

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности |



Том 8 Номер 7 (33)



2023



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1.	Гасанов И.З., Ликсаков М.В. Сравнение SQL и NoSQL: преимущества, недостатки и области применения	4
	Hasanov I.Z., Leksakov M.V. Comparison of SQL and NoSQL: advantages, disadvantages, and use cases	
2.	Читалов М.В., Базанов Д.Б. Основы проведения комплексного риск-ориентированного аудита информационной безопасности	9
	Chitalov M.V., Bazanov D.B. Fundamentals of conducting a comprehensive risk-based audit of information security	
3.	Фофанов М.А., Горелов В.С., Сулиман А.А. Разработка рекомендательной системы фильмов с использованием нейронных сетей	16
	Fofanov M.A, Gorelov V.S., Suliman A.A. Development of a movie recommender system using neural networks	
4.	Борисенков М.С. Применение виртуализации при анализе и синтезе больших многомерных данных	23
	Borisenkov M.S. Applying virtualization to the analysis and synthesis of large multivariate data	
5.	Воробьева И.А., Сазонов А.И.Ю., Анищенко И.А. Анализ и сравнение различных моделей облачных вычислений: преимущества и недостатки каждой модели	31
	Vorobyeva I.A., Sazonov A.I., Anishchenko I.A. Analysis and comparison of various cloud computing models: advantages and disadvantages of each model	
6.	Шишкин А.Г. Метод бесшовного обновления программного обеспечения	38
	Shishkin A.G. Seamless software update method	
7.	Смолянинова М.О., Дубов В.М. Базы данных и особенности современных СУБД	44
	Smolyaninova M.O., Dubov V.M. Databases and features of modern DBMS	
8.	Коннов Д.В. Использование RESTful сервисов в NAS устройствах на примере SYNCOVERY	48
	Konnov D.V. Using RESTful services in NAS devices on the example of SYNCOVERY	

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

9. **Канарейкин А.И.** Осуществление сварочного процесса напрямую от солнечных панелей **61**

Kanareykin A.I. Implementation of the welding process directly from solar panels

10. **Балаев П.А., Комаров Е.Д., Мартынов Е.А., Петракова Т.В.** Микроэнергосистемы на базе ВИЭ как способ обеспечения электроэнергией изолированных районов Дальнего Востока **67**

Balaev P.A., Komarov E.D, Martynov E.A., Petrakova T.V. Res-based micropower systems as a way to provide electricity to isolated regions of the Far East

11. **Родюков А.В., Куцов А.М., Максимов В.П.** Исследование особенностей ядерной энергетики **74**

Rodyukov A.V., Kutsov A.M., Maksimov V.P. Research features of nuclear power

12. **Абишева Л.С.** Анализ расчета эффективности работы магистральных насосных агрегатов **81**

Abisheva L.S. Analysis of the operational efficiency calculation of the main pumping units

13. **Кочегурова М.Е., Лескова С.А.** Технологические аспекты производства биогаза **86**

Kochegarova M.E., Leskova S.A. Technological aspects of biogas production



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

СРАВНЕНИЕ SQL И NOSQL: ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

¹Гасанов И.З., Ликсаков М.В.

ФГБОУ ВО "Национальный Исследовательский Университет "Высшая Школа Экономики", Москва, Россия (101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20), e-mail: ¹gasanov2727@yandex.ru

В данной работе представлен сравнительный анализ SQL и NoSQL баз данных. В статье выделяются сильные стороны SQL в обработке структурированных данных и сложных транзакций, в то время как для NoSQL выявлены преимущества масштабируемости и гибкости при управлении разнообразными наборами данных. Также были приведены примеры сфер для использования рассматриваемых подходов. Наконец, в работе подчеркивается важность выбора типа базы данных в соответствии с конкретными требованиями проекта и предлагается дальнейшее изучение гибридных моделей и отдельных типов NoSQL.

Ключевые слова: SQL, NoSQL, ACID, СУБД, базы данных.

COMPARISON OF SQL AND NOSQL: ADVANTAGES, DISADVANTAGES, AND USE CASES

¹Hasanov I.Z., Leksakov M.V.

National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia (101000, Moscow, Myasnitskaya Street, 20), e-mail: ¹gasanov2727@yandex.ru

The paper presents a comparative analysis of SQL and NoSQL databases. The article highlights the strengths of SQL in processing structured data and complex transactions, while emphasizing the advantages of NoSQL in terms of scalability and flexibility for managing diverse datasets. The study also examines examples of domains suitable for each approach. Finally, the importance of choosing the appropriate database type based on specific project requirements is emphasized, and further research on hybrid models and individual types of NoSQL databases is recommended for future investigations.

Keywords: SQL, NoSQL, ACID, RDBMS, database.

Безусловно, сегодня объем данных и их сложность растут с неимоверной скоростью. Если отсечь сгенерированную человечеством информацию за последние несколько лет, то останется всего около 10% данных за все время нашего существования. Поэтому, вместе с данными растут и технологии для работы с ними. Так, в 1974 году был создан язык структурированных запросов SQL, который активно применяется для табличных баз данных (БД), в то время как понятие NoSQL, или "не только SQL", появилось лишь в 1998 году и предоставляет возможности для обработки информации разного формата. Значимость данного сравнительного анализа очевидна, так как современный мир в каком-то смысле основан на данных, и эффективное управление информацией, а также готовность к ее росту и разнообразию помогут государственным и негосударственным организациям успешно вести свою деятельность.

Итак, начнем с обзора реляционных систем управления базами данных (РСУБД), то есть тех, в которых данные хранятся в виде таблиц (relational – имеющий отношения). В таких СУБД каждая строка соответствует записи, а каждый столбец – атрибуту с определенным типом данных, что позволяет задать структуру и предопределяет шаблон для каждой ячейки. “Реляционные базы данных основаны на реляционной модели – интуитивно понятном и простом способе представления данных в таблицах” [1, с.343]. Также в последнее время набирают популярность и колоночные СУБД, в которых, наоборот, данные организованы по столбцам вместо строк. Такие СУБД предназначены для эффективных операций чтения и аналитики (OLAP сценариев), и это частный случай реализации реляционной модели, не изменяющий общей концепции структуры данных.

Говоря о полезных свойствах реляционных БД, следует отметить такие особенности, как атомарность, согласованность, изолированность и долговечность. Все перечисленные свойства формируют общеизвестную аббревиатуру ACID и позволяют гарантировать целостность данных. Атомарность означает, что группа операций будет выполнена либо полностью, либо не выполнена совсем (значит, например, в банке не будет транзакций с частичным успехом, когда денежные средства со счета списаны, но не зачислены реципиенту). Согласованность гарантирует, что транзакции будут соблюдать все ограничения целостности, определенные в базе данных. Следующее свойство – изолированность – предотвращает конфликты и несогласованности данных, которые могут возникнуть при одновременном доступе нескольких транзакций к одной и той же информации. Наконец, долговечность означает, что успешно завершённые транзакции сохраняют свои изменения даже в случае сбоя или перезагрузки системы.

Таблица 1 – Базы данных SQL

База данных	Год создания	Особенности
Oracle Database	1979	Многопользовательская, в памяти, машинное обучение
Microsoft SQL Server	1989	Поддержка XML, транзакционная репликация, моментальная репликация
PostgreSQL	1989	Расширяемость, MVCC, процедурные языки
MySQL	1995	Репликация, разделение, хранимые процедуры

SQLite	2000	Без сервера, с нулевой конфигурацией, транзакционная
--------	------	--

Наиболее популярными РСУБД с открытым исходным кодом являются MySQL и PostgreSQL, при этом последний считается подходящим решением для более сложных операций с большими объемами данных. Microsoft SQL Server и Oracle Database, с другой стороны, являются примерами коммерческих баз данных, которые предлагают расширенные функции, такие как поддержка XML, репликация транзакций и обработка в памяти. “Главным недостатком является высокая стоимость, которая не позволяет использовать ее в малых или средних проектах” [2, с.3]. Самым простым решением можно считать SQLite, который предоставляет движок базы данных без сервера и с нулевой конфигурацией (Таблица 1).

Основным преимуществом баз данных SQL является высокий уровень согласованности, что делает их надежным выбором для приложений, где целостность данных имеет первостепенное значение. Они предназначены для сложных запросов и транзакций, которым требуются свойства ACID. SQL отлично подходит для обработки структурированных данных с фиксированной схемой, он имеет широкую поддержку сообщества и большого числа опытных разработчиков.

Несмотря на свои сильные стороны, данный подход имеет и определенные ограничения. Так, базы данных SQL в первую очередь предназначены для вертикального масштабирования, что предполагает увеличение мощности одного и того же сервера, а следовательно, в определенный момент приведет к трудностям роста. Кроме того, хотя свойства ACID и повышают целостность данных, они могут снижать производительность в сценариях, где требуется высокая доступность или обработка больших наборов данных в режиме реального времени.

Рассмотрим теперь нереляционные базы данных. Отличие состоит в том, что их схема является динамической и может меняться в любой момент времени. “NoSQL – это система управления нереляционной базой данных, база данных быстрого поиска информации и переносимая” [3, с.23]. NoSQL появилась для удовлетворения потребностей современных приложений с большими и сложными данными. Эти базы данных обычно отказываются от свойств ACID в пользу BASE, повышая масштабируемость и гибкость. Базы данных NoSQL подразделяются на четыре типа: БД документов, БД с ключами и значениями, а также БД с широкими столбцами и графические БД. В целом, конструкция NoSQL обеспечивает горизонтальное масштабирование и эффективную обработку неструктурированных данных, что является преимуществом в ряде современных приложений.

Таблица 2 - Базы данных NoSQL

База данных	Дата выхода	Особенности
CouchDB	2005	Репликация, RESTful интерфейс, конечная согласованность
Neo4j	2007	ACID, хранилище графов, язык запросов Cypher
MongoDB	2009	Специальные запросы, индексация, репликация
Apache Cassandra	2008	Распределенная репликация с высокой доступностью в нескольких центрах обработки данных
Redis	2009	В памяти, Pub/Sub, транзакции

MongoDB (документно-ориентированная БД) и Apache Cassandra (хранилище с широкими столбцами) предлагают такие функции, как специальные запросы, высокая доступность и репликация в нескольких центрах обработки данных. В то время как БД Redis (хранилище структур данных в памяти) славится своей производительностью и поддержкой различных структур данных, а CouchDB предоставляет интерфейс RESTful и определяет приоритеты репликации данных и возможной согласованности. Наконец, Neo4j выделяется как графическая БД, которая превосходно справляется с управлением взаимосвязями данных и предлагает мощный язык графических запросов Cypher (Таблица 2).

Базы данных NoSQL обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными РБД. Наиболее существенным является их способность к горизонтальному масштабированию, то есть добавлению большего количества серверов в сеть, что делает их эффективным решением для обработки больших наборов данных. Разнообразные модели NoSQL позволяют осуществлять индивидуальное управление данными, оптимизируя производительность в зависимости от конкретных вариантов использования. Кроме того, БД NoSQL часто следуют модели BASE («в основном доступны», «мягкое состояние», «конечная согласованность»), это обеспечивает более высокую доступность и отказоустойчивость.

Безусловно, БД NoSQL не лишены и недостатков. Отсутствие фиксированной схемы может привести к несогласованности и дублированию данных. Хотя модель BASE и полезна, она может нарушить согласованность данных в распределенных системах. Более того, в базах данных NoSQL отсутствуют стандартизированные интерфейсы, что приводит к различиям на разных платформах и меньшей поддержке сообщества по сравнению с SQL.

В мире веб-приложений и мобильных устройств базы данных NoSQL служат базовой технологией для платформ социальных сетей, игровых приложений и потоковых сервисов, которым часто приходится управлять огромными объемами пользовательских данных. Также NoSQL используют приложения со сложными взаимосвязями и сетевыми данными, такие как системы рекомендаций, сайты социальных сетей и системы обнаружения мошенничества. Ярким примером является Netflix – ведущий потоковый сервис для управления историей просмотров своих клиентов и рекомендациями по фильмам. Сервис обрабатывает огромное количество пользовательских данных и улучшает пользовательский опыт за счет персонализации контента.

В заключение следует отметить, что дискуссия о сравнении SQL и NoSQL, конечно, не заканчивается тем, что один из них превосходит другой; вместо этого подчеркиваются их различные возможности и оптимальные условия. SQL, с его высокой согласованностью и поддержкой сложных запросов, превосходит в сценариях, где данные структурированы, а транзакции являются сложными. Она служит основой для многих традиционных финансовых систем и систем учета запасов. В это же время, NoSQL, с его гибкой схемой, масштабируемостью и различными моделями данных, хорошо приспособлен для решения сложностей современных приложений, работающих с разнообразными и быстро меняющимися данными.

Задумываясь о перспективах развития, отметим, что все больший интерес вызывают гибридные модели, которые используют сильные стороны как SQL, так и NoSQL. Кроме того, поскольку NoSQL сам по себе является широкой категорией, более глубокое изучение отдельных типов баз данных NoSQL может дать лучшее представление об их уникальных преимуществах и подходящих вариантах использования. Эта растущая область технологий баз данных продолжает развиваться, предоставляя организациям множество возможностей для эффективного управления своими данными.

Список литературы

1. Трофименко М. С., Кумратова А. М., Пополитов А. В. Изучение принципов работы NoSQL и SQL баз данных и их сравнение на примере Postgres Pro и MongoDB //Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты. – 2021. – С. 342-347.
2. Савоськин И. В., Фирсов А. О. Исследование способов применения NoSQL и реляционных баз данных //E-Scio. – 2019. – №. 6 (33). – С. 101-108.
3. Ахмедов К. М. Базы данных SQL и NoSQL //Вестник магистратуры. – 2020. – №. 5-3 (104). – С. 23-25.

References

1. Trofimenko M. S., Kumratova A. M., Popolitov A. V. Studying the principles of operation of NoSQL and SQL databases and their comparison on the example of Postgres Pro and MongoDB // Digitalization of the economy: directions, methods, tools. - 2021. - pp. 342-347.
 2. Savoskin I. V., Firsov A. O. Study of ways to use NoSQL and relational databases // E-Scio. – 2019. – no. 6 (33). - pp. 101-108.
 3. Akhmedov K. M. SQL and NoSQL databases // Bulletin of the Magistracy. – 2020. – no. 5-3 (104). - pp. 23-25.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

¹Читалов М.В., Базанов Д.Б.

ФГБОУ ВО "Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова», Москва, Россия (115054, Москва, Стремянный переулок, д.36.), e-mail: ¹chitalov@vk.com

В современном мире непрерывно увеличивается число информационных активов. Вместе с этим предпринимаются попытки цифровой трансформации практически на каждом современном предприятии. Совокупность данных факторов актуализирует проблему, связанную с обеспечением информационной безопасности предприятия. Цель текущей статьи заключается в рассмотрении ключевых вопросов относительно проведения риск-ориентированного аудита информационной безопасности в контексте комплексного обеспечения защиты информации. Научная значимость работы состоит в возможности использования представленных материалов для формирования

Ключевые слова: Информация, информационная безопасность, аудит, риск-ориентированный подход, защита информации.

FUNDAMENTALS OF CONDUCTING A COMPREHENSIVE RISK-BASED AUDIT OF INFORMATION SECURITY

¹Chitalov M.V., Bazanov D.B.

"Plekhanov Russian University of Economics", Moscow, Russia (117997, Moscow, Stremyanny Lane, 36), e-mail: ¹chitalov@vk.com

In the modern world, the number of information assets is continuously increasing. At the same time, attempts are being made at digital transformation in almost every modern enterprise. The combination of these factors actualizes the problem associated with ensuring the information security of the enterprise. The purpose of the current article is to consider the key issues regarding the risk-based audit of information security in the context of comprehensive information security. The scientific significance of the work consists in the possibility of using the presented materials to form strategies for ensuring information security of modern enterprises.

Keywords: Information, information security, audit, risk-based approach, information protection.

Повсеместный перевод информационных активов, денежных средств и коммуникаций в электронную форму создает новый тип актива – информацию. Информация также, как и любая другая ценность, подвержена атакам и нарушениям целостности со стороны хакеров и мошенников. На сегодняшний день актуализируется возникновение рисков в области обеспечения защиты информации. При этом основные угрозы описаны в Доктрине государственной информационной безопасности (далее – ИБ). Необходимо отметить, что

игнорирование угроз неизбежно приводит к нарушению целостности информационной инфраструктуры предприятий и снижению их конкурентоспособности на рынке [1].

Вопрос актуальности информационной безопасности требует детального отношения к вопросам ее защиты. В начале своего пути обеспечение защиты информации решалось на основе использования криптографических алгоритмов шифрования, установки межсетевых экранов и иных средств разграничения доступа. Однако в современных условиях всего этого недостаточно. Так как любой информационный актив подвергается все более сложным и усовершенствованным атакам со стороны злоумышленников. Вместе с этим, остается угроза перехвата управления критическими объектами информационной инфраструктуры.

Статистические сведения свидетельствуют о непрерывном повышении инцидентов ИБ на 5% каждые полгода. Также проблемой становится и то, что вместе с ростом преступлений в области компьютерной безопасности снижается и раскрываемость. На сегодняшний день раскрываемость инцидентов информационной безопасности в современных организациях не превышает 41 процента.

На сегодняшний день выделяется несколько основных и в то же время наиболее опасных угроз информационной безопасности. В их числе находится кража информационных активов, вредоносные программы, мошенничество и иные угрозы. На Рисунке 1 представлена статистика, отражающая процентное соотношение реализации в зависимости от угроз [2].



Рисунок 1 – Рейтинг наиболее опасных угроз ИБ

Актуальность информационной безопасности подтверждается рядом основных факторов, которые выделяются современными компаниями в результате их функционирования. Первым из них является то, что практически у всех современных компаний имеются ресурсы ограниченного доступа, нуждающиеся в защите. Предприятия, больницы и правительства подвержены риску, поскольку они обрабатывают огромные объемы конфиденциальной информации. Это включает в себя финансовые счета, номера социального страхования, медицинскую информацию, секреты национальной безопасности и многое

другое. Отдельные люди тоже не застрахованы. Если на предприятии имеется какая-либо информация о системе (пароли к банковским счетам, социальному обеспечению, веб-сайтам розничной торговли и так далее), то она является уязвимой.

На сегодняшний момент времени происходит активное развитие, создание новых и улучшение существующих методов защиты информации. Вместе с разработкой аппаратно-программных инструментов активное развитие получают и различные методологические, организационные и правовые аспекты защиты информации. Одним из наиболее актуальных и показывающих эффективные результаты своего использования инструментом является аудит информационной безопасности организации.

Аудит информационной безопасности - это процесс оценки и проверки системы защиты информации в организации. Аудит проводится с целью выявления нарушений безопасности, оценки уровня риска и уязвимостей, а также определения необходимых мер для улучшения безопасности. Аудит может быть проведен как внутренними специалистами, так и сторонними экспертами. Результаты аудита используются для разработки плана мер по улучшению безопасности, обучения персонала, а также для улучшения процессов управления информационной безопасностью в организации [3].

На Рисунке 2 представлены ключевые задачи, решаемые в рамках проведения аудита информационной безопасности каждой отдельной организации. В составе данных задач должен быть включен полный комплекс анализа рисков и угроз, а также формирования требований к защите информации.



Рисунок 2 – Основные задачи проведения аудита информационной безопасности

Аудит информационной безопасности включает в себя проверку и оценку системы безопасности информации, включая:

- Оценку степени угрозы для информационной системы
- Проверку соответствия политикам и правилам безопасности информации
- Анализ доступа к информации и правильности настроек безопасности
- Проверку защиты от несанкционированного доступа
- Оценку устойчивости и надежности информационной системы при возникновении различных ситуаций
- Проверку соответствия законодательству и стандартам в области информационной безопасности.

В результате аудита информационной безопасности может быть выявлены недостатки и уязвимости системы безопасности, а также рекомендации по улучшению защиты информации. Так, результатом аудита информационной безопасности является отчет, где описывается:

- Состояние системы информационной безопасности и ее риски;
- Наличие и эффективность мер защиты от угроз;
- Уровень управления безопасностью информации в организации;
- Рекомендации по усовершенствованию системы информационной безопасности.

Такой анализ поможет организациям определить слабые точки в защите информации и разработать планы по их устранению, повышению уровня информационной безопасности и уменьшению рисков.

Стандартами для проведения данного аудита ИБ являются ISO 27001, PCI DSS, 17 приказ ФСТЭК и иные. При этом каждой из представленных на рис. 9 вариантов может производиться как отдельно, так и в комплексе. Это зависит от целей проведения аудита и ресурсов той или иной организации. Сам аудитор также может применять различные методы, включая имитацию атак без реального повреждения информационной инфраструктуры. Имитацией атак проверяются такие факторы, как: наличие уязвимостей аппаратно-программной части организации; устойчивость сети на несанкционированный доступ к информации; оперативность реагирования системы на сбои; возможность проникновения в структуру и иное [4].

Одним из наиболее актуальных и показывающих эффективные результаты своего проведения является комплексный аудит информационной безопасности. Комплексный аудит ИБ включает в себя исследование текущего состояния системы информационной безопасности организации для получения объективной оценки относительно уровня ее защиты. Помимо этого, по результатам проведения аудита производится разработка рекомендаций совершенствования системы информационной безопасности.

Основными преимуществами проведения комплексного аудита ИБ является получение наиболее полной, объективной и в то же время независимой оценки состояния информационной инфраструктуры. Фактически говоря, комплексный аудит ИБ является симбиозом всех видов аудита информационной безопасности. Именно по результатам его проведения заказчик может получить оценку уровня и состояния существующей системы информационной безопасности, а также защищенность внутренних и внешних информационных ресурсов.



Рисунок 3 – Направления при проведении комплексного аудита ИБ

Вместе с этим, рассматриваемый метод проведения аудита также основывается на стандартах информационной безопасности. Определение угроз и рисков ИБ основывается на нормах и стандартах. На Рисунке 3 представлен состав мероприятий при проведении комплексного аудита информационной безопасности.

В общем виде комплексный аудит имеет в своем составе и такие виды аудита, как: экспертный аудит; тестирование на проникновение; аудит Web-безопасности; аудит информационных систем. Также важно отметить, что состав работ в рамках его проведения заранее обсуждается и утверждается с заказчиком. Провести данный вид аудита можно как внешними, так и внутренними силами специалистов в организации. Однако во втором случае не всегда наблюдается объективная оценка уровня защиты информационных систем. Именно поэтому для получения всесторонне объективной оценки прибегают к использованию внешних экспертов [5].

На Рисунке 4 представлен один из алгоритмов, отражающих основные этапы проведения комплексного аудита ИБ на основе риск-ориентированного подхода:



Рисунок 4 – Алгоритм проведения комплексного аудита ИБ

В результате проведения данного вида аудита организация получает детализированный отчет, в котором отражается информация о каждом выявленном недочете, уязвимостях и слабых местах в информационной инфраструктуре. Именно этот отчет является основой в формировании рекомендаций по доработке и улучшению уровня ИБ организации.

