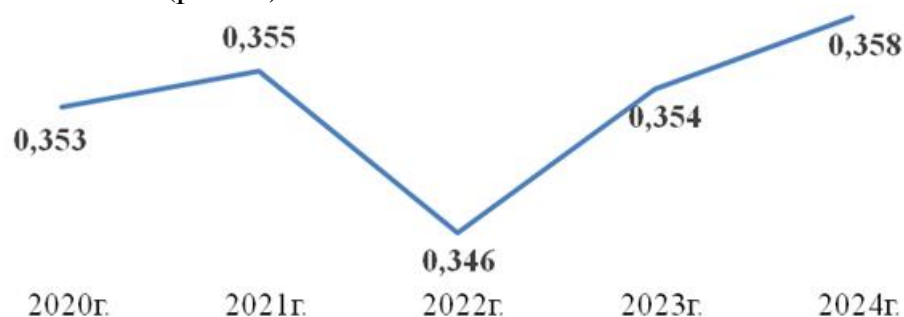


Рис. 4. Коэффициент Джини в Республике Марий Эл

В табл. 2 приведены основные показатели уровня жизни населения Республики Марий Эл.

Таблица 2

Оценка уровня жизни населения Республики Марий Эл [4]

Год	Среднедушевые денежные доходы населения, руб.	Средний размер пенсии, руб.	Прожиточный минимум, руб.	Соотношение с величиной прожиточного минимума среднедушевых денежных доходов, раз	Соотношение с величиной прожиточного минимума среднего размера пенсии, раз	Доля населения с доходом ниже границы бедности, %
2020	21138,5	14133,6	9889	2,1	1,4	19,5
2021	23023,8	15205,9	10184	2,3	1,5	17,9
2022	27275,7	17566,3	12250	2,2	1,4	15,4
2023	31013,3	18874,0	12650	2,5	1,5	14,3
2024	36152,6	21019,4	13599	2,7	1,5	12,6

Прожиточный минимум является мерилем стоимостного объема базовых потребностей, по которому формируются размер заработной платы, пенсий, пособий, алиментов.

Из данных табл. 2 видно, что за исследуемый период снижается доля населения с доходом ниже границы бедности, увеличиваются среднедушевые доходы населения и средний размер пенсий.

Значительную часть денежных доходов населения в 2024 г. составила оплата труда наемных работников - 183093,1 млн руб. (62,1 %). По сравнению с 2023 г. доходы от оплаты труда работающего населения увеличились на 18,8%, с учетом индекса потребительских цен - на 8,6%.

Второй по значимости составляющей денежных доходов является статья социальных выплат, которая в 2024 г. составила 75452,3 млн руб. или 25,6% всех денежных доходов, и по сравнению с 2023 г. увеличилась на 11,5%.

Немаловажную роль в формировании доходов населения играют доходы от предпринимательской деятельности и другой производственной деятельности. В 2024 г. в общем объеме денежных доходов населения республики они составили 15255,5 млн руб. или 5,2%, что на 14,4% больше, чем за 2023 г.

Доходы от собственности в общем объеме денежных доходов составили 15477,3 млн руб. (5,3%), прочие денежные поступления - 5428,0 млн руб. (1,8%).

Денежные расходы населения республики за 2024 г. составили 265419,6 млн руб., что на 19,1% больше, чем за 2023 г.

Покупательная способность среднемесячной номинальной начисленной заработной платы и среднего размера начисленных пенсий приведена в табл. 3.

Таблица 3

Покупательная способность среднемесячной номинальной начисленной заработной платы и среднего размера начисленных пенсий[4]

Продукты питания	Покупательная способность	
	среднемесячной номинальной начисленной заработной платы	среднего размера начисленных пенсий
Говядина (кроме бескостного мяса, кг в месяц	2020г.	
	90,4	37,6
	2021г.	
	90,5	36,1
	100,1 % к 2020г.	96 % к 2020г.
	2022г.	
	76,0	29,8
	84,1 % к 2020г.	79,3 % к 2020г.
	2023г.	
	94,9	34,3
	104,9 % к 2020г.	91,2 % к 2020г.
	2024г.	
	114,5	35,7
	120,7 % к 2020г.	94,9 % к 2020г.

Продукты питания	Покупательная способность	
	среднемесячной номинальной начисленной заработной платы	среднего размера начисленных пенсий
Рыба мороженая разделанная (кроме лососевых пород), кг в месяц	2020г.	
	148,2	61,6
	2021г.	
	158,2	63,2
	106,7 % к 2020г.	102,6 % к 2020г.
	2022г.	
	143,4	56,2
	96,8 % к 2020г.	88,9 % к 2020г.
	2023г.	
	167,3	60,4
	112,9 % к 2020г.	98,1 % к 2020г.
	2024г.	
	192,3	59,9
	129,8 % к 2020г.	97,2 % к 2020г.
Масло сливочное, кг в месяц	2020г.	
	65,6	27,3
	2021г.	
	68,2	27,2
	103,9 % к 2020г.	99,6 % к 2020г.
	2022г.	
	65,7	25,7
	100,1 % к 2020г.	94,1 % к 2020г.
	2023г.	
	78,5	28,3
	119,7 % к 2020г.	103,7 % к 2020г.
	2024г.	
	80,8	25,2
	123,2 % к 2020г.	92,3 % к 2020г.
Молоко питьевое, л	2020г.	
	510,2	212,2
	2021г.	
	532,7	212,8
	104,4 % к 2020г.	100,3 % к 2020г.
	2022г.	
	548,4	214,9
	107,5 % к 2020г.	101,3 % к 2020г.
	2023г.	
	666,8	240,8
	130,7 % к 2020г.	113,5 % к 2020г.
	2024г.	

Продукты питания	Покупательная способность	
	среднемесячной номинальной начисленной заработной платы	среднего размера начисленных пенсий
	752,9	234,6
	147,6 % к 2020г.	110,6 % к 2020г.
Яйца куриные, шт.	2020г.	
	5324	2880
	2021г.	
	4713	3086
	88,5 % к 2020г.	107,1 % к 2020г.
	2022г.	
	5464	3422
	102,6 % к 2020г.	118,8 % к 2020г.
	2023г.	
	6001	2167
	112,7 % к 2020г.	75,2 % к 2020г.
	2024г.	
	5715	1781
	107,3 % к 2020г.	61,8 % к 2020г.
Крупы, кг	2020г.	
	712,5	296,4
	2021г.	
	718,2	286,9
	100,8 % к 2020г.	96,8 % к 2020г.
	2022г.	
	701,7	274,9
	98,5 % к 2020г.	92,7 % к 2020г.
	2023г.	
	1065,7	384,8
	149,6 % к 2020г.	129,8 % к 2020г.
	2024г.	
	1334,8	415,9
	187,3 % к 2020г.	140,3 % к 2020г.

Проанализировав основные показатели, отражающие уровень жизни населения Республики Марий Эл, можно сделать вывод о его небольшом росте. Задача повышения уровня жизни населения тесно связана с множеством других задач, включая необходимость обеспечения миграционной привлекательности территории, повышения инвестиционной привлекательности и развития различных отраслей экономики.

Список использованных источников

1. Ивашина Н.С., Кузнецова М.В. Оценка уровня и качества жизни насе-

ления России// Экономика и менеджмент систем управления. 2017. № 1 (23). С. 31-39.

2. Кривошей В.А., Школкина Н.В. Уровень и качество жизни населения (теория, практика). - М.: ОАО «ИТКОР», 2010. 175 с.

3. Выжутович В. Павел Разов: Расслоение общества на материальной основе - это нормально, иначе социальные институты не могли бы функционировать// Российская газета. 2023. 12 ноября. <https://rg.ru/2023/11/12/neravenstvo-v-dohodah.html>.

4. Республика Марий Эл/ Комплексный сборник «Республика Марий Эл». 2025. - Йошкар-Ола, 2025. 327 с.

Шаропатова А.В.

**ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРОТНЫХ
СРЕДСТВ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Красноярский государственный аграрный университет

Сельскохозяйственные предприятия обеспечивают продовольственную безопасность России, то есть имеют важное значение для обеспечения экономической безопасности государства (макроуровень). В последние годы сельхозпредприятия также формируют значительные экспортные доходы. При этом, для их успешного функционирования в условиях рыночной экономики и конкуренции, им необходимо обеспечивать экономическую безопасность самого сельхозпредприятия (микроуровень).

В предыдущей работе были рассмотрены вопросы оценки оборотных средств сельхозпредприятий [9]. В частности, рассмотрены показатели оценки эффективности использования оборотных средств и их интерпретация. В настоящей работе рассмотрено влияние эффективности использования оборотных средств сельхозпредприятий на их экономическую безопасность.

Обеспечение экономической безопасности сельхозпредприятия необходимо для его стабильного и устойчивого развития, предотвращения различных угроз его деятельности. В вопросах обеспечения экономической безопасности предприятий (ЭБП) существуют различные концепции и авторские подходы, которые исследователи можно сгруппировать в несколько направлений. В частности, важной является группировка исходя из определения ЭБП, поскольку они отражают сущностные характеристики и содержание ЭБП, формулируемые различными авторами. Например, О.Н. Николаева и Р.В. Серов объединили 7 определений в 2 группы:

- экономическая безопасность исходя из существующих угроз, которые способны негативно повлиять на функционирования предприятия;
- как определенное состояние экономической системы, то есть без ссылок на угрозы [5].

Приведя также ряд других определений, О.Н. Николаева и Р.В. Серов предложили под экономической безопасностью понимать «такое состояние

всех имеющихся ресурсов на предприятии, использование которых в результате профессиональной деятельности способно обеспечить эффективные производственные отношения, высокую конкурентоспособность товаров и услуг, снижение зависимости от экспорта или импорта товаров» [5].

В исследовании М.Б. Султыговой проанализированы различные определения ЭБП и сгруппированы десять подходов к понятию ЭБП:

- информационный
- силовой;
- защитный;
- институциональный;
- конкурентный;
- узкофункциональный;
- системный;
- ресурсно-функциональный;
- ситуационный;
- процессный;

в дополнение к которым М.Б. Султыговой предложен еще проектный подход к ЭБП на основе теории проектного управления [7].

Проведенный Е.Н. Бобарыкиной и Н.Г. Черненко морфологический анализ содержания понятия «экономическая безопасность предприятия», проведенный ими на основе представленных в 19 источниках определений позволил им выявить 11 подходов, не совпадающих с предыдущими (выделенными М.Б. Султыговой) к определению экономической безопасности [2].

В исследовании Г.И. Золотаревой и И.В. Федоренко представлены 16 подходов к понятию экономической безопасности предприятия [4].

При отсутствии единого, общепринятого в экономической теории и практике, современного понимания определения ЭБП, а также наличия множественных определений и подходов к ЭБП, целесообразным является подход к ЭБП на основе ее основных функциональных составляющих, представленных на рис. 1 [6].

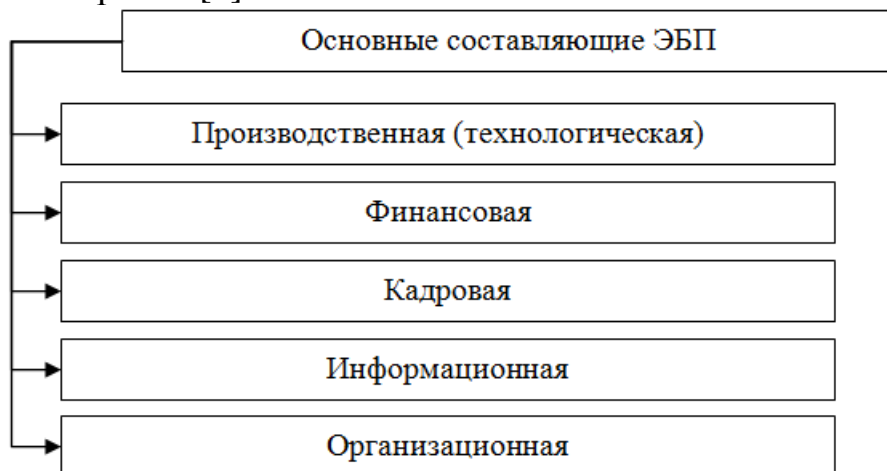


Рис. 1. Основные составляющие ЭБП

Выделение составляющих ЭБП позволяет оценивать уровень экономи-

ческой безопасности предприятия, а также разрабатывать меры по обеспечению требуемого уровня ЭБП путем воздействия на составные элементы ЭБП, сочетая преимущества отдельных подходов (защитного, ресурсно-функционального, системного, конкурентного и других) [6].

Производственная (технологическая) составляющая ЭБП заключается в обеспечении бесперебойности производства за счет наличия необходимых сырья, материалов, комплектующих, средств производства, в том числе сельхозтехники и транспорта, а также их состояния.

Финансовая составляющая ЭБП состоит, прежде всего, в достаточном уровне финансовой устойчивости, финансовых результатов (прибыли, рентабельности), платежеспособности предприятия, наличии у него необходимых финансовых ресурсов, в том числе денежных средств для своевременных расчетов.

Кадровая составляющая заключается преимущественно в наличии кадровых ресурсов требуемого количества, квалификации и опыта, а также достаточного кадрового потенциала. Однако кадры в контексте ЭБП иногда также рассматривают и в качестве источника угрозы, например, хищений имущества, информации, технологий.

Информационная составляющая ЭБП также рассматривается в двух аспектах: как ограничение доступа к внутренней информации предприятия, а, с другой, как обеспечение беспрепятственного доступа к требуемым ресурсам - финансовым и торговым площадкам, источникам получения полезной информации [6].

Организационная составляющая призвана обеспечить взаимодействие имеющихся ресурсов предприятия наиболее эффективно и согласованно, она затрагивает как качество менеджмента и системы управления в целом, так и ее отдельных составляющих, например, подсистем планирования, учета и контроля.

Направления влияния эффективности использования оборотных средств на производственную (технологическую) составляющую ЭБП представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние на производственную (технологическую) составляющую ЭБП

Повышение эффективности использования (высокая эффективность)	Снижение эффективности использования (низкая эффективность)
Рост и достаточность средств для обеспечения текущего производства и его расширения, соблюдения технологий, внедрения новых технологий	Не достаточность, сокращение средств как для обеспечения текущего производства, так и для его расширения. Риски не соблюдения технологий, задержки внедрения технологий
Ритмичность поступления ресурсов, соблюдение сроков и графиков работ	Нарушение снабжения производства ресурсами, срывы сроков и графиков работ
Рост результатов работ (урожайно-	Снижение или недостаточный уровень

Повышение эффективности использования (высокая эффективность)	Снижение эффективности использования (низкая эффективность)
сти, надоев и т.д.) вследствие соблюдения производственных норм и правил, применения качественных материалов (семян, удобрений, средств защиты растений и т.д.)	урожайности, надоев и других результатов вследствие нарушений производственных норм и правил, правильности и своевременности внесения семян, удобрений, средств защиты растений и т.д.
Повышение качества готовой продукции вследствие вышеописанных факторов	Снижение качества готовой продукции вследствие вышеописанных факторов

Таким образом, эффективность использования оборотных средств оказывает непосредственное влияние на производственную (технологическую) безопасность сельхозпредприятия. Недостаток и низкая эффективность использования оборотных средств могут непосредственно влиять на соблюдение сроков и качества выполняемых работ, а следовательно и на результаты деятельности сельхозпредприятия.

Направления влияния эффективности использования оборотных средств на финансовую составляющую ЭБП представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние на финансовую составляющую ЭБП

Повышение эффективности использования (высокая эффективность)	Снижение эффективности использования (низкая эффективность)
Повышение и обеспечение достаточного уровня финансовой устойчивости и ликвидности предприятия, снижение рисков банкротства	Снижение показателей финансовой устойчивости и ликвидности предприятия, повышение рисков банкротства
Обеспечение своевременности и ритмичности расчетов с поставщиками, бюджетом и другими кредиторами	Задержки расчетов с поставщиками, бюджетом и другими кредиторами, риски штрафных санкций
Рост и достаточный уровень финансовых результатов, вследствие роста объемов и качества производимой продукции, а также снижения себестоимости (при внедрении новых берегающих технологий)	Снижение финансовых результатов, вследствие падения объемов и качества производимой продукции, а также роста себестоимости (применения устаревших технологий)
Рост остатков свободных денежных средств, возможность их временного размещения на депозитах и в ликвидных ценных бумагах для получения дополнительных доходов	Отсутствие свободных денежных средств, для временного размещения на депозитах и в ликвидных ценных бумагах для получения дополнительных доходов
Повышение возможности привлечения банковских кредитов, что может	Снижение или отсутствие возможности привлечения банковских креди-

Повышение эффективности использования (высокая эффективность)	Снижение эффективности использования (низкая эффективность)
быть необходимо при выраженной сезонности производства, а также снижение процентов по получаемым кредитам вследствие более высокой надежности заемщика	тов, а также рост их стоимости (процентов) вследствие низкой надежности заемщика

Таким образом, эффективность использования оборотных средств оказывает непосредственное и высокое влияние на финансовую составляющую экономической безопасности сельхозпредприятия. Недостаток и низкая эффективность использования оборотных средств могут привести к снижению финансовой устойчивости, задержкам платежей, снижению прибыли и рентабельности, увеличению риска банкротства сельхозпредприятия.

Направления влияния эффективности использования оборотных средств на кадровую составляющую ЭБП представлены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние на кадровую составляющую ЭБП

Повышение эффективности использования (высокая эффективность)	Снижение эффективности использования (низкая эффективность)
Рост и обеспечение достаточного уровня кадрового потенциала вследствие возможности своевременной и полной выплаты заработной платы, ее высокого уровня	Снижение или не достаточный уровень кадрового потенциала вследствие задержек выплаты заработной платы, ее не достаточного уровня
Повышение обеспеченности кадрами, снижение текучести кадров	Высокая текучесть кадров, наличие дефицита кадров
Привлечение и закрепление квалифицированного персонала	Низкая квалификация имеющегося персонала
Рост удовлетворенности коллектива, снижение рисков инсайдерства и иных нежелательных действий со стороны персонала	Наличие негативных настроений в коллективе, риск инсайдерства и иных нежелательных действий со стороны персонала

Таким образом, эффективность использования оборотных средств оказывает высокое, но опосредованное влияние на кадровую составляющую экономической безопасности сельхозпредприятия. Недостаток и низкая эффективность использования оборотных средств могут влиять на обеспеченность кадрами, что способно привести к срыву сроков и графиков работ, что крайне нежелательно при их сезонном характере. Также возможны нарушения технологии работ вследствие привлечения персонала с недостаточной квалификацией и опытом, а также причинение ущерба сельхозпредприятию вследствие злонамеренных действий персонала.

Влияние эффективности использования оборотных средств на информационную составляющую ЭБП представлено в табл. 4.

Таблица 4

Влияние на информационную составляющую ЭБП

Повышение эффективности использования (высокая эффективность)	Снижение эффективности использования (низкая эффективность)
Рост и обеспечение достаточного уровня информационной безопасности, снижение риска штрафов	Недостаточный уровень информационной безопасности, рост риска штрафов
Обеспечение современными информационными системами для технологических и управленческих процессов, в том числе закупочной деятельности и продаж	Применение устаревших информационных систем, ограниченная управляемость технологических процессов
Повышение надежности и качества информационных систем предприятия	Недостаточные надежность и качество информационных систем

Таким образом, эффективность использования оборотных средств оказывает высокое, но опосредованное влияние на информационную составляющую экономической безопасности сельхозпредприятия. Недостаток и низкая эффективность использования оборотных средств могут влиять на уровень информационной безопасности, что способно привести к штрафам, например, в области защиты персональных данных, утечкам конфиденциальной информации, нарушениям в работе информационных систем, утрате важной информации и другим негативным последствиям.

Влияние эффективности использования оборотных средств на организационную составляющую ЭБП представлено в табл. 5.

Таблица 5

Влияние на организационную составляющую ЭБП

Повышение эффективности использования (высокая эффективность)	Снижение эффективности использования (низкая эффективность)
Рост и обеспечение высокого качества управления предприятием вследствие обеспеченности квалифицированными управленческими кадрами и необходимой для производства и управления информацией	Применение устаревших подходов и технологий управления и организации деятельности
Повышение управленческой культуры, применение современных подходов и инструментов для организации и управления предприятием	Низкий уровень управления и внутреннего контроля

Таким образом, эффективность использования оборотных средств оказывает значительное, хотя и опосредованное влияние на организационную

составляющую экономической безопасности сельхозпредприятия за счет качества управленческих кадров и применяемых информационных технологий.

Обобщение характера влияния эффективности использования оборотных средств на составляющие ЭБП представлено в табл. 6.

Таблица 6

Влияние на отдельные составляющие ЭБП

Составляющие ЭБП	Характер влияния
Производственная (технологическая)	Прямое, непосредственное влияние
Финансовая	Прямое, непосредственное влияние
Кадровая	Высокое, но опосредованное
Информационная	Высокое, но опосредованное
Организационная	Значительное, опосредованное

Для обеспечения эффективного использования оборотных средств были рассмотрены возможные направления повышения эффективности их использования.

В исследовании И.К. Альбериева предложен ряд направлений повышения эффективности использования оборотных средств [1], представленных на рис. 2.

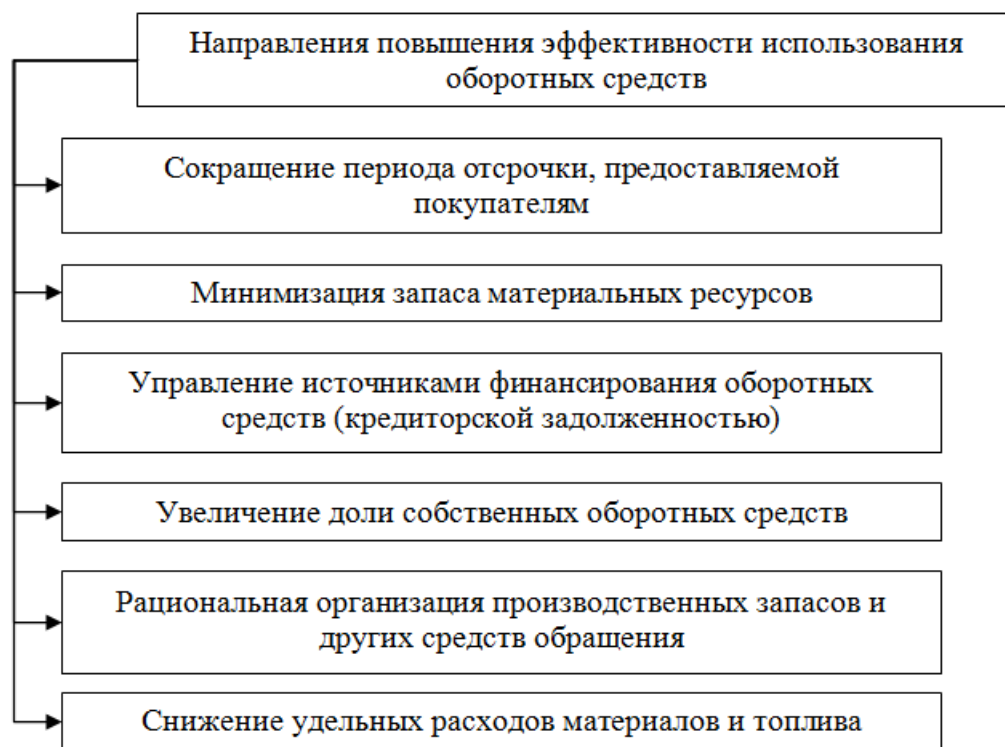


Рис. 2. Направления эффективного использования оборотных средств

Сокращение периода отсрочки, предоставляемой покупателям, увеличивает скорость оборачиваемости такой существенной в стоимостном выражении составляющей оборотного капитала, как дебиторская задолженность. Для этого сроки должны быть оговорены в договорах с покупателями, а также должно осуществляться постоянный контроль за соблюдением этих сро-

ков. Также в условиях договоров целесообразно включать условия о штрафных санкциях за нарушения условий оплаты, размер которых должен превышать рыночную цену банковского кредита, чтобы стимулировать покупателей соблюдать сроки оплаты.

Сведение к минимуму запасов материальных ресурсов на складском обеспечении предлагается осуществлять за счет внедрения оптимального производственного плана [1]. Однако для сельхозпредприятий, в условиях выполнения сезонных работ, необходимо осуществлять заготовление материальных ресурсов заранее под предстоящие работы, поскольку погодные условия могут изменяться, и графики работ корректироваться.

В качестве мер по управлению источниками финансирования оборотных средств предлагается снижение оборачиваемости краткосрочных обязательств за счет увеличения периода отсрочки перед поставщиками, а также увеличения суммы полученных от покупателей авансов и предоплат [1]. Эти меры могут быть реализованы за счет соответствующих условий в договорах, однако не все поставщики и покупатели могут на это согласиться, что потребует дифференциации условий договоров и конкретизации договорной работы сельхозпредприятия.

Направления повышения эффективности использования оборотных средств также рассмотрены в работах различных авторов, в частности, Н.Е. Зимина [3], И.М. Хановой с соавт. [8] и др.

Таким образом, в ходе исследования установлено, что эффективное использование оборотных средств оказывает значительное влияние на составляющие экономической безопасности сельхозпредприятия, и, соответственно, на итоговое состояние его ЭБП. Практическая реализация рассмотренных и предлагаемых в различных источниках направлений повышения эффективности использования оборотных средств на базе конкретных сельхозпредприятий должна осуществляться комплексно, с учетом специфики их деятельности, в том числе наличия сезонных работ, особенностей природно-климатических условий и других факторов.

Список использованных источников

1. Альбериев И.К. Оборотные средства предприятия в показателях финансового состояния// Вопросы устойчивого развития общества. - 2021. - № 12. - С. 145-149.
2. Бобарыкина Е.Н., Черненко Н.Г. Генезис понятия «экономическая безопасность предприятия»// Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе, 2017. - № 2(22). - С. 4-21.
3. Зимин Н.Е. Диагностика эффективности использования оборотных средств для обеспечения экономической безопасности предприятия// Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2016. - № 8. - С. 218-222.
4. Золотарева, Г.И. , Федоренко И.В. Содержание экономической безопасности предприятия// Аудит и финансовый анализ. - 2018. - № 3. - С. 174-179.
5. Николаева, О.Н., Серов Р.В. Экономическая безопасность субъекта внешнеэкономической деятельности: сущность, механизм обеспечения и на-

правления развития// Сб. научных работ серии «Экономика». - Донецк: Донецкая академия управления и государственной службы при Главе Донецкой Народной Республики. - 2022. - № 25. - С. 162-172.