Риск-ориентированный подход к аудиту ИБ – это метод, основанный на идентификации, оценке, контроле и управлении рисками, связанными с безопасностью информационных систем. Данный подход подразумевает наличие систематических процедур, инструментов и методов, которые помогают анализировать и оценивать риски в ИБ на стадии планирования, реализации и эксплуатации. Риск-ориентированный подход позволяет выявлять уязвимости и

определять наиболее значимые угрозы, которые могут нарушить безопасность информационной системы, а также определять эффективность контрольных мер, которые применяются для управления рисками безопасности информации. Основным принципом данного подхода является максимальная ориентация на защиту самых ценных активов организации и сокращение рисков до приемлемого уровня. Таким образом, риск-ориентированный подход к аудиту ИБ помогает улучшить уровень безопасности информационных систем организации и значительно снизить вероятность негативных последствий нарушения безопасности.

Проведение аудита ИБ на основе риск-ориентированного подхода включает в себя пять основных действий, в составе каждого из которых можно выделить конкретное действие, значение и результат. Далее представлен каждый из этапов проведения данного аудита.

- **Этап 1.** Проведение анализа бизнес-процессов;
- **Этап 2.** Проведение оценки рисков;
- **Этап 3.** Определение и внедрение необходимых средств контроля;
- **Этап 4.** Тестирование, проверка и отчет;
- **Этап 5.** Непрерывный мониторинг и управление.

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа по вопросу проведения риск-ориентированного аудита информационной безопасности в контексте комплексного обеспечения защиты информации. Подход к программе кибербезопасности, основанный на оценке рисков, а не на соответствии или контрольных списков, принесет много преимуществ, включая персонализированную оценку риска, расставленные по приоритетам пробелы, адаптированные средства контроля и более надежный цикл для устранения новых рисков и уязвимостей.

Также в заключение стоит отметить, что аудит ИБ на основе риск-ориентированного подхода предоставляет руководителям современных организаций получить независимый взгляд на существующую систему ИБ и выявить шаги, необходимые для совершенствования системы информационной безопасности. Данный аудит дает оценку защищенности компании, выявляет риски и создает план конкретных действий, направленных на минимизацию их влияния.

Список литературы

1. Макаренко С.И. Аудит информационной безопасности: основные этапы, концептуальные основы, классификация мероприятий // Системы управления, связи и безопасности. 2018.
2. Двойнишников Н.Э., Исламутдинова Д.Ф. Понятие и сущность аудита безопасности информационных систем // Московский экономический журнал. 2019.
3. Букалерева Л.А., Лапшин В.Ф., Остроушко А.В. Риск-ориентированный подход в области правового регулирования обеспечения информационной безопасности несовершеннолетних // Вестник СурГУ. 2021.
4. Макарейко Н.В. Риск-ориентированный подход при осуществлении контроля и надзора // Юридическая техника. 2019.

5. Маслова М.А. Анализ и определение рисков информационной безопасности // Научный результат. Информационные технологии. 2019.

References

1. Makarenko S.I. Audit of information security: main stages, conceptual foundations, classification of measures // Control Systems, Communications and Security. 2018.
 2. Dvoynishnikov N.E., Islamutdinova D.F. The concept and essence of the audit of the security of information systems. Moscow Economic Journal. 2019.
 3. Bukalerova L.A., Lapshin V.F., Ostroushko A.V. Risk-oriented approach in the field of legal regulation of information security of minors // Vestnik SurGU. 2021.
 4. Makareiko N.V. Risk-oriented approach in the implementation of control and supervision // Legal Technique. 2019.
 5. Maslova M.A. Analysis and identification of information security risks // Scientific result. Information Technology. 2019.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ФИЛЬМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

¹Фофанов М.А., ²Горелов В.С., ³Сулиман А.А.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия (199034, город Санкт-Петербург, Университетская наб., д.7/9), e-mail:

¹max.fofanov@gmail.com, ²vasylyigorelov@gmail.com, ³adamsulimanofficial@gmail.com

В работе рассматривается задача создания рекомендательной системы для фильмов. Мы предлагаем подход, основанный на эмбединге пользователей и фильмов. Для этого мы разработали уникальную архитектуру нейронной сети и обучили её на наборе данных с отзывами пользователей с портала IMDB. Результаты подтверждают потенциал использования нейронных сетей для улучшения персонализированной рекомендации фильмов.

Ключевые слова: Рекомендательная система; нейронная сеть; эмбединг.

DEVELOPMENT OF A MOVIE RECOMMENDER SYSTEM USING NEURAL NETWORKS

¹Fofanov M.A., ²Gorelov V.S., ³Suliman A.A.

"St. Petersburg State University", St. Petersburg, Russia (199034, St. Petersburg, Universitetskaya naberezhnaya, 7/9), e-mail: ¹max.fofanov@gmail.com, ²vasylyigorelov@gmail.com,

³adamsulimanofficial@gmail.com

The task of creating a movie recommender system is addressed. An approach based on embedding users and movies is proposed. To achieve this, a unique neural network architecture was developed and trained on a dataset consisting of user reviews from the IMDb portal. The results confirmed the potential of using neural networks to improve personalized movie recommendations.

Keywords: recommender system; neural network; embedding.

В последние годы, с появлением огромного количества фильмов на онлайн-платформах, пользователям труднее стал даваться поиск фильмов, соответствующих их вкусам и предпочтениям. Рекомендательные системы фильмов играют важную роль в решении этой проблемы, поскольку они направлены на предоставление персонализированных рекомендаций фильмов на основе предыдущих взаимодействий и предпочтений пользователей. Традиционные подходы к рекомендации основывались на коллаборативной фильтрации и методах, основанных на содержимом, но часто не удавалось учесть сложные предпочтения пользователей и давать точные рекомендации. В данной статье мы предлагаем

новый подход, использующий нейронные сети для улучшения точности персонализации рекомендаций фильмов.

Для обучения и оценки нашей рекомендательной системы мы использовали данные с портала IMDb. Первый набор данных содержал оценки пользователей для определенных фильмов. Эти оценки представляли собой числовые значения, отражающие предпочтения пользователей к каждому фильму. Оценки пользователей позволяли нам понять, какие фильмы были оценены положительно или отрицательно, и использовать эту информацию для предоставления рекомендаций на основе предпочтений пользователя.

Второй набор данных содержал информацию о фильмах, такую как жанр, год выпуска и рейтинг. Эти данные предоставляют контекстуальную информацию о каждом фильме, которая помогла нам лучше понять его особенности и свойства. Жанры фильмов давали представление о жанровом предпочтении пользователей, год выпуска позволял учитывать предпочтения к определенным временным периодам, а рейтинг служил мерой популярности и качества фильма.

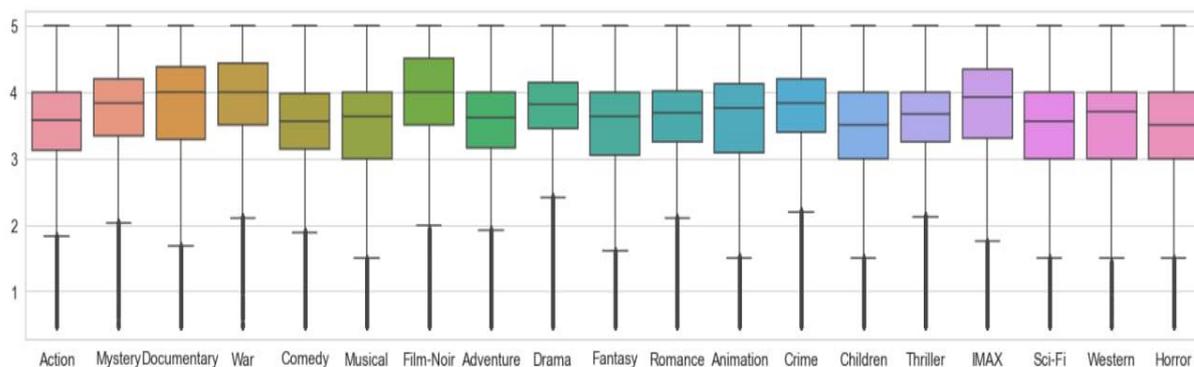


Рисунок 1 – Распределение средних оценок пользователей по жанрам

После проведения первичного анализа данных, мы обратили внимание на различия в восприятии жанров фильмов пользователями, основываясь на распределении средних оценок пользователей. Это отчетливо видно на Рисунке 1, где представлены графики распределения средних оценок пользователей для разных жанров фильмов. Наблюдается явное разделение жанров на те, которые получают высокие оценки пользователей, и те, которые оцениваются ниже. Эти результаты говорят о различных предпочтениях пользователей в отношении жанров фильмов и подтверждают важность учета таких факторов при разработке персонализированных рекомендаций фильмов.

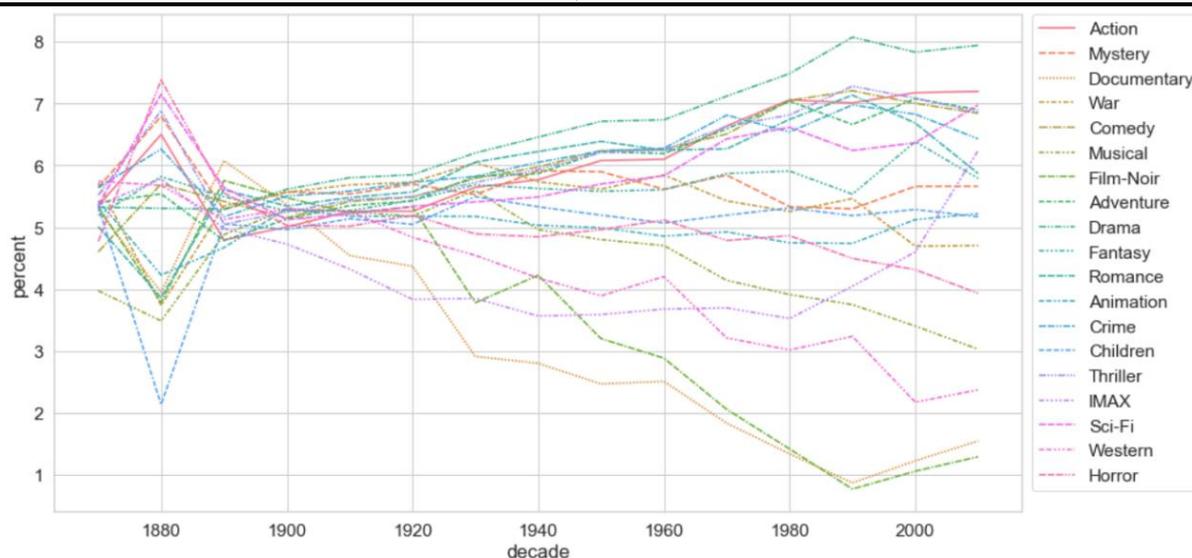


Рисунок 2 – Доля суммарных средних оценок пользователей по годам

В дополнение, мы провели анализ общей доли влияния жанров на всю киноиндустрию в каждом десятилетии. Интересно было выяснить, как год выпуска фильма влияет на предпочтения зрителей. Результаты этого анализа представлены на Рисунке 2, который изображает процентное разбиение жанровых предпочтений пользователей в зависимости от десятилетия выпуска фильма. Наблюдается значительное изменение предпочтений жанров с течением времени, отражая социокультурные изменения и тенденции в киноиндустрии. Эти выводы подчеркивают важность учета года выпуска при рекомендации фильмов, так как он существенно влияет на то, что люди склонны смотреть.

После предобработки и анализа данных мы перешли к этапу построения признаков. Для задачи эмбединга пользователей и фильмов наиболее подходящим решением представляется создание для них двух отдельных векторов признаков: профиль фильма и профиль пользователя. Профиль фильма — это вектор размерности $n+1$, где n — это количество уникальных жанров встречающихся в наборе данных. Каждой из первых n координат поставлен в соответствие какой-то жанр. Тогда первые n координат профиля выглядят следующим образом: на i -том месте стоит 1, если фильм относится к жанру соответствующему i -той координате, иначе 0. Стоит также отметить, что фильмы могут относиться к нескольким жанрам. Наконец, $n+1$ координата отведена под год выпуска фильма. Это необходимо, так как комедии 2000-х годов, например, сильно отличаются от комедий 1950-х.

Профиль пользователя — это вектор размерности $n+1$, где n — это количество уникальных жанров встречающихся в наборе данных. Каждой из первых n координат поставлен в соответствие такой же жанр, как и на этапе создания профилей фильмов. Тогда первые n координат выглядят следующим образом: на i -ом месте стоит средняя оценка пользователя для фильмов с жанром соответствующим i -ой координате или 0, если оценок для этого жанра нет. Наконец, $n+1$ координата отведена под любимый год пользователя, а именно год с наибольшей средней оценкой.

Архитектура нашей нейронной сети включает два блока: один для обработки профилей пользователей, а другой для обработки профилей фильмов. Каждый блок состоит из 4

полносвязных слоев с различными функциями активации, что позволяет модели извлекать и учитывать различные аспекты информации.

В первом блоке, профили пользователей подаются на вход и проходят через последовательность полносвязных слоев с активационной функцией гиперболического тангенса. Эти слои помогают выявить скрытые связи и особенности в профилях пользователей.

Аналогично, во втором блоке, профили фильмов подаются на вход и проходят через аналогичную последовательность полносвязных слоев с активационной функцией LeakyReLU. Эти слои позволяют нейросети изучать и кодировать характеристики фильмов, такие как жанры, год выпуска и рейтинг.

Затем, после обработки профилей пользователей и фильмов, мы рассчитываем косинусную метрику между двумя преобразованными векторами. Косинусная метрика измеряет сходство между двумя векторами и является показателем близости между предпочтениями пользователя и характеристиками фильма.

Наконец, результат косинусной метрики подвергается аффинным преобразованиям, чтобы привести его в промежуток от 0 до 5, чтобы его можно было сравнить с оценками пользователей. Это позволяет нам предоставить рекомендации с учетом пользовательских предпочтений и предсказать оценку фильма, которую пользователь мог бы дать.

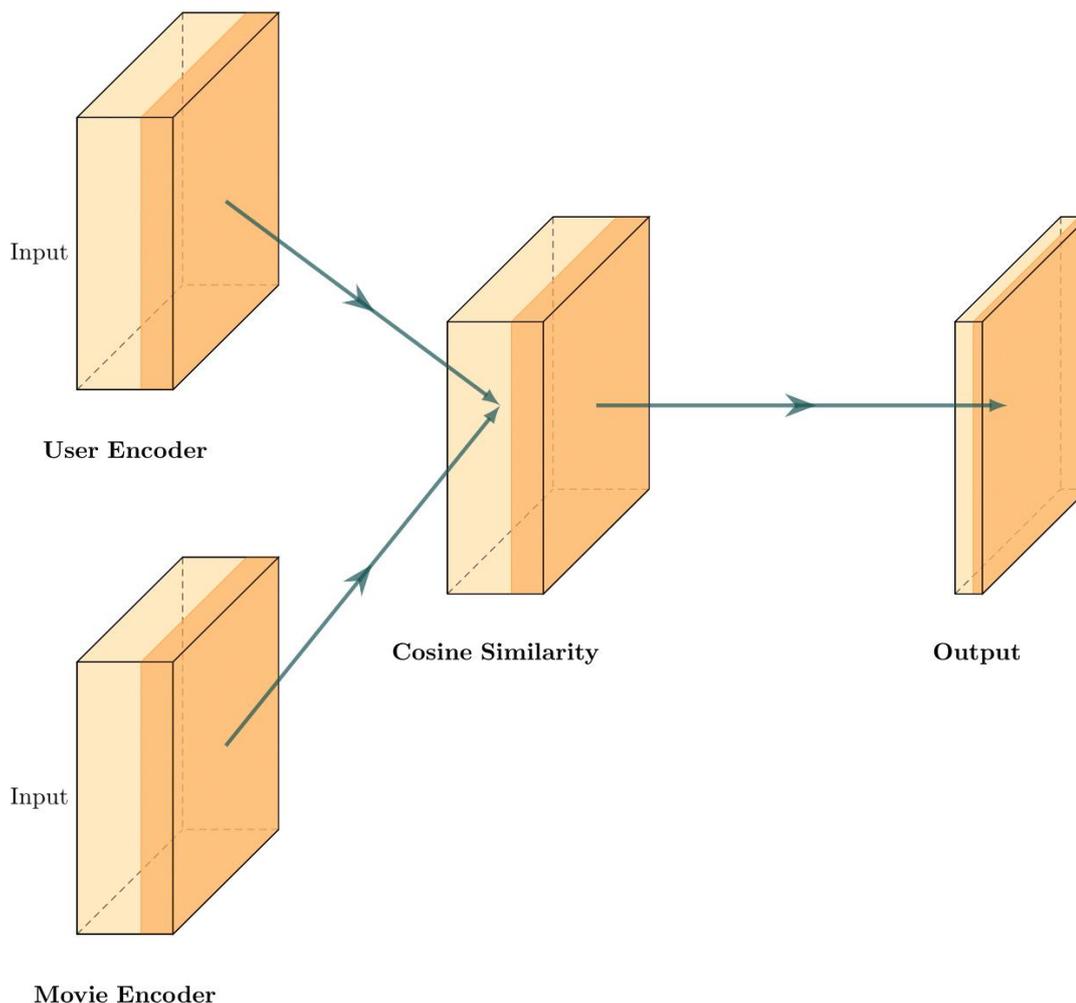


Рисунок 3 – Архитектура нейронной сети

Модель обучалась на задаче предсказания по профилю пользователя и профилю фильма оценки фильма у данного пользователя. В процессе обучения мы использовали различные методы для проверки корректности модели.

Во-первых, мы использовали валидационную выборку, которую модель не видела во время обучения, для отслеживания функции потерь. Это позволило нам оценивать производительность модели на новых данных и контролировать переобучение.

Во-вторых, мы применяли методы контроля скорости обучения. Когда процесс обучения достигал «плато», то есть когда функция потерь на валидационной выборке переставала значительно улучшаться, мы уменьшали скорость обучения. Это помогало предотвратить переобучение модели и повышало ее обобщающую способность.

По итогам обучения, наша модель продемонстрировала среднюю квадратичную ошибку на тестовой выборке, равную 0.78. Это говорит о том, что модель достаточно точно определяет, какие фильмы могут понравиться пользователю на основе их жанра и года производства. Полученные результаты свидетельствуют о высокой предсказательной способности модели и ее способности учесть предпочтения пользователей.

Кроме того, проведенный анализ с помощью метода ближайших соседей (knn) на полученных результатах подтверждает, что наша модель действительно научилась выделять фильмы, которые нравятся похожим пользователям, как более близкие. Это указывает на то, что модель способна улавливать схожие предпочтения между пользователями и рекомендовать фильмы, которые могут быть ими оценены положительно.

В целом, полученные результаты подтверждают эффективность и точность нашей модели в предсказании предпочтений пользователей и формировании персонализированных рекомендаций фильмов.

Для использования получившейся модели необходимо выделить часть использовавшуюся для кодирования фильмов и, используя её, получить латентные представления для фильмов. Затем, при необходимости получить выборку рекомендаций для пользователя, необходимо получить профиль пользователя, выделить часть использовавшуюся для кодирования зрителей и, применив её, найти первые n ближайших (по косинусной мере) латентных представлений фильмов с помощью одного из алгоритмов поиска ближайших соседей.

Тема рекламы и, в частности, персональных рекомендаций обретает особую актуальность в последние годы. Предложенная нами модель, не смотря на свою эффективность, проста и может быть улучшена сразу в нескольких направлениях. Во-первых, набор данных необходимо очистить от произведений, не являющихся полноценными фильмами, например отдельные серии сериалов, телевизионные шоу и слайд-шоу фильмы. Во-вторых, помимо жанра и года выпуска, у фильма есть достаточно много выделяющих его признаков: популярность фильма на различных ресурсах, страна выпуска (или язык оригинала), бюджет, длина, коммерческий успех, список людей причастных к созданию фильма. В-третьих, можно рассмотреть возможность расширения и модификации текущей архитектуры нейронной сети, чтобы улучшить её производительность и точность.

Список литературы

1. Cheng Guo, Felix Berkhahn. Entity embeddings of categorical variables// arXiv preprint arXiv:1604.06737. - 2016.
2. Xiangnan He, Lizi Liao, Hanwang Zhang, Liqiang Nie, Xia Hu, Tat-Seng Chua// arXiv preprint arXiv:1708.05031. - 2017.
3. John Kalung Leung, Igor Griva, William G. Kennedy. Text-based emotion aware recommender// David C. Wyld et al. (Eds): CCSEA, BioT, DKMP, CLOUD, NLCAI, SIPRO - 2020 pp. 101-114.

References

1. Cheng Guo, Felix Berkhahn. Entity embeddings of categorical variables// arXiv preprint arXiv:1604.06737. - 2016.
2. Xiangnan He, Lizi Liao, Hanwang Zhang, Liqiang Nie, Xia Hu, Tat-Seng Chua// arXiv preprint arXiv:1708.05031. - 2017.

Фофанов М.А., Горелов В.С., Сулиман А.А. Разработка рекомендательной системы фильмов с использованием нейронных сетей // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2023. – Т. 8 № 7(33) с. 16–22

3. John Kalung Leung, Igor Griva, William G. Kennedy. Text-based emotion aware recommender// David C. Wyld et al. (Eds): CCSEA, BIOT, DKMP, CLOUD, NLCAI, SIPRO - 2020 pp. 101-114.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ И СИНТЕЗЕ БОЛЬШИХ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ

Борисенков М.С.

ФГБОУ ВО «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», Королёв, Россия (141074, Московская область, город Королёв, ул. Гагарина, д.42), e-mail: borisenkov.matvey@mail.ru

В данной статье рассматривается технология виртуализации в контексте анализа больших многомерных данных. Приводятся ключевые понятия и объясняется взаимосвязь между появлением технологии и прорывом в сфере анализа данных. Приводятся концепции, с помощью которых в связке с виртуализацией можно получить наиболее точные результаты анализа данных и синтеза результатов анализа.

Ключевые слова: Виртуализация, OLAP, большие данные, многомерные данные, гипервизор.

APPLYING VIRTUALIZATION TO THE ANALYSIS AND SYNTHESIS OF LARGE MULTIVARIATE DATA

Borisenkov M.S.

"Technological University named after Twice Hero of the Soviet Union, Cosmonaut A.A. Leonov», Korolev, Russia (141074, Moscow region, Korolev, Gagarin str., 42), e-mail: borisenkov.matvey@mail.ru

This article discusses virtualization technology in the context of big multidimensional data analysis. The key concepts are presented and the relationship between the emergence of the technology and the breakthrough in the field of data analysis is explained. The methodologies that can be used in conjunction with virtualization to obtain the most accurate results of data analysis and synthesis of analysis results are presented.

Keywords: Virtualization, OLAP, big data, multidimensional data, hypervisor.

1. Виртуализация как фундаментальное понятие современной IT сферы.

В условиях лавинообразного развития технологий, увеличения потоков входных/выходных данных возникла потребность оптимизации использования вычислительных ресурсов.

В начале 1960-х годов зародилась концепция разделения времени (time-sharing) – распределение вычислительных ресурсов между несколькими пользователями: пока один вводит данные, машина занимается расчетами других. Но данная концепция небезопасна, сложна, не отличается нужной стабильностью, как следствие возникновение потребности в

создании новых технологий, которые смогут не только заменить концепцию разделения времени, но и предоставить пользователям новые возможности [1].

Командой инженеров IBM был предложен совершенно новый подход – в рамках одной ЭВМ предоставить каждому пользователю виртуальную машину со своей ОС. Пользователи подключались к гостевым ОС с помощью специальных устройств ввода-вывода – терминалов.

Виртуализация обладала существенными преимуществами над концепцией разделения времени:

- Увеличенная надежность и безопасность за счет изоляции пользователей.
- Запуск любых приложений (не только приспособленных к концепции разделения времени) за счет симуляции отдельного компьютера для каждого пользователя.
- Увеличенная производительность за счет использования легковесных гостевых ОС.

Виртуализация - создание абстракций над аппаратным обеспечением. Другими словами, это сокрытие реализации за универсальным методом обращения к ресурсам. Среди множества разновидностей виртуализации следует выделить три наиболее фундаментальные:

- Аппаратная виртуализация;
Позволяет создавать изолированные и независимые виртуальные компьютеры с помощью программной имитации ресурсов физического/виртуального сервера.
- Виртуализация рабочих столов;
Данная технология позволяет отделить логический рабочий стол от физической инфраструктуры.
- Контейнеризация;
Позволяет запускать ПО в изолированных на уровне операционной системы пространствах [2-3].

Архитектура первого поколения виртуализации выглядит следующим образом (Рисунок 1).

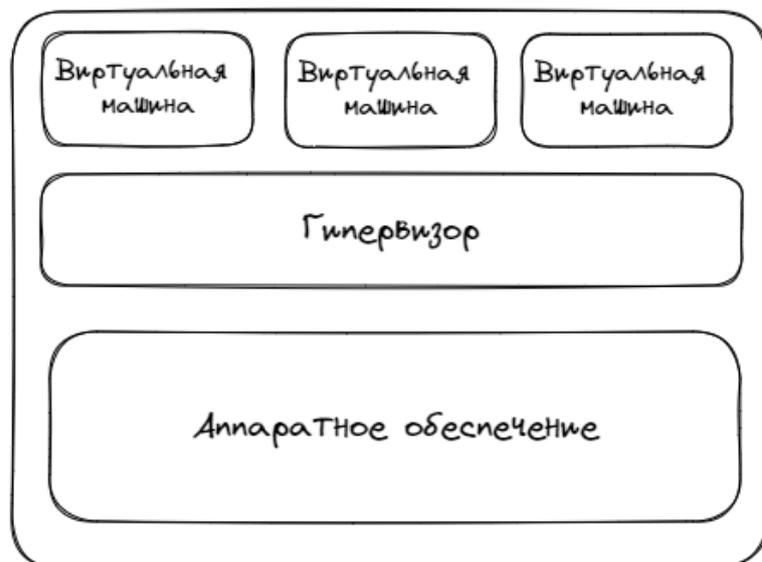


Рисунок 1 – Первое поколение виртуализации

Гипервизор выполняется как контрольная программа непосредственно на аппаратной части компьютера и не требует операционной системы общего назначения [4-5].

Архитектура современных технологий виртуализации (Рисунок 2, 3).

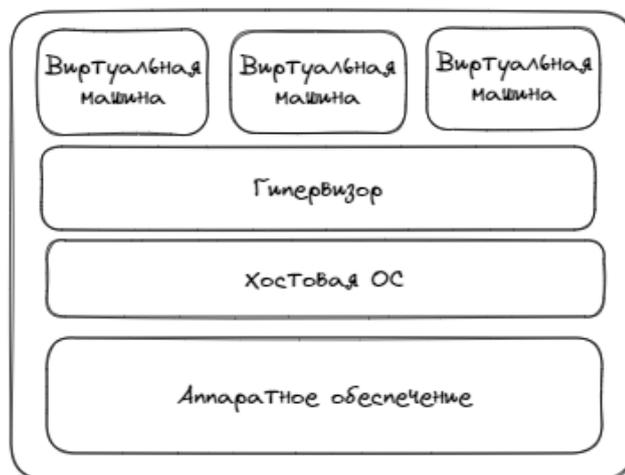


Рисунок 2 – Современная архитектура виртуализации №1

В данной схеме, гипервизор выполняется поверх хостовой операционной системы и управляет гостевыми ОС, а эмуляцией и управлением физическими ресурсами занимается хостовая ОС.

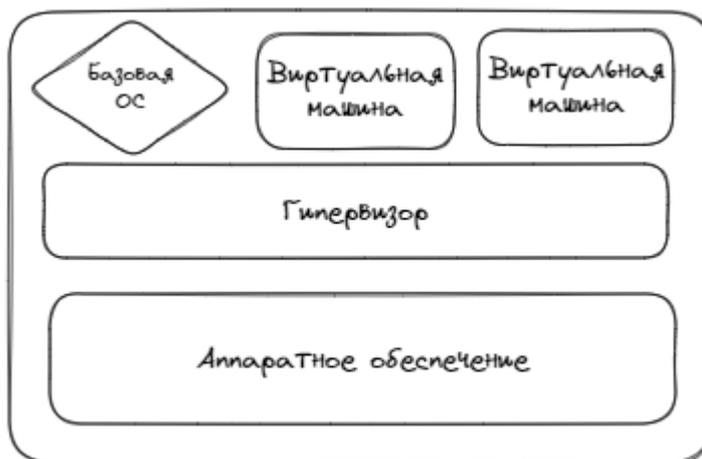


Рисунок 3 – Современная архитектура виртуализации №2

Данная модель сочетает в себе характеристики предыдущих двух архитектур. Здесь гипервизор выполняется поверх базовой операционной системы. После установки гипервизора ядро ОС переходит в режим поддержания виртуализации и передает управление ресурсами процессора и памяти гипервизору. Данная модель наиболее распространена по причине хорошей совместимости с оборудованием. Эта модель быстрее и эффективнее распределяет нагрузку и ресурсы между всеми модулями виртуализации, поэтому повсеместно используется для разработки/тестирования программного обеспечения и работы с большими данными [6-7].

2. Виртуализация данных как способ обработки больших многомерных данных.

С учетом постоянно растущего в геометрической прогрессии потока информации, обычные методы анализа становятся все менее и менее актуальны. Поэтому, было предложено использование технологии виртуализации, как основы для анализа больших многомерных данных. Эта идея оправдала себя на 200%.

Виртуализация данных - способ организации доступа к данным, при котором не требуется информация об их структуре и принадлежности к конкретной информационной системе.

Основой виртуализации данных является выполнение распределенных процессов управления данными, для запросов к многочисленным разнородным источникам данных и объединение результатов в виртуальные представления (Рисунок 4).

Особенности виртуализации данных

- Значительное ускорение создания объектов данных.
- Модель виртуализации данных обеспечивает практически полную сохранность и безопасность данных.
- Явное объединение не типизированных данных из различных источников.
- Гибкость в анализе многомерных данных и модернизация существующих технологий или добавление новых за счет модульной реализации технологии.

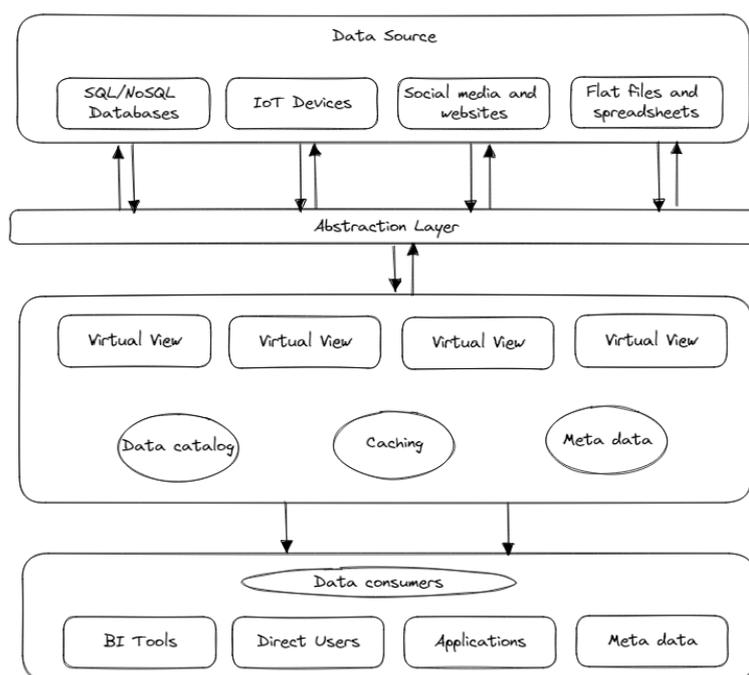


Рисунок 4 – Модель виртуализации данных

Первым уровнем в модели является уровень соединения (Data Source). На нем, с помощью соединителей и протоколов связи реализуется доступ к данным, рассредоточенным по многочисленным системам, которые содержат как структурированные, так и неструктурированные данные. Платформы для виртуализации данных могут работать с большинством современных СУБД и облачных хранилищ.

Вторым уровнем является уровень абстракции (Abstract Layer), по-другому виртуальный или семантический уровень. Он является связующим звеном между всеми источниками данных и всеми пользователями, образуя всю основу виртуализации. Данный уровень содержит все логические представления для доступа к источникам. Сложность базовых структур данных скрыта от конечного пользователя, таким образом пользователи видят только схематические модели данных, что упрощает работу с данными для потребителя.

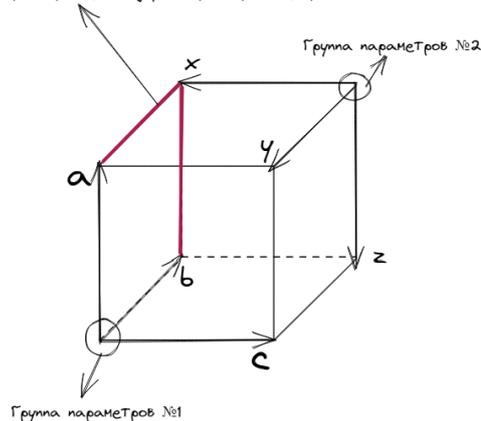
Третьим уровнем является уровень потребления (Data consumers). Этот уровень является единой точкой доступа к данным. В зависимости от типа потребителя для предоставления абстрактных представлений данных используется несколько протоколов соединений. Они могут взаимодействовать с виртуальным уровнем (Abstract Layer), используя язык SQL, различные API (REST, SOAP) и стандарты доступа (JDBC, ODBC).

С помощью описанной выше модели, построенной на современной архитектуре виртуализации, появилась возможность достаточно комфортно работать с большими многомерными данными, за счет того, что данные быстро распределяются и структурируются, что значительно облегчает дальнейшую обработку и анализ. Но для наиболее эффективного анализа данных и синтеза результатов исследования к виртуализации данных добавляется идеология OLAP.

3. OLAP как фундаментальная концепция анализа данных

Концепция OLAP кубов приобрела всеобщее признание так как позволяла получать достаточно неочевидные выводы при анализе данных, с помощью перебора двух многомерных множеств параметров относительно друг друга, другими словами, необходимо было проанализировать данные на стыке всех пар параметров каждого множества, что синтезировало наиболее точные результаты (Рисунок 5).

Каждый параметр связан с двумя параметрами из противоположного множества посредством грани куба.



Анализ производится для параметрических групп на стыке векторов.

Например, анализ параметрической группы (x,a); (x,b)

Рисунок 5 – Концепция OLAP кубов

С таким подходом сложные многомерные данные обретают понятную человеку структуру, что позволяет выделить ключевые параметры для анализа и получить результаты максимально точные и за минимально возможное время.

Методология OLAP предоставляет следующие возможности:

- Возможность любого логического, семантического и статистического анализа многомерных данных и сохранение результата в удобном для пользователя виде;
- Многомерное концептуальное представление данных, включая полную поддержку иерархий и множественных иерархий;
- Возможность обращения к данным независимо от их места расположения и объёма;
- Минимальное время синтеза результатов анализа, как правило время не превышает пяти секунд;

4. Преимущества виртуализации для анализа больших многомерных данных и синтеза результатов

Виртуализация данных обеспечивает доступ исходным данным в режиме реального времени и управление ими через логический уровень (Abstract Layer), исключая физическое перемещение больших объемов информации.

Внедрение виртуализации данных требует меньше затрат, чем разработка консолидированного хранилища с теми же задачами.

Отсутствует необходимость перемещать данные, а уровни доступа можно контролировать.

Независимо от типов и объемов данных пользователь может проводить любые анализы при минимальном уровне погружения в сферу науки о данных. С добавлением методологии OLAP многомерный анализ становится бесконечным полем для экспериментов над многомерными данными, что способствует выявлению новых зависимостей и развитию технологий анализа и синтеза.

5. Практическое применение виртуализации при анализе большого потока данных

При непрерывном потоке данных возникает проблема с ее интерпритацией и хранением. Есть два варианта обработки потока данных. Первый заключается в том, чтобы просто записывать данные в том виде, в котором они передаются. Второй вариант более сложный, он заключается в преобработке данных, то есть в первичной структуризации данных по каким-либо параметрам, возможно так же формирование формы хранения, например в виде OLAP-кубов. Подход с преобработкой данных реализован в современных BI-системах (Рисунок №6). Используя BI-системы не нужно программировать sql-запросы, так как интерфейс позволяет извлекать данные без знания технических подробностей о них. Платформа формирует логических двойников данных и физические обращения к ним.

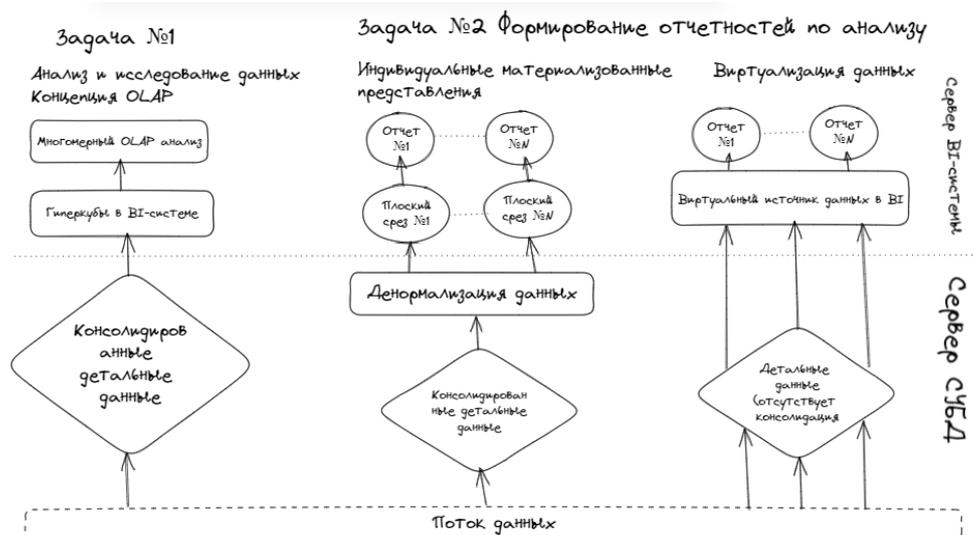


Рисунок 6 – Принцип работы BI-системы

На первом шаге в BI могут быть сформированы ROLAP-кубы (в которых указана связь с физическими данными). Затем структурированные многомерные OLAP-кубы трансформируются под шаблоны отчетов.

Заключение

В заключении необходимо подчеркнуть, что технология виртуализации дала огромный толчок направлению анализа данных, увеличив в разы вычислительные мощности без значительных трат на новое оборудование. Благодаря этому, все больше компаний внедряют виртуализацию в свои системы анализа данных, значительно увеличивая прибыль при минимальных вложениях. Сама технология и архитектура виртуализации не стоит на месте, постоянно ведутся работы над оптимизацией распределения ресурсов между виртуальными модулями и над доработкой/изменением принципов работы самой технологии.

Список литературы

1. Турулин И.И. Виртуализация (изоляция вычислительных процессов) - учебное пособие. – Таганрог: ТТИ ЮФУ (бывший ТРТИ, ТРТУ), 2012. – 40 с.
2. Гультяев А.К. Виртуальные машины: несколько компьютеров в одном - СПб.: Питер, 2006. — 224 с. — ISBN 5-469-01338-3
3. Виртуальные машины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://all-ht.ru/inf/vpc/p_0_0.html
4. Виртуальные машины [Электронный ресурс] // Информатизация и образование. – Режим доступа: <http://hotuser.ru/server/1808-2009-12-02-08-28-47>
5. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных: Учебное пособие / А.П. Кулаичев. — М.: Форум, 2018. — 160 с.
6. Макшанов А.В. Технологии интеллектуального анализа данных. — М.: Лань. 2019. 212 с.

7. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных / В.М. Симчера. — М.: Финансы и статистика, 2018. — 400 с.

References

1. Turulin I.I. Virtualization (isolation of computing processes) - a tutorial. - Taganrog: TTI SFU (former TRTI, TRTU), 2012. - p.40.
 2. Gulyaev A.K. Virtual machines: several computers in one - St. Petersburg: Peter, 2006. - p. 224— ISBN 5-469-01338-3
 3. Virtual machines [Electronic resource]. – Access mode: http://all-ht.ru/inf/vpc/p_0_0.html
 4. Virtual machines [Electronic resource] // Informatization and education. – Access mode: <http://hotuser.ru/server/1808-2009-12-02-08-28-47>
 5. Kulaichev A.P. Methods and means of complex data analysis: Textbook / A.P. Kulaichev. — М.: Forum, 2018. — p.160
 6. Makshanov A.V. Data Mining Technologies. — М.: Lan. 2019. p.212
 7. Simchera V.M. Methods of multidimensional analysis of statistical data / V.M. Simcher. — М.: Finance and statistics, 2018. — p.400
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ КАЖДОЙ МОДЕЛИ

¹Воробьева И.А., Сазонов А.И., Анищенко И.А.

ФГБУО ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», Москва, Россия, (119454, г. Москва, просп. Вернадского, 78, стр. 4.), e-mail: ¹9661613042@mail.ru

В работе рассматриваются преимущества и недостатки каждой модели, а также сравниваются их характеристики по критериям, таким как масштабируемость, гибкость и надежность. В результате исследования было установлено, что каждая модель обладает своими уникальными преимуществами и недостатками, и выбор конкретной модели должен осуществляться с учетом специфики задачи.

Ключевые слова: Облачные вычисления, виртуализация, контейнеризация, серверлесс-вычисления, масштабируемость, гибкость.

ANALYSIS AND COMPARISON OF VARIOUS CLOUD COMPUTING MODELS: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF EACH MODEL

¹Vorobyeva I.A., Sazonov A.I., Anishchenko I.A.

MIREA - Russian Technological University, Moscow, Russia (119454, Moscow, avenue. Vernadsky, 78, b. 4), e-mail: ¹9661613042@mail.ru

The paper examines the advantages and disadvantages of each model, as well as compares their characteristics according to criteria such as scalability, flexibility and reliability. As a result of the study, it was found that each model has its own unique advantages and disadvantages, and the choice of a specific model should be carried out taking into account the specifics of the task.

Keywords: Cloud computing, virtualization, containerization, server-less computing, scalability, flexibility.

Цель исследования: анализ и сравнение различных моделей облачных вычислений, а именно: облачные вычисления на основе виртуализации, облачные вычисления на основе контейнеризации и серверлесс-вычисления.

Введение

С развитием информационных технологий и увеличением объема данных возникла потребность в эффективных методах их обработки и хранения. [7] Облачные вычисления являются одним из наиболее популярных способов решения данной проблемы. Однако, в силу своей широкой функциональности, облачные вычисления могут быть реализованы различными способами, что приводит к необходимости выбора оптимальной модели для

конкретной задачи. [1,2] В данной работе проведен анализ и сравнение трех основных моделей облачных вычислений: облачные вычисления на основе виртуализации, облачные вычисления на основе контейнеризации и серверлесс-вычисления. Рассмотрены их преимущества и недостатки, а также проанализированы их характеристики по различным критериям. [3]

Вычисления на основе виртуализации являются одной из самых популярных моделей облачных вычислений. Данная модель позволяет разделить физические вычислительные ресурсы на виртуальные машины, которые можно запускать и управлять отдельно от оригинальных ресурсов. Это позволяет увеличить гибкость и масштабируемость системы, а также улучшить надежность. Однако, данный подход имеет высокую стоимость и сложность в управлении большим количеством виртуальных машин. [5]

Преимущества облачных вычислений на основе виртуализации включают:

- Высокую производительность и надежность. Виртуализация позволяет использовать ресурсы серверов более эффективно, что повышает производительность и надежность приложений.
- Гибкость и масштабируемость. Виртуализация позволяет быстро создавать и удалять виртуальные машины, что обеспечивает гибкость и масштабируемость приложений.
- Удобное управление и мониторинг. Виртуальные машины легко управляются и мониторятся с помощью специальных инструментов взаимодействия с виртуальными машинами.

Недостатки облачных вычислений на основе виртуализации включают:

- Высокую стоимость. Виртуализация требует использования мощных серверов и специального программного обеспечения, что делает эту модель облачных вычислений дороже других моделей.
- Значительный объем памяти, необходимый для запуска каждой виртуальной машины. Это может приводить к излишнему использованию ресурсов, особенно в случае запуска множества виртуальных машин.

В качестве примера можно привести несколько вариантов использования виртуализации:

- для развертывания и масштабирования виртуальных серверов, обеспечивая высокую доступность своего веб-приложения.
- для создания изолированных сред разработки, тестирования и развертывания приложений, что позволяет оптимизировать использование аппаратных ресурсов.

Облачные вычисления на основе контейнеризации - это более новая модель, которая использует контейнеры вместо виртуальных машин для разделения физических ресурсов. [4] Контейнеры позволяют создавать изолированные среды для приложений, что упрощает управление и развертывание приложений. Кроме того, контейнеры имеют более легковесную архитектуру, что позволяет сократить время запуска и уменьшить нагрузку на физические ресурсы. Однако, контейнеры не обеспечивают полную изоляцию и безопасность между приложениями. [5,6]

Преимущества облачных вычислений на основе контейнеризации включают:

- Более эффективное использование ресурсов. Контейнеры используют меньше ресурсов, чем виртуальные машины, что позволяет использовать ресурсы сервера более эффективно.
- Быстрое развертывание и масштабирование. Контейнеры можно быстро создавать, развертывать и масштабировать в зависимости от нагрузки на приложение.
- Простота управления и мониторинга. Контейнеры легко управляются и мониторятся с помощью специальных инструментов управления контейнерами.

Недостатки облачных вычислений на основе контейнеризации включают:

- Ограниченную изоляцию. Контейнеры используют общую операционную систему, что ограничивает изоляцию между приложениями и может приводить к конфликтам между приложениями.
- Ограниченные возможности для приложений с высоким уровнем безопасности. Контейнеризация может быть недостаточно безопасной для приложений, которые требуют высокого уровня безопасности, т.е. для приложений, работающих с конфиденциальной информацией. [11, 12]

В качестве примера можно привести несколько вариантов использования контейнеризации:

- использование Docker для контейнеризации своего приложения и его зависимостей, обеспечивая переносимость и воспроизводимость окружения между разработческими, тестовыми и продуктивными средами.
- использование контейнеризации для развертывания микросервисной архитектуры, где каждый микросервис запускается в собственном контейнере, обеспечивая гибкость и масштабируемость при обработке транзакций.

Серверлесс-вычисления - это относительно новая модель, которая позволяет разрабатывать и запускать приложения без необходимости управления физическими ресурсами. В этой модели вычисления происходят в рамках функций, которые запускаются в ответ на события. [8] Это позволяет сократить затраты на инфраструктуру и упростить процесс разработки и развертывания приложений. Однако, серверлесс-вычисления не всегда могут обеспечить высокую производительность и могут столкнуться с ограничениями в ресурсах. [9],[15]

Преимущества серверлесс-вычислений включают:

- Оптимальное использование ресурсов. Функции запускаются только при необходимости и используют только те ресурсы, которые необходимы для выполнения задачи.
- Высокая масштабируемость. Серверлесс-вычисления позволяют быстро масштабировать функции в зависимости от нагрузки на приложение.
- Низкая стоимость. Серверлесс-вычисления обычно имеют более низкие затраты, поскольку оплата осуществляется только за использованные ресурсы.