6. Обеспечение экономической безопасности предприятий в условиях ограничений в сфере внешнеэкономической деятельности/ М.И. Мигунова, Л.Н. Демина, В.К. Меньшикова, Н.В. Могилевская// Экономика и менеджмент систем управления. - 2023. - № 2(48). - С. 29-36.

7. Султыгова М.Б. Теоретические подходы к исследованию понятия «экономическая безопасность организации»// Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. - 2017. - № 6 (108). - С. 164-167.

8. Оптимизация структуры оборотных средств в целях обеспечения экономической безопасности предприятия / И.М. Ханова, Р.А. Гильмутдинова, Э. В. Дубинина// Инновационные аспекты развития науки и техники: сб. статей V Междунар. НПК. - Саратов: НОО «Цифровая наука», 2021. - С. 214-218.

9. Шаропатова А.В. Использование оборотных средств на предприятиях аграрного сектора// Экономика и менеджмент систем управления. - 2025. - №4. - С. 36-42.

2. Информатика, вычислительная техника и управление

Атласов Д.И.

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ, ОТЛИЧАЮЩЕЕСЯ УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА

Воронежский государственный технический университет

Введение. Объектом исследования в данной работе является организационная система некоторого крупного предприятия (компании). Целью является формальное описание процесса управления, позволяющее в дальнейшем решить соответствующую оптимизационную задачу. В настоящее время данная задача в целом достаточно глубоко изучена. В частности, исследованием общих подходов теории управления для разработки математических моделей социальных и экономических систем занимались такие ученые, как Бурков В.Н., Новиков Д.А., Губко М.В. и другие.

Однако, не все проблемы в данной области можно считать решенными. В частности, в реальных организационных системах периодически возникают незапланированные воздействия внешней среды, которые могут серьезно повлиять на функционирование управляемого объекта. Это могут быть различные внешнеэкономические ситуации (например, изменение курса доллара, инфляции, учетной политики и т.д.), появление конкурентов, изменение состава контрагентов и т.д. В связи с этим, необходимо формализовать процесс управления организационной системой компании в данных условиях.

Теоретический анализ

Процесс управления организационными структурами является в целом хорошо изученной задачей. В [1] подробно описаны проблемы управления организационными системами, исследованы основные механизмы управления, такие как механизмы стимулирования, планирования, формирования оптимальных структур управления и т.д. В [2] исследуются модели анализа и синтеза различных организационных структур. В [7] подробно освещен вопрос, связанный со стимулированием как одним из важнейших инструментов управления организационными системами. Приведены базовые системы стимулирования, модели индивидуального и коллективного стимулирования, а также управление составом организационных систем.

В целом, анализируя существующие подходы управлению организационными системами, следует отметить, что в анализируемых работах в целом большое внимание уделяется механизма стимулирования и планирования. При этом необходимо отметить внешние случайные воздействия, влияние которых могут существенно изменить поведение исследуемого объекта управления.

Методика

Задачу можно сформулировать следующим образом. Пусть имеется некоторая управляемая организационная система. Будем исследовать процесс управления ей в дискретные моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_n, \dots$. Эти значения,

строго говоря, могут иметь разный разброс на временной оси (иными словами, управляющее воздействие можно осуществлять неравномерно). Пусть можно каким-либо образом зафиксировать результаты работы исследуемой системы в момент времени t_{k+1} :

$$R(t_{k+1}) = (R_1(t_{k+1}), R_2(t_{k+1}), \dots, R_N(t_{k+1})). \quad (1)$$

Этот результат получается в результате управления данной системой. Можно сказать, что данные состояния в той или иной степени характеризуют процесс функционирования исследуемого объекта. Целью функционирования объекта является определенный результат (чаще всего, материальный), который будет отражаться вектором ресурсов Res :

$$Res(t_{k+1}) = (Res_1(t_{k+1}), Res_2(t_{k+1}), \dots, Res_M(t_{k+1})). \quad (2)$$

В целом управление должно включать в себя эффективное распределение ресурсов для получения нужного состояния объекта управления. Опишем управление в виде в виде вектора, каждый элемент которого представляет собой численное значение некоторого воздействия, направленного на исследуемый объект:

$$C(t_{k+1}) = (C_1(t_{k+1}), C_2(t_{k+1}), \dots, C_N(t_{k+1})). \quad (3)$$

Данный вектор также будет зависеть от времени, поскольку воздействия в разные моменты времени будут различными. Кроме того, он будет зависеть от ресурсов Res , которые прямо или косвенно будут поступать

Однако, в первую очередь, это воздействие будет зависеть от результатов работы системы. Обозначим через F некоторую функцию, которая «преобразует», согласно субъекту управления, результаты (1) в выбираемые стратегии управления (3).

Поясним, что означает в данном контексте «согласно субъекту управления». Выбирая те или иные механизмы управления в момент времени t_k , субъект управления ожидает, что система под их воздействием в момент времени t_{k+1} перейдет в некоторые состояния

$$S(t_{k+1}) = (S_1(t_{k+1}), S_2(t_{k+1}), \dots, S_N(t_{k+1})). \quad (4)$$

На самом деле в момент времени t_{k+1} объект управления оказался в состоянии, которое описывается формулой (1). Основная причина данного расхождения заключается в неправильном выборе воздействия на объект управления. Однако, другая возможная причина этого может быть из-за ограниченного набора управляющих воздействий у объекта управления. Еще одна причина может быть из-за того, что воздействие формируется, исходя из тех сведений, которые получены с помощью некоторой системы сбора и обработки данных. Однако, по тем или иным причинам здесь также возможно рассогласование. Иными словами, результаты, которые на самом деле характеризуют систему и определяются формулой (1), возможно, в некоторой степени отличаются от тех данных, которые поступают субъекту управления и которыми он руководствуется, принимая решения (3). Обозначим через

$$\mathbb{R}(t_{k+1}) = (\mathbb{R}_1(t_{k+1}), \mathbb{R}_2(t_{k+1}), \dots, \mathbb{R}_N(t_{k+1})) \quad (5)$$

данные о результатах работы системы, которые поступают ЛПР. Тогда

можно констатировать, что

$$C(t_{k+1}) = F_1(R(t_k)). \quad (6)$$

Формула (5) поясняет, что управление организационной системой в момент времени t_{j+1} представляет собой некоторое воздействие, зависящее от тех данных о функционировании объекта управления, которые поступили ЛПР в момент времени t_k . При этом, субъект управления ожидает, что система под данным воздействием перейдет в состояние, которое описывается с помощью (1).

Предположим также, что в некоторые случайные моменты времени (которые, вообще говоря, являются случайными и не совпадают моментами t_1, t_2, \dots) могут происходить некоторые случайные воздействия на систему, которые могут существенно отразиться на ее состояниях. Таким образом:

$$R(t) = F_2(R(t_k), x(t)), t_k < t < t_{k+1}. \quad (7)$$

Здесь $x(t)$ - некоторое случайное воздействие, которое произошло в случайный момент времени t , который, вообще говоря, не совпадает с моментами времени, в которые планировалось осуществлять управляющее воздействие. Предположим также, что данное внешнее воздействие является плохо-предсказуемым. Это означает, что крайне затруднительно заранее предугадать данный внешний фактор и отреагировать на него упреждающим управлением. Схематично процесс управления можно представить следующим образом (рис. 1).

Поясним основные обозначения. Как можно увидеть, система состоит из объекта и субъекта управления. Субъект управления может принимать некоторые решения, описанные формулой (6). Эти решения напрямую влияют на те состояния R , в которых сейчас находится объект управления. Однако, в ряде случаев фактические состояния не совпадают с теми, что ожидает субъект управления. Это связано, в первую очередь, с тем, что фактические состояния зависят от конкретных исполнителей, предугадать поведение которых достаточно затруднительно. Кроме того, предполагается, что на объект управления периодически поступают внешние воздействия, влияние которых крайне сложно спрогнозировать. Для формирования управляющего воздействия необходимо получить информацию о состояниях системы. Для этого предусмотрена система мониторинга (С.М.), которая в необходимые моменты времени снимает результаты о состояниях объекта управления.

Сформулируем основную задачу, которую необходимо решить для ЛПР. Пусть для субъекта управления есть предпочтения о том, какими должны быть результаты работы объекта управления. В частности, пусть имеется ряд результатов R_1, R_2, \dots, R_m , которые целесообразно устремить к предельному значению:

$$\begin{aligned} & \begin{cases} R_1(t_k) \rightarrow \max(\min); \\ R_2(t_k) \rightarrow \max(\min); \\ \vdots \\ R_m(t_k) \rightarrow \max(\min). \end{cases} \end{aligned} \quad (8)$$

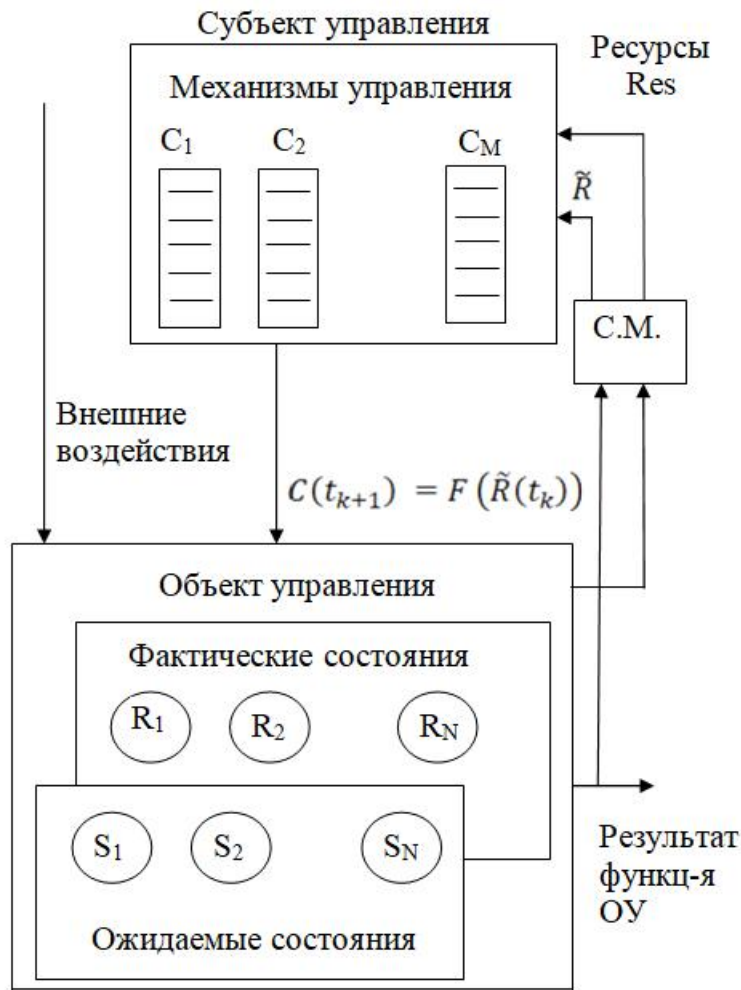


Рис. 1. Процесс управления организационной системой

Для остальных показателей важно лишь соблюдение некоторых ограничений. Пусть они определяются следующими показателями:

$$V = (V_{m+1}, \dots, V_N). \quad (9)$$

В (9) эти результаты представлены константами, хотя в целом они могут меняться со временем. Это сделано для того, чтобы отметить, что данные результаты если и будут меняться, то это будет происходить значительно реже, чем формирование воздействий на объект управления. Тогда ограничения можно формализовать следующим образом:

$$\begin{aligned} & \dot{R}_{m+1}(t_k) \notin V_{m+1}; \\ & \ddots \\ & \ddot{R}_{m+1}(t_k) \notin V_{m+1}; \\ & \ddots \\ & \ddot{R}_{m+l+1}(t_k) \notin V_{m+l+1}; \\ & \ddots \\ & \ddot{R}_N(t_k) \notin V_N. \end{aligned} \quad (10)$$

Тогда задачу управления организационной системой можно определить как нахождение такого воздействия F , при котором результаты функционирования объекта управления будут отвечать целям (8) при условиях (10).

Кроме этого необходимо добиться минимизации рассогласования на каждом этапе управления. В частности, необходимо минимизировать следующие значения:

$$\|R(t_k) - \hat{R}(t_k)\|_{\otimes} \min. \quad (11)$$

Кроме того, целесообразно минимизировать рассогласование:

$$\|R(t_k) - S(t_k)\|_{\otimes} \min. \quad (12)$$

В (11) и (12) знак $\|\cdot\|$ обозначает норму и может рассчитываться по-разному. В частности, соотношение (11), например, может превратиться, в следующую систему:

$$\begin{aligned} & \dot{\|} R_1(t_k) - \hat{R}_1(t_k) \|_{\otimes} \min; \\ & \ddot{\|} R_2(t_k) - \hat{R}_2(t_k) \|_{\otimes} \min; \\ & \ddot{\|} \dots \\ & \ddot{\|} R_N(t_k) - \hat{R}_N(t_k) \|_{\otimes} \min. \end{aligned} \quad (13)$$

Рассмотрим основные проблемы, возникающие при управлении исследуемыми организационными системами. Главной проблемой является несоответствие состояний (1) и (4). Эта проблема возникает, как было отмечено выше, из-за невозможности предугадать поведение отдельных участников объекта управления (их поведение можно предсказать лишь в статистическом смысле). Кроме того, отличительной особенностью исследуемой системы является возможное внешнее случайное воздействие. В ряде случаев его частично можно предсказать или спрогнозировать (например, смена какого-либо контрагента, появление конкурента и т.д.). Однако, некоторые случайные воздействия могут происходить внезапно и иметь достаточно серьезный резонанс. Таким образом, для уменьшения негативных последствий от случайных воздействий внешней среды необходимо наличие двух подсистем прогнозирования:

- подсистемы прогнозирования внешних воздействий, которая бы на основании статистической информации и сведений, поступающих из вне, смогла бы предсказать появление того или иного воздействия;
- подсистемы прогнозирования реакции отдельных участников исследуемого объекта на механизмы управления (и, возможно, на планируемые внешние воздействия).

Наличие такой подсистемы прогнозирования поможет в целом минимизировать (12).

Для достижения минимумов в формуле (13) необходимо разработать систему мониторинга, которая бы отвечала следующим требованиям:

- оперативный сбор данных на всех уровнях иерархии организационной системы;
- подготовка и обработка данных;
- хранение поступающих данных с целью их дальнейшего анализа;
- анализ полученных результатов (оперативное формирование отчетности).

Кроме того, в систему мониторинга может входить система поддержки принятия решений, позволяющая на основании полученных данных рекомендовать те или иные управляющие воздействия.

Обобщенный алгоритм работы системы мониторинга будет состоять в

следующем:

- получить у ЛПР нормы для измерения необходимых характеристик;
- собрать информацию о результате функционирования объекта управления в момент t ;
- обработать собранные результаты, получить некоторые количественные показатели функционирования объекта управления;
- сравнить полученные результаты и нормами;
- сделать вывод о функционировании объекта управления и, возможно, предложить рекомендации по выработке управленческих решений.

При проектировании системы мониторинга необходимо определить:

- объекты контроля;
- нормативную базу;
- механизмы, методы отслеживания;
- механизмы обработки данных.

Далее рассмотрим различные варианты выбора механизмов управления. Отметим, что использование каждого из таких механизмов требует вложения некоторого объема ресурсов (денежных средств). Это может быть, например, материальное стимулирование исполнителей, замена оборудования на более качественное и т.д. Любое такое действие потребует у руководителя определенных затрат. Если у ЛПР имеется возможность потратить средства на все планируемые им механизмы, то задача будет сводиться лишь к поиску минимально необходимого объема затрат на каждый из таких механизмов. В противном случае, необходимо распределить имеющиеся средства таким образом, чтобы эффективность от выбора всех механизмов была бы максимальной.

Заключение

Таким образом, предложена формализация процесса управления организационной системой, отличающаяся учетом случайных воздействий. Исследованы отдельные подзадачи, позволяющие обеспечить эффективное управление организационной системой, предложены основные подходы к их решению.

Список использованных источников

1. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами. - М.: Либроком, 2009. - 264 с.
 2. Бурков В.Н., Кондратьев В.В., Механизмы функционирования организационных систем. - М.: Наука, 1981.
 3. Воронин А.А., Губко М.В., Мишин С.П., Новиков Д.А. Математические модели организаций. - М.: ЛЕНАНД, 2008. - 360 с.
 4. Гламаздин Е.С., Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы управления корпоративными программами: информационные системы и математические модели. - М.: Спутник, 2004.
 5. Новиков Д.А., Глотова Н.П. Модели и механизмы управления образовательными сетями и комплексами. - М.: Институт управления образованием РАО, 2004. - 142 с.
-

6. Приставка А.Н. Системы оценки эффективности деятельности компании: ограничения и способы их устранения// Сибирская финансовая школа. 2021. №3. С.103-108.
7. Новиков Д.А. Стимулирование в организационных системах. М.: Синтег, 2003. - 312 с.
8. Иванилов Ю.П., Лотов А.В. Математические модели в экономике. - М.: Наука, 1979.
9. Мишин С.П. Оптимальные иерархии управления в экономических системах. - М.: ПМСОФТ, 2004.
10. Губко М.В. Математические модели формирования рациональных организационных иерархий// Автоматика и телемеханика. 2008. № 9. С. 114-139.
11. Бабкин В.Ф., Баркалов С.А., Щепкин А.В. Деловые имитационные игры в организации и управлении. - Воронеж: ВГАСУ, 2001.
12. Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организационными системами. - М.: Наука, 1994.
13. Минтуш О.В. Динамическая система управления организациями// Инновации и инвестиции. № 4. 2023. С. 133-137.
14. Тихомиров О.Г. Адаптивное управление предпринимательскими структурами как открытыми динамическими системами// Фундаментальные исследования. - 2012. - № 9 (ч. 2) - С. 495-499.

Бурлуцкая М.В.

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И МЕТОДА
ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ
Воронежский государственный технический университет**

Введение

Вследствие строения вычислительной системы, возникает необходимость в разработке новых методов планирования вычислений и распределения вычислительных ресурсов. А разработка новых методов планирования, в свою очередь, требует проведения предварительного анализа для установления основных закономерностей в поведении таких систем.

В настоящее время исследования в области многопроцессорных и распределенных систем ведутся очень активно. До текущего момента все средства мониторинга и анализа поведения вычислительных систем были рассчитаны на работу с многопроцессорными системами. Однако узлами вычислительных систем могут быть не только процессоры или кластеры, но и сами многопроцессорные системы. И такие вычислительные системы имеют неоднородную архитектуру.

В работе рассмотрены математические особенности реализации расчета в распределенной модели потоковой передачи. В решении для получения (e, d) - оценки, основываясь на метод GT, изменен способ реализации при введении следующих значений [1, 2]:

(1) Некоторое время потока размера n , где у каждого бит есть вероятность g стремящаяся к 1, экспоненциально уменьшаем среднее время полной обработки методом GT от $Q(n \log(1/d))$ к $O((1/ge^2)(\log^2 n) \log(1/d))$, что бы обеспечить линейный алгоритм потоковой передачи.

(2) В дополнение к более высокой скорости обработки, постараемся прийти к новому компромиссному решению: при более низком требовании точности - наивысшее значение e , дать методу ускорение обработки данных, между тем скорость обработки методом GT равна $Q(n \log(1/d))$ в любом случае и для любого e .

(3) Максимальное время обработки для осуществляемого метода соответствует $\Theta(n \log(1/d))$, что важно учитывать, но крайне редко возникает.

(4) Издержки использования памяти в осуществляемом методе на порядок ниже по сравнению с использованием памяти GT и происходят только $O(\log n)$ раз во время обработки потока. Они слишком незначительны, для обнаружения операционной системой на практике.

1. Обобщенный метод расчета в системах потоковой передачи данных

В системе с двумя каналами резервирования синхронизация и обмен данными между каналами осуществляются только по шинам последовательного интерфейса, что снижает производительность. Целью работы является повышение производительности обработки потока и снижение временных затрат, при максимальной загрузке канала. Это достигается за счет обеспечения в системе режима мультипроцессорирования - работы двух блоков процессора в структуре с общей памятью. Такой режим позволяет программным узлам обмениваться результатами обработки при дублировании в параллельном интерфейсе, что значительно сокращает время обмена данными.

Процессор-А и Процессор-В параллельно обрабатывают два, географически распределенных потока бит $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ и $B = \{b_1, \dots, b_n\}$, соответственно [3]. В каждом потоке i -й бит получен и обработан перед j -м битом, если $i < j$. После получения запроса, размещенный на другом удаленном узле арбитр хочет знать номер первого бит в операции ИЛИ для двух потоков данных, которые наблюдались и обрабатывались программными узлами:

$$U(A, B) = \bigwedge_{i=1}^n (a_i \vee b_i). \quad (1)$$

где U – операция логического оператора ИЛИ и n - число бит, полученных Процессором-А и Процессором-В, когда запрос прибывает к арбитру. В связи с тем, что потоки разрастаются через какое-то время, так и потоковый размер n и значение U монотонно возрастают через некоторое время. Ограничениями и вызовами в вычислении значения U являются: (1) Запрещение прямого обмена информацией между программными узлами, так как нет прямой связи между Процессором-А и Процессором-В; (2) Использование маленькой рабочей области на процессорах также как и арбитром; (3) Использование малых затрат на стоимость коммуникации между программными узлами.

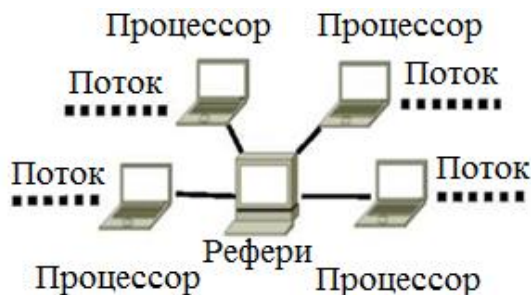


Рис. 1. Реализация распределенного вычисления

Задача может быть обобщена для k потоков R_1, R_2, \dots, R_k . Множество обрабатывающих k -программных узлов при вычислении некоторой константы $k > 2$. Для $j=1, 2, \dots, k$ запишем потоковый R_j как $\{r_{j,1}, r_{j,2}, \dots, r_{j,n}\}$. После получения запроса арбитру необходим номер первых бит в операции ИЛИ для k потоков:

$$U(R_1, R_2, \dots, R_k) = \bigwedge_{i=1}^n r_{1,i} \vee r_{2,i} \vee \dots \vee r_{k,i} \quad (2)$$

Некоторые ограничения и запросы для 2-потокowego случая сдерживают это общее урегулирование. Рисунок 2.1 демонстрирует системное урегулирование, которое предполагается при вычислении в системах потоковых данных. Поскольку метод для 2-потокowego случая может быть расширен до общего [4], сосредоточимся на 2-потокowym регистре.

2. Модели разложения потока данных на корреляционные элементы

Непосредственно предполагать способ поддержки значения U межпроцессорным арбитром, чтобы обеспечить Процессору-А и Процессору-В непрерывный обмен их потоковыми элементами. Арбитр делает простое вычисление U за один проход двух потоков, используя $O(\log n)$ бит рабочей области [5].

Однако такой подход приводит к высокой стоимости связи между программными узлами, что запрещено во многих приложениях. Чтобы сократить стоимость связи, Gibbons P. и Tirthapura S. (в дальнейшем - GT) предложили ускоренный вариант вычислительной методики [6], где каждый программный узел сохраняет структуру данных малого пространства без передачи данных друг другу и арбитру на протяжении потоковой обработки массива данных. При поступлении запроса, арбитр сначала уведомит Процессор-А и Процессор-В, а затем от начальных вариаций восстановит знание U . Тем не менее, в соответствии с распределенной схемой вычислений при удаленности программных узлов необходимо $W(n)$ бит, чтобы получить точное значение U даже для смешанных (детерминированных) алгоритмов [7].

Показано, что необходимо $\Omega(\sqrt{n})$ бит рабочей области с границей относительной погрешности на каждом программном узле для вычисления приближенного значения U , если Процессор-А и Процессор-В независимо распределяют свои потоки [6]. Для того чтобы прийти к компромиссу между использованием рабочей области и эффективностью коммуникационных свя-

зей, GT предложили технику скоординированной адаптивной выборки (четкое осуществление выборки), которая использует только $O((l/\varepsilon^2) \log(1/\delta) \log n)$ бит рабочей области на каждом программном узле и определяет арбитр $O((l/\varepsilon^2) \log(1/\delta) \log n)$ бит на коммуникации ссылок и запросы. Таким образом, данный метод гарантирует (ε, δ) -оценку для U [5].

Данный алгоритм может быть тривиально расширен, чтобы обеспечить (ε, δ) -оценку для U при работе с большим количеством потоков, не изменяя параметры рабочей области и пространство коммуникационной связи.

Определение 1. Параметры ε и $d, 0 < d < 1$, где (ε, d) оценка неотрицательной переменной X (X случайная переменная):

$$\Pr[|\hat{X} - X| \geq \varepsilon] \leq d \quad (3)$$

В частности, $(\varepsilon, 0)$ -оценка - также использует ε -оценку.

Определение 2. Поток бит $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ называется g -случайным битовым потоком, если все элементы в потоке взаимно независимы и $\Pr[a_i = 1] \leq g$ для $i=1, 2, \dots, n$, где $0 < g < 1$ - константа.

Необходимо разработать дискретный способ распределения информационных потоков в системах обмена данными, применив иную хэш-функцию, обеспечивающую: повышение производительности системы, уменьшение временных рамок обработки потоков, снижение требований к объему памяти [8].

С использованием метода быстрой выборки (просмотр потока осуществляется без необходимости проверки каждого потокового элемента $a_{i+1}, a_{i+2}, \dots, a_{i+d-1}$) увеличится скорость обработки (ε, δ) -оценки и уменьшится среднее общее время обработки g -случайного битового потока до $O(\frac{1}{g\varepsilon^2} \log^2 n \log \frac{1}{\delta})$, при использовании программным узлом $O(\frac{1}{\varepsilon^2} \log \frac{1}{\delta} \log n)$

бит рабочей области. При этом каждый программный узел будет поддерживать образец некоторого известного размера α , храня бит-индекс потокового расположения в образце с некоторой вероятностью p . Вероятность образца определяется уровнем образца l , который начинается с 0 и увеличивается по направлению $1, 2, \dots$.

$O(\sqrt{N})$ бит рабочей области необходимо каждому программному узлу для оценки распределенного расчета при относительной погрешности и использовании общей хэш-функции.

При имитации проведения процедуры отбора образцов n -поточковых элементов из $1/2^{l+1} + 1/2^{l+2} + \dots + 1/2^m \gg 1/2^l$ (где каждое потоковое расположение выбирается с вероятностью $P_l = 1/2^l$), количество объединенных 1-бит умноженное на $1/P_{l_{\max}}$ будет возвращено арбитру в качестве ответа на запрос U .

Рекурсивное разложение основано на некоторых свойствах хэш-

функции $h: \{1, 2, \dots, n\} \rightarrow \{0, 1, \dots, p-1\}$ и определяется как: $h(x) = (ax+b) \bmod p$. Так как значения в памяти равномерно распределены на промежутке $\{0, 1, \dots, p-1\}$, вероятность отбора любого 1-бит в типовом уровне l определяется по формуле $P_l = |R_l|/p = \lfloor p/2^l \rfloor / p \gg 1/2^l$, что будет использовано при скоординированной адаптивной выборке.

Структура высокого уровня разрабатываемого метода является координируемым адаптивным осуществлением выборки GT [7], но использует другую хэш-функцию при случайной выборке. Случайная выборка из потока данных происходит без необходимости проверки каждого потокового элемента. Табл. 1 представляет сравнение производительности разрабатываемого метода и метода GT.

Таблица 1

Показатель	GT's [7]	Разрабатываемый метод	Примечание
Наихудшее время прохождения	$Q(n \log \frac{1}{d})$	$Q(n \log \frac{1}{d})$	всегда происходит с GT
Средний расход общего времени g -случайного разрядного потока	$Q(n \log \frac{1}{d})$	$O(\frac{1}{ge^2} \log^2 n \log \frac{1}{d})$	значительные улучшения и сокращение ожидания
Средний расход общего времени по элементам для g -случайного разрядного потока	$Q(n \log \frac{1}{d})$	$O(\frac{1}{nge^2} \log^2 n \log \frac{1}{d}) = O(1)$ где n - многочлен.	значительное ускорение
Количество пространства для одного программного узла (бит)	$O(\frac{1}{e^2} \log \frac{1}{d} \log n)$	$O((\frac{1}{e^2} + \log n) \log \frac{1}{d} \log n)$	накладки незначительны
Количество пространства для арбитра (бит)	$O(\frac{1}{e^2} \log \frac{1}{d} \log n)$	$O(\frac{1}{e^2} \log \frac{1}{d} \log n)$	
Коммуникационная связь запроса (бит)	$O(\frac{1}{e^2} \log \frac{1}{d} \log n)$	$O(\frac{1}{e^2} \log \frac{1}{d} \log n)$	

В работе рассмотрены математические особенности реализации расчета потоковых данных в распределенных информационных системах. В решении для получения (e, d) - оценки, как в методе GT, изменяется способ реализации при введении следующих значений:

(1) Некоторое время потока размера n , где у каждого бит есть вероятность g стремящаяся к 1. Экспоненциально уменьшаем среднее полное время обработки метода GT от $Q(n \log(1/d))$ к $O((1/ge^2)(\log^2 n) \log(1/d))$, что бы

обеспечить линейный алгоритм потоковой передачи.

(2) В дополнение к более высокой скорости обработки, постараемся прийти к новому компромиссному решению: при более низком требовании точности (наивысшее значение ϵ), прийти к ускорению обработки. Между тем скорость обработки GT равна $Q(n \log(1/d))$ в любом случае и для любого значения ϵ .

(3) Максимальное время обработки для осуществляемого метода соответствует $\Theta(n \log(1/\delta))$, что важно, но редко возникает.

(4) Издержки использования памяти в осуществляемом методе на порядок ниже по сравнению с использованием памяти GT и происходят только $O(\log n)$ раз во время обработки потока. Они слишком незначительны, для обнаружения операционной системой на практике.

В работе рассматриваются особенности реализации расчета в системах потоковых данных, с применением моделей разложения на элементы бесконечно длинной последовательности. Механизм обработки данных с использованием хеш-функции $h(x) = (ax + b) \bmod p$ [9, 10] в моделях распределенных информационных систем обеспечивает: повышение производительности системы, уменьшение временных рамок обработки потока, снижение требований к ресурсам памяти. Первоначальная задача обработки потока данных - поддержка передачи IP-пакетов без задержки в течение рабочего времени. Эта задача выполнима при следующем условии: пакеты могут передаваться многократно, если размер не превышает установленное пороговое значение t , ограниченное временем выполнения запроса.

Требования к обработке потока:

$\frac{3}{4}$ Обработка потока за один цикл.

$\frac{3}{4}$ Использование малой области памяти в полулогарифмическом масштабе данных.

$\frac{3}{4}$ Быстрое время обработки одного элемента потока.

Модель потока и сумма корреляции. Представим поток данных как $R = (v_i, w_i, t_i), \dots, (v_n, w_n, t_n)$, где каждый элемент имеет: v_i - значение, w_i - вес, t_i - метку; сумму корреляции выразим как $S_t = \sum_{v_i, w_i, t_i} W_i$.

t ограничено временем выполнения запроса [10, 11] и является любым целым числом при условии $v^3 t$. Выбор элементов суммы W_i представлен на рис. 2.

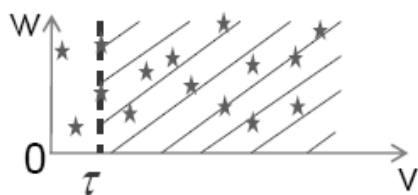


Рис. 2. Выбор элементов суммы W_i

Время разложения потока данных. Так как данные моделируются по времени и функции разложения, важны последние найденные потоковые

элементы.

Разложение функции $F()$ продемонстрировано на рис. 3.

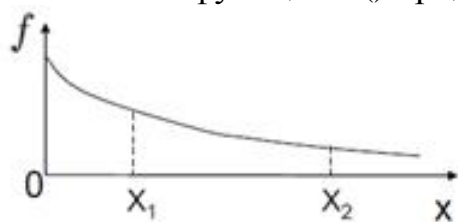


Рис. 3. Разложение функции $F()$

Время разложения элемента (v_i, w_i, t_i) в некоторый момент c равно $w \times f(c - t)$. Где $c - t$ параметр элемента на временной оси c .

1. Исходное разложение функции представлено на рис. 4.

2. Конвергенция функции $F(X)/F(x+1)$. Наблюдается экспоненциальный спад по оси x , где полиномы разложены в полулогарифмическом масштабе данных (рис. 5).

Одним из условий применения метода суммы корреляции к потоковым данным является введение следующих значений: $R = (v_i, w_i, t_i), \dots, (v_n, w_n, t_n)$ и функции разложения $F(X)$, рассмотренных в работах [7; 8]. Где задача значения t в любое время c поддерживать условие $S_t^f = \frac{1}{(v, w, t)} \int R, v^3 t$. Даже

если $f(x) \rightarrow 0$ для получения результата с точным значением без погрешности, необходимо привести $\overline{S_t^f}$ к оценке S_t^f [79]. Так как $S_t^f = \frac{1}{(v, w, t)} \int R, v^3 t$,

возможны два варианта проверки на погрешность:

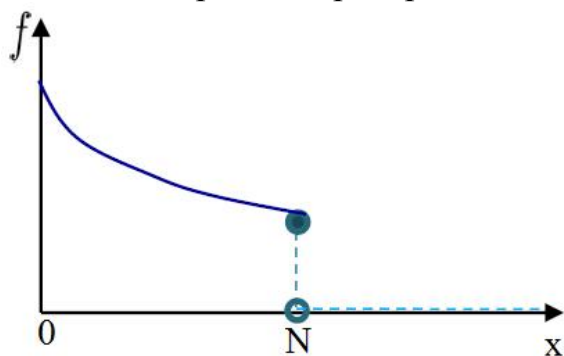


Рис. 4. Исходное разложение функции

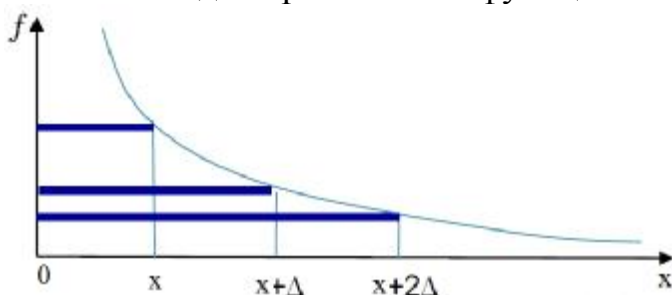


Рис. 5. Конвергенция функции $F(X)/F(x+1)$

1) ϵ -дополнение погрешности: $\left| \overline{S_t^f} - S_t^f \right| < \epsilon \times S_0^f$.

2) ϵ -сравнение погрешности: $\left| \overline{S_t^f} - S_t^f \right| < \epsilon \times S_t^f$ (значительно лучше в точности).

Внесение изменений в процесс разложения потока данных на элементы показано на рис. 6.

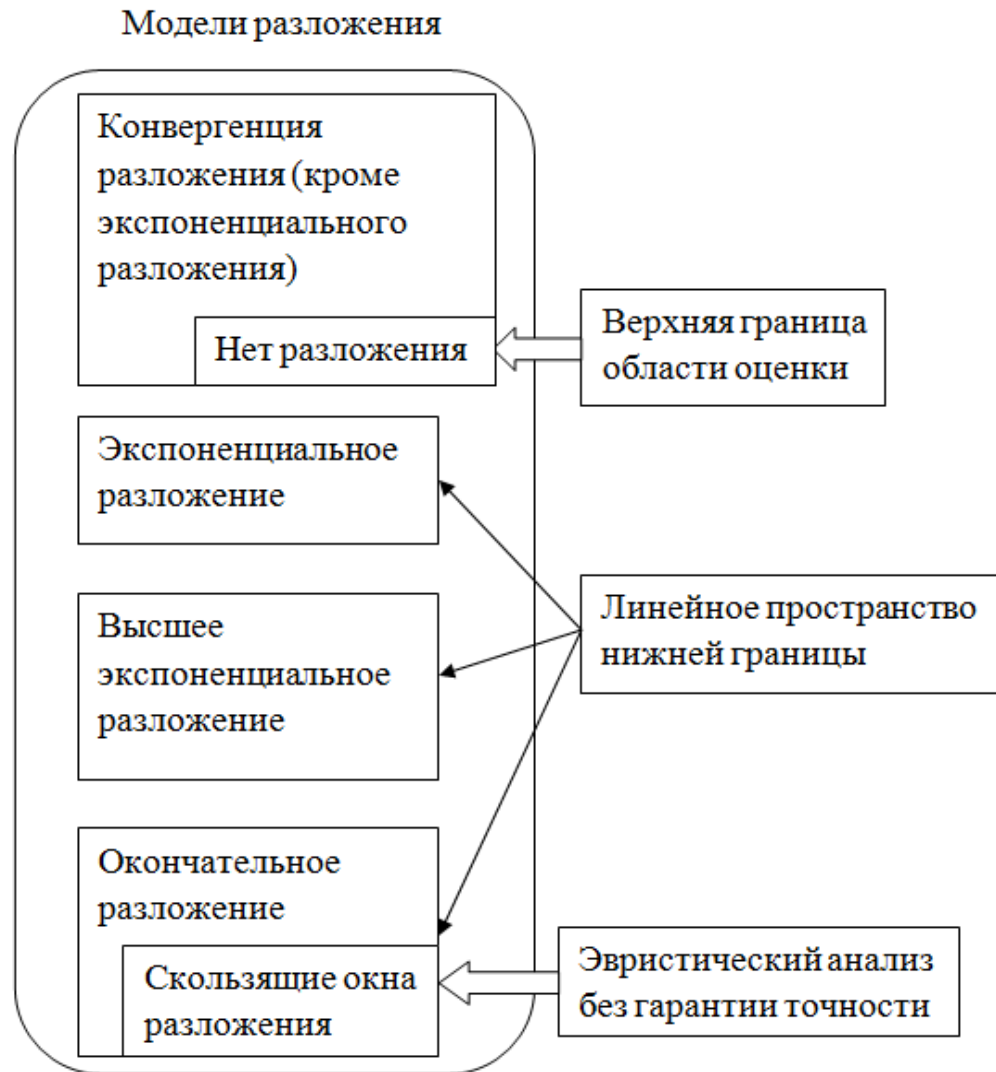


Рис. 6. Модели разложения

Рассмотрено экспоненциальное разложение потока данных, где:

- поток $R = (v_i, w_i, t_i), \dots, (v_n, w_n, t_n)$, где $v_i \in [1..m]$;

- экспоненциальный спад $f(x) = 2^{-ax}$, $a > 0$;

- нижняя граница области памяти $\left| \overline{S_t^f} - S_t^f \right|$ для любого значения t в

пределах $W(m \log \frac{n}{m})$ бит вычислительной сложности.

Искомый результат достигается при экспоненциальном разложении $F(X)=2^{-x}$ на нижней границе памяти $W(m)$ бит и сводится к типовому уровню

1 для процедуры отбора образцов n -поточковых элементов. Проблема индексирования в теории погрешностей сводится к условию $\overline{S_t^f}$, когда $f(x) = 2^{-x}$ в пространстве l/B .

Описание задачи. Пусть Процессор-А имеет некоторый вектор B $[1,1,0,...,1]$ длины n . Процессор-В ищет в потоке элемент $B[K]$, где $k \in [1,n]$ целое число. Только Процессору-А разрешено отправлять сообщения Процессору-В. Размеры сообщения должны быть $W(n)$ бит, что бы Процессор-В мог выявить $B[K]$ с учетом протокола вероятности отказа.

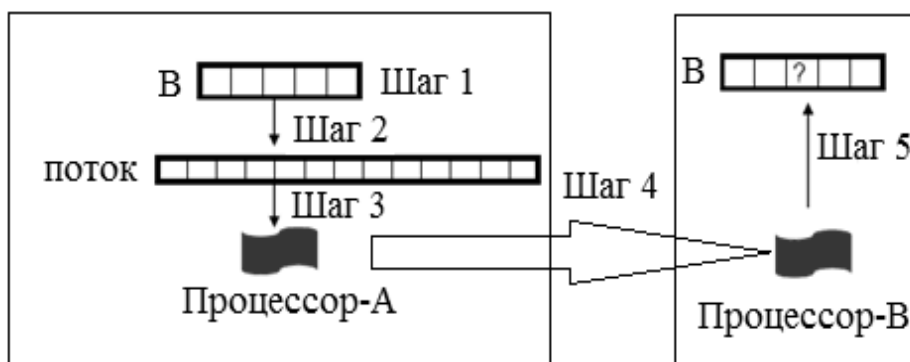


Рис. 7. Пошаговое представление обращений Процессора-А

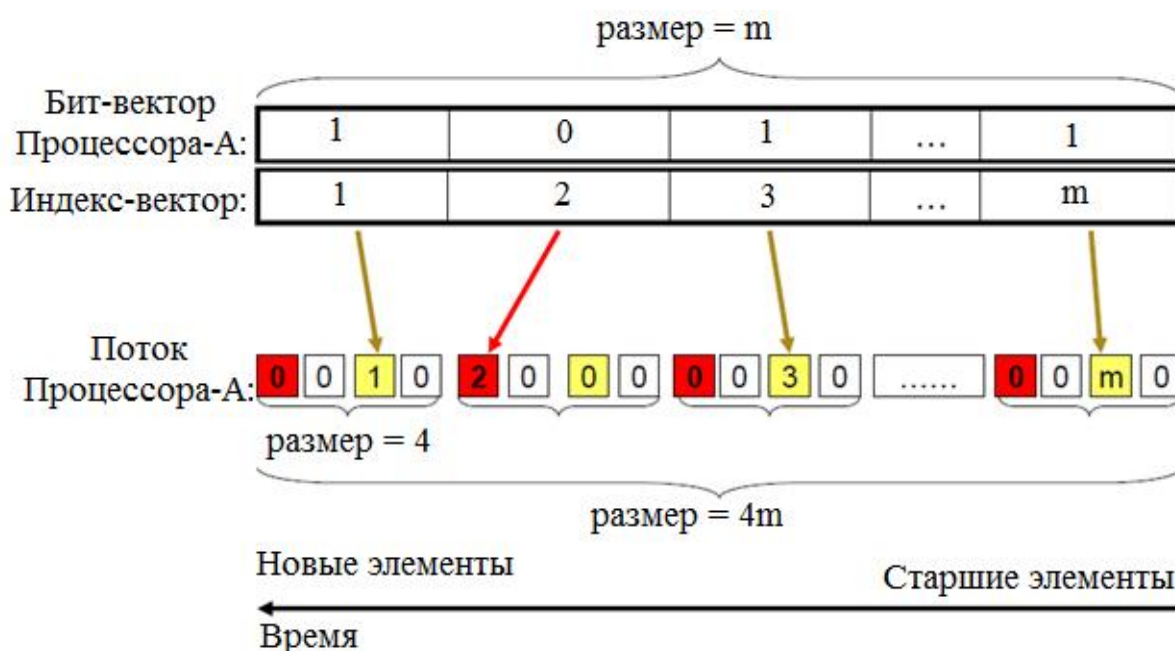


Рис. 8. Создание потока данных

Шаг 1: Процессор-А имеет бит-вектор B .

Шаг 2: Процессор-А создает поток данных на основе вектора B .

Шаг 3: Процессор-А обрабатывает поток с использованием условия S_t^f .

Шаг 4: Процессор-А посылает структуру данных Процессору-В, полученную после обработки потока.

Шаг 5: Процессор-В использует структуру данных для поиска необходимого элемента $B[K]$.

Поскольку Процессор-В может выявить $B[K]$ с использованием структуры данных, размер структуры данных не должен превышать $W(B)$ бит.

Как показано на рис. 8, Процессор-А создает поток данных на основе битового вектора.

Если выполняется условие $\left| \overline{S_k^f} - S_t^f \right| < S_k^f / 2$, то Процессор-В находит элемент $B[K]$ в структуре потока данных $W(m)$ бит. Поскольку нет ограничений обращения Процессора-А к потоку, возможна многократная обработка процесса.

Экспериментальные результаты реализованы с использованием: библиотеки стандартных шаблонов C++/STL, операционной системы SUSE Linux, процессором частотой 2 ГГц и памятью 1 Гб, проведены с наборами данных в 33695769 записей, показали: уменьшение объема памяти в пределах 1Кб-100Кб, среднюю пропускную способность 300Кб записей в секунду при относительной погрешности 15Кб записей в секунду.

3. Согласованная адаптивная случайная выборка

Процессор-А и Процессор-В используют одну пробующую процедуру и объем выборки, опишем поведение Процессора-А.

При случайном осуществлении выборки Процессор-А поддерживает образец некоторого известного размера a , хаотично выбирая каждый 1-бит (храня бит-индекс потокового расположения) в образце с некоторой вероятностью p . После обработки потока, число 1-бит выбранных в образце, умноженной на $1/p$ может быть хорошей оценкой количества 1-бит в потоке, если a является достаточно большим.

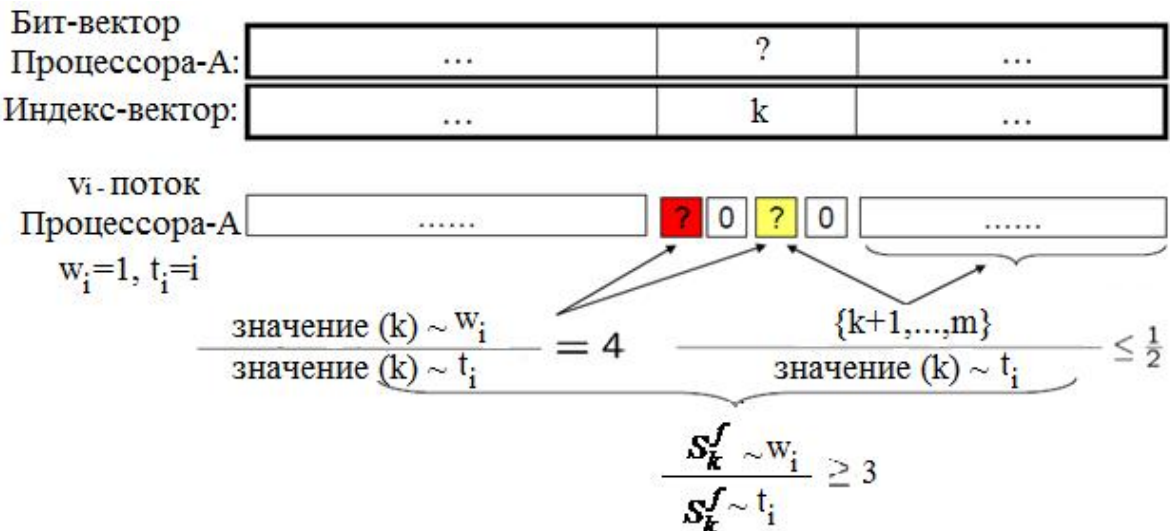


Рис. 9. Поиск Процессором-В элемента $B[k]$

При адаптивном случайном осуществлении выборки: Процессор-А не знает заранее, сколько 1-бит будет присутствовать в потоке и, следовательно, не может вычислить соответствующую типовую вероятность p . Если вероятность-образец слишком высока, размер выборки не может быть достаточно большим, чтобы вместить все выбранные 1-бит; если вероятность выборки слишком мала, то образец может не выбрать достаточное количество 1-бит,

чтобы получить хорошую оценку. Чтобы преодолеть эту дилемму, Процессор-А адаптивно изменяет образец вероятности в течение ее потоковой обработки. Вероятность образца определяется уровнем образца l , который начинается с 0 и увеличивается с единичным шагом $1, 2, \dots$. На уровне образца l , каждый входящий 1-бит выбран в образец с вероятностью $P_l 1/2^l$ (в разрабатываемом методе, P_l не точно, но почти равна $1/2^l$). Процессор-А всегда осведомлен о текущей типовой вероятности, запоминая ее текущий типовой уровень l .

4. Координируемая адаптивная выборка

Метод GT показал, что, если все программные узлы осуществляют случайную выборку независимо, то $W(\sqrt{N})$ -бит рабочей области необходимо каждому программному узлу для оценки распределенного базового подсчета с относительной погрешностью. Возможность преодоления пространства этой нижней границы, при координации процедур случайного отбора значений для имитации проведения процедуры отбора значений-образцов решается с использованием общей хэш-функции.

Хэш-функция используемая в GT является попарно независимой и определяется над полем $GF(2^m)$, где $m = \log n$. Эта хэш-функция проецирует индексы $\{1, 2, \dots, n\}$ на типовые уровни $\{0, 1, \dots, m\}$. Хэш-функция предусматривает, что вероятность того, что индекс потокового расположения хэшируется до определенного уровня образца l , и становится равной $1/2^{l+1}$. Поступающий 1-бит будет выбран в образце, тогда и только тогда, когда его индекс потокового расположения стремится к типовому горизонтальному уровню $i \in l$, где l текущий типовой уровень. Таким образом, в среднем, из $1/2^{l+1} + 1/2^{l+2} + \dots + 1/2^m \approx 1/2^l$ мест n -поточковых элементов будут выбраны только те, которые являются целью адаптивного осуществления выборки, где каждое потоковое расположение выбирается с вероятностью $P_l = 1/2^l$. Разумеется, скоординированная случайная выборка дает тот же набор значений на отдельных участках потока программного узла, если они одного типового уровня. Отобранные значения, не имеющие 1-бит, не будут сохранены в образце.

Типовой уровень увеличится на единицу, когда образец становится полным (заполнены все 1-бит). Все 1-бит, которые находятся в настоящий момент в образце, чьи значения хэш меньше нового уровня образца l будут отброшены. Таким образом, все 1-бит, что Процессор-А получил до этого момента из выборки, были назначены в образец вероятности P_l . Процессор-А будет продолжать обработку новых входящих 1-бит с помощью текущей вероятностной выборки P_l , пока образец не переполнится снова.

Когда арбитр получает запрос для вычисления параметра U (U - номер первого бит в операции ИЛИ для двух потоков данных, которые наблюдались и обрабатывались программными узлами), программные узлы отправят свои образцы и типовые уровни арбитру. Для каждого образца арбитр увели-

чит его типовой уровень к значению l_{\max} , сохраняя только те 1-бит, чьи значения хеш не меньше l_{\max} . После этого многократного шага, все образцы разделят единый типовой уровень. Затем арбитр расставит все новые образцы, в соответствии с их местом потока, путем проведения побитовой операции ИЛИ из выбранных 1-бит. Количество 1-бит в объединении, умноженное на $1/P_{l_{\max}}$ будет возвращено арбитру в качестве ответа на запрос значения U .

5. Использование хэш-функции при осуществлении выборки

Поскольку выбор хэш-функции имеет решающее значение для улучшения скорости, внесены следующие изменения [12]: выбирается простое число p произвольным образом из $[10n, 20n]$, затем выбираются другие два номера a и b , где $\{0, 1, \dots, p-1\}$ и $a \neq 0$. Хэш-функция $h: \{1, 2, \dots, n\} \rightarrow \{0, 1, \dots, p-1\}$ определяется как: $h(x) = (ax + b) \bmod p$. Хорошо известно, что:

- $h(x)$ однородно распространяется в $\{0, 1, \dots, p-1\}$.

- h – является попарно независимым, т.е. для любого $x_1 \neq x_2$ и $y_1, y_2: \Pr[h(x_1) = y_1] \cdot \Pr[h(x_2) = y_2] = \Pr[h(x_1) = y_1, h(x_2) = y_2]$.

Для каждого $l \in \{0, 1, \dots, \lceil \log p \rceil\}$, определено:

$$R_l = \{0, 1, \dots, \lfloor p/2^l \rfloor - 1\}.$$

Суть выборки в том, что элемент потока будет выбран в образце, если $a_i = 1$ и $h(i) \in R_l$. Так как значения хэш равномерно распределены на промежутке $\{0, 1, \dots, p-1\}$, вероятность отбора любого 1-бит на типовом уровне l определяется как:

$$P_l = |R_l| / p = \lfloor p/2^l \rfloor / p \approx 1/2^l.$$

Создание потока нижней границы при $p=1$ представлено на рис. 10.