Недостатки серверлесс-вычислений включают:

- Ограниченная поддержка языков и платформ. Некоторые языки и платформы не поддерживают серверлесс-вычисления, что может быть препятствием для использования этой модели.

- Ограниченная продолжительность выполнения функций. Серверлесс-функции обычно ограничены по времени выполнения, что может быть препятствием для выполнения длительных задач.
- Сложность отладки. Отладка серверлесс-функций может быть сложной, так как функции работают в изолированной среде.

В качестве примера можно привести несколько вариантов использования серверлесс-вычислений:

- использование серверлесс функции для обработки входящих запросов на обработку изображений, что позволяет автоматически масштабировать ресурсы в зависимости от количества запросов и оптимизировать использование вычислительных ресурсов.
- использование серверлесс функции для регулярного выполнения расчетов и генерации отчетов, запуская функции по расписанию или при наступлении определенных событий.

При сравнении моделей облачных вычислений на основе виртуализации, контейнеризации и серверлесс-вычислений следует учитывать следующие критерии:

- Эффективность использования ресурсов: при оценке различных моделей облачных вычислений серверлесс-вычисления представляют наиболее эффективный способ использования ресурсов.
- Масштабируемость: все три модели облачных вычислений имеют свои преимущества. Однако серверлесс-вычисления, как правило, предлагают наиболее гибкие и легко масштабируемые решения.
- Управление и мониторинг: контейнеризация позволяет легче управлять и мониторить приложения, чем виртуализация или серверлесс-вычисления.
- Безопасность: все три модели обеспечивают высокий уровень безопасности, но каждая из них имеет свои особенности. Например, виртуализация обычно обеспечивает лучшую изоляцию между различными приложениями и операционными системами, а контейнеризация предоставляет более легковесное решение для управления приложениями. Серверлесс-вычисления могут быть менее безопасными, если необходимо хранить данные в памяти между запусками функций.
- Гибкость: в сравнении с виртуализацией и контейнеризацией, серверлесс-вычисления обеспечивают большую гибкость, благодаря своей способности использоваться в различных типах приложений и функций.
- Стоимость: серверлесс-вычисления обычно имеют более низкие затраты, поскольку оплата производится только за использованные ресурсы. Виртуализация и контейнеризация могут быть более затратными, поскольку требуют более широкой инфраструктуры.[10]

В целом, каждая модель облачных вычислений имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретной модели зависит от требований приложения и предпочтений пользователя. [13]

Например, для приложений, которые требуют высокой гибкости и масштабируемости, серверлесс-вычисления могут быть лучшим выбором, в то время как для приложений, требующих большей безопасности и изоляции, виртуализация может быть предпочтительнее.

Контейнеризация может быть хорошим компромиссом между этими двумя моделями для приложений средней сложности. [14]

Кроме того, важно учитывать и другие факторы при выборе модели облачных вычислений, такие как требования к производительности, доступности и управляемости. К примеру, использование виртуализации может существенно повысить производительность приложений с высокой нагрузкой на процессор, однако это может быть затруднено, если серверы географически удалены и доступ к ним ограничен. Контейнеризация может обеспечить лучшую управляемость приложений, но может быть менее производительной при запуске большого количества контейнеров. [16]

Выводы

В целом, выбор модели облачных вычислений зависит от многих факторов и критериев, включая требования к производительности, доступности, управляемости и безопасности. Каждая модель облачных вычислений имеет свои преимущества и недостатки, и не существует универсальной модели, которая бы подходила для всех приложений. Важно выбрать модель, которая наилучшим образом соответствует требованиям и целям приложения, чтобы обеспечить максимальную производительность, доступность, безопасность и управляемость при минимальных затратах.

Список литературы

1. M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. H. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. A. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica, and M. Zaharia, "A View of Cloud Computing" *Communications of the ACM*, vol. 53, no. 4, С. 50-58, 2010.
2. A. Goyal, "A Survey on Cloud Computing" *International Journal of Computer Science and Engineering Survey*, vol. 2, №4, С. 51-60, 2011.
3. N. Tariq, R. K. Ghosh, and R. Buyya, "A Taxonomy and Survey on Autonomic Cloud Computing Architectures and Applications" *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, vol. 28, №6, С. 1873-1896, 2016.
4. S. Pandey, S. Misra, "Cloud Computing: A Study of Infrastructure as a Service (IaaS)" *International Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 3, № 9, С. 7221-7227, 2011.
5. K. Xia, Y. Zhang, H. Lu, "Comparing Virtualization and Containerization for Cloud Computing" in *Proceedings of the 2nd International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems*, С. 469-473, 2015.
6. M. Ficco, "Comparing IaaS and PaaS Cloud Computing Service Models for Deploying Applications" in *Proceedings of the 2012 International Conference on Cloud and Green Computing*, С. 124-128, 2012.
7. Julia V. Starichkova, Igor E. Rogov, Valeriya S. Tomashevskaya "Developing the data management component of an academic discipline program for an educational management information system" *Russian Technological Journal* № 11(1), С. 7-17, 2023.
8. S. Hasan, S. S. Ahmed, "Serverless Computing: A Comprehensive Overview" in *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis*, С. 121-126, 2018.

9. J. Wang and J. Liu, "A Comprehensive Study on Cloud Computing" in Proceedings of the 2011 International Conference on Cloud and Service Computing, C. 28-33, 2011.
10. D. Dinh, R. Lee, D. Niyato, P. Wang, "A Survey of Mobile Cloud Computing: Architecture, Applications and Approaches" Wireless Communications and Mobile Computing, vol. 13, №18, C. 1587-1611, 2013.
11. F. He, R. Lu, X. Liang, X. Li, and H. Jin, "Security and Privacy in Cloud Computing: A Survey" in Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Communications, C. 4418-4424, 2014.
12. J. Tian, Y. Zhang, B. Li, "A Survey on Cloud Computing Security" in Proceedings of the 2013 IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems, C. 380-384, 2013.
13. N. Bessis, "Cloud Computing and Distributed Systems (CLOUDS) Laboratory: Research Directions" Future Generation Computer Systems, vol. 28, №1, C. 69-85, 2012.
14. S. S. Yang, S. H. Choi, Y. J. Park, and J. S. Lim, "Comparing Virtualization and Containerization for Edge Cloud Computing" in Proceedings of the 2017 International Conference on Information and Communication Technology Convergence, C. 167-169, 2017.
15. S. K. Bose, M. J. Jan, and M. Z. Shafiq, "Serverless Computing: A Survey and Research Directions" in Proceedings of the 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies, C. 1-5, 2019.
16. D. D. C. D. Vasconcellos, V. Alves, R. Buyya, and R. N. Calheiros, "Comparing the Energy Efficiency of Virtualization and Containerization in Cloud Computing" Future Generation Computer Systems, vol. 79, C. 668-682, 2018.

References

1. M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. H. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. A. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica, and M. Zaharia, "A View of Cloud Computing" Communications of the ACM, vol. 53, no. 4, pp. 50-58, 2010.
2. A. Goyal, "A Survey on Cloud Computing" International Journal of Computer Science and Engineering Survey, vol. 2, №4, pp. 51-60, 2011.
3. N. Tariq, R. K. Ghosh, and R. Buyya, "A Taxonomy and Survey on Autonomic Cloud Computing Architectures and Applications" Concurrency and Computation: Practice and Experience, vol. 28, №6, pp. 1873-1896, 2016.
4. S. Pandey, S. Misra, "Cloud Computing: A Study of Infrastructure as a Service (IaaS)" International Journal of Engineering Science and Technology, vol. 3, № 9, pp. 7221-7227, 2011.
5. K. Xia, Y. Zhang, H. Lu, "Comparing Virtualization and Containerization for Cloud Computing" in Proceedings of the 2nd International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems, pp. 469-473, 2015.
6. M. Ficco, "Comparing IaaS and PaaS Cloud Computing Service Models for Deploying Applications" in Proceedings of the 2012 International Conference on Cloud and Green Computing, pp. 124-128, 2012.

7. Julia V. Starichkova, Igor E. Rogov, Valeriya S. Tomashevskaya "Developing the data management component of an academic discipline program for an educational management information system" Russian Technological Journal № 11(1), pp. 7-17, 2023.
 8. S. Hasan, S. S. Ahmed, "Serverless Computing: A Comprehensive Overview" in Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis, pp. 121-126, 2018.
 9. J. Wang and J. Liu, "A Comprehensive Study on Cloud Computing" in Proceedings of the 2011 International Conference on Cloud and Service Computing, pp. 28-33, 2011.
 10. D. Dinh, R. Lee, D. Niyato, P. Wang, "A Survey of Mobile Cloud Computing: Architecture, Applications and Approaches" Wireless Communications and Mobile Computing, vol. 13, №18, pp. 1587-1611, 2013.
 11. F. He, R. Lu, X. Liang, X. Li, and H. Jin, "Security and Privacy in Cloud Computing: A Survey" in Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Communications, pp. 4418-4424, 2014.
 12. J. Tian, Y. Zhang, B. Li, "A Survey on Cloud Computing Security" in Proceedings of the 2013 IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems, pp. 380-384, 2013.
 13. N. Bessis, "Cloud Computing and Distributed Systems (CLOUDS) Laboratory: Research Directions" Future Generation Computer Systems, vol. 28, №1, pp. 69-85, 2012.
 14. S. S. Yang, S. H. Choi, Y. J. Park, and J. S. Lim, "Comparing Virtualization and Containerization for Edge Cloud Computing" in Proceedings of the 2017 International Conference on Information and Communication Technology Convergence, pp. 167-169, 2017.
 15. S. K. Bose, M. J. Jan, and M. Z. Shafiq, "Serverless Computing: A Survey and Research Directions" in Proceedings of the 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies, pp. 1-5, 2019.
 16. D. D. C. D. Vasconcellos, V. Alves, R. Buyya, and R. N. Calheiros, "Comparing the Energy Efficiency of Virtualization and Containerization in Cloud Computing" Future Generation Computer Systems, vol. 79, pp. 668-682, 2018.
-



Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

МЕТОД БЕСШОВНОГО ОБНОВЛЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Шишкин А.Г.

Группа компаний «ИксКом» (ООО М-Инвест), Москва, Россия, (125212, г. Москва, Кронштадтский бульвар, д. 3А), e-mail: andrey.shishkin.spb@gmail.com

В статье предложен метод перехода на новое программное обеспечение в условиях, когда невозможно прекратить работу текущего программного обеспечения ни на минуту, а сам переход невозможно сделать одномоментно, то есть, когда требуется идти по процессу поэтапного внедрения новых узлов, при этом обеспечить стыковку частей старого и нового программного обеспечения. Данная проблема часто присутствует в средних и крупных компаниях, в которых присутствует сложная техническая платформа и которая уже перестала удовлетворять современным требованиям бизнеса. Текущую платформу развивать и поддерживать становится слишком дорого и бесперспективно. Требуется заменить программное обеспечение, но без вреда бизнесу и каким-либо процессам внутри компании.

Ключевые слова: Программное обеспечение, миграция данных, техническая трансформация, технологическая трансформация, микросервисная архитектура, модульная архитектура, обновление программного обеспечения.

SEAMLESS SOFTWARE UPDATE METHOD

Shishkin A.G.

X-Com group of companies (LLC M-Invest), Moscow, Russia (125212, Moscow, Kronstadt Boulevard, 3A), e-mail: andrey.shishkin.spb@gmail.com

The article proposes a method for switching to new software in conditions where it is impossible to stop the current software for even a minute, and the transition itself cannot be done at once. Those. when it is necessary to go through the process of phased introduction of new nodes, while ensuring the docking of parts of the old and new software. This problem is often present in medium and large companies that have a complex technical platform and which has ceased to meet modern business requirements. It becomes too expensive and unpromising to develop and maintain the current platform. It is required to replace the software, but without harm to the business and any processes within the company.

Keywords: Software, data migration, technical transformation, technological transformation, microservice architecture, modular architecture, software update.

Введение

Примерно с 2015 года в России все чаще стало звучать слово “трансформация”, которую почти всегда относят к сфере информационных технологий. Речь идет о крупных и средних компаниях, которые задались целью обновить свою техническую и/или технологическую платформу для реализации своих стратегий развития [1]. Это применимо и для компаний коммерческого сегмента, и для компаний с государственным участием. Разница лишь

необходимости следования требованиям ГОСТа и в степени возможности отклонения от ГОСТ, или в полном отказе от ГОСТ.

Термин “трансформация” подразумевает не просто обновление технологической платформы, а в том числе и значительное обновление функционала, алгоритмов работы, технологий и т.п. [2] Это все значительно сложнее, чем простое обновление программного обеспечения на новую версию [3]. Процесс трансформации крупной компании можно сравнить с процессом полной переделки автомобиля из одной модели в другую находясь внутри машины, да еще и в процессе ее движения (на ходу). Аналогия шуточная, но показательная. Видно, насколько сложно может быть процесс трансформации.

Автор статьи разработал и применил методику, позволяющую провести подобную трансформацию “на ходу”, без остановки бизнеса, с минимальными потерями в процессе переобучения персонала, вводом новых функций. И все это в разумные сроки, приемлемые для бизнеса. Методика была разработана и применялась в технологической трансформации крупной компании из рынка электронной коммерции, где не допускалось останавливать работу ни сайтов, ни мобильных приложений, ни любого из отдела компании.

Описание проблемы

Любая современная компания стремится развиваться. Для этого она закупает соответствующее программное обеспечение, которое со временем устаревает. В современной практике чаще всего применяется микросервисная архитектура работы программного обеспечения [4]. Эта архитектура максимально качественно обеспечивает все текущие требования бизнеса по всем видам масштабирования, отказоустойчивости, взаимозаменяемости, стоимости поддержки, обновления и т.п. Однако это не значит, что через 10 лет не появится новая архитектура, которая придет на смену микросервисной.

До появления микросервисной архитектуры, широкое применение было у модульной архитектуры [5]. А до этого работала моноархитектура, когда весь программный код писался как единое целое.

Как видно, технологии развиваются. А значит нужно развиваться и компаниям. Но не все компании успели вовремя обновить свои платформы. Кто-то просто не заметил этот тренд и отстал, у кого-то сложность перехода уже тогда была высокой, и компания откладывала этот шаг как можно дальше. Есть еще не одна сотня причин, почему компании не обновляли свои платформы.

В итоге, очень многие коммерческие компании оказались в ситуации, когда старая (текущая) платформа поглощает огромные ресурсы на ее поддержание и попытки ее развития. При этом эффективность вложенных средств в развитие кратно ниже современных показателей.

Попытка внести изменение упирается в следующие проблемы:

- Невозможно выполнить доработку ввиду конфликта между новыми требованиями и текущей архитектурой.
- Вводимые доработки каскадом выдают ошибки во всех смежных системах.
- Обновление происходит долго, с перезагрузкой серверов. Есть риски потерять данные.

- Крайне острая зависимость от текущего штата программистов, т.к. поддержание работы платформы требует одновременного знания всех ее составляющих.

В итоге, компания вынуждена принять решение о полной трансформации. И чем позже это решение будет принято, тем более болезненный путь необходимо будет пройти.

Сама по себе трансформация, в общем понимании, не несет в себе никаких особых сложностей. Разрабатываются или покупается соответствующее программное обеспечение. Разворачивается на тестовых серверах. Публикуется после тестирования. Однако это легко только для небольших систем. Где допустимо полное одновременное замещение платформы.

А вот когда у компании ее платформа представляет из себя сложную многоуровневую структуру, то проблема обновления становится совершенно иначе. Невозможно себе представить, чтобы все сотрудники компании как-то раз придя к себе на рабочее место увидели новые интерфейсы и сразу, без проблем, начали работать. Как бы кто не тестировал новую платформу, всегда остаются незамеченные ошибки. Ряд ошибок будет скрыт на уровне бизнес логики, т.е. ее заметят только сами сотрудники. Новые интерфейсы всегда требуют, как минимум, этап привыкания, но чаще требуют незначительных доработок функционала.

В итоге, крупная технологическая платформа требует отдельного метода по трансформации.

Авторский метод трансформации

Ключевой особенностью метода автора статьи является этап эмуляции прежних интерфейсов, систем, процессов. Такой подход выгодно отличается от привычных и распространенных методов обновления программного обеспечения.

Этап 1 - Оценка.

Любой новый проект начинается с изучения текущей обстановки в компании. Изучается текущий ИТ ландшафт, процессы, взаимодействия сотрудников. Проводится опрос заказчиков, руководителей отделов, ответственных сотрудников с целью выявить текущие проблемы и сформулировать требования к новой системе.

Отдельный акцент следует сделать на такие отделы, как маркетинг, отдел развития, отдел продаж, отдел поддержки клиентов. Именно тут нужно собрать данные о перспективах развития компании на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Новая технологическая платформа должна не просто заменить текущую, но и обеспечить развитие компании в некотором обозримом будущем.

Этап 2 - Разработка плана.

Создается документ-концепция, где предельно подробно прописывается план работ. Разработка подобного документа уже в большей степени относится к отрасли проектного управления. Например, очень подробно данная тема изучается в методе управления проектами по РМВОК [6]. Поэтому в данной статье автор сделает лишь оговорку, что в плане, в том числе, нужно предусмотреть следующие важные детали:

1. Любой разрабатываемый модуль новой системы должен быть полностью совместим со старой системой, т.е. стать своего рода “клоном”. Это нужно, чтобы на старте работы системы можно было с минимальными болями пройти этап запуска системы благодаря тому, что сотрудники некоторое время будут работать в привычных интерфейсах и процессах.

2. Для процесса обновления заложить дополнительный этап, который можно назвать “эмуляция”. Именно этот этап позволит провести безболезненное обновление

Этап 3 - Разработка.

Довольно очевидный этап для любого ИТ процесса. Особенность тут заключается в работе архитектора системы. Он должен проработать новую архитектуру так, чтобы с одной стороны обеспечить синхронизацию с действующей системой, а с другой полностью выполнить требования для новой системы.

Не всегда такой подход возможно реализовать внутри одного модуля. Например, когда технические требования к новой системе радикально отличаются от текущей системы. Тогда рекомендуется продумать вариант двойного обновления, т.е. создания промежуточного состояния модуля, который позволит сперва запустить эмуляции, а уже потом обеспечить переход на модуль новой архитектуры.

Этап 4 - Эмуляция.

Новый модуль запускается сперва в тестовой среде, а затем в боевой, но в режиме эмуляции. Т.е. (в идеальном случае) ни один сотрудник компании, ни один из других участков системы не заметит включение нового модуля вместо старого.

Для такого бесшовного перехода требуется выполнить следующие условия:

- Провести миграцию данных [7]. Т.е. первично наполнить модуль историческими данными.
- Наладить процесс потокового параллельного распределения данных на старый и новый модули [8]. Это позволит новому модулю начать работать в боевом режиме, но на тестовом окружении, т.е. без риска повлиять на боевую среду.
- (если это возможно) Реализовать параллельную работу двух модулей. Часто это помогает протестировать новый модуль, а в случае нахождения ошибок в данных, их всегда можно поправить из старого модуля (при условии, что его функционал не вызывает сомнения в работоспособности).
- После завершения всех тестов, в том числе с боевыми данными, произвести финальное включение модуля в боевую среду. При этом старый модуль перенести на тестовые сервера, где хранить его в рабочем состоянии еще некоторое время, для перестраховки.

Последний пункт выполняется для модуля в режиме эмуляции. Главная цель этапа - включить модуль новой архитектуры с минимальными изменениями для бизнес-процессов компании.

Этап 5 - Масштабирование.

По описанный выше схеме запускаем работу всех других частей новой системы. Так мы обеспечиваем постепенное замещение старых частей системы на новые.

Этап 6 - Развитие.

Завершив интеграцию всех новых модулей (или их значительной части) можно начинать развиваться. Переводить модули в новый режим работы, когда включаются все заложенные в него функции по новым требованиям компании. Включение этих функций происходит при плотной поддержке всех сотрудников компании, с обучением, где это необходимо. Если есть возможность запуск делать участками, то лучше так и сделать. Разовый запуск новой архитектуры хоть и не вызовет технических проблем, ведь модули уже и так работают в

боевом окружении, но почти наверняка вызовут изменения в процессах компании, в интерфейсах и т.п. Начнутся ошибки со стороны сотрудников, к этому нужно быть готовым.

Как видно из этапов, они все описаны больше со стороны менеджеров компании. Разумеется, основная нагрузка ложится на исполнителей данного заказа. Но именно менеджеры должны в целом понимать, как именно они могут решить свою задачу, какие есть варианты решения.

Заключение

Предложенный метод проведения технической трансформации компании является наиболее безболезненным для любой компании. Он крайне рекомендуется в тех случаях, когда в компании большой штат, сложная и устаревшая техническая платформа, и где переход на новую платформу не допустим в общем режиме.

Однако метод не идеален. Всегда существует баланс между ценой, сроком и качеством. Данный метод в большей степени нацелен на качество работы, жертвуя сроками и ценой. Хотя вопрос цены спорный, т.е. растягивая сроки проекта можно растянуть нагрузку на бюджет, а также задуматься о работе со штатными программистами вместо подрядчика.

Сроки работ по указанному методу увеличиваются минимум на 30% по отношению к привычным методам обновления. Это вызвано необходимостью пройти этап эмуляции, а возможно и этап создания промежуточных версий модулей.

Список литературы

1. Крымов С. М., Кольган М. В. Методология инновационных обновлений предприятий на основе информационных технологий // Креативная экономика. – 2018. – Т. 12. – №. 6. – С. 787-804.
2. Ильин И. В., Лёвина А. И., Дубгорн А. С. Цифровая трансформация как фактор формирования архитектуры и ИТ-архитектуры предприятия // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2019. – №. 3. – С. 50-55.
3. Исаев Е. А., Коровкина Н. Л., Табакова М. С. Оценка готовности ИТ-подразделения компании к цифровой трансформации бизнеса // Бизнес-информатика. – 2018. – №. 2 (44). – С. 55-64.
4. Мычко С. И. Микросервисная архитектура // Информационные технологии. – 2019. – С. 166-168.
5. Казначеева Е. О. Модульный и компонентный подходы в программировании // Альманах научных работ молодых ученых университета итмо. – 2018. – С. 150-152.
6. Аксенова Е. А., Ординян В. С. Повышение качества проектной документации при внедрении технологии информационного моделирования и методологии планирования РМВОК // Фундаментальные и прикладные исследования в науке и образовании: сб. ст. по итогам Междунар. науч.-практ. конф. Уфа. – 2019. – С. 124-129.
7. Баканович К. Миграция данных: что проще? // Storage News. – 2011. – №. 4. – С. 48.
8. Королева Ю. А., Маслова В. О., Козлов В. К. Разработка концепции миграции данных между реляционными и нереляционными системами БД // Программные продукты и системы. – 2019. – Т. 32. – №. 1. – С. 63-67.

References

1. Krymov S. M., Kolgan M. V. Methodology of innovative renovation of enterprises based on information technologies. *Creative Economy*. - 2018. - Т. 12. - No. 6. - pp. 787-804.
 2. Ilyin I. V., Levina A. I., Dubgorn A. S. Digital transformation as a factor in the formation of the architecture and IT architecture of an enterprise // *Scientific journal NRU ITMO. Series "Economics and Environmental Management"*. – 2019. – no. 3. - pp. 50-55.
 3. Isaev E. A., Korovkina N. L., Tabakova M. S. Assessing the readiness of the company's IT department for digital business transformation // *Business Informatics*. – 2018. – no. 2 (44). - pp. 55-64.
 4. Mychko S. I. Microservice architecture // *Information technologies*. - 2019. - pp. 166-168.
 5. Kaznacheeva E. O. Modular and component approaches in programming // *Almanac of scientific works of young scientists of ITMO University*. - 2018. - pp. 150-152.
 6. Aksenova E. A., Ordinyan V. S. Improving the quality of project documentation when implementing information modeling technology and PMBOK planning methodology // *Fundamental and applied research in science and education: coll. Art. following the results of the International scientific-practical. conf. Ufa*. - 2019. - pp. 124-129.
 7. Bakanovich K. Data migration: what is easier? // *Storage News*. – 2011. – no. 4. - pp. 48.
 8. Koroleva Yu. A., Maslova V. O., Kozlov V. K. Development of the concept of data migration between relational and non-relational database systems // *Software products and systems*. - 2019. - Т. 32. - No. 1. - pp. 63-67.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

БАЗЫ ДАННЫХ И ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СУБД

¹Смолянинова М.О., Дубов В.М.

ФГБОУ ВО «Воронежский Государственный Педагогический Университет», Воронеж, Россия, (394043, Воронежская область, город Воронеж, ул. Ленина, д.86), e-mail: ¹smol.mariya2002@gmail.com

В данной статье рассматриваются основные понятия баз данных. Описаны основные характеристики наиболее популярных СУБД, выделены их плюсы и минусы.

Ключевые слова: Базы данных, СУБД, Microsoft SQL Server, MySQL, Oracle APEX.

DATABASES AND FEATURES OF MODERN DBMS

¹Smolyaninova M.O., Dubov V.M.

Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia (394043, Voronezh region, Voronezh, Lenin street, 86), e-mail: ¹smol.mariya2002@gmail.com

This article discusses the basic concepts of databases. The main characteristics of the most popular DBMS are described, their pros and cons are highlighted.

Keywords: Databases, DBMS, Microsoft SQL Server, MySQL, Oracle APEX.

Базы данных — это системы, которые позволяют организовывать, хранить и получать доступ к большим объемам информации. Они играют важную роль в современном мире, используя в различных индустриях и областях, таких как бизнес, наука, медицина и образование. Структурированные базы данных могут быть реляционными, иерархическими, пост реляционными, сетевыми, многомерными и объектно-ориентированными.

Среди вышеперечисленных типов структурированных БД наиболее распространенным являются реляционные БД. Реляционная база данных – это организованный по реляционной модели набор таблиц, в которых каждая ячейка этих таблиц имеет соответствующее формальное описание. РМБД была создана Эдгаром Коддом в 1970 году, и она стала доминирующей моделью баз данных в последующие десятилетия. Одним из преимуществ РМБД является ее гибкость. Она позволяет быстро и легко изменять структуру данных, добавлять новые таблицы и связи между ними.

РМБД использует язык структурированных запросов SQL (Structured Query Language) для работы с данными. SQL позволяет создавать таблицы, добавлять, изменять и удалять данные из базы данных, а также выполнять запросы для извлечения данных.

Сущность в БД (базе данных) - любой различимый объект, информацию о котором необходимо хранить в базе данных.[5] Каждая сущность имеет свои атрибуты, которые описывают ее характеристики или свойства. Например, если мы говорим об объекте "человек", то его атрибутами могут быть имя, возраст, пол, рост, вес и т.д. Атрибуты используются для определения того, какая информация должна быть собрана о сущности. [3]

Сущности в БД обычно связаны между собой через отношения. Отношение - это связь между двумя или более сущностями в БД. Например, если мы говорим о таблицах «Заказы» и «Клиенты», то отношением между таблицами "заказы" и "клиенты" может быть то, что каждый заказ связан с определенным клиентом. Такие отношения могут быть один-к-одному, один-ко-многим или многие-ко-многим.

Сущности и их отношения являются основными элементами модели данных в БД. Они помогают организовать данные в БД и обеспечить их целостность и связность.

Таблица – это структурированное представление данных в базе данных. Это основной объект БД, представляющий собой упорядоченный набор строк и столбцов, в каждой из которых содержится некоторое значение. Таблицы имеют столбцы и строки. «Столбец — это наименьшая организационная структура реляционной базы данных, представляющая различные ячейки, которые определяют записи в таблиц.» «Каждая строка в таблице представляет набор связанных данных, и каждая строка в таблице имеет одинаковую структуру» [3]

Таблицы связаны друг с другом по ключу. Первичный ключ (Primary key) – это уникальный идентификатор каждой записи в таблице, который гарантирует уникальность записей и позволяет обращаться к ним с помощью этого ключа. Внешний ключ (Foreign key) – это атрибут таблицы, который связывает ее записи с записями другой таблицы.

"Для организации данных в таблицах таким образом, чтобы минимизировать дублирование и обеспечить эффективный доступ к информации применяется процесс нормализации» [7]

Получение данных из базы возможно при помощи запросов. Запросы в базе данных (БД) - это способ извлечения и обработки информации из таблиц БД. Запросы используются для поиска, фильтрации, сортировки, объединения и анализа данных.

Система управления базами данных (СУБД) является программным обеспечением, которое используется для управления базой данных. СУБД может обеспечить доступ к данным, защиту данных, управление транзакциями и другие функции. Системы управления базами данных (СУБД) являются основой для организации и хранения информации в современных системах. СУБД предоставляют эффективные методы для хранения, обработки и быстрого доступа к данным. Они представляют собой программное обеспечение, которое позволяет пользователям легко добавлять, изменять и удалять данные из базы данных.

СУБД также обеспечивают безопасность и целостность данных. Они позволяют ограничить доступ к базе данных только тем пользователям, которые имеют соответствующие права доступа. СУБД также обеспечивают целостность данных путем предотвращения ошибок при вводе данных и установки ограничений на изменение данных.

Важной функцией СУБД является возможность выполнения запросов к базе данных. С помощью языков запросов. Пользователи могут извлекать данные из базы, обновлять или удалять их, и выполнять сложные операции с данными. СУБД могут обрабатывать запросы на

большом объеме данных с высокой скоростью, обеспечивая быстрый доступ и обработку данных.

Одним из основных преимуществ СУБД является гибкая работа с БД. Базы данных могут быть расширены путем добавления новых таблиц, полей или индексов. СУБД также могут быть легко интегрированы с другими приложениями и программным обеспечением.

Существует множество СУБД (систем управления базами данных), каждая из которых предназначена для определенных задач и имеет свои особенности. Некоторые из наиболее популярных СУБД включают в себя:

1. Microsoft SQL Server - СУБД, разработанная Microsoft, которая используется в Windows-среде. Она имеет мощные функции безопасности и поддерживает широкий спектр приложений, включая бизнес-аналитику, обработку транзакций и машинное обучение. С помощью MS SQL Server можно обрабатывать и анализировать данные, создавать отчеты и бизнес-аналитику, а также использовать мощные инструменты для резервного копирования и восстановления данных. MS SQL Server поддерживает широкий спектр языков программирования и платформ. MS SQL Server является одной из наиболее популярных СУБД в мире и широко используется в корпоративных средах для обработки и хранения критически важных данных.

2. MySQL - СУБД с открытым исходным кодом, которая используется во многих веб-приложениях. Она имеет простой интерфейс и хорошо масштабируется, что делает ее идеальным выбором для малых и средних предприятий. У СУБД имеются возможности использования в облаке, а установка самого приложения происходит легко и не требует особых знаний. При этом MySQL разработан на основе языка SQL (Structured Query Language) и позволяет создавать базы данных, таблицы, индексы и другие объекты баз данных. MySQL является открытым и бесплатным программным обеспечением, распространяемым под лицензией GPL (General Public License). MySQL может быть использована на различных платформах, поддерживает множество языков программирования, включая. Благодаря своей простоте и высокой производительности, MySQL является одной из наиболее популярных СУБД.

3. Oracle - одна из самых популярных СУБД, которая используется в корпоративных приложениях и хранит большие объемы данных. Она поддерживает широкий спектр операционных систем, а также имеет множество инструментов для управления данными. Основные преимущества Oracle состоят в высокой производительности системы, высоком уровне надежности (наличие многоуровневой архитектуры и механизмов восстановления после сбоев). СУБД имеет встроенный процедурный язык PL/SQL) и язык структурированных запросов (SQL), позволяющие осуществлять сложную организацию обработки информации. К тому же БД в Oracle легко масштабируются, а сама система обладает мощными функциями безопасности, которые позволяют защищать данные от несанкционированного доступа и взлома. [1]. Также ORACLE имеет собственный инструмент для создания и администрирования БД (APEX), который позволяет строить проекты и администрировать их без установки дополнительного ПО и развертывания сервера для БД, при этом, создавая многопользовательские веб-интерфейсы приложений. Несмотря на обширность, большую часть функционала можно реализовать через интуитивно понятный интерфейс разработки приложений практически без использования кода.

Список литературы

1. Алан, М. PL/SQL. Практическое руководство по разработке приложений. – М.: Издательский дом "Питер", 2011. - 752 с.
2. Голицына, О. Л. Базы данных / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, И.И. Попов. – М.: Форум, 2015. - 400 с.
3. Джордан, Т. Основы SQL и PL/SQL Oracle Database 11g - М.: Издательство "Бином-Пресс", 2012. - 480 с.
4. Зильберман, Н., Каплан, М. и Карауль, Н. Основы проектирования баз данных. - М.: Издательство "ДМК Пресс", 2015. - 480 с.
5. Илюшечкин, В. М. Основы использования и проектирования баз данных / В. М. Илюшечкин. - М.: Юрайт, 2015. - 516 с.
6. Карпов, Н. А. Базы данных. Основы работы с СУБД и языком SQL. - М.: "ДМК Пресс", 2019. - 416 с.
7. Кузнецов, С. Д. Основы баз данных / С.Д. Кузнецов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий, 2017. - 488 с.
8. Ситников, А. Базы данных. Проектирование и разработка. - М.: Издательство "Питер", 2014. - 448 с.

References

1. Alan, M. PL/SQL. A practical guide to application development. - M.: Publishing house "Peter", 2011. - p.752.
 2. Golitsyna, O.L. Databases / O.L. Golitsyna, N.V. Maksimov, I.I. Popov. - M.: Forum, 2015. - p.400.
 3. Jordan, T. Fundamentals of SQL and PL / SQL Oracle Database 11g - M.: Binom-Press Publishing House, 2012. - p.480.
 4. Zilberman, N., Kaplan, M. and Karaul, N. Fundamentals of database design. - M.: Publishing house "DMK Press", 2015. - p.480.
 5. Ilyushechkin, V. M. Fundamentals of the use and design of databases / V. M. Ilyushechkin. - M.: Yurayt, 2015. - p.516.
 6. Karpov, N. A. Databases. Basics of working with DBMS and SQL language. - M.: "DMK Press", 2019. - p.416.
 7. Kuznetsov, S. D. Bases of databases / S.D. Kuznetsov. - M.: Binom. Knowledge Laboratory, Internet University of Information Technologies, 2017. - 488 p.
 8. Sitnikov, A. Databases. Design and development. - M.: Publishing house "Piter", 2014. - p.448.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ RESTful СЕРВИСОВ В NAS УСТРОЙСТВАХ НА ПРИМЕРЕ SYNCOVERY

Коннов Д.В.

Университет Центральной Флориды, Орландо, США (32816, Орландо, Бульвар Центральная Флорида, 4000), e-mail: konnov72@knights.ucf.edu

В статье рассматриваются современные тенденции и подходы в области резервного копирования и синхронизации данных, дан обзор архитектуры NAS устройств и сопутствующего программного обеспечения, на примере программного сервиса Syncovery работающего с железом NAS и QNAP. В данном проекте обсуждаются вопросы унификации доступа к облачным хранилищам, создание сервиса, берущего на себя рутинную работу по синхронизации данных между различными хранилищами, резервное копирование и восстановление данных, обеспечение платформенной независимости данного сервиса, реализация избыточности хранения данных, пути повышения надежности хранения данных. Обсуждаются аспекты параллельной и последовательной передачи файлов. Рассмотрено внутреннее устройство программного обеспечения синхронизации файлов с использованием REST запросов на примере взаимодействия с GoogleDrive.

Ключевые слова: NAS, Synology, Syncovery, REST, GoogleDrive, облачные хранилища, односторонняя-двусторонняя синхронизация, версионность, синхронизация в реальном времени, блочное копирование, сжатие, архивирование, шифрование, параллелизм.

USING RESTful SERVICES IN NAS DEVICES ON THE EXAMPLE OF SYNCOVERY

Konnov D.V.

University of Central Florida, Orlando, USA (4000 Central Florida Blvd., Orlando, 32816), e-mail: konnov72@knights.ucf.edu

The article discusses current trends and approaches in the field of data backup and synchronization, gives an overview of the architecture of NAS devices and related software, using the Syncovery software service working with NAS and QNAP hardware as an example. This project discusses the issues of unifying access to cloud storage, creating a service that takes over the routine work of synchronizing data between different storages, backing up and restoring data, ensuring platform independence of this service, implementing data storage redundancy, and ways to improve data storage reliability. The aspects of parallel and serial file transfer are discussed. The internal structure of the file synchronization software using REST requests is considered on the example of interaction with GoogleDrive.

Keywords: NAS, Synology, Syncovery, REST, GoogleDrive, cloud storage, One-way-Two-way synchronization, Versioning, Real-time synchronization, Block copy, compression, archiving, encryption, parallelism.

Введение

В связи с ростом количества облачных хранилищ от провайдеров мировой облачной IT индустрии, таких как Amazon S3, Google Drive, Microsoft Azure, OneDrive, SharePoint, DropBox, Vox, Backblaze B2 интеграция облачных хранилищ данных становится одной из наиболее востребованных задач современного пользователя. Каждое облачное хранилище имеет свою специфику, свой интерфейс взаимодействия с пользователем, свой API. Идеальным с точки зрения пользователя является сетевое устройство, которое берет на себя функцию резервного копирования файлов и будучи полностью автономным модулем, в фоновом режиме занимается синхронизацией локального контента с облаком. В таком случае стирается грань различия между локальным диском и облаком. Одно плавно перетекает в другое и наоборот. Пользователь получает возможность не заботиться о сохранности данных, возлагая всю рутину на автоматизированные процессы и устройства, которые этим занимаются. Эволюция развития средств хранения данных явила миру класс устройств под названием NAS.

Сетевое хранилище (NAS) — это компьютерный сервер хранения данных, подключенный к компьютерной сети, предлагающий хранилище на уровне файлов и предоставляющий доступ к данным различным клиентам в сети [1, 2]. Термин «NAS» может относиться как к используемым технологиям и системам, так и к специальному устройству, специально разработанному для этой цели. В отличие от тесно связанных технологий, таких как локальные сети, устройство NAS обычно представляет собой автономную единицу, выступающую в качестве специализированного и единственного решения для хранения данных. Сетевая топология архитектуры NAS показана на Рисунке 1.

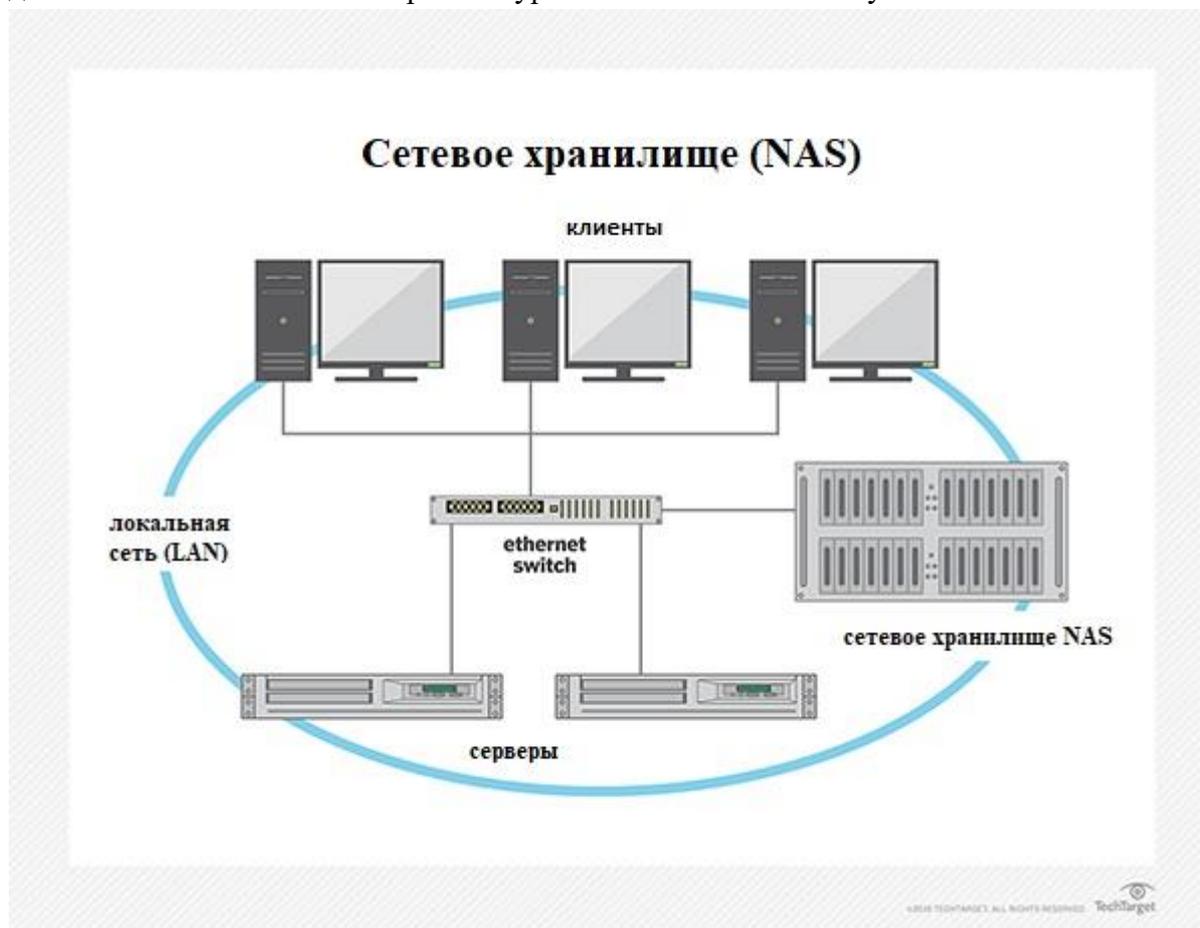


Рисунок 1 – Сетевая топология архитектуры NAS.

Устройство NAS специально разработано для эффективного обслуживания файлов с помощью своего оборудования, программного обеспечения или конфигурации. Он функционирует как сетевое устройство, часто напоминающее специально созданный компьютер, и содержит один или несколько дисков хранения, организованных в избыточные контейнеры хранения или конфигурации RAID [3]. Внутреннее устройство NAS представлено на Рисунке 2. Основной способ доступа к файлам в системах NAS осуществляется через сетевые протоколы обмена файлами, такие как NFS, SMB или AFP. С середины 1990-х годов устройства NAS приобрели популярность как удобное решение для обмена файлами между несколькими компьютерами и для снятия нагрузки по обслуживанию файлов с других серверов в сети. Таким образом, NAS обеспечивает более быстрый доступ к данным, более простое администрирование и более легкую настройку по сравнению с использованием серверов общего назначения для обслуживания файлов. Вместе с NAS поставляются специальные жесткие диски, которые похожи на диски, отличные от NAS, но могут иметь другую прошивку, виброустойчивость или рассеиваемую мощность в соответствии с RAID-массивами, обычно используемыми в настройках NAS. Например, некоторые версии дисков NAS поддерживают расширение команды для отключения расширенного восстановления после ошибок. В приложениях, отличных от RAID, дисковый накопитель может пойти на многое, чтобы успешно прочитать проблемный блок хранилища, даже если это займет несколько секунд. Однако в правильно сконфигурированном RAID-массиве один сбойный блок на одном диске можно полностью восстановить за счет избыточности, закодированной в RAID-наборе. Если диск тратит слишком много времени на повторные попытки, RAID-контроллер может считать диск «неработающим». С другой стороны, если диск быстро сообщает об ошибке контрольной суммы для блока данных, контроллер RAID может исправить ошибку, используя избыточные данные на других дисках, и продолжить работу без проблем. Такой жесткий диск SATA «NAS» также можно использовать в качестве внутреннего жесткого диска ПК без каких-либо проблем или необходимых настроек, поскольку он просто предлагает дополнительные опции и может быть построен в соответствии с более высоким стандартом качества (особенно если сопровождается более высоким значением MTBF (Mean time between failures) [4] и более высокой ценой) по сравнению с обычным потребительским диском.

Для связи NAS использует файловые протоколы, такие как NFS (обычно используется в системах UNIX), SMB (блок сообщений сервера) (используется в системах Microsoft Windows), AFP (используется в компьютерах Apple Macintosh) или NCP (используется в OES и Novell NetWare). Устройства NAS часто поддерживают несколько протоколов одновременно и не ограничиваются одним. Synology, Netgear ReadyNAS, QNAP QTS, Zyxel FW или TrueNAS Core — это далеко не полный список ведущих поставщиков NAS-устройств.

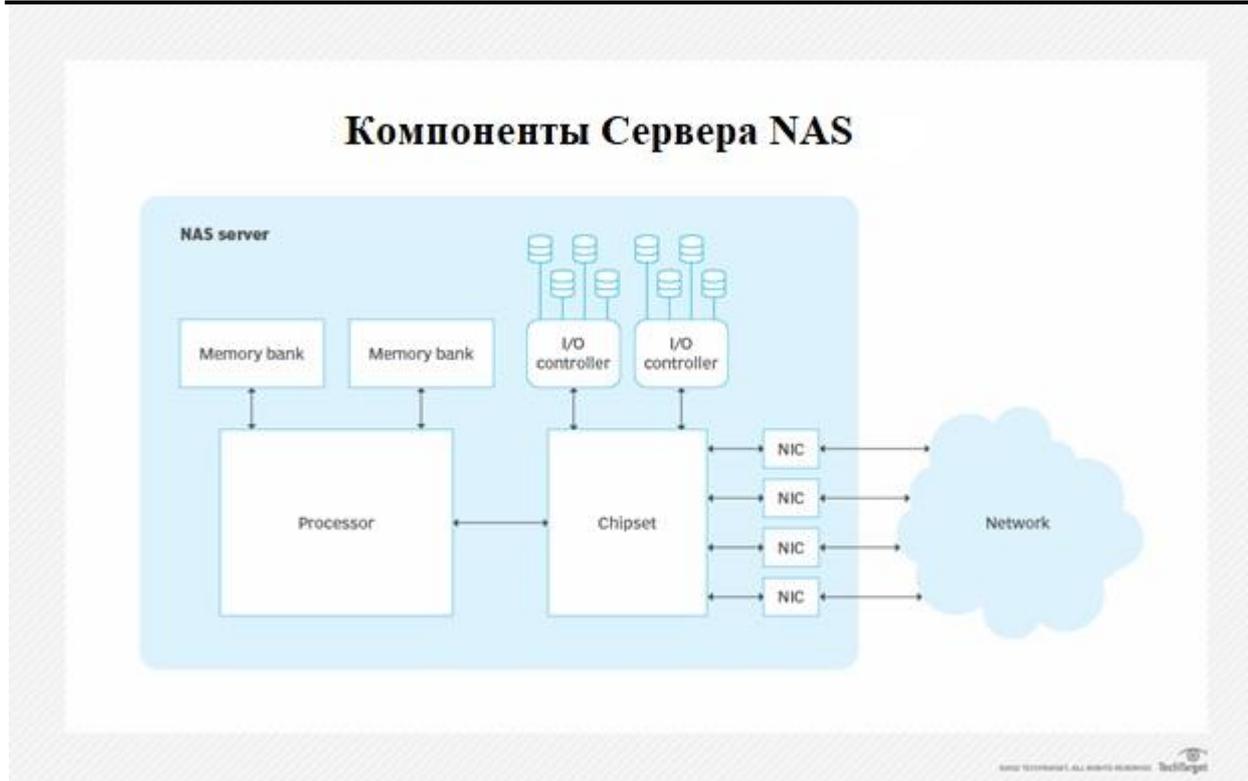


Рисунок 2 – Внутреннее устройство NAS.