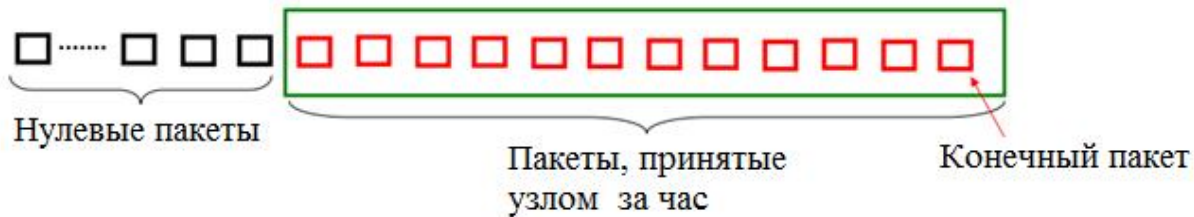


Рис. 10. Поддержка различного числа источников IP-адресов в пакетах

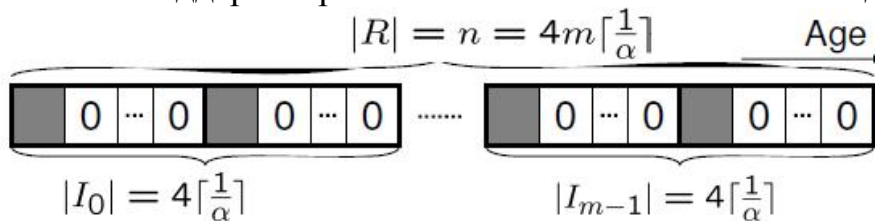


Рис. 11. Определение интервалов в потоке данных

Алгоритм 1 (рис. 13) показывает псевдокод скоординированной адаптивной выборки GT, с использованием хэш-функции, при оценке двух потоков параметра U .

Алгоритм 1: Скоординированный адаптивный метод дискретизации GT

рассчитанный с хеш-функцией $h(x) = (a + b) \bmod p$.

Ввод: Два географически распределенных потока бит $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ и $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ обрабатываются параллельно программными узлами- A и B, соответственно.

Вывод: $U(A, B) = \bigoplus_{i=1}^n (a_i \dot{\cup} b_i)$ - значение передаваемое арбитру.

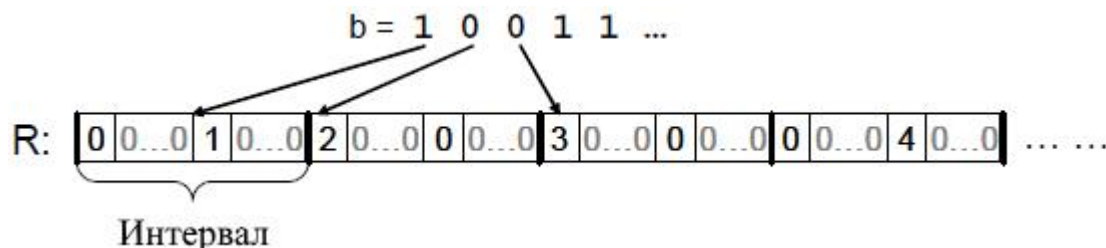


Рис. 12. Отображение бинарной строки b

6. Методы выборки из потока

6.1. Метод быстрой выборки

С использованием метода быстрой выборки (просмотр потока без необходимости проверки каждого потокового элемента $a_{i+1}, a_{i+2}, \dots, a_{i+d-1}$) увеличится скорость обработки (ε, δ) -оценки и уменьшится среднее общее время

обработки γ -случайного битового потока до $O(\frac{1}{\gamma \varepsilon^2} \log^2 n \log \frac{1}{\delta})$, при исполь-

зовании программным узлом $O(\frac{1}{\varepsilon^2} \log \frac{1}{\delta} \log n)$ бит рабочей области. При этом

каждый программный узел будет поддерживать образец некоторого известного размера α , храня бит-индекс потокового расположения в образце с некоторой вероятностью p . Вероятность образца определяется уровнем образца l , который начинается с 0 и увеличивается по направлению 1, 2, ...

$O(\sqrt{N})$ бит рабочей области необходимо каждому программному узлу для оценки распределенного подсчета при относительной погрешности и использовании общей хэш-функции.

Для имитации проведения процедуры отбора образцов n -поточковых элементов из $1/2^{l+1} + 1/2^{l+2} + \dots + 1/2^m \gg 1/2^l$, где каждое потоковое расположение выбирается с вероятностью $P_l = 1/2^l$, тогда количество объединенных 1-бит, умноженное на $1/P_{l_{\max}}$, будет возвращено арбитру в качестве ответа на запрос U .

Рекурсивное разложение основано на некоторых свойствах хэш-функции $h: \{1, 2, \dots, n\} \rightarrow \{0, 1, \dots, p-1\}$ и определяется как: $h(x) = (ax + b) \bmod p$. Так как значения хэш равномерно распределены на промежутке $\{0, 1, \dots, p-1\}$, вероятность отбора любого 1-бит в типовом уровне l определяется по формуле $P_l = |R_l| / p = \lfloor p / 2^l \rfloor / p \gg 1/2^l$, что будет использовано для скоординированной адаптивной выборки.

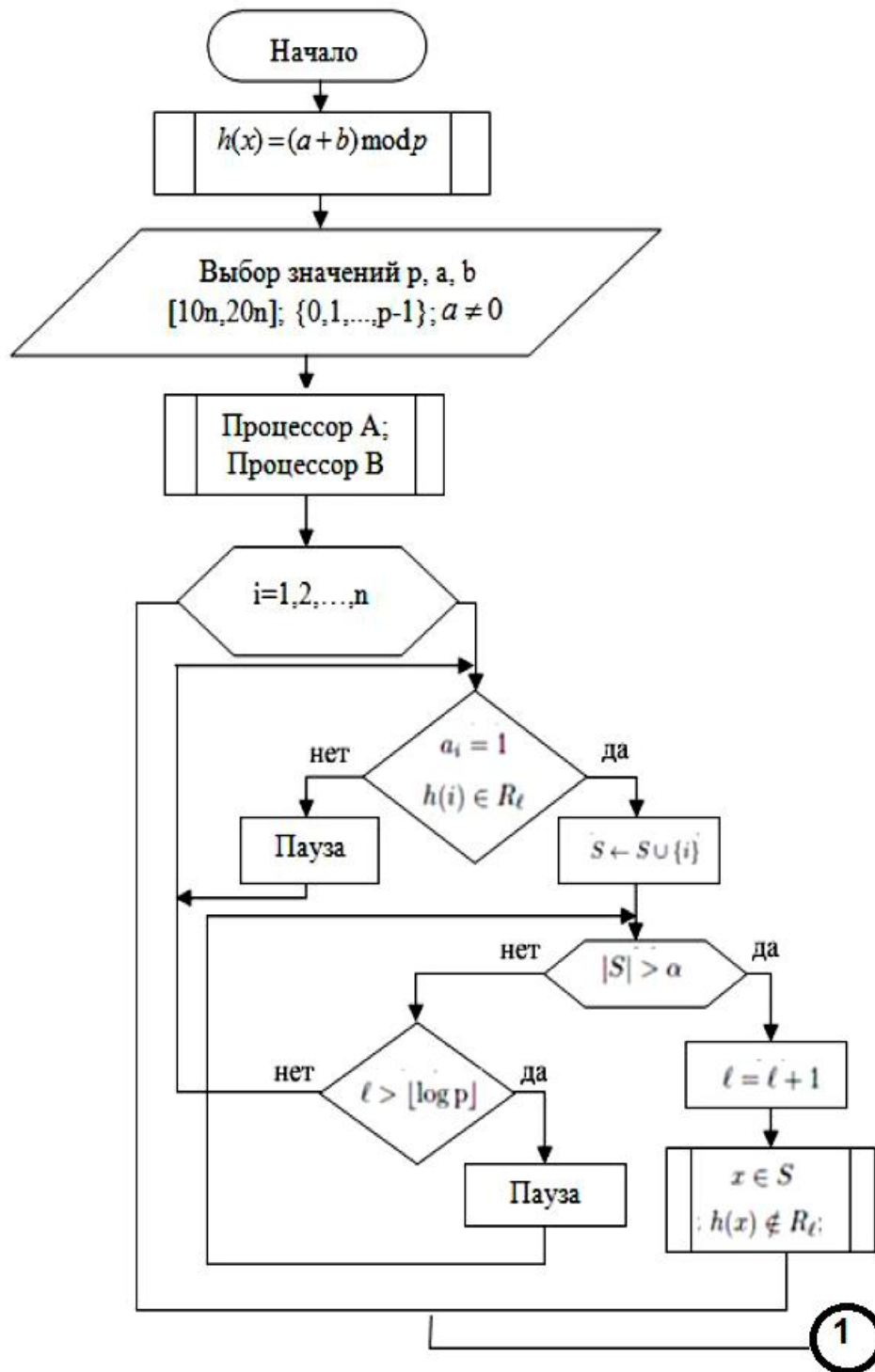


Рис. 13 (начало). Обработка потока программным узлом

Метод GT' проверяет каждый потоковый элемент как минимум один раз (Алгоритм 1), что увеличивает время для обработки потока n бит как минимум в $Q(n)$. Заметим, что хэш-значения $h(1), h(2), \dots$ из хэш-функции h берутся из образца, который будет описан далее. Используя преимущества этой модели, можно пропустить некоторые элементы потока без проверки их хэш-значения, т.к. они могут находиться вне уровня R_l . В частности, предположим, что a_i является элементом, который мы обрабатываем в настоящее время, и a_{i+d} - следующий элемент, чье значение хэш находится в пределах R_l .

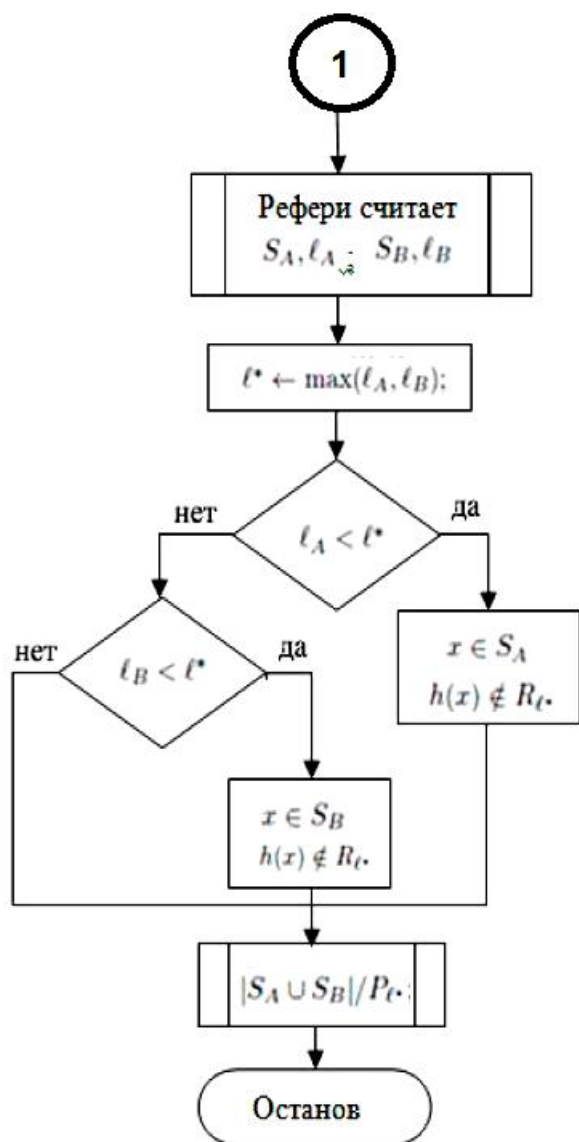


Рис. 13 (окончание). Обработка потока программным узлом

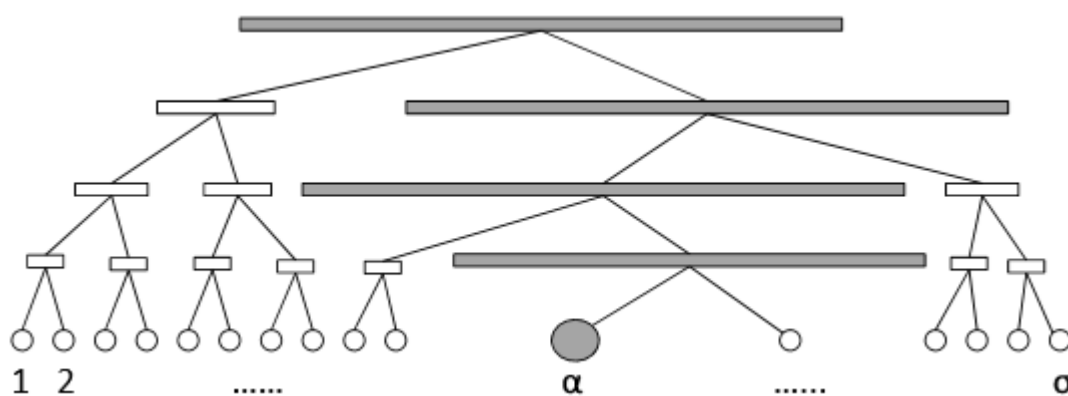


Рис. 14. Структура дерева данных

Необходимо разработать алгоритм, который находит значение d , используя время $O(\log d)$. Это значит, что нет необходимости проверять каждый элемент $a_{i+1}, a_{i+2}, \dots, a_{i+d-1}$ поочередно. Предлагаемый алгоритм для поиска значения d основан на рекурсивном разложении задачи, таким образом, что новый образец имеет значительно меньший размер. Рекурсивное разложение

определило некоторые свойства хэш-функции $h(x)=(ax+b)$ модуля p , который будет использован для скоординированной адаптивной выборки.

6.2. Метод адаптивной выборки элементов

Процессор-А и Процессор-В параллельно обрабатывают два распределенных потока бит $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ и $B = \{b_1, \dots, b_n\}$, соответственно. Задача быстрого осуществления выборки - найти следующий потоковый элемент, который будет выбран в образец, если его расположение соответствует 1 бит, без необходимости проверки хэш-значения каждого потокового элемента. Предположим расположение на уровне образца 1 в потоке (рис. 15), чтобы ускорить вычисление процедуры:

$$\text{Адаптивный образец}(x, l, p, a, b) = x + N_x^l,$$

где $N_x^l = \min\{i \in \mathbb{N} \mid h(x+i) = (a(x+i) + b) \bmod p \hat{=} R_l\}$ - адаптивный элемент.

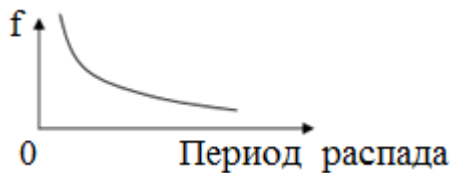


Рис. 15. Расположение на уровне образца 1 в потоке

Произвольная установка параметров h и N_x^l не возможна, поскольку множество $\{i \in \mathbb{N} \mid h(x+i) \hat{=} R_l\}$ может быть пустым (рис. 16).

Например, если $p=8$, $a=4$, $b=2$, $l=2$, $x=1$, тогда для любого $i>0$, значение $h(x+i)$ всегда составляет 2 или 6. Тем не менее когда p является простым числом, N_x^l всегда определен. Докажем что $\{h(x), h(x+i), \dots, h(x+p-1)\}$ и $\{0, 1, \dots, p-1\}$ - идентичные наборы чисел p .

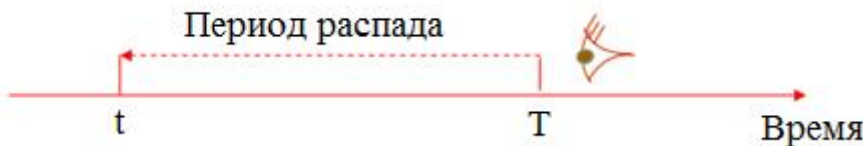


Рис. 16. Обратный распад

Теорема 1. Для любого $p \in \mathbb{N}$, $0 \leq a, b < p$ и $x \in \mathbb{N}$, если p - простое число: $\{h(x), h(x+i), \dots, h(x+p-1)\} = \{0, 1, \dots, p-1\}$.

Доказательство. Доказывается теорема противоречием: предположим, что $\{h(x), h(x+1), \dots, h(x+p-1)\}$ и B соответствуют $\{0, 1, \dots, p-1\}$. Пусть $A \neq B$, тогда для каждого $h(x+k)$ при $k=0, 1, \dots, p-1$, входящих в состав B и $|A|=|B|$, должны существовать два целых числа i и j , такие что $0 \leq i < j \leq p-1$ и $h(x+i) = h(x+j)$. То есть

$$a(x+i) + b = a(x+j) + b \bmod p$$

$$\hat{=} ai = aj \bmod p$$

$$\hat{=} a(j-i) = 0 \bmod p$$

Комбинация неравенств $0 < a < p$ и $0 < j - i < p$ указывает, что p - не простое число, что является противоречием. Теорема доказана.

Теорема 2. Для любого $p > 0, 0 < a < p, 0 \leq b < p, x^3 \neq 1$ и $L^3 0$, если p - простое число, верно условие $\{i \in \mathbb{N} \mid h(x+i) \in L\}$.

Доказательство. Из теоремы 1 следует, что $\{h(x), h(x+i), \dots, h(x+p-1)\} = \{0, 1, \dots, p-1\}$. Поскольку $L^3 0$, существует хотя бы один элемент из множества $\{h(x), h(x+i), \dots, h(x+p-1)\}$, значение которого не превышает L .

Теорема 3. Докажем, что адаптивный элемент N_x^l четко определен.

Доказательство. Уровень образца 1 не превышает $\lceil \log p \rceil$, так определено неравенство $\lceil 2^{-l} p \rceil - 1 \geq 0$. Установив значение $L = \lceil 2^{-l} p \rceil - 1 \geq 0$ и условие $\{i \in \mathbb{N} \mid h(x+i) \in L\}$ (Теорема 2), $S[d] \hat{=} F$ - четко определено (рис. 17).

Структура эффективного алгоритма для поиска параметра N_x^l описана в Задаче.

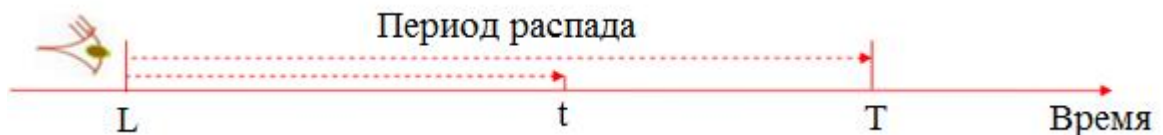


Рис. 17. Прямой распад

Задача. Учитывая неравенства $p > 0, 0 \leq a < p, 0 \leq u < p$ и $L^3 0$ следующий компонент d равен:

$$d = \begin{cases} \min\{i \in \mathbb{N} \mid (u + i \cdot a) \bmod p \in L\}, & \text{если } \{i \in \mathbb{N} \mid (u + i \cdot a) \bmod p \in L\} \neq \emptyset \\ -1, & \text{в другом случае} \end{cases}$$

Пусть Z_p обозначает кольцо неотрицательных чисел по модулю p . При этом последовательность значений $h(x+i)$, для $i=0, 1, 2, \dots$ - арифметическая прогрессия над Z_p с разностью a . Задача поиска N_x^l сводится к нахождению $d(=N_x^l)$ урегулировав в Задаче следующее:

$$u = h(x) = (ax + b) \bmod p, \quad L = \lceil 2^{-l} p \rceil - 1.$$

Т.к. $S = \{u \bmod p, (u+a) \bmod p, (u+2a) \bmod p, \dots\}$ при $i=0, 1, \dots$, то $S[i] = \{u + i \cdot a\} \bmod p$ - элемент i -й в последовательности S . Задачу можно переформулировать следующим образом: найти наименьшее $i \geq 1$, такое что $S_i \in L$, иначе вывести сообщение, что такое i не существует.

Ошибочное решение, используемое в работе [6] - это многократная проверка значения $(u + i \cdot a) \bmod p$ при $i = 0, 1, \dots$. Это занимает время $O(d)$, если процедура не остановлена, то значение неотрицательного d не существует.

Лучшим решением является использование функции Hits из [13]. При фиксированном размере префикса последовательности S , Hits может эффективно вычислить количество элементов в префиксе S , значения которых

меньше или равны L , используя заданное время $O(\log y)$, где y - длина префикса. Предполагая неотрицательное d существующее для Задачи 1, возможно подходящее предположение длины префикса, такое как $y \geq d$. Значит, приставка содержит по меньшей мере один элемент, значение которого меньше или равно L . Тогда можно использовать двоичный поиск по префиксу, чтобы найти первый элемент, значение которого меньше или равно L . В целом, это займет $O(\log^2 y)$ времени, потому что каждый шаг двоичного поиска занимает $O(\log y)$ времени для функции Hits.

Однако этот метод имеет ряд нерешенных задач:

(1) Неизвестно как сделать удовлетворяющее предположение длины префикса так, чтобы $y^3 d$, так как d не определено: Если $y \gg d$, на поиск расходуется большее время вычислений; Если $y < d$, возникает необходимость подобрать более длинный префикс S , что приводит к неэффективности процедуры.

(2) Даже если сделано удовлетворяющее предположение y , это займет время равное $O(\log^2 y)$ на поиск первого элемента, значение которого меньше или равно L . Необходимо прийти к решению, которое занимает только $O(\log y)$ времени.

(3) Если параметра $d \geq 0$ не существует, метод двоичного поиска использования функции Hits невозможен.

Другое возможное решение - использование функции MinHit [14]. Учитывая размер части префикса y последовательности S , используя $O(\log y)$ времени, MinHit может найти первый элемент префикса, который меньше или равен L , или возвращает -1 если такой элемент не существует.

Нерешенные проблемы:

(1) Неясно, как сделать удовлетворяющее предположение о размере префикса, так чтобы он включал в себя, по меньшей мере, один элемент, который не больше L . Некорректные предположения приводят к затратам вычислительного времени.

(2) Если $d \geq 0$ не существует, метод с использованием MinHit невозможен.

7. Выводы

1. Проведен анализ моделей распределения потоковых данных. Рассмотрена актуальность задачи оптимизации запросов в СУБД, выделены основные виды оптимизации: логическая и семантическая.

2. Обоснован подход, где наличие корреляции между характеристиками данных и метрической информацией позволяет строить прогностические модели обработки потока, учитывая временные характеристики выполнения задач.

3. Описаны методы оптимизации запросов, основанные на изменении их внутренней структуры, т.е. определении последовательности выполняемых операций – выбора оптимального плана выполнения запроса.

4. Основываясь на предложенной модели разложения потока данных,

предложен метод планирования задач, который базируется на учёте корреляции между метаданными и метриками загрузки ресурсов.

Список использованных источников

1. Локтева М.В. Процесс вычисления в системах потоковой передачи данных // Третья Всероссийская научно-практическая конференция школьников и студентов «Решение – 2014» (г. Березники, 17 октября 2014 г.), с. 96.
 2. Локтева М.В., Кравец О.Я., Тебекин Ю.Б. Вычислительные задачи и сложность в системах потоковой передачи данных // Информационные технологии моделирования и управления. - Т. 85. - № 1. - 2014. - С. 087-091.
 3. Локтева М.В. Процесс вычисления в системах потоковой передачи данных // Решение-2014: матер. Третьей Всеросс. НПК школьников и студентов. – Пермь. – 2014. - С. 96-98.
 4. Gibbons P., Tirthapura S. Distributed streams algorithms for sliding windows // Theory of Computing Systems. - № 37. - P.: 457–478, 2004.
 5. Локтева М.В. Основные тенденции развития многоальтернативных систем моделирования и управления // Электротехнические комплексы и системы управления: Научно-технический журнал, Т. 33. № 1. 2014. Воронеж. С. 72-76.
 6. Gibbons P., Tirthapura S. Estimating simple functions on the union of data streams // ACM Symposium on Parallel Algorithms and Architectures. - P.: 281–291, 2001.
 7. Chen Y., Leong H.V., Xu M. In-network data processing for wireless sensor networks // Proceedings of the International Conference on Mobile Data Management. - P.: 26–29, 2006.
 8. Cormode G., Tirthapura S., Xu B. Time-decaying sketches for sensor data aggregation // ACM Symposium on Principles of Distributed Computing, Portland, Oregon, USA. - P.: 215–224, 2007.
 9. Локтева М.В. Модели разложения потока данных на корреляционные элементы // Международна научна школа "Парадигма". Лято-2015. В 8 т. Т.1: Моделиране на системи и процеси: сборник научни статии / под ред. С.Л. Блюмин. – Варна: ЦНИИ «Парадигма», 2015. - С. 84-90.
 10. Aggarwal C.C. On biased reservoir sampling in the presence of stream evolution // Proceedings of the International Conference on Very Large Databases. - 2006. - P.: 607–618.
 11. Alon N., Matias Y., Szegedy M. The space complexity of approximating the frequency moments // Journal of Computer and System Sciences. - 1999. - № 58(1). - P.: 137-147.
 12. Lokteva M.V., Kravets O.Ja. Distribution of information streams in the data exchange systems using a hash function // Modern informatization problems in the technological and telecommunication systems analysis and synthesis: Proc. of the XX-th International Open Science Conference. - Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2015. - P. 308-313.
 13. Considine J., Li F., Kollios G., Byers J. Approximate aggregation techniques for sensor databases // International Conference on Data Engineering. - P.:
-

449–460, 2004.

14. Babcock B., Datar M., Motwani R., O’Callaghan L. Maintaining variance and k-medians over data stream windows // Proceedings of the ACM Symposium on Principles of Database Systems. - P.: 234 – 243, 2003.

Бурлуцкая М.В., Питолин М.В.
МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ
Воронежский государственный технический университет

1. Задачи эффективного распределения вычислительных ресурсов

На сегодняшний день существует несколько типов многопроцессорных вычислительных систем – кластеры, мультимпьютеры, массово-параллельные системы и др.

Кластером называют набор компьютеров, рассматриваемый операционной системой, системным программным обеспечением, программными приложениями и пользователями как единая система. В наше время кластеры получили широкое распространение благодаря высокому уровню готовности при относительно низких затратах. Наиболее часто кластеры используются для проведения различных научных вычислений.