Syncovery и ее возможности

Основой каждого NAS устройства является операционная UNIX-подобная система. В последнее время распространение в области устройств NAS получили такие ОС как FreeBSD, XigmaNAS [5, 6] и FreeNAS/TrueNAS. В рамках описываемого проекта был разработан универсальный слой программного обеспечения, позволяющий обеспечить синхронизацию локального и облачных хранилищ напрямую из устройства NAS. Данный сервис носит название Syncovery, который в последствии переродился в настоящий коммерческий продукт и в данное время используется на сотнях тысяч хостов по всему миру. Идея создания Syncovery принадлежит Тобиасу Гессену — программисту, музыканту, владельцу маленькой софтверной компании в Германии [7]. Автор данного сообщения непосредственно принимал участие в разработке продукта. Первая версия приложения, написанного на Delphi, была выпущена под названием Super Flexible File Synchronizer в 2003 году. В 2012 году продукт был переименован в Syncovery. Delphi как основной инструмент разработки, в данном случае для встраиваемых устройств, хорошо зарекомендовал себя и показал непревзойденную гибкость в разработке данного кроссплатформенного продукта [8]. В 2021 году на конкурсе Delphi Showcase Challenge, посвященном 26-летию языка программирования Delphi, инструмент Syncovery был удостоен четвертой премии как отличное программное обеспечение для синхронизации рабочего стола, которое демонстрирует гибкость среды разработки Delphi. Поскольку компилятор Delphi поддерживает компиляцию для Windows, Linux и Mac, удалось создать превосходное кроссплатформенное, дружественное к пользователю решение. В наши дни Syncovery стало неотъемлемым профессиональным инструментом каждого системного администратора.

В основе продукта прежде всего лежит простота понимания концепции синхронизации данных. Для этого было предложено предоставить пользователю интуитивно понятный графический интерфейс в виде Левый – Правый, как изображено на Рисунке 3.

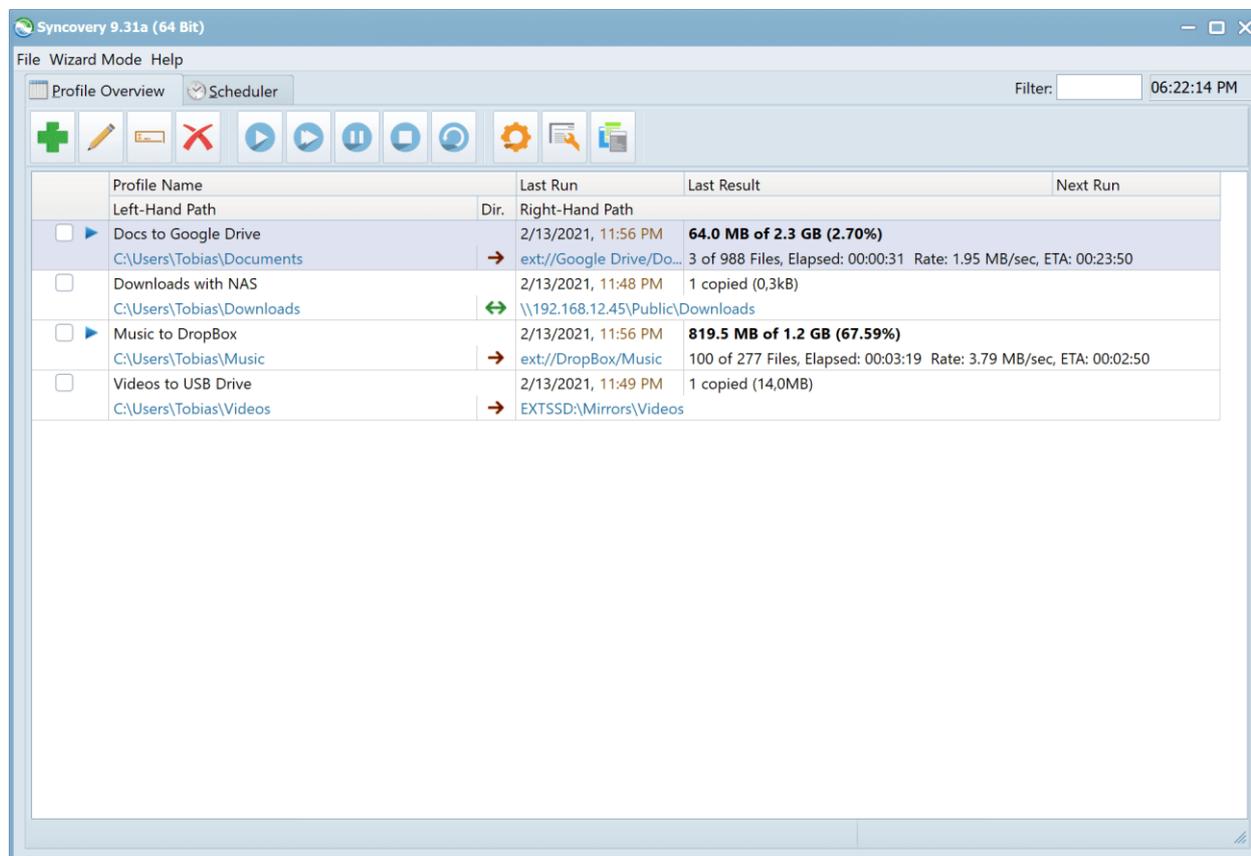


Рисунок 3 – Интерфейс пользователя Syncovary.

Левый – Правый путь – это локация файлов, которая может быть как локальной директорией, так и облачной. Пользователь настраивает точки(папки) синхронизации своих файлов, и встроенный Планировщик занимается запуском заданий синхронизации. Рассмотрим ключевые возможности файловой синхронизации, реализованные в программном обеспечении:

- **Односторонняя, Двусторонняя синхронизация**

Файлы можно синхронизировать как в одну, так и в две стороны. Односторонняя синхронизация предполагает отслеживание изменений файла только на одном конце и распространение этих изменений только на другом конце, двусторонняя синхронизация, напротив вызовет распространение файла с обоих концов.

- **Версионность**

Syncovary также может хранить несколько версий файла в одной папке в резервной копии.

- **Синхронизация в реальном времени**

Синхронизация в реальном времени — это метод отслеживания папок на предмет изменений и копирования новых или измененных файлов с очень короткой задержкой после внесения изменений. Поскольку папки отслеживаются, их не нужно сканировать — шаг «Построение списка файлов» не выполняется. Синхронизация в реальном времени может быть очень

удобной и значительно ускоряет процесс синхронизации. Однако он будет копировать только новые и измененные файлы и может не подходить для всех ситуаций. Эта функция основана на уведомлениях об изменениях в режиме реального времени, которые она получает от операционной системы. Поэтому он работает только тогда, когда хранилище, из которого вы копируете, полностью поддерживает такие уведомления об изменении. Например, локальные жесткие диски обычно полностью поддерживаются. Большинство файловых систем также отправляют уведомления об изменениях по локальной сети. Но многие устройства NAS не отправляют уведомления об изменениях должным образом. А иногда, даже если уведомления отправляются, операционная система может их игнорировать (например, Mac OS). Кроме того, уведомления об изменениях не отправляются серверами, использующими интернет-протоколы, такие как FTP, SSH, WebDAV и т. д.

- **Блочное копирование (частичное обновление файла)**

Syncoveгу может определить, какие части большого файла были изменены, и скопировать только измененные блоки, а не весь файл. Эта функция работает аналогично Rsync (но это не то же самое) [9]. Копирование только измененных блоков может сэкономить полосу пропускания и время, особенно при медленном соединении [10]. При копировании между локальными дисками или в локальной сети это также может сэкономить полосу пропускания, но это не всегда может сэкономить больше времени на копирование, потому что исходный файл необходимо считывать каждый раз целиком, чтобы определить измененные блоки.

В этом режиме для копирования подходят только блочные типы файлов. К ним относятся файлы базы данных, такие как SQL или Outlook PST, а также образы дисков и образы виртуальных жестких дисков (VMs). Поточковые файлы, с другой стороны, обычно вызывают изменение всех блоков всякий раз, когда они модифицируются (например, текстовые документы, электронные таблицы, zip-файлы и фотографии). Таким образом, копирование на уровне блоков не сможет значительно сэкономить пропускную способность при использовании потоковых файлов.

В Syncoveгу копирование на уровне блоков иногда также называют «частичным обновлением файлов». Программа должна иметь быстрый доступ хотя бы к одной из сторон синхронизации. Другая сторона может быть соединением с низкой пропускной способностью. Для интернет-протокола только SSH/SFTP поддерживает непосредственное обновление на уровне блоков. Другие протоколы можно использовать только с синтетическим резервным копированием.

- **Сжатие/архивирование/шифрование**

Файлы также могут быть сжаты и зашифрованы. Доступно множество вариантов. Файлы могут быть сжаты как по папкам, так и по отдельности в сочетании с кодировкой имени файла. Поддерживается надежное шифрование файлов AES-256[11].

Особенности синхронизации с использованием параллелизма

Каждое облачное хранилище такое как Amazon S3, Google Drive, Microsoft Azure, OneDrive, SharePoint, DropBox, Vox, Backblaze B2 предоставляет разработчику свой API доступа или REST интерфейс, включая методы аутентификации при подключении такие как OAuth/OAuth2. Внутренняя архитектура программного кода Syncoveгу многопоточна. Как правило на один синхронизируемый файл создается один поток приема – передачи файла, однако при передаче больших файлов данные могут нарезатьься в chunks(кусочки) и передаваться на сторону облачного хранилища и загружаться последовательно или

параллельно [12]. В этом случае обрывы связи становятся не критичными, а производительность процесса повышается. При приеме chunk(кусочка) из облачного хранилища удаленному серверу, на примере GoogleDrive используется HTTP Header 'Range' а также начало и конец запрашиваемого кусочка. Например:

```
IdHTTP.Request.CustomHeaders.Values['Range'] := Format('bytes=%d-%d', [StartByte, EndByte]);
```

Из приведенного выше фрагмента кода на Delphi видно, что библиотека Indy [13] является неотъемлемой частью современных систем работы с облаком. При загрузке файла фрагментами скорость загрузки потенциально может повыситься при использовании параллельных загрузок, особенно при работе с большими файлами и достаточно быстрым подключением к Интернету. Однако фактическое увеличение скорости загрузки за счет параллельных загрузок зависит от различных факторов, таких как мощность сервера, состояние сети и количество параллельных подключений, разрешенных сервером. Чтобы понять, как параллельные загрузки могут улучшить скорость загрузки, рассмотрим некоторые основные математические рассуждения:

Предположим, мы хотим загрузить файл размера S в N chunks (параллельных соединениях). Для простоты предположим, что размер файла делится без остатка на количество фрагментов, т. е. S можно разделить на N частей одинакового размера.

- Последовательная загрузка. При последовательной загрузке файл загружается за одно соединение, а время загрузки может быть представлено как $T_{\text{sequential}}$.

$$T_{\text{sequential}} = S / R_{\text{sequential}} \quad (1)$$

Где $R_{\text{sequential}}$ — скорость загрузки для одного соединения.

- Параллельная загрузка. При параллельной загрузке файл делится на N фрагментов, и каждый фрагмент загружается одновременно с использованием N параллельных соединений. Время загрузки можно представить как T_{parallel} .

$$T_{\text{parallel}} = S / (N * R_{\text{parallel}}) \quad (2)$$

Где R_{parallel} — скорость загрузки для каждого параллельного соединения.

- Общее улучшение скорости загрузки. Чтобы понять улучшение скорости загрузки, мы можем сравнить общее время, затрачиваемое на последовательную и параллельную загрузку:

$$\text{Speed_Improvement} = T_{\text{sequential}} / T_{\text{parallel}} = R_{\text{parallel}} / (N * R_{\text{sequential}}) \quad (3)$$

Фактор $Speed_Improvement$ зависит от отношения скорости загрузки для одного параллельного соединения $R_{parallel}$ к скорости загрузки для одного последовательного соединения $R_{sequential}$ и количества параллельных соединений N .

Если сервер и сеть могут эффективно обрабатывать несколько параллельных подключений, фактор $Speed_Improvement$ может быть значительным, что приводит к более быстрому времени загрузки. Однако существуют практические ограничения, которые следует учитывать:

- Емкость сервера.

Некоторые серверы могут ограничивать количество параллельных подключений, разрешенных для каждого клиента, чтобы предотвратить злоупотребление и обеспечить справедливое использование [14].

- Сетевые условия.

Высокий уровень параллелизма может привести к перегрузке и снижению производительности, если сеть не сможет справиться с возросшим трафиком.

- Размер файла.

Для небольших файлов накладные расходы на настройку нескольких подключений могут перевешивать преимущества параллельных загрузок.

- Накладные расходы CPU и диска.

При работе с очень высокоскоростными соединениями и небольшими файлами накладные расходы на управление несколькими параллельными соединениями могут потреблять больше ресурсов, чем фактический процесс загрузки [15]. В целом, параллельные загрузки могут повысить скорость загрузки, но степень улучшения зависит от упомянутых выше факторов. В реальных сценариях можно добиться значительного повышения скорости за счет параллельных загрузок, особенно при загрузке больших файлов по-быстрому и надежному соединению. Однако важно учитывать практические ограничения и соответствующим образом сбалансировать количество параллельных подключений.

Взаимодействие с облаком при помощи REST

В современных API взаимодействия с облаком XML формат обмена данными вытесняется форматом JSON, что во многом облегчает разработку. Рассмотрим взаимодействие с облачным файлом хранилищем на примере Google Drive. Для взаимодействия с удаленным хранилищем по http вначале необходимо получить endpoints. В контексте REST (передача репрезентативного состояния) конечная точка относится к определенному URL-адресу (унифицированный указатель ресурса) или URI (унифицированный идентификатор ресурса) на веб-сервере, который соответствует определенному ресурсу или функции, предоставляемой сервером.

Конечные точки — важная концепция в дизайне RESTful API [16]. Каждая конечная точка представляет отдельный ресурс или операцию, к которым клиент может получить доступ через API. Этими ресурсами могут быть объекты данных, такие как файлы. Когда клиентское приложение хочет взаимодействовать с RESTful API, оно делает это, отправляя HTTP-запросы на соответствующие конечные точки. Метод HTTP (например, GET, POST,

PUT, DELETE), используемый в запросе, указывает тип действия, которое клиент хочет выполнить с ресурсом, связанным с этой конечной точкой [17].

Например, рассмотрим простой RESTful API для управления сообщениями в блогах. API может иметь следующие конечные точки:

Получить метаданные файла:

GET <https://www.googleapis.com/drive/v3/files/{fileId}>

позволяет получать метаданные (информацию) об определенном файле на Google Диске. Замените {fileId} идентификатором файла, к которому вы хотите получить доступ.

Получить список файлов на диске:

GET <https://www.googleapis.com/drive/v3/files>

получает список всех файлов на Google Диске пользователя. Для фильтрации и настройки результатов необходимо использовать параметры запроса.

Загрузить файл на сервер:

POST <https://www.googleapis.com/upload/drive/v3/files>

используется для загрузки нового файла на Google Диск. Содержимое файла включается в тело запроса, а метаданные (имя файла, родительская папка и т. д.) могут быть указаны в параметрах запроса.

Обновление Файла:

PATCH <https://www.googleapis.com/drive/v3/files/{fileId}>

Используется для обновления метаданных существующего файла на Google Диске. Позволяет изменять такие атрибуты, как имя файла, описание и родительская папка.

Загрузка файла с сервера:

GET <https://www.googleapis.com/drive/v3/files/{fileId}?alt=media>

позволяет получить содержимое файла с Google Диска. Параметр {fileId} – идентификатор файла, который необходимо загрузить. Параметр запроса alt=media используется для прямого извлечения содержимого файла.

Удаление файла:

DELETE <https://www.googleapis.com/drive/v3/files/{fileId}>

используется для удаления определенного файла с Google Диска. Параметр {fileId} идентификатор удаляемого файла.

Поиск файлов:

GET <https://www.googleapis.com/drive/v3/files?q={searchQuery}>

позволяет искать файлы на Google Диске с помощью поискового запроса. Параметр запроса q используется для указания критериев поиска.

Это всего лишь несколько примеров конечных точек, доступных в API Google Диска. API предлагает гораздо больше конечных точек и функций для работы с файлами, папками, разрешениями и многим другим на Google Диске. При использовании Google Диска API потребуются аутентифицировать свои запросы и получить необходимые токены доступа для взаимодействия с Google Диском пользователя от его имени.

Аутентификация — это процесс проверки личности пользователя или приложения перед предоставлением доступа к определенным ресурсам или функциям [18]. В контексте API Google Диска аутентификация является важным шагом для обеспечения того, чтобы только авторизованные пользователи или приложения могли получать доступ и управлять файлами и данными, хранящимися на Google Диске пользователя. API Google Диска использует OAuth

2.0 в качестве механизма аутентификации, который является стандартным протоколом для безопасной авторизации. Протокол OAuth 2.0 включает несколько шагов для получения токена доступа, который затем используется для проверки подлинности последующих запросов API.

Упрощенное объяснение процесса аутентификации OAuth 2.0 для доступа к GoogleDrive API необходимо:

- Приложение, работающее с GoogleDrive должно быть зарегистрировано.

Это делается путем создания проекта в Google Developers Console и включением API Диска Google для этого проекта. На этом шаге создаются необходимые учетные данные (идентификатор клиента и секрет клиента), которые будут использоваться в процессе аутентификации.

- Получить авторизацию

Когда пользователь хочет использовать приложение для доступа к своему GoogleDrive, приложение Synccovery перенаправит его на страницу входа в учетную запись Google. Затем пользователь войдет в систему со своими учетными данными Google и предоставит приложению Synccovery разрешение на доступ к своим данным Google Диска.

- Код авторизации

После предоставления разрешения пользователь будет перенаправлен обратно в приложение Synccovery с кодом авторизации.

- Код авторизации Exchange для токена доступа:

Synccovery использует этот код авторизации для запроса маркера доступа с сервера авторизации Google. Этот токен представляет разрешение пользователя и действует как ключ для доступа к его данным на Google Диске.

- Доступ к GoogleDrive

С токеном доступа, полученным на предыдущем шаге, Synccovery может выполнять аутентифицированные запросы к API GoogleDrive от имени пользователя. API проверит токен и предоставит доступ к авторизованным ресурсам.

- Обработка токенов обновления

Токены доступа [19] обычно имеют ограниченный срок службы. Чтобы поддерживать постоянный доступ к данным пользователя на GoogleDrive токен обновления может быть запрошен во время первоначального процесса аутентификации. Маркер обновления можно использовать для получения новых маркеров доступа, не требуя от пользователя повторной авторизации приложения. Очень важно хранить учетные данные (идентификатор клиента и секрет клиента) в безопасности и не раскрывать их в общедоступных репозиториях кода или коде на стороне клиента. Правильная обработка токенов аутентификации и доступа обеспечивает безопасность и конфиденциальность данных пользователя. Чтобы реализовать аутентификацию OAuth 2.0 с API GoogleDrive в своем приложении, могут использоваться различные библиотеки и SDK, предоставляемые Google для разных языков программирования и платформ. Эти библиотеки упрощают процесс аутентификации и помогают сосредоточиться на создании функциональности вашего приложения, взаимодействующего с GoogleDrive. Важно тщательно проектировать конечные точки RESTful API, чтобы обеспечить ясность, согласованность и простоту использования для разработчиков клиентов. Значимые и хорошо

структурированные конечные точки способствуют созданию более интуитивно понятного и удобного для разработчиков API.

Заключение.

В статье рассмотрено использование сторонних RESTful-сервисов в качестве внешних источников данных в приложениях резервного копирования и синхронизации данных. Целью данного исследования была поставлена задача предложить развитие темы резервного копирования и синхронизации путем слияния устройств класса NAS с облачными хранилищами. Таким образом стирая границы между локальным и облачным сегментом данных. Новизна данного исследования заключается в предоставлении универсального кроссплатформенного слоя программного обеспечения, которое может работать как на устройствах NAS так и на локальных станциях под управлением Windows, Linux, Mac.

Список литературы

1. "An introduction to network attached storage". HWM Singapore. SPH Magazines. July 2003. pp. 90–92
2. Васильев А. QNAP: Продвижение NAS в России // Первая миля. 2013. Т. 39. № 6. С. 4-15.
3. Терентьев Д.И., Николаев А.Б., Остроух А.В. Исследование дисковых массивов RAID по параметрам надежности и быстродействия // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 3-4. С. 423-427.
4. Проскуряков Н.Е., Ануфриева А.Ю. Анализ и перспективы современных систем хранения цифровых данных // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. № 3. С. 368-377.
5. Чусов П.А. Создание файлового хранилища на основе программного продукта NAS4FREE // Аллея науки. 2017. Т. 2. № 8. С. 714-719.
6. XigmaNAS is an Open Source Storage NAS (Network-Attached Storage) distribution based on FreeBSD. // <https://xigmanas.com/xnaswp> (дата обращения: 26.07.2023)
7. Tobias Giesen // <https://ru.synccovery.com> (дата обращения: 26.07.2023)
8. Шевцов А.Н., Бекен Б.К., Таласбаев А.А. Исследование параллельных вычислений на Delphi // Theoretical & Applied Science. 2013. № 5 (1). С. 27-35.
9. Ханенко А.А., Медведский А.Н. Синхронизация файлов и резервное копирование с помощью Rsync // Международный научный журнал. 2016. № 6-2. С. 28-30.
10. Архипов Д.Р. Метод удаленной разностной синхронизации файлов ориентированный на минимизацию передаваемой информации // «StudNet» №11/2020
11. Нурмухаметов Д.Р. Исследование стандартов шифрования AES-128 И AES-256 Научное Сообщество Студентов. Междисциплинарные Исследования. Сборник статей по материалам СХ студенческой международной научно-практической конференции. Новосибирск, 2021. С. 37-42.
12. Dan C. Marinescu Cloud Computing: Theory and Practice // Elsevier Science 2022
13. Indy programming library for Delphi // <https://www.indyproject.org>
14. Зеленский М.Д. DDOS-Атаки: Типы атак, Устранение DDOS-Атак // Студенческая наука для развития информационного общества. сборник материалов IV Всероссийской научно-технической конференции: в 2-х томах. 2016. С. 241-243.