Мультимпьютеры - совокупность отдельных вычислительных модулей, объединенных сетью. Каждый из вычислительных узлов, входящих в состав мультимпьютера управляется собственной операционной системой. Вычислительные узлы мультимпьютера не имеют общих структур, кроме сети, обладают высокой степенью автономности и могут состоять из отдельных компьютеров или даже состоять из различных комбинаций кластеров и других систем.

Массово-параллельные системы – это системы, состоящие из большого числа программных узлов. Узлы обычно состоят из одного или нескольких процессоров, локальной памяти и нескольких устройств ввода/вывода. Чаще всего в каждом узле работает своя копия операционной системы, а объединяются узлы специализированной коммуникационной средой.

Скорость решения больших задач в таких системах, по сравнению с однопроцессорными машинами, возрастает в несколько раз. Это происходит за счет того, что исходная задача рассматривается как совокупность конечного числа подзадач, а каждая из подзадач, в свою очередь, выполняется не на одной машине, а на нескольких. Но далеко не всегда большую задачу можно разбить на схожие подзадачи, т.к. в вычислительной системе не все вычислительные узлы одинаково сконфигурированы. Поэтому, при решении задач на мощных вычислителях возникает проблема правильного распределения ресурсов этих систем – это касается как времени, так и нагрузки на программные узлы и среду передачи данных.

При распределении вычислительных ресурсов возникают две глобальные задачи: задача максимизации эффективности выполнения определенной

задачи и задача максимизации эффективности использования ресурсов вычислительной системы.

В первом случае, конкретному пользователю важно, чтобы его задача завершилась по возможности быстро и использовала при этом максимум вычислительной мощности системы. Эту проблему решают системы профилирования параллельных программ, которые способны выявлять “узкие места” в коде программы и позволяют добиваться максимально возможной эффективности счета при определенных параметрах запуска.

Во втором случае, администратору вычислительной системы и другим пользователям в целях предотвращения неэффективного простаивания вычислительной системы важно сделать так, чтобы пользователь не запрашивал ресурсов машины больше, чем требуется его задаче. Для этого в операционную систему внедряют системы управления очередями заданий, осуществляющие динамическое планирование выполнения заданий в многопроцессорной системе. Назначение таких систем – распределение программных приложений по программным узлам или компьютерам.

В программном обеспечении систем управления ресурсами, важны два компонента – менеджер ресурсов и планировщик. Менеджер отвечает за распределение вычислительных ресурсов, их аутентификацию, создание и миграцию процессов. Планировщик определяет очередность выполнения работ и их назначение на те или иные ресурсы.

К основным функциям систем управления ресурсами относят: поддержание очередей и планирование работ; балансировку нагрузки; миграцию работ и механизм контрольных точек. Системы управления ресурсами, как правило, поддерживают совокупность очередей. Задания пользователя могут распределяться по очередям на основании величины ресурсного запроса.

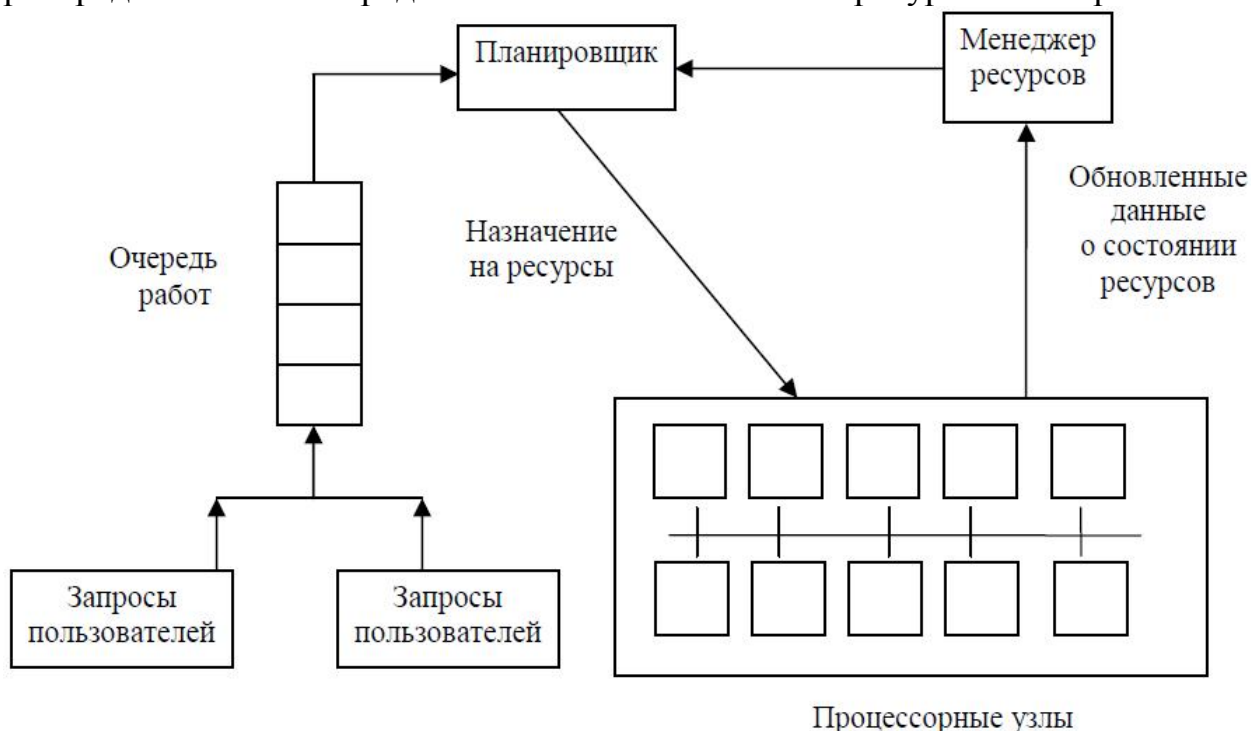


Рис. 1. Структура системы управления ресурсами

Ресурсный запрос оформляется в виде скрипта команды ввода работы. Для постановки своей задачи в очередь на такой вычислительной системе, пользователь должен предоставить информацию о местоположении входных и выходных данных, требуемой конфигурации аппаратной платформы, максимальном времени прогона программы и т.д. Для решения задачи эффективного распределения ресурсов используются различные принципы планирования вычислительных работ, такие как составление графа алгоритма, расписания выполнения программы и распределения ресурсов вычислительной системы. Все системы управления заданиями используют различные алгоритмы планирования для достижения более эффективного распределения ресурсов по программным узлам.

2. Обзор алгоритмов планирования вычислений в многопроцессорных системах

Распределение вычислительной нагрузки (или планирование) в вычислительной системе может быть как статическим, так и динамическим.

Статическое распределение осуществляется до начала выполнения программы. То есть, порядок следования процессов уже известен к моменту компоновки объектных модулей в загрузочные, исполняемые модули. Динамическое распределение формируется в ходе выполнения программы. Существует множество алгоритмов статического распределения ресурсов, однако очень важно уметь распределять ресурсы в динамике работы программы.

Примерами статических алгоритмов распределения ресурсов являются алгоритмы статической балансировки нагрузки и алгоритмы однократного назначения. Алгоритмы статической балансировки позволяют оптимизировать использование вычислительных ресурсов в однородных и неоднородных средах. Основная идея алгоритмов этого типа состоит в равномерной загрузке всех программных узлов, когда каждый из них выполняет свою часть программы примерно за одинаковое время. Наибольший эффект от применения алгоритмов статической балансировки нагрузки достигается в однородных системах.



Рис. 2. Классификация алгоритмов планирования

В алгоритмах однократного назначения выбранный план и назначение работ не изменяются в течение всего времени обработки в пакетном режиме. Эти алгоритмы базируются на требованиях, содержащихся в ресурсном запросе пользователя, а их эффективность зависит от того, насколько сведения пользователя адекватны реальному времени выполнения работы, характеристикам программных узлов и т.п.

К алгоритмам динамического планирования относят адаптивные алгоритмы и алгоритмы динамического назначения. Адаптивные алгоритмы позволяют динамично изменять политику распределения ресурсов в зависимости от текущего состояния вычислительной системы и ее реакции на предшествующие этому состоянию действия планировщика. В основу некоторых адаптивных планировщиков закладывается стохастическая модель обучаемого автомата.

Алгоритмы динамического назначения пытаются улучшить принятые решения, используя промежуточную информацию о ходе выполнения отдельных, более мелких составляющих ранее назначенных работ. Эти алгоритмы можно назвать также и адаптивными. Следствием их применения может быть миграция процессов с одних узлов на другие. В настоящее время для планирования вычислений в масштабируемых системах активно используются такие алгоритмы, как миграция процессов и работ, совместное, связанное планирование (*gang-scheduling*) и так называемый бэкфилинг (*backfilling*), или заполнение. В связанном планировании процессы, относящиеся к одному приложению, распределяются по программным узлам совместно. Иными словами, они выполняются параллельно или разделяют во времени на одно и то же подмножество программных узлов. Этот тип планирования поддерживается не только системами управления ресурсами, но и некоторыми операционными системами.

Идею алгоритма заполнения коротко можно описать так: для того, чтобы вычислительная система не простаивала, для запуска может быть выбрана и не первоочередная задача, если она не блокирует выполнение задачи, стоящей в начале очереди, и при этом имеется достаточное количество ресурсов для ее выполнения.

3. Анализ систем управления заданиями

Основная функция систем управления заданиями в многопроцессорных системах это планирование вычислений, что включает:

- $\frac{3}{4}$ постановку задач в очередь,
- $\frac{3}{4}$ построение расписания выполнения задач,
- $\frac{3}{4}$ мониторинг состояния очереди,
- $\frac{3}{4}$ управление ресурсами вычислителя,
- $\frac{3}{4}$ учет и документирование использования ресурсов.

Наиболее распространенные системы планирования заданий: LoadLeveler [1], Condor [2], OpenPBS [3], SunGridEngine (SGE) [4]. Ниже описана сравнительная оценка работы систем (зависимость от платформы, на которой работает система; используемые алгоритмы планирования).

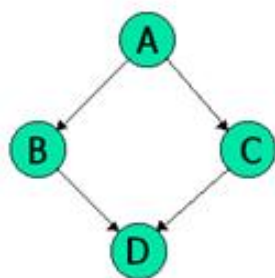
IBM LoadLeveler – система управления заданиями, позволяющая эффек-

тивно распределять задания в многопроцессорной системе. Это достигается путем анализа и сопоставления ресурсов, требующихся для счета задачи, и доступных ресурсов системы. LoadLeveler строит расписание выполнения задач, обеспечивает быстрое и эффективное выполнение компоновки модулей, постановку задачи в очередь и расчет задачи в динамике работы вычислительной системы. LoadLeveler поддерживает работу на гетерогенных кластерах, выделенных узлах, а также RISC System/6000 и Scalable POWER parallel System (SP). Главное требование – наличие операционной системы AIX. Система поддерживает несколько алгоритмов планирования, – один из них, Gang-Scheduling, предполагает возможность прерывания выполнения задачи для того, чтобы другая задача (с более высоким приоритетом) могла начать счет. После окончания работы более приоритетной задачи счет приостановленной задачи возобновляется. Прерывания могут быть инициированы как пользователем, так и системой.

OpenPBS (Portable Batch System) – гибкая система планирования заданий. Была разработана для NASA в начале 90 годов. Система основана на NQS (Network Queuing System). Целью работы было объявлено увеличение эффективности использования программных узлов. Система может работать на различных аппаратных платформах, поддерживающих Unix-подобные операционные системы. OpenPBS включает несколько алгоритмов планирования вычислений, например, циклический (Round-robin), прямой алгоритм FIFO, очередь, поддерживающая приоритеты задач. Возможна классификация задач. Кроме того, при работе можно использовать задачи, которые будут балансировать загрузку программных узлов. При установке системы администратор может выбрать и настроить должным образом тот алгоритм, который, по его мнению, наиболее подходит данному вычислителю.

Sun Grid Engine (SGE) – система планирования очередей в GRID-системах. В силу специфики GRID-систем SGE поддерживает систему из нескольких очередей. В данном контексте очередь следует понимать как хранилище для задач, обладающих сходными свойствами (требованиями), которые могут выполняться одновременно на определенном вычислителе. Свойства, или требования, определяются при отправке пользователем задачи на вычислитель: в качестве параметров запуска указываются ограничения на необходимые ресурсы для выполнения задания. Система анализирует эти требования и отправляет “вновь прибывшую” задачу в подходящую очередь на наименее загруженный вычислитель. Разработчики системы гарантируют, что такое распределение будет самым оптимальным. В рамках конкретного вычислителя допускается одновременное выполнение нескольких задач. В первую очередь на счет отправляются задачи, имеющие наибольший приоритет или дольше всех ждущие в очереди начала своего выполнения.

Condor - система планирования вычислений, базирующаяся на алгоритме планирования DAGman (Directed Acyclic Graph Manager). Этот алгоритм отправляет задачи на счет согласно направленному ациклическому графу (DAG). Пример такого графа представлен на рис.3.



```

Job A A.condor
Job B B.condor
Job C C.condor
Job D D.condor
Parent A child B C
Parent B C child D
#Nodes B and C are run in
parallel

```

Рис. 3. Пример графа DAG

Очереди задач, формируемые Condor, - не прямые очереди FIFO. Всем задачам присваиваются приоритеты для определения порядка начала их выполнения. Могут использоваться прерывания выполняемой задачи для выполнения более приоритетного задания, причем обычно считаются не абсолютные значения приоритетов, а относительные (по отношению к другим задачам). Кроме того, системой Condor не допускается “зависание” задач.

4. Обзор систем мониторинга и визуализации состояния вычислительных систем

Средства визуализации являются органичной частью многих современных программных систем управления кластерами. В данной работе рассматриваются системы визуализации, которые можно использовать для отображения состояния вычислительных кластеров под управлением ОС Linux/Unix: Ganglia [5] и Big Brother [6].

Анализ систем мониторинга производился с учетом следующих параметров:

- $\frac{3}{4}$ каким образом собираются данные и как производится их анализ,
- $\frac{3}{4}$ какие есть требования к архитектуре вычислителя со стороны рассматриваемой системы,
- $\frac{3}{4}$ наличие web-интерфейса,
- $\frac{3}{4}$ условия распространения.

Система визуализации должна решать несколько задач, которые могут выполняться параллельно (квазипараллельно) либо полностью (относительно) независимо:

- $\frac{3}{4}$ сбор информации о системе, ее преобразование в подходящий формат и визуализация; стандартной возможностью является представление информации в виде Web-страниц;
- $\frac{3}{4}$ уведомление о критических событиях в системе (отправка сообщений по указанным адресам электронной почты, на мобильный телефон и т.д.);
- $\frac{3}{4}$ поддержку архива, а также возможность просмотра прошлых состояний кластера (например, за час, день, месяц, год или более).

Системы визуализации имеют некоторый стартовый набор параметров, значения которых регулярно регистрируются, например, процент использо-

вания отдельных программных узлов, дата загрузки ОС, и т. п. Каждый такой наблюдаемый параметр именуется метрикой. Всякая метрика имеет свой временной интервал опроса - интервал получения значения параметра. Время между реальным изменением отслеживаемого параметра и отображением на экране администратора зависит от конкретной системы; на практике интервал опроса составляет от нескольких секунд до нескольких минут. Большинство систем визуализации дают значения параметров, которые усреднены по временному интервалу. Некоторые системы визуализации можно дополнять своими программами, поставляющими информацию, специфичную для конкретной конфигурации вычислительной установки.

Технически система визуализации представляет собой множество клиентов и серверов, причем чаще всего сервер один, а число клиентов равно или кратно числу машин в кластере. Клиентская часть обычно состоит из главной программы, которая запускает (или использует) несколько программ-сенсоров и посылает собранные данные серверу. Серверная часть системы, содержащая необходимые модули расширения и CGI-программы для организации диалога с пользователем, формирует Web-страницы о состоянии кластера.

Ganglia – свободно распространяемая распределенная система мониторинга высокопроизводительных компьютерных систем, таких как кластеры и Grid. Ganglia имеет клиент-серверную архитектуру. Основа клиентской части свободно распространяемой программы сбора информации в Ganglia - демон Ganglia MONitoring Daemon (gmond). Демон выполняет несколько задач:

- ¾ наблюдает за изменениями параметров;
- ¾ передает все значимые изменения состояния в канал групповой рассылки;
- ¾ "слушает" канал групповой рассылки и вносит в свою таблицу все изменения состояния других машин (на каждой машине системы хранится таблица с состоянием всей системы);
- ¾ отвечает на запросы о состоянии кластера в формате XML.

Групповая передача позволяет одиночному демону gmond посылать данные о состоянии машины всем остальным демонам кластера. По умолчанию демон запускается в виде двух потоков, один из которых «слушает» канал групповой рассылки, а другой записывает данные в хешированную таблицу в основной памяти, которая занимает там относительно немного места. Например, если на кластере, состоящем из 1024 машин, используется 25 метрик, то потребуется лишь около 144 Кбайт памяти.

Каждый демон gmond передает информацию в двух различных направлениях: в канал групповой рассылки в формате external data representation (XDR) или в формате XML через TCP-соединение. Демон передает только изменения значений метрик и делает это, когда значение метрики либо превышает определенный порог, либо не передавалось в течение заранее определенного временного интервала (интервал опроса). Это позволяет Ganglia значительно (в разы) снизить объемы передаваемых метрик, что в свою оче-

редь снижает загрузку канала групповой рассылки.

Для нормальной работы Ganglia все необходимые компоненты должны быть установлены на той машине, на которой планируется запустить Web-сервер, воспринимающий информацию из канала групповой рассылки и формирующий соответствующие графические образы на Web-странице.

Состояние кластера представлено в виде Web-страницы, составленной из отдельных графических элементов, каждый из которых содержит указатель URL на страницу состояния отдельного хоста. Порядок размещения графических элементов может быть упорядочен в соответствии со значениями одной из метрик (в порядке уменьшения или увеличения). Система позволяет увидеть как текущее состояние, так и «историю»: час, день, месяц, год назад. Имеется возможность упорядочивания машин кластера на картинке по заданной метрике.

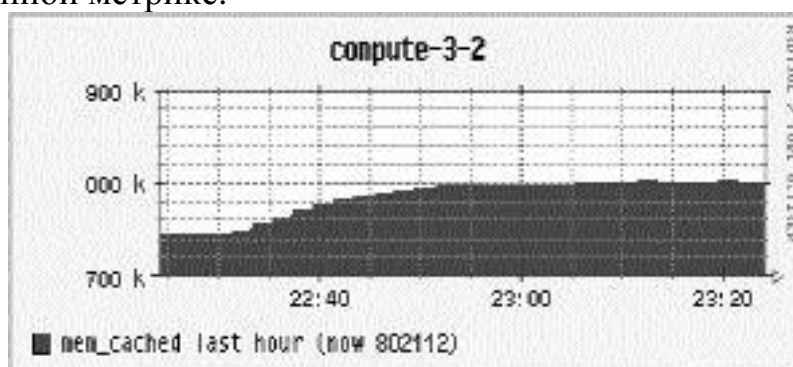


Рис. 4. Пример графических элементов для одного узла кластера

Big Brother не является свободно распространяемой системой, но при условии некоммерческого использования ее можно получить бесплатно.

Информация о кластере представляется в виде Web-таблиц, колонки которых имеют имена различных сервисов и ресурсов: программный узел, диск, nntp, ftp, dns, http, msgs, и др., иными словами имена метрик, которые можно добавлять при помощи сенсоров. Строки таблицы представляют собой имена машин кластера. В каждой ячейке таблицы отображается кружок (или квадратик) определенного цвета, соответствующий состоянию метрики. Красный показывает, что значение метрики вышло за пределы допустимого; желтый - на границе допустимого; черный - недоступно для системы отображения состояния; зеленый означает, что все в норме; сиреневый - не поступало сведений о значении данной метрики в течение интервала опроса (по умолчанию - 30 секунд). При выборе курсором мыши любой из цветных фигур в таблице можно получить страницу с более полной информацией о данном элементе компьютерной системы. В Big Brother имеется хорошо проработанная возможность конфигурирования автоматической отправки сообщения о выходе метрик за пределы допустимого. Сообщение может быть послано по электронной почте, на пейджер или на мобильный телефон (в виде SMS).

На каждом компьютере кластера устанавливается и запускается клиентская программа, которая регулярно (например, как задание cron) передает информацию на сервер, собирающий поступающую информацию в соответ-

ствии с таблицей клиентских хостов.

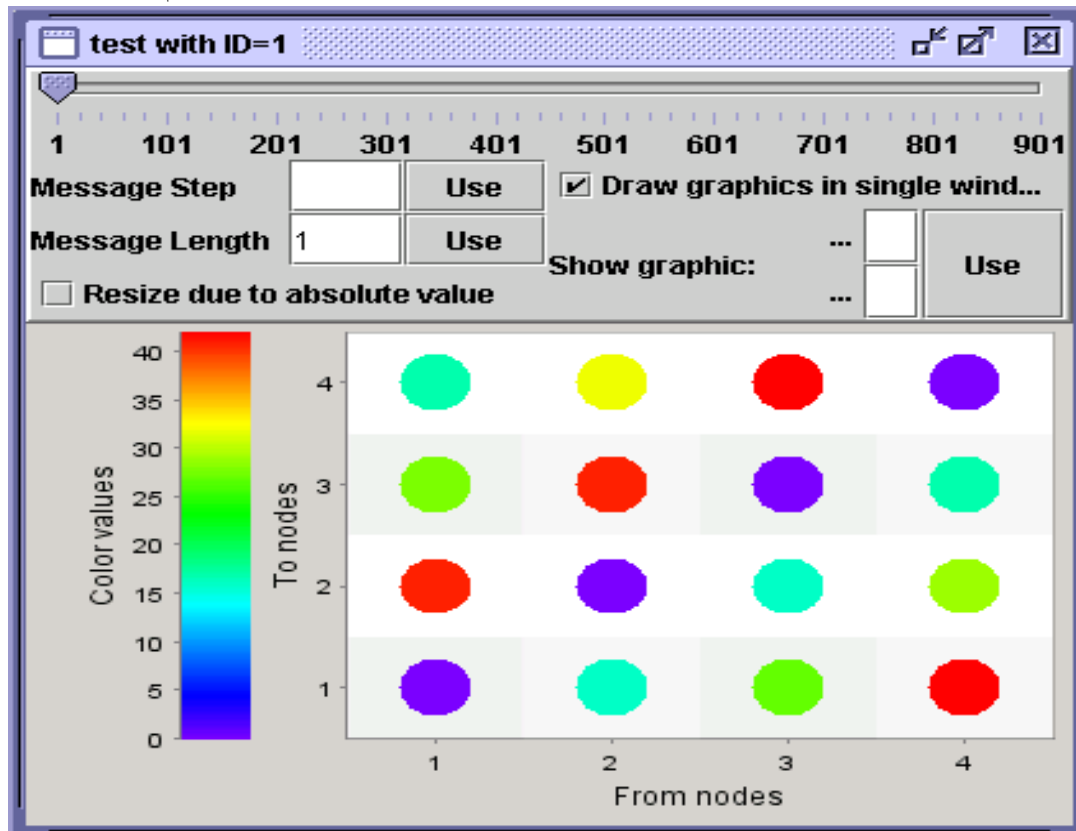


Рис. 5. Пример страницы состояния сети

На основе поступившей информации Big Brother формирует группу Web-страниц, которые могут быть сделаны доступными для обозрения посредством подходящего HTTP-сервера. Эти страницы просматриваются практически любым браузером. Важной особенностью является возможность объединять хосты в группы, которые будут отображаться на отдельной Web-странице (директивы group и group-compress). Кроме того, существует возможность просмотра архива состояний кластера и его компонентов за день, месяц или год. Все компоненты Big Brother должны запускаться автоматически после загрузки операционной системы на любом компьютере кластера. В системе предусмотрено автоматическое обновление визуализируемых параметров посредством использования параметров HTML - языка описания страницы.

5. Методы реализации повышения производительности системы и выбора тестовых показателей

Понятие коррелированной агрегации в контексте OLAP-систем появляется в работе [7], предложена коррелируемая агрегация потоков в [8]. Локальные данные равномерно удалены от сервера, здесь порог t является либо экстремумом (min, max) либо средним значением всех полученных элементов (v_i 's). Для урегулирования настроек скользящего окна его делят на интервалы фиксированной длины и делают аналогичные предположения относительно каждого временного интервала. Впоследствии, Ananthakrishna и др. [6] представили аннотацию об оценке коррелированной суммы с совокупными ошибочными гарантиями. Проблема отслеживания базировалась на основе

скользящего окна, эта относительная погрешность исчезает при использовании небольшого размера пространства, только тогда могут быть получены совокупные гарантии реализации метода.

В работе [9] предложена концепция асинхронных потоков. Они разработали вероятностный алгоритм, чтобы уменьшить сумму и медиану по скользящим окнам. В [10] разработан детерминированный алгоритм для суммы. В [11, 12] выведены алгоритмы на основе общего времени распада агрегатов по асинхронным потокам. В результате относительные оценки погрешности следуют из работ [9-12]. Но эти методы не распространяются на точную оценку DCS или DCC.

В [13] представлена техника, основанную на разложении потока по секциям, названную экспоненциальными гистограммами для скользящих окон по синхронным потокам. В [14] улучшили производительность с использованием структуры данных метода «Волна» [15]. Формализованное разложение данных по времени распада обусловило применение скользящих окон. Все эти работы рассматривают проблему времени распада данных, но не рассматривают проблемы коррелированного вычисления при объединении потоков.

6. Практическое разложение модели потоковых систем

Создание надежных систем для управления информационными данными является сложной задачей, запросы, как правило, непрерывны, а это означает, что выходной сигнал запроса сам определяет поток. Системы должны справляться с проблемами качества: нет никакой гарантии, что экземпляры данных будут представлены в порядке по их временной метке, поэтому для предотвращения блокировки запросов используют такие методы как: «Пунктуация» [16] и «Сердцебиение» [17]. Имеется ряд систем общего назначения, такие как Stream [18-22], специализированных для конкретных областей применения (сетевых или финансовых).

Несколько важных свойств разложения данных:

$\frac{3}{4}$ Экспоненциальное затухание одинаково в обеих моделях прямого и обратного распада. Прямой экспоненциальный спад характерен более легкими вычислениями модели распада потока; он также позволяет разработать простые, эффективные алгоритмы для выборки элементов, которые улучшают работоспособность техники.

$\frac{3}{4}$ Для большого класса функций одночлены определяют период затухания распада, так вес элемента является функцией определения его временных рамок: в какой временной интервал он попадет между заданным и текущим временем.

$\frac{3}{4}$ Период распада конкретизирует модели скользящих окон. Подробный анализ показывает, через какое время распад на агрегаты может быть осуществлен с помощью существующих методов, количество кортежей в потоках данных. Как следствие, коэффициент и масштабируемые алгоритмы работают в том же пространстве и временных границах, что и еще не распавшиеся на элементы потоки. Реализация системы пройдет в пределах системы GS, а так же сравнением общих методов при обратном распаде.

Большое внимание в [23] было сосредоточено на предоставлении ответов на агрегатные запросы, тем не менее, в рамках существующих производственных систем, поддержка времени распада весьма ограничена. AT&T система обрабатывает широкое разнообразие запросов, и генерирует в SQL-подобный язык, а так же имеет множество расширений: поддержка пользователей, определение оператора (UDOPs) и пользователя, агрегатных функций (UDAFs), которые произвольно воспринимают код C/C++. В данной системе ответы на запросы по скользящим окнам требуют буферизации большого количества кортежей. Необходимо улучшать ресурсы сети, они должны составлять несколько мегабайт пространства для каждой группы и затрачивать лишь миллисекунды для отслеживания сложных целостных агрегатов на кортеж. Но такие приложения обычно могут позволить себе лишь несколько килобайт пространства для каждой группы запросов и микросекунды на обновление.

Передовые решения при прямом распаде практичны для использования в скоростных системах, никакие расширения на язык запросов или изменения системы не требуются.

Список использованных источников

1. <http://www-03.ibm.com/systems/power/software/loadleveler/>.
 2. <http://www.osp.ru/os/2000/07-08/178077/>.
 3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Portable_Batch_System.
 4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Sun_Grid_Engine.
 5. <http://ganglia.sourceforge.net>.
 6. <http://bb4.net>.
 7. Дудин А.Н., Клименок В.И. Системы массового обслуживания с коррелированными потоками. - Мн.: Изд-во Белорус, ун-та, 2000.
 8. Локтева М.В. Модели разложения потока данных на корреляционные элементы// Международна научна школа "Парадигма". Лято-2015. В 8 т. Т.1: Моделиране на системи и процеси: сборник научни статии / под ред. С.Л. Блюмин. – Варна: ЦНИИ «Парадигма», 2015. - С. 84-90.
 9. Arasu A., Manku G. Approximate counts and quantiles over sliding windows // ACM Symposium on Principles of Database Systems. - 2004. - P.: 286–296.
 10. Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи. М.: Эко-Трендз, 2003. - 288 с.
 11. Локтева М.В. Процесс вычисления в системах потоковой передачи данных // Третья Всероссийская научно-практическая конференция школьников и студентов «Решение – 2014» (г. Березники, 17 октября 2014 г.), с. 96.
 12. Коноплева И.А., Титоренко Г.А., Одинцов Б.Е., Брага В.В. Информационные системы и технологии управления. Учебное пособие: – Москва. - 2011. - 591 с.
 13. Локтева М.В., Кравец О.Я., Нгуен Тхоай Ань, Тхай Фьонг Чук, Чудинова К.В. Система мониторинга и управления состоянием распределенной информационной системы. - Свидетельство о государственной регистрации
-

программы для ЭВМ № 2015660858 от 12.10.2015. - М.: Роспатент, 2015.

14. Локтева М.В., Кравец О.Я. Процесс вычисления в системах потоковой передачи данных, использующий метод адаптивной выборки элементов // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: сб. науч. тр. XII-ой Междунар. НПК (19-20 марта 2015 года); в 4-х т., Т. 2, Курск, 2015. - С. 369-373.

15. Изиков В.Т. Организация и проектирование функционально ориентированных процессоров, управляемых потоком данных // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. - 2009. - № 2. - С. 58-67.

16. Akyildiz I., Sankarasubramaniam Y.Su., Cayirci E. A survey on sensor networks // IEEE Communications Magazine. - 2002. - № 40(8). - P.: 102–114.

17. Павлова М.М., Абилов А.В. Математическая модель передачи потоковых данных прикладного уровня по беспроводным каналам связи // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. - 2013. - Т. 7. - № 11. - С. 142-146.

18. Aggarwal C.C. On biased reservoir sampling in the presence of stream evolution // Proceedings of the International Conference on Very Large Databases. - 2006. - P. 607–618.

19. Шерешевский Л.А., Сидоров А.А. Методика контроля точности и достоверности расчетных данных в распределенных системах мониторинга и автоматизированного управления //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2002. - Т. 4. - № 1. - С. 169-177.

20. Гофф М.К. Сетевые распределенные вычисления: достижения и проблемы. М.:КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005. - 320 с.

21. Локтева М.В., Кравец О.Я., Нгуен Сон Лам, Хоанг Жанг, Ачкасов А.В. Система управления электронной очередью заданий на обслуживание. - Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015660855 от 12.10.2015. - М.: Роспатент, 2015.

22. Ananthakrishna R., Das A., Gehrke J., Korn F., Muthukrishnan S. Efficient approximation of correlated sums on data streams // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. - 2003. - № 15(3). - P.: 569–572.

23. Локтева М.В., Кравец О.Я., Тебекин Ю.Б. Вычислительные задачи и сложность в системах потоковой передачи данных // Информационные технологии моделирования и управления. - Т. 85. - № 1. - 2014. - С. 87-91.

Чунихина Е.А.

**АРХИТЕКТУРА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗ ДАННЫХ,
ИМПЛЕМЕНТИРОВАННЫХ В ОБЛАЧНЫЕ СИСТЕМЫ
Воронежский государственный технический университет**

1. Введение

Облачные вычисления [1-3] играют важную роль в современную информационную эпоху, поскольку объем данных, обрабатываемых в облаке, должен резко увеличиваться из-за ежедневных транзакций [1, 2, 3], поэтому

сохранение и поддержание согласованности и безопасности данных являются одним из важнейших факторов. Таким образом, нам потребовалась мощная система управления базами данных [4, 5, 8, 9], которая работает на облачной платформе [6, 7, 11], чтобы легко поддерживать очень большой набор данных. Нам требуется динамическая система управления базами данных [12, 13, 17, 19], которая работает одновременно во время ввода данных в базу данных [14], а также сохраняет согласованность данных. Но существует также множество моделей баз данных, которые необходимо внедрить, чтобы легко поддерживать согласованность, безопасность или конфиденциальность этих данных, однако традиционная методология с трудом вписывается в современную эпоху постоянно растущих облачных вычислений [15, 16, 18]. Существует также множество механизмов и моделей, которые должны быть предложены для поддержания согласованности, но характер и размер данных должны быть значительно увеличены, а размер данных очень велик. Есть более совершенные механизмы, такие как распределенная модель [19] для систем баз данных [20, 21], которая работает на облачной платформе [22], но огромный набор данных замедляет процесс извлечения данных, и для обработки данных и извлечения с огромной скоростью требуется много вычислительного времени. Поскольку модели распределенных [23-25] систем баз данных [26] основаны на природе и механизмах разделения, поскольку данные, принадлежащие одним и тем же лицам, должны храниться в разных базах данных или выполнять разделение данных, поэтому, если нам потребуется вся информация, относящаяся к этому лицу, может иметься выбирается из нескольких кластеров баз данных, поскольку информация должна храниться распределенно [27, 28]. Таким образом, задержка ответа становится серьезным препятствием для систем баз данных этой категории [31], которые работают в распределенной среде [29, 30].

Предложена новая модель для систем баз данных [31], которая в целом предназначена для облачной инфраструктуры, например, она также имеет распределенный характер [32, 33], но здесь значение и существование слова "распределение" различны, например, здесь все данные, которые связаны с эти данные хранятся в одном кластере базы данных, а данные, принадлежащие одному и тому же лицу, могут храниться в разных кластерах базы данных. Но здесь возникает один главный вопрос: а как же фактор безопасности? Что является одним из наиболее важных факторов, поскольку система распределенных баз данных [34, 35] также надежно работает с механизмами безопасности, такими как хранение схожих персональных данных в разных местах или, как правило, в разных кластерах баз данных, поэтому, если одна система баз данных должна быть заражена вирусом или любым другим вредоносным ПО, данные, хранящиеся в ней, могут быть удалены. может быть, это вред, который находится в этой базе данных, но другие системы баз данных [36] работают должным образом, и некоторые данные, принадлежащие этому человеку, хранятся в нескольких других кластерах баз данных, но эта функция также повышает безопасность, но эти механизмы также становятся очень медленными, когда мы извлекаем все данные любого человека, кото-

рые физически и логически распределены по различным системам баз данных [31]. Таким образом, для решения этой проблемы мы также предложили новые механизмы обеспечения безопасности баз данных [26, 28, 29], такие как перемещение данных между несколькими базами данных, например, местоположение данных должно изменяться в зависимости от времени, например, в этой новой методологии вся информация, относящаяся к любому лицу, не является физически или логически распределенными между несколькими системами баз данных [30]. Это хранится в одних базах данных или, как правило, называется, что вся информация должна храниться в одной базе данных любого человека, поэтому эта информация должна быть перемещена или, как правило, называется, информация из каких-либо баз данных должна быть перенесена в какие-то другие базы данных или, как правило, называется, обмен данными между различными базами данных. Таким образом, эта функция также повышает безопасность, например, местоположение элементов данных должно изменяться в зависимости от времени, чтобы хакеры или злоумышленники могли увидеть, что фактическое местоположение данных не подлежит фиксации, оно может изменяться в зависимости от времени, и это является основной ключевой особенностью этого метода и может привести к потере данных. процесс извлечения данных также становится быстрым, поскольку в базе данных не применяются некоторые механизмы распределенной базы данных, таким образом, это основная ключевая особенность этого метода, и эта модель также имеет возможность запускать эту систему баз данных [31] в соответствии с традиционными методами, такими как данные, принадлежащие любым лицам, физически и логически распределяются между несколькими различными базами данных [32]. Модель взаимодействия между различными облаками подробно описана в следующем разделе этой исследовательской работы.

2. Методология создания облачной системы управления распределенными базами данных

Подробное представление архитектуры этих облачных систем с распределенными базами данных приведено на рис. 1.

Как правило, изначально у нас есть большое веб-пространство или область хранения данных, которая называется Родительским облаком, и распределение этого большого веб-пространства на несколько отдельных небольших блоков памяти является одной из основных задач для любой распределенной системы управления базами данных, и мы разделили это более крупное родительское облачное хранилище данных на несколько других небольших интегрированных хранилищ, как показано на рис. 1, родительское облако разделено на несколько небольших облаков, таких как OA1, OB1,....., ON и, далее, эти облака должны быть разделены на несколько различных баз данных, и эти базы данных имеют переменную длину, размер этих баз данных, которые можно было бы использовать при разделении любого облака, не должен быть фиксированным, они имеют переменную длину.

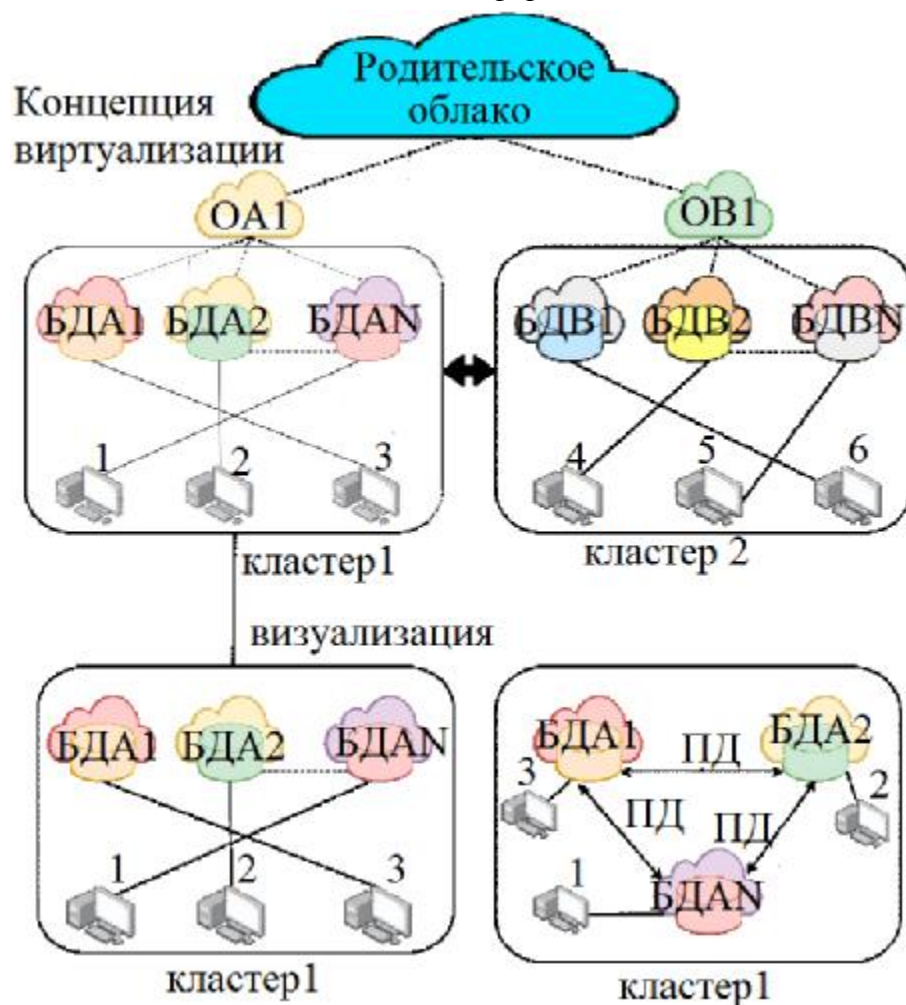


Рис. 1. Облачные системы распределенных баз данных: ОА1 - облако А1; ОВ1 - облако В1; ПД - перемещение данных

Поскольку на рис. 1 показано, что ОА1 должно быть разделено на некоторое количество баз данных N в соответствии с требованиями пользователя, мы разделили ОА1 на несколько отдельных блоков пространства хранения переменной длины, или, другими словами, мы можем сказать, что мы зарезервировали пространство хранения ОА1 для нескольких отдельных баз данных, таких как БДА1, БДА2, ..., БДАН и эти базы данных должны отвечать за хранение различных огромных наборов данных, которые поступают от разных узлов кластера или клиентов. Как показано на диаграмме, узел 1 хранит свои операционные или транзакционные данные в БДАН, а узел 2 хранит свои нужные данные в БДА2, и аналогично узел 3 хранит свои нужные данные в БДА1. Аналогичным образом эти механизмы применяются в различных субоблачных системах и используют концепцию виртуализации облака.

В распределенной системе управления базами данных или любой другой системе управления базами данных безопасность является одним из наиболее важных вопросов, связанных с конфиденциальностью данных, их целостностью и неразглашением конфиденциальных данных.

Очень важно сохранить все три вида механизмов безопасности, а именно конфиденциальность, целостность и доступность или аутентичность.

Но часто приходится видеть, что безопасность распределенной системы

управления базами данных также становится очень строгой, потому что записи об одном и том же человеке не только хранятся только в одном месте или обычно называются базой данных, но и хранятся в нескольких базах данных в частичном порядке, другими словами, мы можем сказать, что записи об одном и том же человеке хранятся в одном и том же месте. различные базы данных, поэтому, если какая-либо система баз данных должна быть заражена какими-либо вирусами или вредоносными программами и нанести ущерб записям данных этой соответствующей системы баз данных, то некоторые данные, относящиеся к этому человеку, также должны быть сохранены в любой другой базе данных, потому что в сегодняшнюю аномально растущую информационную эпоху невозможно создать резервную копию огромных массивов данных, поскольку у нас ограниченное пространство для хранения, а в ходе ежедневных транзакций необходимо собирать огромный массив данных.

Таким образом, резервное копирование невозможно, поэтому мы используем концепцию распределенных систем управления базами данных, согласно которой, если какие-то данные были потеряны по каким-либо другим причинам, то некоторые данные также необходимо сохранить. Но эта тенденция также приводит к некоторым накладным расходам на выборку, потому что если у нас есть огромный набор данных, то для извлечения записей о любом человеке требуется много времени, потому что нужные данные, относящиеся к этому человеку, не должны размещаться в одном конкретном месте, они физически распределены по всему миру. многие другие системы баз данных, и это является основной причиной того, что оптимизатор запросов или механизм обработки запросов становятся медленными для выполнения любой желаемой задачи, и эти механизмы распределенных баз данных становятся медленными, но здесь, в этой статье, мы применили или улучшили тенденцию механизмов распределенных систем баз данных, здесь мы не размещаем данные, относящиеся к одному и тому же человеку, среди множества других баз данных. Мы сохранили данные об одном и том же человеке в одной базе данных или, как правило, другими словами, мы можем сказать, что мы сохранили всю необходимую или желательную информацию об этом человеке только в одной базе данных, а затем мы переместили всю эту информацию из одной базы данных в другую, при этом вся перемещенная информация, относящаяся к этому человеку, должна быть перенесена из другой базы данных. из одной базы данных в другую или, как правило, называется обменом целыми желаемыми данными из одной базы данных в другую.

Таким образом, распознавание любой базы данных, соответствующей некоторым компьютерам, на самом деле является очень сложной задачей для пользователя, поскольку расположение данных должно быть изменено в каждом конкретном случае, и все эти задачи должны выполняться в произвольном количестве времени, поэтому эта функция делает архитектуру системы распределенных баз данных более удобной и совершенной.

И все эти механизмы основаны на принципах виртуализации, поскольку в любом географическом месте пользователь может получить доступ к своим

соответствующим элементам данных.

А для киберпреступников или злоумышленников распознавание реальной системы в любой конкретный момент времени также становится очень сложной задачей, поскольку географическое расположение элементов данных должно изменяться в любой конкретный момент времени.

Подробное схематическое представление взаимосвязи облачных систем распределенных баз данных приведено на рис. 2.

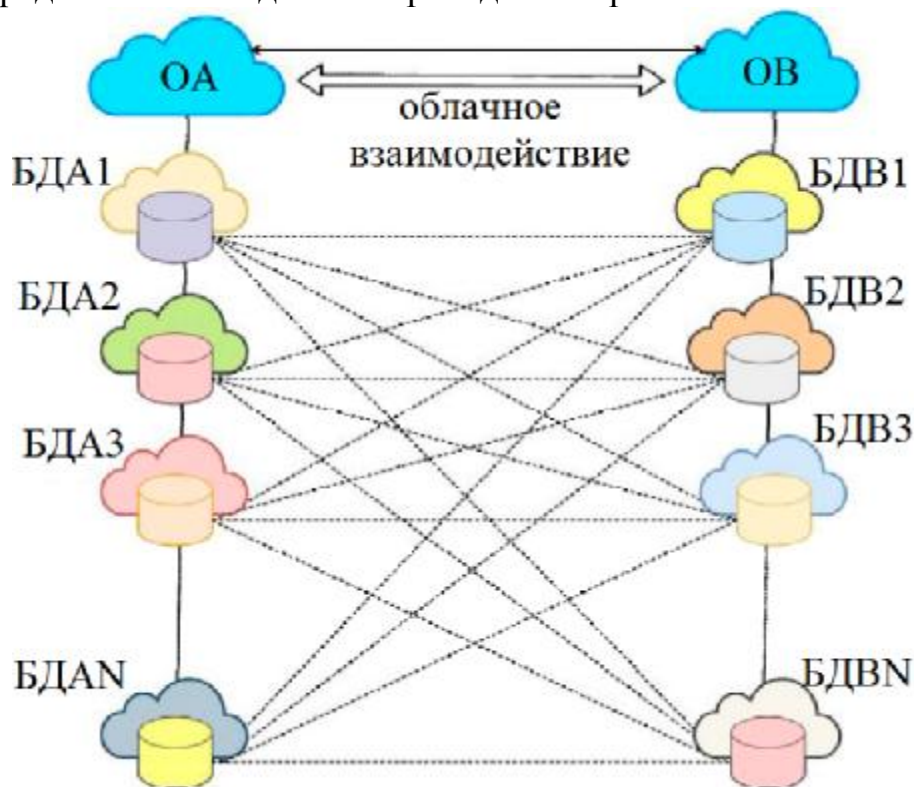


Рис. 2. Подключение распределенной базы данных на основе облака: OA - облако A; OB - облако B

На этом схематическом изображении мы представляем, как одно облако соединяется с другими облаками. Поскольку эти облака являются общей областью хранения, поэтому одно облако должно иметь доступ к какому-то другому облаку или, как правило, другими словами, мы можем сказать, что все базы данных, которые связаны с одним облаком, также взаимодействуют с каким-то другим, все базы данных, которые связаны с разными облаками. В этом схематичном представлении БДА1, БДА2, БДА3, ..., БДАН принадлежат OA, а БДВ1, БДВ2, БДВ3, ..., БДВN связаны с OB, и организован доступ БДА1 ко всем базам данных OB и аналогично организован доступ БДВ1 ко всем базам данных OA, и эти типы взаимосвязей должны быть выполнены со всеми базами данных. Таким образом, в этих облачных базах данных также используется концепция СУБД (системы управления реляционными базами данных). Все базы данных должны храниться в виде строк и столбцов. Теперь, используя эту архитектуру, мы также применяем механизмы распределенного хранения данных, которые обычно используются в некоторых ранее распределенных системах баз данных, например, данные, принадлежащие одному и тому же лицу, должны храниться в разных базах данных. На рис. 2

показана традиционная архитектура распределенной системы управления базами данных, использующая эту недавно модель. Таким образом, представлена гибридная модель облачной системы управления распределенными базами данных, поскольку она также обладает возможностями для работы с данными аналогичного типа, надежными механизмами, которые использовали некоторые ранее разработанные системы управления распределенными базами данных, например, данные, принадлежащие одному и тому же лицу, должны храниться в разных местах или базах данных, а также иметь возможность чтобы сохранить данные о похожих персонах в одной базе данных, а затем переместить все элементы данных, которые принадлежат этой базе данных, в какую-то другую базу данных. Механизмы этой облачной системы управления распределенными базами данных представлены на рис. 3.

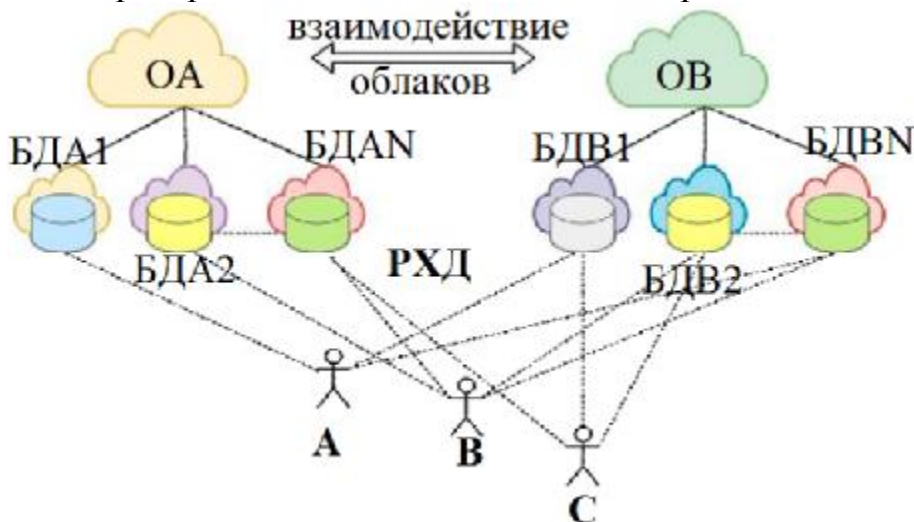


Рис. 3. Традиционный подход к распределенным базам данных с использованием облачной системы распределенных баз данных: РХД - распределенное хранилище данных

В этом схематичном представлении показано, как данные о похожем человеке хранятся в различных базах данных, которые также находятся в похожем облаке или в другом облаке. Поскольку диаграмма показывает, что обычно мы берем трех пользователей, таких как Пользователь А, Пользователь В, Пользователь С, половина данных или некоторые записи должны храниться в облаке А, БДА1, а некоторые записи должны храниться в облаке В, БДВ1 и БДВN, здесь две базы данных существовали в аналогичном облаке, которые есть БДВ1 и БДВN соответственно, аналогично у пользователя В некоторые записи должны храниться в ОА, БДА2 и БДВN, а некоторые данные должны храниться в ОВ, БДВ2 и БДВN. Здесь в облаке А две базы данных, которые есть БДА2 и БДАН, а также существуют две базы данных в облаке В, которые есть БДВ2 и БДВN соответственно. Аналогично для пользователя С некоторые данные должны храниться в базе данных БДВN облака А, а некоторые данные должны храниться в облаке В - БДВ1 и БДВ2 соответственно. Здесь в облаке А существует одна база данных БДАН и две базы данных в облаке В - БДВ1 и БДВ2.