15. Gibson G.A. Redundant disk arrays: Reliable, parallel secondary storage // 1992
16. А.С. Гусаренко, В.В. Миронов Использование RESTful-сервисов в ситуационно-ориентированных базах данных // Системы управления и информационные технологии 2015 г.
17. Строгонов В.Г. Краткий обзор протоколов HTTP/1.1 И HTTP/2 и сравнение их производительности // Математика, информационные технологии, приложения. Сборник трудов Межвузовской научной конференции молодых ученых и студентов. Воронеж, 2022. С. 188-191.
18. Д.Н. Вишневецкий OAuth и его использование в современных системах // Вестник магистратуры. 2019. № 6-2(93)
19. Ситдинов Р.Р. Токен. Инструмент ограниченного пользования в REST API // Информационные технологии обеспечения комплексной безопасности в цифровом обществе. сборник материалов IV Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием. Уфа, 2021. С. 208-209.

References

1. "An introduction to network attached storage". HWM Singapore. S.P.H. Magazines. July 2003. pp. 90–92
2. Vasiliev A. QNAP: Promotion of NAS in Russia // First Mile. 2013. V. 39. No. 6. S. 04-15.
3. Terentiev D.I. Nikolaev A.B., Ostroukh A.V. Research of RAID disk arrays in terms of reliability and speed // International Journal of Experimental Education. 2015. No. 3-4. pp. 423-427.
4. Proskuryakov N.E. Anufrieva A.Yu. Analysis and prospects of modern digital data storage systems. Bulletin of the Tula State University. Technical science. 2013. No. 3. pp. 368-377.
5. Chusov P.A. Creating a file storage based on the NAS4FREE software product // Alley of Science. 2017. V. 2. No. 8. pp. 714-719.
6. XigmaNAS is an Open Source Storage NAS (Network-Attached Storage) distribution based on FreeBSD. // <https://xigmanas.com/xnaswp> (date of access: 07/26/2023)
7. Tobias Giesen // <https://ru.synccovery.com> (Accessed: 07/26/2023)
8. Shevtsov A.N., Beken B.K. Talasbaev A.A. Investigation of parallel computing on Delphi // Theoretical & Applied Science. 2013. No. 5 (1). pp. 27-35.
9. Khanenko A.A., Medvedsky A.N. File synchronization and backup using Rsync // International Scientific Journal. 2016. No. 6-2. pp. 28-30.
10. Arkhipov D.R. The method of remote differential file synchronization focused on minimizing the transmitted information // "StudNet" No. 11/2020
11. Nurmukhametov D.R. Research on AES-128 AND AES-256 Encryption Standards // Scientific Community of Students. Interdisciplinary Research. Collection of articles based on the materials of the CX student international scientific and practical conference. Novosibirsk, 2021, pp. 37-42.
12. Dan C. Marinescu Cloud Computing: Theory and Practice // Elsevier Science 2022
13. Indy programming library for Delphi // <https://www.indyproject.org>
14. Zelensky M.D. DDOS Attacks: Types of Attacks, Elimination of DDOS Attacks // Student science for the development of the information society. collection of materials of the IV All-Russian scientific and technical conference: in 2 volumes. 2016. pp.. 241-243.

15. Gibson G.A. Redundant disk arrays: Reliable, parallel secondary storage // 1992
 16. A.S. Gusarenko, V.V. Mironov Using RESTful services in situationally oriented databases // Control systems and information technologies 2015.
 17. Strogonov V.G. Brief overview of HTTP/1.1 and HTTP/2 protocols and comparison of their performance // Mathematics, information technologies, applications. Proceedings of the Interuniversity Scientific Conference of Young Scientists and Students. Voronezh, 2022, pp. 188-191.
 18. D.N. Vishnevsky OAuth and its use in modern systems // Bulletin of the Magistracy. 2019. No. 6-2(93)
 19. Sitdikov R.R. Token. Limited use tool in REST API // Information technologies for ensuring integrated security in a digital society. collection of materials of the IV All-Russian Youth Scientific and Practical Conference with international participation. Ufa, 2021. pp. 208-209.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 620.92

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ СВАРОЧНОГО ПРОЦЕССА НАПРЯМУЮ ОТ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Канарейкин А.И.

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)», Москва, Россия, (117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23), e-mail: kanareykins@mail.ru

Работа относится к вопросам солнечной энергетики. В ней представлена одна из возможностей преобразования и использования солнечной энергии, вырабатываемой солнечными панелями. Предметом исследования является сварочный процесс. Рассмотрен вопрос реализации процесса сварки напрямую от самих панелей без преобразователей. В статье приведены формулы для расчёта основных параметров сварочной дуги. Также были рассмотрены плюсы и минусы такой реализации. Полученный результат может быть применён как на производстве, так и в частных нуждах.

Ключевые слова: Солнечная энергия, солнечный модуль, сварочный процесс, солнечный элемент, сварочная дуга, вольт-амперная характеристика, ток короткого замыкания.

IMPLEMENTATION OF THE WELDING PROCESS DIRECTLY FROM SOLAR PANELS

Kanareykin A.I.

Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia, (117485, Moscow, st. Miklukho-Maklaya 23), e-mail: kanareykins@mail.ru

The work relates to the issues of solar energy. It presents one of the possibilities of converting and using solar energy generated by solar panels. The subject of the study is the welding process. The issue of implementing the welding process directly from the panels themselves without converters is considered. The article contains formulas for calculating the basic parameters of the welding arc. The pros and cons of such an implementation were also considered. The result obtained can be applied both in production and in private needs.

Keywords: Solar energy, solar module, welding process, solar cell, welding arc, volt-ampere characteristic, short circuit current.

Сегодня применение солнечных панелей приобретает широкое применение. Увеличение спроса на электроэнергию приводит к быстрому истощению традиционных ископаемых видов топлива и обостряет проблему загрязнения окружающей среды. Поэтому существует необходимость в развитии альтернативных (возобновляемых) источников энергии для обеспечения устойчивых энергопоставок потребителю, а также для уменьшения локальных и глобальных загрязнений окружающей среды [1-6]. Также в литературных источниках существует много работ, посвящённых оптимизации и увеличению эффективности фотоэлектрических преобразователей [7-13]. В статье предлагается использовать солнечную энергию для осуществления сварочного процесса.

Сварочное искусство возникло еще в давние времена, сварка использовалась во многих целях. По факту, открытие данного способа соединения металлов и конструкций открыло большие возможности, так как появились различные новые сферы производства.

Сейчас же сварка используется в обширном количестве процессов, металлообработка вышла на новый уровень. Стало больше возможностей и путей реализации производства. Сварочный аппарат, будь то инвертор или трансформатор, можно найти в арсенале у многих домашних умельцев. Сварочный процесс давно перестал быть инструментом исключительных профессионалов. Теперь и дачник, и гаражный мастер могут что-то смастерить или починить. К тому же, современные аппараты просты и понятны в применении [14-17].

Несмотря на то, что сейчас изобретено огромное количество сварочного оборудования и открываются новые способы обработки металла. В пользу того насколько сварка от солнца возможна, можно привести пример что, в случае острой необходимости, для сварочных работ можно использовать несколько аккумуляторов, соединенных последовательно. Полевая сварка с помощью автомобильных аккумуляторов известна многим автовладельцам.

В данной статье предлагается использовать энергию солнца, преобразованной в электрическую посредством солнечных батарей, подводить до свариваемой детали непосредственно проводами толстого сечения. Тем самым минуя разного рода электронные преобразователи. На Рисунке 1 показано фотография дугового разряда при замыкании проводов солнечной батареи.

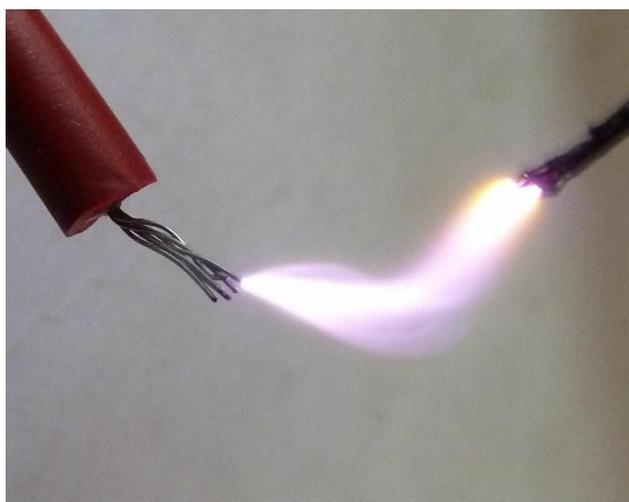


Рисунок 1 – Дуговой разряд.

В теории сварки электрическая сварочная дуга рассматривается как плазменная струя. Важнейшим свойством плазмы является способность переносить заряженные частицы под действием электрического поля. При наложении электрического поля возникают силы, заставляющие электроны дрейфовать - двигаться вдоль силовых линий поля. Так как дуговой разряд существует обычно в смеси газов и паров, находящихся при высокой температуре, то необходимо наличие эффективного потенциала ионизации. На Рисунке 2 в пользу осуществления дугового разряда солнечным элементом представлена его вольт-амперная характеристика [18].

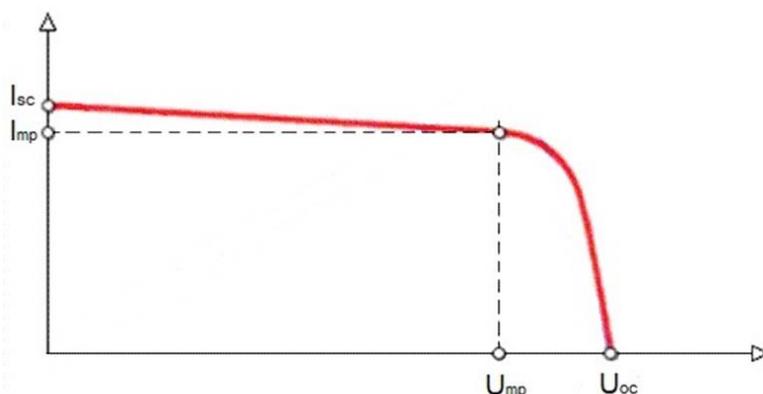


Рисунок 2 – Вольт-амперная характеристика солнечного элемента.

Из приведённой характеристики видно, что при закорачивании контактов в цепи будет существовать ток короткого замыкания I_{sc} . Поэтому для возникновения дуги необходимым условием будет наличие определённой разности потенциалов. С учётом всего на следующем (Рисунок 3) показана реализация сварочного аппарата на солнечных панелях.

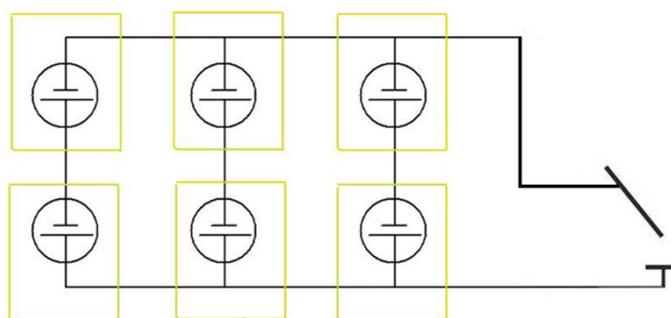


Рисунок 3 – Схема реализации сварочного аппарата на солнечных панелях.

При этом сварочный ток можно найти по формуле

$$I = mI_{sc} \quad (1)$$

где: m – количество панелей, подключённых параллельно.

В целях безопасности процесса сварки, а также в целях снижения потерь на тепло, следует правильно выбирать сечение кабеля для сварки. Для этого существует несколько способов. При этом расчет сечения по току является наиболее простым и быстрым способом. Он позволяет подобрать оптимальный вариант проводника. При определённых допущениях сечение медного провода равно

$$S = 0,1I \quad (2)$$

Также ещё одним важным критерием, который прямо влияет на качество свариваемого шва, является длина подводящих проводов. Поскольку при увеличении протяженности сварочного кабеля происходит падение напряжения, необходимо учесть данную особенность. Допустимая длина сварочного кабеля при токе больше 200 А можно рассчитать по следующей формуле

$$L_{\max} = 0,5S \quad (3)$$

при токах меньше 200 А формула примет ругой вид

$$L_{\max} = 0,01I \quad (4)$$

Как видим, сам полученный таким образом сварочный аппарат является очень простым и дешёвым, так как в нём отсутствуют элементы автоматики и управления. А, следовательно, он является надёжным в плане поломки. Основным недостатком является прямая зависимость силы тока от интенсивности солнечного излучения. Для того, чтобы варить в случае снижения мощности солнечных панелей, придётся использовать более тонкие электроды. Так же нужно отметить, что для получения более сильной дуги, можно соединить больше солнечных панелей последовательно, но такое подключение уже более опасно, так как есть вероятность повреждения током.

Таким образом, в работе была рассмотрена реализация простого сварочного аппарата от Солнца. Который может быть полезен для тех, кто строит дом вдали от электрических сетей и в качестве альтернативной сети использует энергию с солнечных панелей. Минус данного подключения, это конечно же привязка к Солнцу. Сваркой придётся заниматься только днём и только в солнечную погоду.

Список литературы

1. Алферов, Ж. И. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики / Ж. И. Алферов, В. М. Андреев, В. Д. Румянцев // ФТП, 2004. – Т. 38, вып. 8. – С. 937—948.
2. Наумов, А. В. Производство фотоэлектрических преобразователей и рынок кремниевого сырья в 2006—2010 гг. / А. В. Наумов // Изв. вузов. Материалы электрон. техники, 2006. – № 2. – С. 29—35.
3. Петрусев А.С., Юрченко А.В. Эффективный способ увеличения мощности солнечных установок. Физика, 2014. - № 2 (960) - С. 4–8.
4. Шиняков Ю.А., Шурыгин Ю.А., Аржанов В.В., Осипов А.В., Теушаков О.А., Аржанов К.В. Повышение энергетической эффективности автономных фотоэлектрических энергетических установок. Доклады ТУСУР, 2011. - № 2 (24), ч. 1. - С. 282–287.
5. Удалов Н. С. Возобновляемые источники энергии. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. 412 с.
6. Малинин Г.В., Серебрянников А.В. Слежение за точкой максимальной мощности солнечной батареи // Вестник Чувашского университета, 2016. № 3. С. 76–93.
7. Канарейкин А.И. Моделирование кривой мощности солнечного модуля // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, 2021. № 10. С. 31-34.
8. Канарейкин А.И. Моделирование значения шунтирующего сопротивления солнечного элемента на основе световой вольт-амперной характеристики // Наукосфера, 2022. № 3-2. С. 226-230.
9. Kanareykin A.I. On the correctness of calculating the Fill Factor of the solar module IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 808 (2021) 012018 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/808/1/012018>.
10. Kanareykin A.I. Determination of the shunt resistance of a solar cell from its light volt-ampere characteristic Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. IOP Publishing Ltd, London, 2022. С. 012185. DOI: 10.1088/1755-1315/979/1/012185.
11. Канарейкин А.И. О влиянии температурного фактора на эффективность солнечных

- панелей // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности, 2023. Т. 8. № 1 (27). С. 103-107.
12. Канарейкин А.И. Осуществление процесса заряда ионистора от солнечной панели // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, 2023. № 6. С. 16-20.
 13. Канарейкин А.И. Накопление солнечной энергии в ионисторе // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности, 2023. Т. 8 № 6(32) С. 174–179.
 14. Основы проектирования технологических процессов изготовления деталей машин: Учебное пособие. – Миронова Л.И. – 2010г. – 255с.
 15. Сварочные работы. Универсальный справочник. - Серикова Галина Алексеевна – 2017г. – 258с.
 16. Технология сварочных работ: теория и технология контактной сварки. – Юрайт – 2019г.
 17. Проектирование машиностроительного производства. Учебник. - Вороненко В.П. – 2017г. – 316с.
 18. Лошкарева Е.А., Канарейкин А.И. Определение температурной зависимости коэффициента заполнения солнечного элемента // В сборнике: Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. материалы докладов. Сер. "Естественные и технические науки. 2022" Калуга, 2022. С. 157-162.

References

1. Alferov, Zh. I. Trends and prospects for the development of solar photoenergy / Zh. I. Alferov, V. M. Andreev, V. D. Romyantsev // FTP, 2004. – Vol. 38, issue 8. – pp. 937-948.
2. Naumov, A.V. Production of photovoltaic converters and the market of silicon raw materials in 2006-2010. / A.V. Naumov // Izv. vuzov. Materials electron. technicians, 2006. – No. 2. – pp. 29-35.
3. Petrusev A.S., Yurchenko A.V. An effective way to increase the power of solar installations. Physics, 2014. - № 2 (960) - Pp. 4-8.
4. Shinyakov Yu.A., Shurygin Yu.A., Arzhanov V.V., Osipov A.V., Teushchakov O.A., Arzhanov K.V. Improving the energy efficiency of autonomous photovoltaic power plants. TUSUR reports, 2011. - № 2 (24), Part 1. - pp. 282-287.
5. Udalov N. S. Renewable energy sources. Novosibirsk: NSTU Publishing House, 2009. 412 p.
6. Malinin G.V., Serebryannikov A.V. Tracking the point of maximum solar battery power // Bulletin of the Chuvash University, 2016. No. 3. pp. 76-93.
7. Kanareykin A.I. Modeling of the power curve of the solar module // Electrical equipment: operation and repair, 2021. No. 10. pp. 31-34.
8. Kanareykin A.I. Modeling the value of the shunting resistance of a solar cell based on the light volt-ampere characteristic // Naukosphere, 2022. No. 3-2. pp. 226-230.
9. Kanareykin A.I. On the correctness of calculating the Fill Factor of the solar module IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 808 (2021) 012018 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/808/1/012018>.
10. Kanareykin A.I. Determination of the shunt resistance of a solar cell from its light volt-ampere characteristic Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. IOP Publishing Ltd, London, 2022. p. 012185. DOI: 10.1088/1755-1315/979/1/012185.

11. Kanareykin A.I. On the influence of the temperature factor on the efficiency of solar panels // International Journal of Information Technologies and Energy Efficiency, 2023. Vol. 8. No. 1 (27). pp. 103-107.
 12. Kanarekin A.I. Implementation of the ionistor charging process from a solar panel // Electrical equipment: operation and repair, 2023. No. 6. pp. 16-20.
 13. Kanarekin A.I. Accumulation of solar energy in an ionistor // International Journal of Information Technologies and Energy Efficiency, 2023. Vol. 8 No. 6(32) pp. 174-179.
 14. Fundamentals of designing technological processes for manufacturing machine parts: Textbook. – Mironova L.I. – 2010 – 255s.
 15. Welding works. Universal reference book. - Serikova Galina Alekseevna – 2017 – 258s.
 16. Welding technology: theory and technology of contact welding. – Yurayt – 2019.
 17. Design of machine-building production. Textbook. - Voronenko V.P. – 2017 – 316s.
 18. Loshkareva E.A., Kanarekin A.I. Determination of the temperature dependence of the filling coefficient of a solar cell // In the collection: Scientific works of Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky. Materials of the reports. Ser. "Natural and technical sciences. 2022" Kaluga, 2022. pp. 157-162.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 620

МИКРОЭНЕРГОСИСТЕМЫ НА БАЗЕ ВИЭ КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ ИЗОЛИРОВАННЫХ РАЙОНОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

¹ Балаев П.А., Комаров Е.Д., Мартынов Е.А., Петракова Т.В.

ФГБОУ ВО "Национальный Исследовательский Университет "МЭИ", Москва, Россия (111250, город Москва, Красноказарменная ул, д. 14 стр. 1), e-mail: ¹mr.balaev2002@gmail.com

В данной статье авторы рассматривают принцип создания микроэнергосистемы в технологически изолированных электроэнергетических районах, устройство современного рынка электроэнергии и его правовую структуру. Авторами анализируется возможность развития регионов Дальнего Востока с учетом энергетического потенциала возобновляемых источников энергии и технологий автоматического управления энергосистемой. В статье приводятся примеры создания MicroGrid в технологически изолированных электроэнергетических районах в мире. Авторы делают вывод о возможности технической реализации на территории РФ микроэнергосистемы.

Ключевые слова: Развитие Дальнего Востока, технологически изолированный район, микроэнергосистема, MicroGrid, возобновляемые источники энергии, децентрализация, рынок электроэнергии.

RES-BASED MICROPOWER SYSTEMS AS A WAY TO PROVIDE ELECTRICITY TO ISOLATED REGIONS OF THE FAR EAST

¹ Balaev P.A., Komarov E.D, Martynov E.A., Petrakova T.V.

"National Research University "MPEI", Moscow, Russia (111250, Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14, bild.1), e-mail: ¹mr.balaev2002@gmail.com

In this article, the authors consider the principle of creating a micro-energy system in technologically isolated electric power regions, the structure of the modern electricity market and its legal structure. The authors analyze the possibility of developing the regions of the Far East, taking into account the energy potential of renewable energy sources and technologies for automatic control of the energy system. The article provides examples of the creation of MicroGrid in technologically isolated electric power regions in the world. The authors conclude that it is possible to technically implement a micro-energy system on the territory of the Russian Federation.

Keywords: Development of the Far East, technologically isolated area, micro-energy system, MicroGrid, renewable energy sources, decentralization, electricity market.

Вектор мировой энергетики уже десятилетие устремлён в сторону возобновляемых источников энергии (ВИЭ). За последние годы было реализовано много проектов, направленных как на стимуляцию развития зеленой энергетики, так и на технико-экономические исследования в этой сфере. Для России не менее актуальным вопросом является освоение территорий и ресурсов восточных регионов. Совокупность этих проблем заставляет задаться вопросом: в условиях, когда на место традиционных источников энергии

приходят объекты генерации на основе ВИЭ, а регион является труднодоступным, но перспективным для развития, имеется ли возможность обеспечить надежное электроснабжение.

Актуальным направлением в модернизации электроэнергетического сегмента является децентрализация энергоснабжения. Неоспоримыми преимуществами распределенного энергоснабжения, в особенности для самой географически протяженной страны, являются [1]:

- устойчивость и надежность: децентрализованная система энергоснабжения снижает риск отключения электроэнергии в случае аварий или сбоев в сети;
- возможность активного использования ВИЭ;
- участие граждан, способствующее повышению осведомленности и ответственности в отношении энергии и снижению потребления энергии.

Ведущими на данный момент технологиями для децентрализации электроснабжения являются микроэнергосистемы или технологии MicroGrid.

Учитывая инновационность технологического решения, необходимо предусмотреть безопасность единой электроэнергетической сети (ЕЭС) на первых стадиях разработки проекта по децентрализации, в связи с этим предлагается рассмотреть технологически изолированные регионы Дальнего Востока. Технологически изолированные регионы – это регионы, которые имеют ограниченный доступ к современным технологиям, связи и информационным ресурсам. В результате жители этих регионов могут сталкиваться с ограниченными возможностями в области образования, здравоохранения и развития, что может приводить к социальному и экономическому неравенству в сравнении с более развитыми регионами. Так, проблема оттока населения из регионов Дальнего Востока остро стоит с момента распада СССР. С 1991 года наблюдается наибольшее в масштабах страны сокращение численности населения [2].

Между тем устойчивое развитие регионов Дальнего Востока является актуальной задачей для РФ из-за ряда факторов:

- уникальный природно-ресурсный потенциал;
- наличие свободного выхода для России в Мировой океан;
- планы по освоению арктического шельфа;
- близкое расположение к странам Юго-Восточной Азии.