3. Сверхбольшие данные

В облачной модели систем с распределенными базами данных предусмотрена возможность управления очень большими наборами данных, которые имеют огромный размер, например, 1050 PBs (петабайт) и 1080 YBs (йоттабайт), а также возможность извлечения данных с огромной скоростью, поскольку при традиционном подходе к моделям систем с распределенными базами данных данные, принадлежащие похожим лицам, могут быть разными. Данные должны храниться в разных местах, что также повышает безопасность и конфиденциальность данных, но во время операций по сбору данных системы будут работать очень медленно, поскольку данные об одних и тех же лицах должны храниться в нескольких базах данных, но здесь, в этой облачной системе распределенных баз данных, мы также учитываем соображения безопасности данных и конфиденциальности, а также ускоряем возможность получения данных, поскольку в этой новой облачной системе распределенных баз данных моделируются данные, которые принадлежность к аналогичным лицам может находиться только в одной базе данных, она физически или логически не распределена между несколькими базами данных, таким образом, эта функция расширяет возможности извлечения данных, но в данном случае местоположение конкретных данных, которые хранятся в определенных базах данных, не должно быть фиксированным, поскольку данные должны быть перемещены из одной базы данных в другую, так что это также сохраняет некоторые проблемы конфиденциальности данных. Поскольку в современном информационном веке объем и структура данных должны резко увеличиваться в результате ежедневных транзакций, очень важно управлять этими огромными массивами данных надлежащим образом, чтобы они были непротиворечивыми, а также сохраняли целостность данных. Потому что облако предоставляет очень удобную и открытую среду для хранения больших кластеров данных. Для обработки данных, относящихся к корпоративному уровню, используется облачная платформа для хранения и сохранности данных, которые поступают в результате ежедневных транзакций. Облако предоставляет утилиту, позволяющую данным не зависеть от конкретных устройств или, как правило, называемую "не зависеть от устройства", поэтому любые устройства получают доступ к данным из каждого географически распределенного уголка, которые географически распределены, потому что облака используют онлайн-хранилище данных, а также предоставляют утилиту удаленного доступа, так что это особенность облака делает его универсальной и очень удобной платформой для всех типов утилит хранения данных на очень широком или обычно называемом корпоративном уровне. В этой новой предложенной модели есть различные возможности, например, мы также оптимизируем время выборки запросов из больших наборов данных, а также усовершенствовали механизмы индексации, поскольку необходимо понимать, что когда в базах данных требуется значительно увеличить объем очень больших наборов данных, оптимизатор запросов становится очень медленным чтобы получить любой результат запроса из баз данных, в базах данных должно храниться огромное количество записей, по-

этому получение любых желаемых результатов с минимальными затратами времени, соответствующими этому запросу, становится очень типичной операцией, поэтому в ближайшем будущем мы также оптимизируем эту функцию, потому что облака содержат очень большой набор данных, поэтому время, затрачиваемое на получение результатов запроса, становится очень медленным и занимает много времени, поэтому здесь требуется оптимизация или разработка новой стратегии индексации, которая должна обеспечивать очень быструю выборку данных. выполняется, и время отклика сокращается, что является одним из наиболее сложных факторов в современных различных облачных системах управления распределенными базами данных. Таким образом, в ближайшем будущем необходимо внести много изменений в эти облачные модели систем распределенных баз данных, например, в этой модели также сохраняются некоторые механизмы защиты данных, например, местоположение данных должно быть изменено, чтобы любой киберзлоумышленник или киберпреступник не знал точного местоположения базы данных. данные, поскольку данные, хранящиеся в одной базе данных, могут быть изменены в зависимости от времени, а частота изменения местоположения данных полностью зависит от поведения рандомизации в облаке, поскольку для изменения местоположения данных в соответствии с конкретным моментом времени необходимо использовать функцию случайного распределения времени, здесь также сохраняются некоторые механизмы обеспечения безопасности и конфиденциальности данных. В наш исключительный информационный век характер данных резко возрастет, поэтому управление и сопровождение данных в соответствии с полными протоколами систем управления базами данных будет обязательным, так как согласованность данных и их целостность также будут сохраняться с некоторыми соображениями безопасности, а база данных станет непротиворечивой, и все операции с базой данных будут выполняться в соответствии со свойствами ACID баз данных, (Атомарность, Согласованность, Целостность И Долговечность).

4. Заключение

Облачные системы управления распределенными базами данных также становятся важной вехой для наборов данных на уровне крупных предприятий, поскольку необходимо понимать, что при резком увеличении размера данных возможности извлечения данных из базы данных становятся очень медленными по своей природе, требуется много времени для их обработки. Получение каких-либо конкретных результатов, соответствующих конкретному запросу, происходит, когда данные должны быть физически или логически распределены между несколькими базами данных, но в этой недавно предложенной облачной системе управления распределенными базами данных данные не должны размещаться в нескольких базах данных, данные, принадлежащие одному и тому же лицу, должны храниться в одной базе данных, что обеспечивает возможность извлечения данных с огромной скоростью, поскольку при распределении данных по нескольким базам данных возможность извлечения данных может замедлиться. Несколько баз данных, поэтому это занимает много времени, но в этом примере недавно предложен-

ной облачной распределенной системы управления базами данных данные, принадлежащие одному и тому же лицу, должны храниться только в одной базе данных, таким образом, операции выборки также выполняются с огромной скоростью. Но распределенные системы, которые относятся к традиционному подходу, имеют возможность усилить некоторые механизмы защиты данных, например, данные, принадлежащие одним и тем же лицам, не обязательно должны храниться в одной базе данных, они физически или логически распределены между несколькими базами данных, поэтому, если киберзлоумышленник или киберпреступник повредит данным в одной базе данных, другие данные, принадлежащие другой базе данных, также сохраняются, поскольку эти данные физически или логически распределены между несколькими базами данных. Таким образом, это повышает безопасность системы управления распределенными базами данных, основанной на традиционном подходе, но в сценарии этой недавно предложенной облачной модели системы управления распределенными базами данных данные, принадлежащие одному и тому же лицу, могут храниться в одной базе данных, но расположение этих данных должно быть изменено в нескольких базах данных, например, данные, которые хранятся в одной базе данных, через некоторое время перемещаются в другие базы данных, или, как правило, это называется обменом данными между несколькими базами данных, таким образом, злоумышленник или киберпреступник не знает точного местоположения данных, и эта особенность недавно предложенных облачных систем распределенных баз данных также повышает механизмы безопасности этих баз данных, поскольку данные будут перемещаться между несколькими базами данных. В современную информационную эпоху форма и размер данных будут резко увеличиваться в результате ежедневных транзакций, поэтому крайне важно, чтобы у нас были какие-то потенциальные системы управления базами данных и механизмы защиты данных, позволяющие поддерживать согласованность данных в отношении целостности данных. Эта облачная система управления распределенными базами данных способна оптимизировать время получения любого запроса, а также поддерживать механизмы защиты данных. В ближайшем будущем ожидается ряд усовершенствований в этой модели. В последнее время перемещение данных или частота изменения их местоположения полностью зависят от рандомизации, случайного интервала времени, когда местоположение данных должно быть изменено таким образом, чтобы злоумышленник или киберпреступник не знал точного местоположения данных, и это является главной ключевой особенностью этого нового программного обеспечения. Предлагаемые облачные системы распределенных баз данных. Поэтому в ближайшем будущем мы усилим безопасность данных в этой базе данных, а также оптимизируем механизмы индексации и время получения данных.

Список использованных источников

1. Garrison G., Kim S., Wakefield R.L. Success Factors for Deploying Cloud Computing// Commun. ACM. 55, 62-68 (2012).

2. Herhalt J., Cochrane K. Exploring the Cloud: A Global Study of Governments' Adoption of Cloud. (2012). <https://www.forbes.com/forbesinsights/StudyPDFs/exploring-cloud.pdf>.
 3. <http://www.salesforce.com/>.
 4. Venters W., Whitley E.A. A Critical Review of Cloud Computing: Researching Desires and Realities// J. Inf. Technol. 27, 179-197 (2012).
 5. Yang H., Tate M. A Descriptive Literature Review and Classification of Cloud Computing Research// Commun. Assoc. Inf. Syst. 31 (2012).
 6. Marston S., Li Z., Bandyopadhyay S., Zhang J., Ghalsasi A. Cloud computing - The Business Perspective// Decis. Support Syst. 51, 176-189 (2011).
 7. Sun Microsystems, Introduction to Cloud Computing Architecture, 2009. <https://homeworks.it/Pdf/Introduction%20to%20Cloud%20Computing%20Architecture.pdf>.
 8. Cloud computing and blue-sky thinking: An atmospheric scientist illuminates the science of clouds in Earth's sky and beyond. <https://www.purdue.edu/newsroom/2023/Q2/cloud-computing-and-blue-sky-thinking-an-atmospheric-scientist-illuminates-the-science-of-clouds-in-earths-sky-and-beyond/>.
 9. Varia J. 2009. Cloud Architectures. - White Paper of Amazon, [jineshvaria.s3.amazonaws.com/public/cloudarchitectures-varia.pdf](https://s3.amazonaws.com/public/cloudarchitectures-varia.pdf).
 10. Chappell D. Introducing the Azure Services Platform. https://davidchappell.com/writing/white_papers/Azure_Services_Platform_v1.0--Chappell.pdf. 2009.
 11. Rayport J.F., Heyward A. 2009. Envisioning the Cloud: The Next Computing Paradigm. <https://marketspacenext.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/01/envisioning-the-cloud.pdf>.
 12. Pastaki R.M., Sajedi B.A., Meydanipour G., Ashurzad D.M., Alipour M., Afzali H. 2009. A Survey of Cloud Platforms and Their Future. Computational Science and Its Applications - ICCSA 2009. ICCSA 2009. Lecture Notes in Computer Science, vol. 5592. Springer, Berlin, Heidelberg. 5592:788-796 https://doi.org/10.1007/978-3-642-02454-2_61.
 13. Khajeh-Hosseini A., Sommerville I., Sriram I. Research Challenges for Enterprise Cloud Computing. <https://arxiv.org/abs/1001.3257>, 2010.
 14. Staying aloft in tough times, 2009. https://www.ciosummits.com/media/pdf/cloud/IBM_staying_aloft_in_tough_times.pdf.
 15. Plummer D.C., Bittman T.J., Austin T., Cearley D.W., Smith D.M. Cloud Computing: Defining and Describing an Emerging Phenomenon, 2008. <https://www.gartner.com/en/documents/697413>.
 16. Staten J. Is Cloud Computing Ready For The Enterprise? 2008. <https://www.forrester.com/report/Is-Cloud-Computing-Ready-For-The-Enterprise/RES44229>.
 17. Mell P., Grance T. NIST Working Definition of Cloud Computing. 2011. <https://www.nist.gov/publications/nist-definition-cloud-computing>.
 18. Erdogmus H. Cloud Computing: Does Nirvana Hide behind the Nebula?//
-

IEEE Software, 26, 2, 2009. 4-6.

19. Lemos R. 2009. Inside One Firm's Private Cloud Journey. - http://www.cio.com/article/506114/Inside_One_Firm_s_Private_Cloud_Journey.

20. Open CirrusTM: the HP/Intel/Yahoo! Open Cloud Computing Research Testbed. - <https://opencirrus.org/>.

21. Vaquero L., Merino L., Caceres J. and Lindner M. 2009. A break in the clouds: towards a cloud definition// SIGCOMM Comput. Commun. Rev. 39, 1, 50-55.

22. Youseff L., Butrico M. and da Silva, D. 2008. Toward a Unified Ontology of Cloud Computing// Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08, 1-10.

23. Appavoo J., Uhlig V., Waterland A. Project Kittyhawk: Building a Global-Scale Computer// ACM SIGOPS Operating Systems Review, vol. 42, no 1, 2008, pp. 77-84.

24. Armbrust M. et al. Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. - University of California at Berkeley, 2009.

25. Why Telcos and ISPs should become Cloud Service Providers. - 2023. <https://www.sangfor.com/blog/cloud-and-infrastructure/why-telcos-and-isps-should-become-cloud-service-providers>.

26. Voas J., Zhang J. Cloud Computing: New Wine or Just a New Bottle?// IT Professional 11, 2, 2009. 15-17.

27. Vouk M.A. 2008. Cloud computing - Issues, research and implementations// Information Technology Interfaces, 2008. ITI 2008. 30th International Conference on, 31-40.

28. Foster I., Zhao Y., Raicu I. and Lu S. Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared// Grid Computing Environments Workshop (GCE '08), Austin, Texas, USA, November 2008, 1-10.

29. Corbató F.J., Saltzer J.H., Clingen C.T. Multics: the first seven years// Proc. of the Spring Joint Computer Conference, Atlantic City, New Jersey, May 1972, 571-583.

30. Buyya R., Yeo C. and Venugopal S. Market-Oriented Cloud Computing: Vision, Hype, and Reality for Delivering IT Services as Computing Utilities// High Performance Computing and Communications, 2008. HPCC '08. 10th IEEE International Conference on, 5-13.

31. Chang M., He J., Leon E. Service-Oriented Computing Infrastructure// The 2006 International Workshop on Service Oriented Software Engineering (IW-SOSE '06), Shanghai, China, 2006, pp. 27-33.

32. Sedayao J. 2008. Implementing and operating an internet scale distributed application using service oriented architecture principles and cloud computing infrastructure// IIWAS '08: Proceedings of the 10th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services, 417-421.

33. Zhang L., Zhou Q. CCOA: Cloud Computing Open Architecture. Web Services// ICWS 2009. IEEE International Conference on, 607616.

34. Napper J., Bientinesi P. Can cloud computing reach the top500?// UCHPC-MAW '09: Proceedings of the combined workshops on UnConventional

high performance computing workshop plus memory access workshop, 2009. 17-20.

35. Birman K., Chockler G., van Renesse R. Toward a cloud computing research agenda// SIGACT News, 40, 2, 2009. 68-80.

36. Keahey K., Tsugawa M., Matsunaga A., Fortes J. Sky Computing// Internet Computing, IEEE 13, 5, 2009. 43-51.

Яковенко Н.С., Баркалов С.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ АССЕМБЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ АДАПТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ LSTM

Воронежский государственный технический университет

1. Введение

Рассматривается долгая краткосрочная память (LSTM) как компонент адаптивной системы помощи при ассемблировании процессов организационной системы, которая подсказывает следующий этап исполнения. Конечная цель - создание вспомогательной системы, способной помочь неопытным работникам на этапе обучения или даже опытным работникам, которые предпочитают такую поддержку в своей деятельности. В отличие от ранее рассмотренных контекстно-ориентированных методов, долгая краткосрочная память может быть применена в неизвестных сценариях. Оценка проводилась на основе данных, собранных ранее в ходе эксперимента, в котором 68 участников организационной системы были распределены по участкам и на отдельных этапах реализовывали процессы сборки в качестве целевого продукта настраиваемого модульного планшета. Задача - определение наиболее точного метода прогнозирования следующего этапа. Результаты показывают, что предсказание, основанное на долговременной кратковременной памяти, лучше соответствует новым (ранее невиданным) данным.

Системы помощи при ассемблировании процессов организационной системы могут заменить инструкторов, обучающих неопытных работников, и повысить эффективность работы опытных работников. Таким образом, вспомогательные системы могут снизить некоторые требования к знаниям на производстве [11]. Такие системы должны адаптироваться к потребностям, характеристикам и текущему поведению работника [3], а также к ограничениям задачи [17]. Адаптивность может снизить некоторые затраты на взаимодействие человека и машины [7]. Также очень важна возможность динамической настройки уровней автоматизации [15].

В работе проведен анализ полезности долгой краткосрочной памяти (LSTM) при моделировании ассемблирования процессов организационной системы. Таким образом, мы оцениваем способность LSTM предоставлять возможное следующее состояние, рассматривая в качестве входных данных текущее состояние. В [6] наблюдалась корреляция оценки и продолжительности сборки с базовыми характеристиками. Поэтому, помимо текущего состояния сборки, мы использовали всю эту дополнительную входную инфор-

мацию в процессе прогнозирования. LSTM - это рекуррентная нейронная сеть, и поэтому она может быть полезна для распознавания закономерностей во входных данных. Мы начнем оценку с предварительно настроенной сети LSTM и проведем исследование пространства проектирования, систематически изменяя основные параметры LSTM, чтобы определить оптимальную конфигурацию для нашего приложения.

2. Сопутствующая работа

Существует несколько компаний и исследовательских проектов, которые изучают или внедряют системы ассемблирования процессов организационной системы. В работе [1] дан обзор вспомогательных систем, как промышленных (например, ActiveAssist, разработанный Bosch, Der Assistant от Ulixes или Cubu:S от Schnaithmann Maschinenbau AG), так и научных (например, motionEAP или Manual Working Station от SmartFactory). Все эти системы используют проекторы для отображения информации с некоторыми дополнительными данными для понимания контекста. В отличие от этих систем, в [6] используется сенсорный дисплей для отображения информации.

В [4] использованы двухуровневые контекстно-зависимые предикторы, чтобы предложить следующее состояние сборки. Кроме того, в [5] использован предиктор Маркова, а в [6] - предиктор Маркова, дополненный механизмом заполнения, для прогнозирования следующего состояния сборки. Оценки показали, что предиктор Маркова превосходит двухуровневые предикторы, основанные на контексте. Более того, механизм заполнения помог марковскому предсказателю достичь более высокой скорости прогнозирования и лучшего охвата.

Благодаря улучшенным характеристикам прогнозирования временных рядов, в последнее десятилетие LSTM широко используется для оценки зависящей от контекста деятельности человека с ограниченным числом временных шагов. Успешные примеры включают в себя прогнозирование движения пешеходов [9], транспортного потока [10], движения человеческого тела по последовательностям данных трехмерного скелета [13], распознавание эмоций по аудиовизуальным данным [19], обработку естественного языка [12] и т.д. Для промышленного производства с временным и пространственным распределением данных временных рядов предиктор LSTM становится подходящим методом для прогнозирования либо чисто автоматических задач, таких как скорость станка, для повышения производительности производства и минимизации энергопотребления [2], либо еще более сложных задач взаимодействия человека и машины [18], когда смешанные задачи - инициативное взаимодействие становится решающим фактором эффективности [16].

Однако для обеспечения эффективности LSTM требуется систематическое исследование пространства проектирования для настройки множества проектных параметров. Поскольку оптимальные настройки параметров значительно варьируются от задачи к задаче, стандартного подхода к их определению не существует.

3. Прогнозирование следующего этапа сборки процессов организационной системы с помощью LSTM

Наша цель - создать адаптивную систему, которая может обеспечить индивидуальный подход к сборке процессов организационной системы для пользователя, предоставляя инструкции, которые лучше подходят пользователю, учитывая различные характеристики пользователя.

Сборочные и обучающие станции будут играть важнейшую роль на фабриках будущего, поскольку мы наблюдаем тенденцию к автоматизации производства и более тесному сотрудничеству между людьми и машинами. С ростом производства узкоспециализированной продукции, пользующейся низким спросом, эти сборочные станции принесут пользу как рабочим, так и предприятиям. Рабочие могут уделять больше внимания качеству сборки и меньше - тому, что необходимо собрать, в то время как заводы экономят время и деньги, поскольку им не требуется перепрофилировать свои сборочные линии или тратить дополнительные средства на обучение персонала, поскольку станция уже может справиться с этой задачей.

Как и в [4-6], выпускаемый продукт представляет собой настраиваемый модульный планшет, состоящий из 8 компонентов, представленных на рис. 1: материнской платы (к которой будут подключены все остальные компоненты), экрана, двух модулей динамиков (белого цвета), двух модулей powerbank (синий) и два модуля фонарика (фиолетовый). Для правильной сборки устройства требуется выполнить 7 шагов, порядок следования которых не задан заранее. Для прогнозирования следующего шага сборки с помощью LSTM нам необходимо кодифицировать состояния планшета. Было выбрано двоичное представление. Логическое значение 1 указывает на то, что компонент правильно установлен в своем гнезде на материнской плате, в то время как логическое значение 0 указывает либо на неправильную сборку, либо на то, что компонент еще не был установлен. Кодировка и способ ее применения представлены в [4].



Рис. 1. Настраиваемый модульный планшет

Кроме того, с помощью различных датчиков и вопросов для самооценки мы собираем информацию, необходимую для прогнозирования. Физические характеристики, такие как пол, рост или то, носит ли пользователь очки, влияют на порядок и правильность установки. Качество сна является еще одним фактором в этом процессе. Эта дополнительная информация используется следующим образом: пол (0 для женщин, 1 для мужчин), рост (значение в

сантиметрах, которое передается в LSTM как 0, если оно ниже 174, и 1, если оно выше или равно ему), носит очки (0 - нет, 1 - да), качество сна (от 1 до 5, присваивается LSTM как 0, если оно ниже 3, и 1, если оно выше или равно).

Глубокое обучение относится к особому виду нейронных сетей, которые состоят из нескольких слоев. Эти типы сетей лучше, чем классические нейронные сети, используют информацию из предыдущих событий. Рекуррентные нейронные сети, сокращенно RNN, представляют собой тип архитектуры глубокого обучения. RNN использует выходные данные, полученные на предыдущих этапах прогнозирования, вместе с текущими входными данными для получения выходных данных. Существуют приложения, в которых для прогнозирования полезны только последние данные, в то время как для других требуется более длинная история для обеспечения высокой точности. Хотя RNN может справиться с небольшим разрывом между информацией и местом ее запроса, по мере увеличения этого разрыва обучать сеть становится все труднее.

Появились сети LSTM, особая форма сетей RNN [8]. В своем нынешнем виде модуль LSTM состоит из четырех взаимодействующих слоев, которым поручено регулировать поток информации, поступающей в ячейку и выходящей из нее.

Блок "Забыть" удаляет информацию, которую модель считает ненужной в процессе принятия решений. Значения Previoushiddenstate и Currentinputvalues передаются через сигма-функцию, которая определяет, какая часть предыдущего состояния ячейки должна быть забыта, при этом 0 означает удаление всего, а 1 - сохранение всего:

$$f_t = \sigma(W_f x_t + U_f h_{t-1} + b_f) \quad (1)$$

- $x_t \in \mathbb{R}^d$: входной вектор в модуль LSTM;
- $W \in \mathbb{R}^{h \times d}$, $U \in \mathbb{R}^{h \times h}$: весовые матрицы;
- $h_t \in \mathbb{R}^h$: скрытый вектор состояния;
- $b \in \mathbb{R}^h$: вектор смещения.

Входной блок определяет, какую новую информацию следует изучить. Как и в случае с блоком забывания, скрытое состояние вместе с входными данными проходит через сигмовидную функцию, чтобы определить, какой объем новой информации следует изучить (фактор игнорирования):

$$i_t = \sigma(W_i x_t + U_i h_{t-1} + b_i) \quad (2)$$

Затем гиперболическая касательная функция (tg) сжимает значения от -1 до 1:

$$c_t = \text{tg}(W_c x_t + U_c h_{t-1} + b_c) \quad (3)$$

- $c_t \in \mathbb{R}^h$: входной вектор активации ячейки;

Состояние ячейки (долговременная память) сохраняет информацию о предыдущих временных интервалах. Новое состояние ячейки получается путем умножения старого состояния на коэффициент забывания, к которому добавляется новая информация из входных данных:

$$C_t = f_t \circ C_{t-1} + i_t \circ c_t \quad (4)$$

- $C_t \in \mathbb{R}^h$: вектор состояния ячейки;

- $f_t \in \mathbb{R}^h$: утеранный вектор активации;
- $i_t \in \mathbb{R}^h$: входной вектор активации.

Выходной элемент определяет, каким должно быть следующее скрытое состояние. Сначала мы передаем текущее скрытое состояние и входные данные через сигма-функцию:

$$o_t = \sigma(W_o x_t + U_o h_{t-1} + b_o) \quad (5)$$

Информация, которую должно содержать следующее скрытое состояние, представлена ниже:

$$h_t = o_t \circ \text{tg}(C_t) \quad (6)$$

Недавно вычисленное скрытое состояние также используется для прогнозирования.

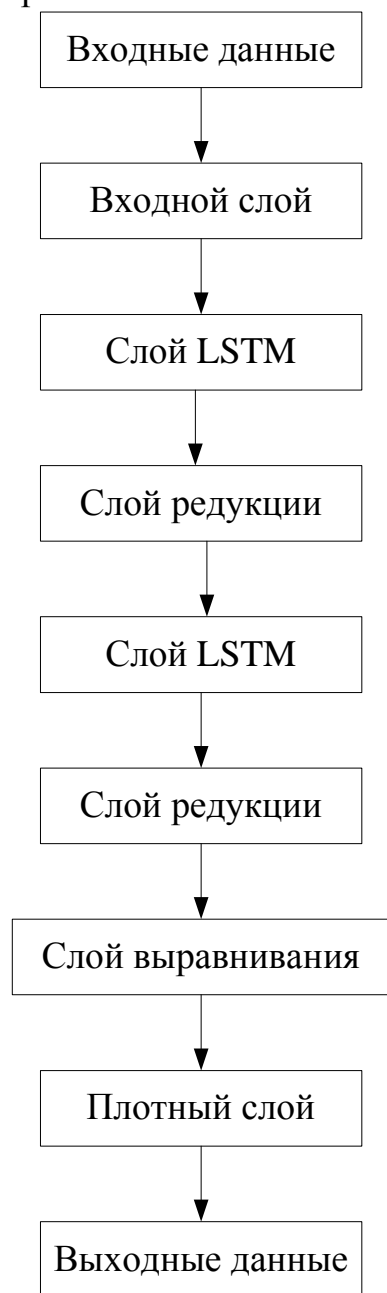


Рис. 2. Структура сети

Из-за широких возможностей планшета по сборке и отсутствия достаточного количества данных для моделирования процесса сборки использует-

ся сеть LSTM. Сеть может адаптироваться к новым сценариям сборки. Для нашей реализации на Python мы решили использовать библиотеку TensorFlow совместно с Keras. На рис. 2 представлена конфигурация нашей сети, которая состоит из 7 слоев: входного слоя, двух слоев LSTM, двух выпадающих слоев, выравнивающего слоя и плотного слоя. Кроме того, после каждого слоя LSTM можно найти один выпадающий слой. Большая часть конфигурации сети будет представлена в следующем разделе, где мы проанализируем различные варианты параметров.

Входной слой, а также плотный слой имеют фиксированное количество нейронов. Количество нейронов входного слоя определяется количеством объектов, которые мы хотим использовать в нашем прогнозировании. Поскольку мы используем 4 признака пользователя, требуется 5 входных нейронов, один для текущего состояния и четыре для признаков. Количество нейронов в выходном слое определяется количеством слотов, которые мы должны заполнить на материнской плате. Поскольку наша база имеет 7 слотов, у нас будет 7 выходных нейронов, каждый из которых соответствует одному слоту. Нейрон, имеющий наибольшее значение активации, представляет собой следующую деталь, которую необходимо собрать.

4. Экспериментальные результаты

В этом разделе мы определяем конфигурацию, которая наилучшим образом соответствует нашим потребностям. Все данные, использованные в этой работе, были получены в ходе эксперимента, в котором 68 участникам было поручено собрать продукт. Из всех участников 32,4% были женщинами, 48,5% заявили, что хорошо спали ночью перед экспериментом, а 32,3% носили очки. Женщинам-участницам потребовалось меньше времени, чтобы полностью собрать изделие, - всего 69,2 секунды, в то время как мужчинам-участникам потребовалось в среднем 94 секунды, чтобы собрать его. Несмотря на то, что у участниц-женщин было более быстрое время сборки, в их сборках было больше ошибок по сравнению с участниками-мужчинами. Более высокие участники показали лучшие результаты, чем более низкорослые.

Набор данных представляет собой csv-файл со следующей структурой:

<Текущее состояние сборки, Рост, пол,
Использование очков, Качество сна,
Следующее состояние сборки>.

Например, запись <1, Высокий, Мужской, Да, хороший, 3> означает, что один модуль фонарика вставлен в нижний правый слот материнской платы, а пользователь имеет рост выше среднего, является мужчиной, носит очки, хорошо спал прошлой ночью, и следующее состояние сборки должно быть равным 3 это означает, что два модуля (один фонарик и один динамик) расположены в нижнем центральном и правом слотах материнской платы.

Набор данных был разделен на 2 отдельных набора данных: обучающий и тестовый. Процент деления составляет 75/25. В этом случае правильные последовательности сборки извлекаются из первых 75% набора данных для обучения, в то время как оставшиеся 25% будут полностью использованы для тестирования. В рамках другого подхода к оценке, обозначенного как

100/100, мы извлекли правильные последовательности сборки из всего набора данных для обучения и использовали их для тестирования всего набора данных. Первый подход к оценке показывает, какой метод может быть адаптирован к новым ситуациям, в то время как второй показывает, какой метод может лучше воспроизвести определенную модель.

Мы будем систематически изменять все соответствующие параметры LSTM при ручном проектировании космических исследований, используя подход к оценке 75/25. Мы начали оценку с предварительно сконфигурированного LSTM с размером пакета 40, частотой отсева 0,28, 64 нейронами в первом слое LSTM, 32 нейронами во втором слое и 500 эпохами. На этом этапе мы еще не рассматривали третий уровень LSTM. Поскольку инициализация веса оказывает существенное влияние на выходные данные и, следовательно, на точность прогнозирования, для каждого изменяемого параметра мы выполнили пять прогонов, каждый с разным начальным значением. Конечным результатом считается среднее значение из этих пяти результатов.

Чтобы получить наилучшие результаты, мы настроили гиперпараметры. Теперь мы покажем, как гиперпараметры влияют на точность прогнозирования. Мы начали с изменения скорости обучения - параметра, представляющего размер шага в каждой итерации, роль которого заключается в нахождении минимума поверхности потерь. Остальные параметры мы сохранили на предварительно настроенных значениях. На рис. 3 показано изменение процента точности при увеличении скорости обучения с 0,01 до 0,05 с шагом 0,01. Точность постепенно повышается до 0,03, где достигает своего пика, а затем можно наблюдать резкое снижение процента точности. При высокой скорости обучения сеть может не прийти к решению, в то время как при низкой скорости обучения ей потребуется более длительный процесс обучения, который также может привести к сбою в локальном оптимуме. Чтобы избежать сбоя в локальном оптимуме, мы также используем momentum.

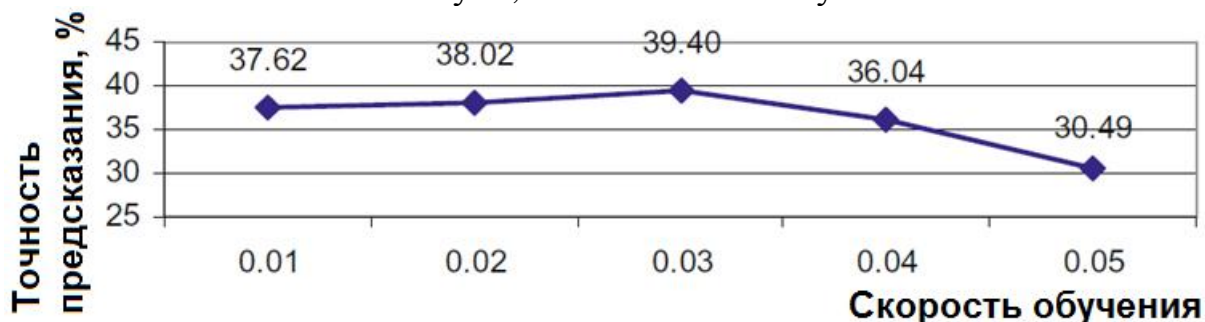


Рис. 3. Изменение скорости обучения

Второй параметр, который мы изменили, - это размер пакета, представляющий количество обучающих примеров в пакете. После того, как один пакет передается по сети, веса корректируются в соответствии со средней ошибкой по пакету. В зависимости от размера пакета для завершения одной эпохи требуется выполнить одну или несколько итераций. Мы варьировали размер пакета, начиная с 10 до 50, с шагом 10, используя оптимальную скорость обучения 0,03 и предварительно настроенные значения для остальных параметров.

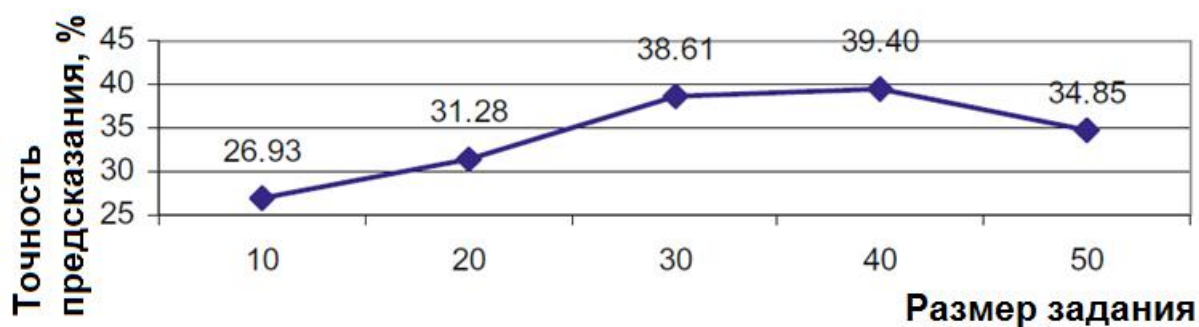


Рис. 4. Изменение размера задания

Как показано на рис. 4, увеличение размера задания до 40 повышает точность прогнозирования. Если мы увеличим размер задания более чем на 40, точность может снизиться. При увеличении размера задания одного и того же количества этапов обучения уже недостаточно для получения того же результата (или лучшего качества). Увеличение количества этапов может привести к переобучению, что приведет к снижению точности прогнозирования на основе тестовых данных. Оптимальный размер задания - 40.

Продолжаем нашу серию тестов с оценкой частоты отсева (редукции). Отсев - это способ, при котором нейроны, выбранные случайным образом, игнорируются в процессе обучения, когда они не участвуют в прямом распространении и их веса не обновляются при обратном распространении. Мы скорректировали коэффициент отсева с шагом 0,03, начиная с 0,16 до 0,31. На рис. 5 мы видим небольшое изменение точности прогноза. Однако самая высокая точность прогнозирования достигается при использовании коэффициента отсева, равного 0,25. Использование отсева - это еще один способ предотвратить переобучение, поскольку оно приводит к распределению обучения по шаблонам между нейронами одного и того же слоя и мешает отдельным нейронам усваивать конкретные обучающие данные.

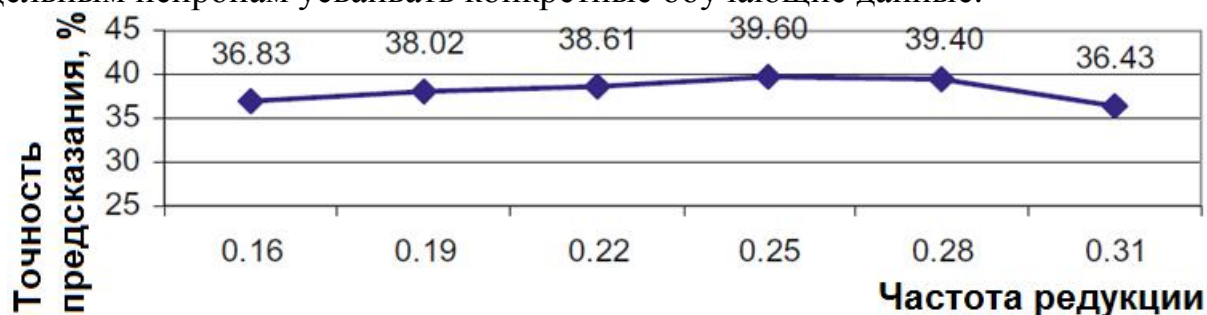


Рис. 5. Изменение частоты редукции

После настройки скорости обучения, размера пакета и частоты редукции мы продолжаем наши тесты, изменяя структуру нашей сети. Во-первых, нам нужно определить оптимальное количество нейронов в первом слое LSTM. При заданном количестве нейронов во втором слое, равном 32, количество нейронов в первом слое было изменено с 40 до 136 с шагом в 24. На рис. 6 мы можем видеть, как количество нейронов влияет на точность прогнозирования, достигая пика в 88 нейронах.

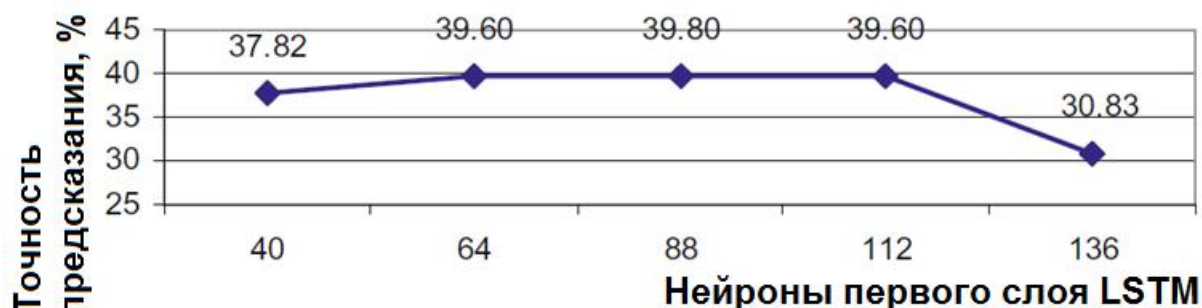


Рис. 6. Изменение количества нейронов в первом слое LSTM

После того, как мы определили оптимальное количество нейронов для первого слоя, пришло время определить оптимальное количество нейронов во втором слое. Мы варьировали количество нейронов второго слоя в диапазоне от 8 до 40, увеличивая его на 8 нейронов за цикл. Наши тесты показали, что оптимальное количество нейронов во втором слое равно 24 (см. рис. 7). Больше количество нейронов в слоях приводит к переобучению. Кроме того, мы оценили возможность использования третьего слоя LSTM. Это видно на рис. 7. Как показано на рис. 8, дополнительный уровень LSTM не дает никаких преимуществ, поскольку сеть получает более низкую точность прогнозирования, чем сеть, имеющая всего 2 уровня.

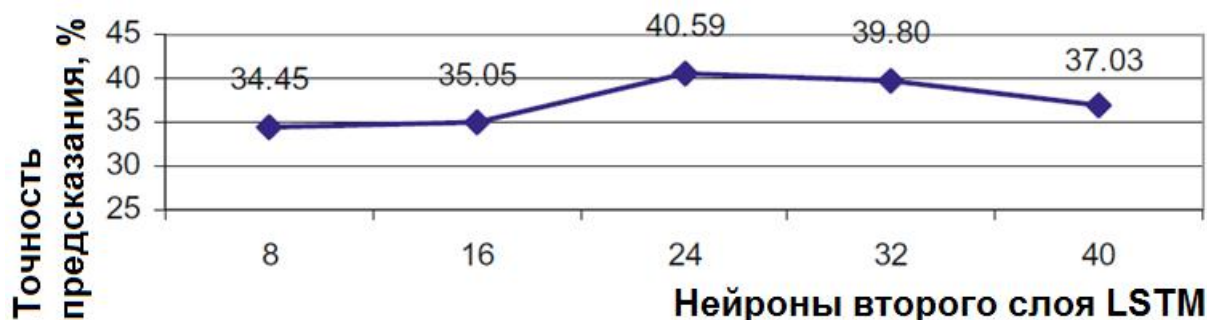


Рис. 7. Изменение количества нейронов во втором слое LSTM

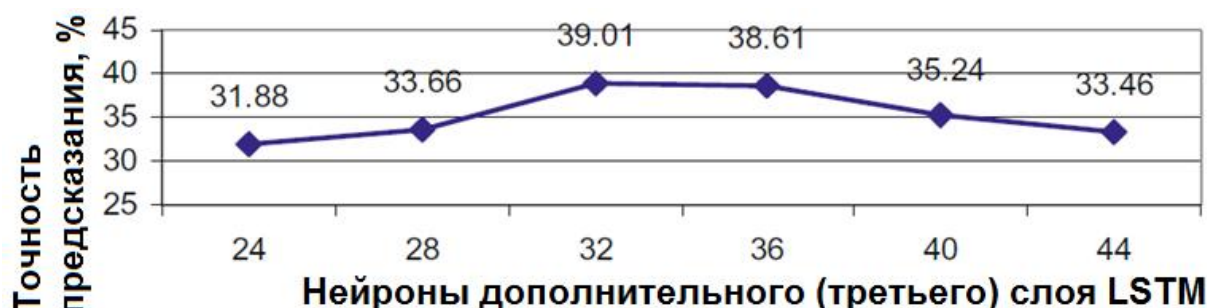


Рис. 8. Изменение нейронов из дополнительного третьего слоя LSTM

После оптимизации каждого параметра пришло время определить оптимальное количество эпох для обучения нашей сети. Эпоха представляет собой однократное распространение набора данных по сети. Как показано на рис. 9, для достижения наивысшей точности прогнозирования потребовалось 5000 эпох. Большое количество эпох приведет к переобучению, в то время как меньшее количество эпох не даст сети достаточно времени, чтобы изучить все на предоставленных примерах.

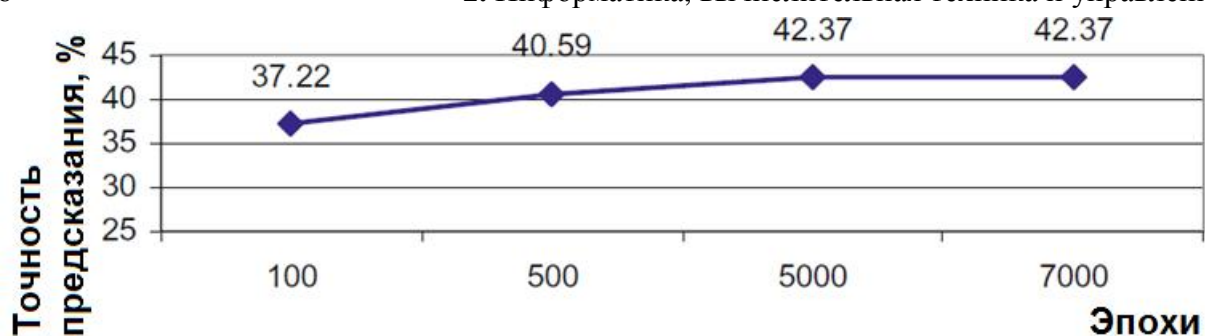


Рис. 9. Изменение количества эпох

Наконец, мы хотели посмотреть, как пороговое значение может повысить точность предсказания. Каждый раз, когда выполняется предсказание, каждый активированный нейрон получает информацию, связанную с ним. Если эта информация находится ниже порогового значения, то предсказание не выполняется, в противном случае оно предсказывает следующий шаг. Мы протестировали пороговое значение от 0 до 0,3 с шагом 0,05.

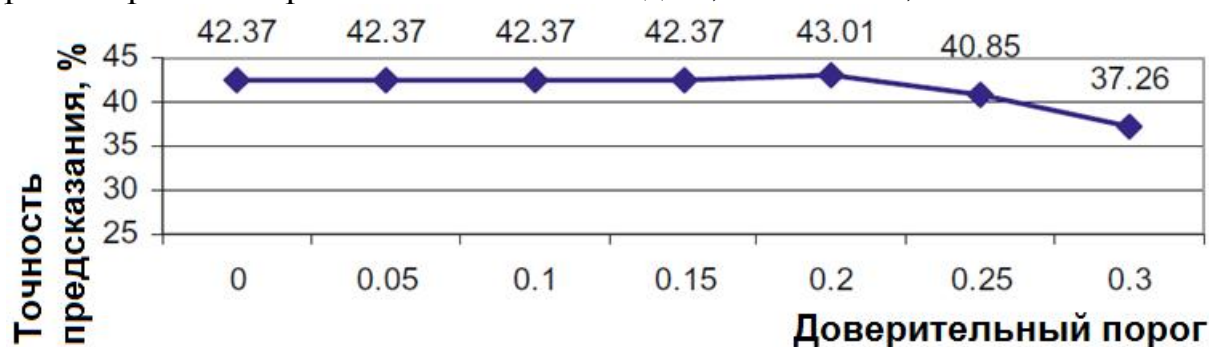


Рис. 10. Изменение значения доверительного порога

На рис. 10 видно, что пороговое значение 0,2 обеспечивает максимальную точность прогнозирования. Применение этого порога означает несколько меньшую скорость прогнозирования и охват. Наибольшее значение активации находится в основном в интервале [0,15, 0,25]. Таким образом, более высокий порог приводит к снижению скорости прогнозирования. Из-за ошибочных прогнозов с высокой степенью достоверности наблюдается снижение точности.

Наилучшая конфигурация, полученная после изменения всех параметров, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Оптимальная конфигурация LSTM

Параметр	Значение
Размер пакета	40
Скорость обучения	0.03
Частота редукции	0.25
Нейроны в первом слое LSTM	88
Нейроны во втором слое LSTM	24
Периоды обучения	5000
Доверительный порог	0.20

Параметр	Значение
Оптимизатор	Adam
Потери	Редкая категориальная кросс-энтропия
Функция активации	SoftMax

Данная конфигурация подходит для выбранного устройства. Для новых устройств следует повторить процедуру настройки сети и точной настройки ее гиперпараметров. Эти гиперпараметры могут использоваться в качестве начальных значений для новых конфигураций.

Теперь, когда была представлена наилучшая конфигурация, мы сравним LSTM с [6]. Для объективного сравнения марковский предиктор, представленный в [6], был усовершенствован для использования сложных состояний, содержащих также информацию о работнике (рост, пол, качество сна и то, носит ли он очки). В табл. 2 представлено сравнение двух методов. Для каждой метрики мы включили два столбца: 75/25 и 100/100. Столбец 75/25 означает, что сеть была обучена на первых 75% набора данных и протестирована на остальных 25%, в то время как 100/100 означает, что сеть была обучена и протестирована на том же наборе данных.

Как показывают результаты, использование сложных состояний в марковском предсказателе невыгодно из-за его реализации. Если он обнаруживает характеристики индивида, которых нет в его универсуме знаний, он не может предсказать следующий шаг сборки, таким образом, марковская модель со сложными состояниями не подходит для этой задачи. В то время как в целом по набору данных марковская модель лучше справляется с прогнозированием, когда дело доходит до новых данных, сеть LSTM, по-видимому, лучше подходит для этой задачи с точностью прогнозирования 43% и вероятностью прогнозирования 98%. Для нас важным показателем является охват, и поэтому метод прогнозирования с помощью LSTM лучше подходит для новых данных, чем марковская модель.

Таблица 2

Сравнение двух методов с использованием метода оценки 75/25

Метод	Скорость прогнозирования [%]		Точность [%]		Охват [%]	
	75/25	100/100	75/25	100/100	75/25	100/100
Марковский предиктор (R=2)	37.62	92.27	50	84.36	18.81	77.84
LSTM	98.02	96.85	43.01	52.08	42.17	50.41

5. Выводы и дальнейшая работа

В этой статье мы проанализировали возможность использования LSTM для прогнозирования следующего этапа сборки в производственном процессе. Мы заинтересованы в интеграции такого средства прогнозирования в нашу систему помощи при сборке. Для нашей реализации мы использовали

библиотеку TensorFlow совместно с Keras. LSTM был оценен и сравнен с существующим предиктором Маркова на основе набора данных, полученного в ходе более раннего эксперимента. Мы настроили LSTM для нашего приложения путем систематического исследования пространства проектирования. Оптимальная конфигурация включает в себя размер пакета 40, скорость обучения 0,03, процент отсева 0,25, 88 нейронов первого уровня, 24 нейрона второго уровня, 5000 периодов обучения и доверительный порог 0,20. Этот оптимальный LSTM превосходит ранее разработанный марковский предиктор для новых (ранее неизвестных) данных, но он менее эффективен для данных, известных на этапе обучения. Вероятно, сочетание этих двух методов дало бы еще лучшие результаты.

Список использованных источников

1. Bertram P., Birtel M., Quint F., Ruskowski M. Intelligent manual working station through assistive systems// 16th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Bergamo, Italy, 2018.
2. Essien A., Giannetti C. A deep learning model for smart manufacturing using convolutional LSTM neural network autoencoders// IEEE Trans. Ind. Inf. 2020, 16(9), 6069-6078.
3. Funk M., Dingler T., Cooper J., Schmidt A. Stop helping me - I'm bored! Why assembly assistance needs to be adaptive// 2015 ACM Int. Joint Conf. on Pervasive and Ubiquitous Computing and 2015 ACM Int. Symposium on Wearable Computers, Osaka, Japan, 2015, pp. 1269-1273.
4. Gellert A., Zamfirescu C.-B. Using two-level context-based predictors for assembly assistance in smart factories// In: Dzitac I., Dzitac S., Filip F.G., Kacprzyk J., Manolescu M.-J., Oros H. (eds.). ICCCC 2020. AISC, vol. 1243, pp. 167-176. Springer, Cham, 2021.
5. Gellert A., Zamfirescu C.-B. Assembly support systems with Markov predictors// J. Decis. Syst., 2020. <https://doi.org/10.1080/12460125.2020.1788798>.
6. Gellert A., Precup S.-A., Pirvu B.-C., Zamfirescu C.-B. Prediction-based assembly assistance system// 25th Int. Conf. on Emerging Technologies and Factory Automation, Vienna, Austria, 2020, pp. 1065-1068.
7. Hancock P.A. et al. Human-automation interaction research: past, present, and future// Ergon. Des.: Q. Hum. Factors Appl., 2013, 21(2), 9-14.
8. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory// Neural Comput., 1997, 9(8), 1735-1780.
9. Jiang X., Lin W., Liu J. A method for pedestrian trajectory prediction based on LSTM// The 2nd Int. Conf. on Computational Intelligence and Intelligent Systems, Bangkok, Thailand, 2019, pp. 79-84.
10. Kang D., Lu Y., Chen Y. Short-term traffic flow prediction with LSTM recurrent neural network// IEEE 20th Int. Conf. on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Yokohama, Japan, 2017, pp. 1-6.
11. Korn O., Schmidt A., Hörz T. Augmented manufacturing: a study with impaired persons on assistive systems using in-situ projection// 6th Int. Con. on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, Rhodes, Greece, 2013.

12. Nammous M.K., Saeed K. Natural language processing: speaker, language, and gender identification with LSTM// AISC, 2019, vol. 883, pp. 143-156.
13. Qiongjie C., Huaijiang S., Yupeng L., Yue K. A deep bi-directional attention network for human motion recovery// Proc. of the 28 Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence, Macao, 2019, pp. 701-707.
14. Precup S.-A. Metode de inteligenta artificiala in modelarea procesului de asamblare asistata a produselor. - Editura Universitatii Lucian Blaga din Sibiu, 2020.
15. Romero D. et al. Towards a human-centred reference architecture for next generation balanced automation systems: human-automation symbiosis// IAICT, 2015, vol. 460, pp. 556-566.
16. Singh H.V.P., Mahmoud Q. LSTM-based approach to monitor operator situation awareness via HMI state prediction// IEEE Int. Conf. on Industrial Internet (ICII), Orlando, USA, 2019, pp. 328-337.
17. Stork S., Schubö A. Human cognition in manual assembly: theories and applications// Adv. Eng. Inform. 2010, 24(3), 320-328.
18. Wen X., Chen H. 3D long-term recurrent convolutional networks for human sub-assembly recognition in human-robot collaboration// Assem. Autom. 2020, 40(4), 655-662.
19. Wollmer M. et al. LSTM-modeling of continuous emotions in an audio-visual affect recognition framework// Image Vis. Comput. 2013, 31(2), 153-163.

Издательство "Научная книга",
сообщает о требованиях, предъявляемых к статьям,
представляемым в научно-практический журнал
"Экономика и менеджмент систем управления"

Языки: русский; английский.

Основные направления:

организация производства;
стандартизация и управление качеством продукции;
системный анализ, управление и обработка информации;
управление в социальных и экономических системах;
экономика и управление народным хозяйством;
математические и инструментальные методы экономики.

Даты: научно-практический журнал "Экономика и менеджмент систем управления" издается не реже 4 выпусков в год.

Требования к материалам

1. Материалы предоставляются только по электронной почте emsu@bk.ru в единственном присоединенном к письму файле-архиве (WinRar, WinZip).

2. Материалы должны содержать инициалы и фамилии авторов, название (большими буквами), аннотацию (до 5 строк), ключевые слова (до 4 слов или словосочетаний) - все на русском и английском языках, а также полное название организации, представляющей статью.

3. Размер статьи должен находиться в пределах от 8 до 14 страниц стандартного машинописного текста (Word версии до 2003 включительно, при размере шрифта 14 pt, шрифт Times New Roman, страница А4, портретная ориентация, поля 25 мм всюду, одинарный межстрочный интервал). Список использованных источников обязателен.

4. Рисунки включаются в текст статьи, а также должны содержаться в отдельных графических файлах (форматы bmp, jpg, gif, tif, wmf). Размер шрифта в рисунках – не менее 12 pt.

В архиве с материалами в отдельном файле должны содержаться:

- сведения обо всех авторах (фамилия, имя, отчество, место работы и должность, ученая степень, звание, почтовый - с индексом - и электронный адрес);

- указание на количество заказываемых экземпляров (минимальное количество экземпляров, заказываемых авторами - не менее половины их количества с округлением в большую сторону);

- обязательство уплаты оргвзноса ориентировочно около 320 (380 - вне России) рублей (при оплате авторами) за одну страницу статьи в одном экземпляре журнала вместе со стоимостью пересылки в ценах марта 2022 г.

Цена одной страницы при безналичной оплате - 420 руб., не включая НДС.

Подписной индекс журнала «Экономика и менеджмент систем управления» в объединенном каталоге «Пресса России» - 43054
--