Последний фактор приобрел большую актуальность в 2022 году, когда существенная потеря западных партнёров вынудила российскую экономику переориентироваться на более тесное сотрудничество со странами Азии, в первую очередь с Китаем. В таких реалиях стремительная модернизация Дальнего Востока является инструментом для обеспечения национальных интересов РФ. При этом невозможно обеспечить быстрое развитие региона, занимающего 41,1% территории России без роста численности населения.

Шагом к решению упомянутых проблем стало создание государственной программы «Развитие Дальнего Востока» и соответствующего бюджета [3]. На данный момент бюджет госпроекта не предусматривает внедрения в электроэнергетический сегмент современных технологий автоматического управления. Однако, при желании бюджет сможет предусмотреть затраты, упоминаемые далее.

«Развитие Дальнего Востока» включает в себя программу «Дальневосточный гектар», законодательно закреплённую Федеральным законом от 1 мая 2016 г. N 119-ФЗ, льготную

ипотеку и субсидии на перелеты. При включении в бюджет программы статьи затрат на субсидирование сетевых компаний, находящихся в государственном владении (например, 100% акций АО «ОЭК» принадлежит Департаменту имущества Москвы), данные компании смогут реализовать закупку, разработку и монтаж необходимого MicroGrid оборудования.

Второй дополнительной статьей расходов в бюджете программы станет расширение программы «Дальневосточный гектар». На данный момент граждане РФ, а также участники Государственной программы по оказанию содействия добровольному переселению в РФ соотечественников, проживающих за рубежом, и членам их семей, совместно переселяющимся на постоянное место жительства в РФ, имеют права в упрощенном порядке на пять лет безвозмездно получить в собственность земельный участок площадью не более одного гектара. Однако, возможно дополнение в виде субсидий на закупку объектов генерации на базе ВИЭ, например, солнечных батарей суммарной мощностью не более 15 кВт [4].

Сделав ряд допущений, в виде возможных источников финансирования, перейдем к описанию микроэнергосистемы или технологий MicroGrid, призванных способствовать децентрализации и обеспечить электроэнергией изолированные районы Дальнего Востока.

MicroGrid – локальная энергосистема или система электроснабжения, представляющая собой технологический комплекс в составе объектов генерации, источников энергетической гибкости и потребителей электроэнергии, которые собраны под единым управлением в целях обеспечения как можно более эффективного и удобного для потребителя энергоснабжения [5].

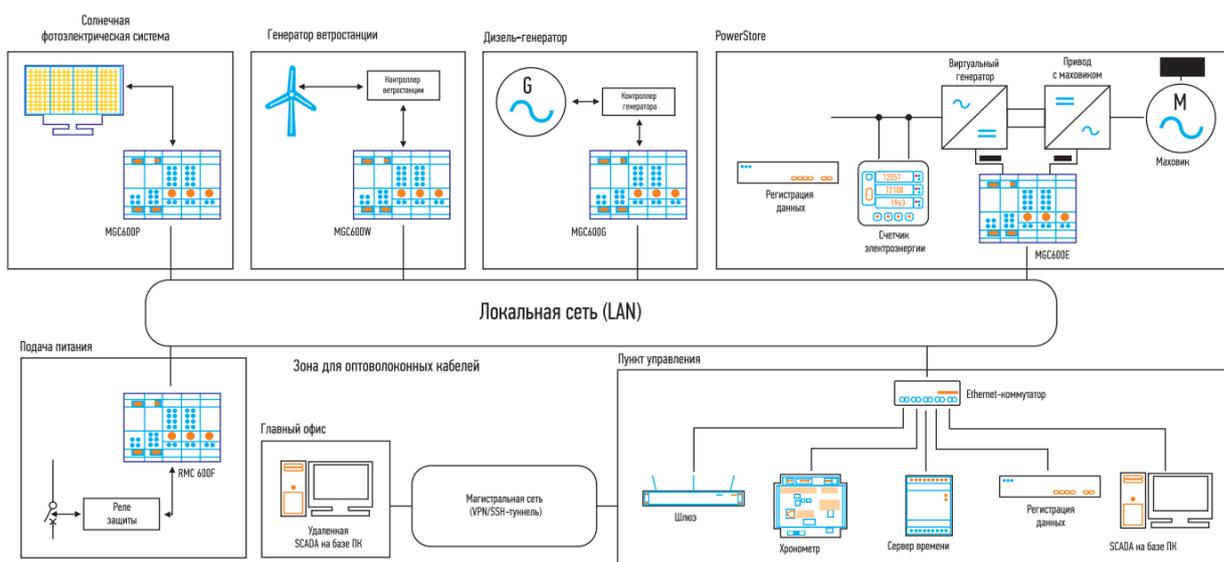


Рисунок 1 – Структура MicroGrid.

В случае отключения от центральной сети или при ее использовании в качестве резерва, оборудование, оснащенное интеллектуальной технологией MicroGrid, способно задействовать внутренние генерирующие устройства. MicroGrid обладает в том числе следующим функционалом [6]:

- работа как при подключении к общей центральной сети, так и стационарно;
- способность успешно использовать ВИЭ;
- повышение эффективности и надежности энергосистемы в целом.

В подобной децентрализованной энергосистеме присутствуют распределенная генерация и потребители, в том числе обладающие возможностью управлять своим потреблением. Между всеми этими субъектами поддерживается свободный энергообмен, обеспечиваемый энергетической инфраструктурой, и двусторонний обмен информацией, необходимый для энергообмена и взаимной торговли, осуществляемой на тех или иных рыночных площадках. Но реализация распределенной энергетики с использованием централизованной архитектуры энергосистем оказывается неэффективной. На этом этапе появляются архитектурные инновации разработанные, например, Инфраструктурным центром «Энерджинет» [7].

Технологически создание микроэнергосистемы на территориях Дальнего Востока с применением упомянутой современной кибер-физической инфраструктурой возможно. Однако, дополнительно стоит проанализировать экономическую структуру подобного проекта.

Мировой опыт показывает, что MicroGrid в определенных ситуациях могут обеспечить снижение расходов коммерческих и промышленных потребителей на электроснабжение в диапазоне от 5% до 25% [8].

Какие изменения на рынке электроэнергии возможны в микроэнергосистемах Дальнего Востока?

Тариф электроэнергии в сетях ЕЭС складывается из четырех составляющих: стоимость производства, стоимость передачи электроэнергии, инфраструктурные платежи, сбытовая надбавка. Стоимость производства определяется рыночным путем, то есть зависит от спроса и предложений на рынке. Тариф на передачу электроэнергии регулируется госорганами и зависит от уровня напряжения в электросети потребителя. Сбытовая надбавка координируется госорганами в соответствии с максимальной мощностью предприятия. Инфраструктурные платежи – оказание услуг по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и услуг на оптовом и розничных рынках [4].

Микроэнергосистеме персонал для обслуживания потребителей (гарантирующий поставщик) необходим на оптовом и розничном рынке, однако цены, в отличии от ЕЭС, на данных рынках являются регулируемыми [9, разд. VII и XII; 10]. С помощью автоматизированных систем управления мы можем уменьшить влияние сбытовой надбавки на тариф и обеспечить централизованное управление в технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах (ТИЭС). Таким образом, мы можем уменьшить инфраструктурные платежи и сбытовые надбавки тарифа.

Протяженность линий в ТИЭС значительно меньше, количество трансформаций напряжения меньше, как следствие, уменьшаются потери электроэнергии в проводах, что приводит к снижению составляющей на передачу. Снижение затрат на генерацию за счет уменьшения топливной составляющей в генерации аналогично влияет на ценообразование тарифа.

Экономический эффект, который MicroGrid приносят входящим в них потребителям, формируется следующими факторами:

- снижение расходов на покупку электроэнергии и мощности на розничном рынке;
- снижение расходов на оплату услуги электрических сетей по транспорту электроэнергии;

- повышение надежности электроснабжения и снижение потерь от обесточивания.

Примером успешного использования MicroGrid для коммерческой недвижимости может являться Штаб-квартира кампуса Bostone One Campus в США, проект, выполненный компанией Schneider Electric и REC Solar. Усовершенствованная микросеть включает 1379 солнечных модулей, а также фотоэлектрические инверторы, преобразующие 448 кВт постоянного тока в переменный. В качестве источника резервного питания используется газопоршневой генератор. Разработанный компанией Schneider Electric EcoStruxure Microgrid Advisor, использующий подключенное оборудование, программное обеспечение и облачную аналитику, позволяет кампусу более эффективно закупать, потреблять энергию, а также рационально ей управлять. Microgrid Advisor использует данные прогноза погоды и другие оперативные данные для оптимизации энергоэффективности в отношении солнечных панелей, накопителей энергии, зарядки электромобилей, зданий и производство электроэнергии с помощью газопоршневого генератора. Площадь кампуса более 22 300 квадратных метров, на территории которого работает около 750 сотрудников. Проект был реализован в 2014 году [12].

Обеспечить возрастающие требования по качеству и надежности энергоснабжения на территориях с неценовым образованием тарифа так, чтобы собственная генерация благополучно конкурировала с покупкой электроэнергии из сети, на данном этапе технико-экономического развития России можно с помощью интеллектуальных систем управления и управляемой нагрузкой на базе MicroGrid. Кроме этого, удастся выполнить требования правительства по развитию безуглеродной энергетики на территории РФ [11] и создать прецедент для развития новой отрасли промышленности, осуществляющей изготовление, наладку и контроль систем MicroGrid.

Список литературы

1. Пиляева О.В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении // Эпоха науки. – 2020. – №23 с. 30-32;
2. Гальцева Н.В., Фавстрицкая О.С., Шарыпова О.А. Социально-экономические факторы миграционных процессов в Магаданской области // Региональные проблемы. – 2015. – №3;
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.09.2020 № 2464-р;
4. Федеральный закон от 26 марта 2003 г. N 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (с изменениями и дополнениями);
5. Михаил Шилер, Евгений Рублевский. MicroGrid – ответ на новые вызовы электроэнергетики // Control Engineering (Россия). – №4(70). – 2017. – С. 80-84;
6. Балаев П.А., Сивеев Т.М., Груздов А.Г., Пашковская Е.Е. Интеллектуальные технологии управления и автоматики в энергосистеме // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2022. – Т. 7 № 3(25) часть 3 С. 51-58;
7. Дмитрий Холкин, Игорь Чаусов, Илья Бурдин, Алена Рыбушкина Архитектура интернета энергии (IDEA) [Электронный источник] URL: https://www.researchgate.net/publication/352560662_ARHITEKTURA_INTERNETA_ENERGII_IDEA_Versia_20 (дата обращения: 01.07.2023);

8. Игорь Чаусов, Борис Бокарев, Владимир Сидорович Активные энергетические комплексы – первый шаг к промышленным микрогридам в России [Электронный источник] URL: https://www.researchgate.net/publication/352192839_Aktivnye_energeticeskie_kompleksy_-_pervuj_sag_k_promyslennym_mikrogridam_v_Rossii (дата обращения: 01.07.2023);
9. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 № 442 (ред. от 08.06.2023) «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» (вместе с «Основными положениями функционирования розничных рынков электрической энергии», «Правилами полного и (или) частичного ограничения режима потребления электрической энергии»);
10. Постановление № 299 от 02.03.2021 г. «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в части определения особенностей правового регулирования отношений по функционированию объектов микрогенерации»;
11. Распоряжение Правительства РФ № 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года»;
12. Schneider Electric Unveils Advanced Microgrid at Boston One Campus HQ [Электронный источник] URL: https://www.se.com/us/en/download/document/06APR17-BOC_Unveiling/ (дата обращения: 01.07.2023).

References

1. Pilyaeva O.V. Renewable energy in decentralized power supply // Epoch of Science. - 2020. - No. 23 pp. 30-32;
2. Galtseva N.V., Avstriyskiy O.S., Sharypova O.A. Socio-economic factors of migration processes in the Magadan region // Regional problems. - 2015. - No. 3;
3. Decree of the Government of the Russian Federation dated September 24, 2020 No. 2464-r;
4. Federal Law No. 35-FZ of March 26, 2003 “On the Electric Power Industry” (as amended and supplemented);
5. Mikhail Shiler, Evgeny Rublevsky. MicroGrid - a response to new challenges in the power industry // Control Engineering (Russia). - No. 4 (70). - 2017. - pp. 80-84;
6. Balaev P.A., Siveev T.M., Gruzlov A.G., Pashkovskaya E.E. Intelligent control and automation technologies in the energy system // International Journal of Information Technologies and Energy Efficiency. - 2022. - V. 7 No. 3 (25) part 3 pp. 51-58;
7. Dmitry Kholkin, Igor Chausov, Ilya Burdin, Alena Rybushkina Internet of Energy Architecture (IDEA) [Electronic source] URL: https://www.researchgate.net/publication/352560662_ARHITEKTURA_INTERNETA_ENERGII_IDEA_Versia_20 (accessed: 07/01/2023);
8. Igor Chausov, Boris Bokarev, Vladimir Sidorovich Active energy complexes - the first step towards industrial microgrids in Russia [Electronic source] URL: https://www.researchgate.net/publication/352192839_Aktivnye_energeticeskie_kompleksy_-_pervuj_sag_k_promyslennym_mikrogridam_v_Rossii (date of access: 01.07.2023) ;
9. Decree of the Government of the Russian Federation of 04.05.2012 No. 442 (as amended on 08.06.2023) “On the functioning of retail electricity markets, complete and (or) partial

- restriction of the mode of consumption of electricity” (together with the “Basic provisions for the functioning of retail electricity markets”, “Rules for the complete and (or) partial restriction of the mode of consumption of electrical energy”);
10. Decree No. 299 dated March 2, 2021 “On Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation in Part of Determining the Peculiarities of Legal Regulation of Relations on the Operation of Microgeneration Facilities”
 11. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1523-r “On approval of the Energy Strategy of the Russian Federation for the period up to 2035”;
 12. Schneider Electric Unveils Advanced Microgrid at Boston One Campus HQ [Electronic source] URL: https://www.se.com/us/en/download/document/06APR17-BOC_Unveiling/ (Accessed 07/01/2023).
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 62

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

¹Родюков А.В., Куцов А.М., Максимов В.П.

ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет», Южно-Сахалинск, Россия, (693020, город Южно-Сахалинск, ул. Ленина, д. 290), e-mail: ¹kaf_energo@sakhgu.ru

Ядерная энергетика – это отрасль, занимающаяся производством полезной для человечества энергии. Ядерную энергетику можно отнести к сравнительно недорогим дешевым и перспективным видам энергии. Использование процессов деления ядра дает такой объем тепловой и электрической энергии, что позволяет удовлетворять потребности любого общества с минимальным воздействием на окружающую среду. Однако, ядерная энергетика является постоянно предметом научных, политических и общественных споров и дискуссий. Сторонники ядерной энергетики отмечают важность ее развития. Они считают, что она не требует больших затрат на свое производство, она соответствует требованиям надежности и экологичности. Противники ядерной энергетики сомневаются в ее безопасности и технологичности. Они считают, что опасность связана с возможностью возникновением аварий, угрозой террористических атак и накоплением радиоактивных отходов. Результатам исследования мнения жителей Сахалинской области по поводу данной проблемы посвящена данная статья.

Ключевые слова: Ядерная энергия, органическое топливо, углеродные выбросы, опрос, исследование, респонденты.

RESEARCH FEATURES OF NUCLEAR POWER

¹Rodyukov A.V., Kutsov A.M., Maksimov V.P.

Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, (693020, Yuzhno-Sakhalinsk, Lenin St., 290), e-mail: ¹kaf_energo@sakhgu.ru

Nuclear energy is an industry that is engaged in the production of energy useful to mankind. Nuclear power can be attributed to relatively inexpensive cheap and promising types of energy. The use of nuclear fission processes provides such a volume of thermal and electrical energy that it can satisfy the needs of any society with minimal environmental impact. However, nuclear power is constantly the subject of scientific, political and public disputes and discussions. Proponents of nuclear energy note the importance of its development. They believe that it does not require large expenditures for its production, it meets the requirements of reliability and environmental friendliness. Opponents of nuclear energy doubt its safety and manufacturability. They believe that the danger is associated with the possibility of accidents, the threat of terrorist attacks and the accumulation of radioactive waste. This article is devoted to the results of a study of the opinion of the inhabitants of the Sakhalin region regarding this problem.

Keywords: Nuclear energy, fossil fuel, carbon emissions, survey, research, respondents.

Введение.

В конце XVI века, когда растущая стоимость дров заставила простых лондонцев нехотя перейти на уголь, елизаветинские проповедники выступили против топлива, которое, по их мнению, было буквально экскрементами дьявола. Уголь был черным, в конце концов,

грязным, находился в подземных слоях - вниз к аду в центре земли - и сильно пах серой, когда горел. Переход на уголь в домах, где обычно отсутствовали дымоходы, был достаточно трудным делом; открытое осуждение духовенства, хотя и было, безусловно, оправданным с экологической точки зрения, еще больше осложняло и задерживало своевременное решение насущной проблемы энергоснабжения.

Ядерная энергия – это форма энергии, высвобождаемой из ядра, сердцевины атомов, состоящей из протонов и нейтронов. Этот источник энергии может быть получен двумя способами: делением – когда ядра атомов распадаются на несколько частей или синтезом – когда ядра соединяются вместе.

Материалы и методы.

Относительные достоинства использования ядерной энергии горячо обсуждались и были одобрены как способствующие снижению выбросов углерода, и она известна в первую очередь как источник энергии с низким уровнем выбросов углерода. И наоборот, выяснилось, что ядерная энергия практически не способствует сокращению выбросов углерода; она, скорее всего, потеряет свой предпочтительный статус из-за экологических последствий радиоактивных отходов и опасности ядерных аварий.

Е.О. Адамов и Д.С. Соловьев отмечают, что благодаря своим высоким экономическим и социальным выгодам ядерная энергия считается одним из наиболее эффективных источников энергии и основным компонентом энергетической политики для устойчивого роста, вызванного экологическим риском невозобновляемых источников энергии. В дополнение к внешним факторам, таким как потрясения цен на нефть, производство ядерной энергии постепенно растет на основе стратегии диверсификации мировой энергетики и экономической жизнеспособности ядерной энергии [1].

В 2022 году группой студентов Сахалинского государственного университета был организован и проведен опрос среди жителей Сахалинской области, который позволяет выявить отношение к ядерной энергетике. Опросы и интервью были проведены двенадцатью исследователями, подготовленными в рамках спецкурса «Альтернативная энергетика» на кафедре электроэнергетики и физики. Каждый фактор были взвешен и ранжирован с учетом их значимости, а все внутренние и внешние факторы, связанные с использованием ядерного топлива в электроэнергетике, были прояснены и обсуждены.

Ядерная энергетика является большим источником безуглеродной энергии и доступна круглосуточно и без выходных. Россия, Соединенные Штаты и Китай являются крупнейшим в мире производителем электроэнергии из ядерной энергетике. В настоящее время около 20 % электроэнергии в США вырабатывается атомными электростанциями. Доля атомной энергетике в общем объеме производства объединенных энергосистем (ОЭС) России в 2022 году составила 20 %. Старейшим действующим энергетическим реактором в России является реактор Нововоронежской АЭС № 4 ВВЭР-440, введенный в эксплуатацию 28 декабря 1972 года (возраст 50 лет). Китайская Народная Республика стала центром компетенций технического руководства, проектирования, строительства и эксплуатации атомных электростанций.

В.В. Долгов отмечает, что у ядерной энергетике есть ряд недостатков, которые привели к тому, что в США и в многих странах Европы либо не планируют или от неё отказываются. В противовес этому такие страны как Китай, Россия и Южная Корея, расширяют свои ядерно-

энергетические мощности. Китай и Россия даже продают атомные электростанции другим странам, надеясь превратить это в крупный экспортный бизнес [2].

В работе Т. Schulenberg, J. Starflinger, J. Heinecke отмечается, что по разным причинам Соединенные Штаты остановили будущие попытки использовать коммерческую ядерную энергию в качестве источника электроэнергии. Другие страны, такие как Франция, по-прежнему зависят от атомной энергии для производства электроэнергии, но не строят новые атомные электростанции взамен тех, срок службы которых приближается к концу. В США стареют 98 действующих атомных электростанций. Результаты: Атомная энергетика является основным производителем электроэнергии в Соединенных Штатах (примерно 20%), и на линии находится около 100 энергоблоков. Стоимость этих заводов представляет собой очень большие инвестиции, примерно 2–4 миллиарда долларов на завод для тех, которые были построены совсем недавно. Регулирование этих заводов также является крупным вложением государственных долларов и рабочей силы, поскольку это одна из наиболее жестко регулируемых отраслей в стране [3].

Ядерная энергетика также является одной из самых безопасных отраслей в Соединенных Штатах, главным образом благодаря сознательным усилиям всех участников (владельцев, проектировщиков, исследователей, политиков, регулирующих органов и общественности), направленных на обеспечение ее безопасности. Исторически это сознание безопасности существовало с момента зарождения отрасли, потому что всегда существовало понимание того, что потенциал вреда велик, и поэтому для защиты необходимы экстраординарные средства. Анализ риска, связанного с атомными электростанциями, сложен и требует знаний во многих областях и большой базы данных. Еще более сложным является правильное использование анализа рисков и его неопределенности при принятии решений.

Проведенный опрос жителей Сахалинской области показал, что степень понимания общественностью рисков, связанных с атомными электростанциями, является особенно важным вопросом, чтобы атомная энергетика могла продолжать вносить существенный вклад. При этом, следует отметить, что в процессе исследования респонденты особо выделяли только риски, связанные с техногенными авариями на атомных электростанциях (93 %). Ранжирование ответов показало, что значимость других рисков для людей существенно ниже. Так риски, связанные с добычей, обогащением и изготовлением ядерного топлива занимают (37 %), а риски, связанные с захоронением ядерных отходов (32 %).

Риски от добычи до производства типичны для рисков, связанных с добычей и использованием любой руды, и с учетом современных технологий и стандартов безопасности они представляют риск для рабочих, но не для населения. Риски удаления отходов в настоящее время оцениваются несколькими федеральными программами, спонсируемыми Министерством энергетики и Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ). Текущие оценки показывают, что предлагаемые в настоящее время методы захоронения ядерных отходов не связаны с чрезмерным риском для населения.

Обсуждение. По состоянию на 2022 год ядерная энергия была довольно важным глобальным источником энергии, на долю которого приходилось около 10 % от общего производства энергии в мире [4]. После угля, газа и гидроэнергии, атомная энергия занимала 4-е место в мировом энергобалансе по количеству производимой энергии. Атомная энергия может играть важную роль в обеспечении нашего энергоснабжения еще довольно долгое

время. Атомные электростанции могут снабжать энергией целые города, не прибегая к другим источникам энергии.

Ядерная энергетика отмечается участниками опроса как перспективный источник энергии, реально альтернативный ископаемому углеродному топливу, хотя вопрос о том, можно ли ее считать формой возобновляемой энергии и действительно ли она чище традиционной энергии, является предметом дискуссии.

Большинство участников опроса (84 %) вполне осведомлены о том, что энергия ядерной энергетики вырабатывается путем деления радиоактивных изотопов, в частности урана-235. В этом процессе ядра разрушаются бомбардировкой нейтронами, инициируя цепную реакцию, в которой с каждым событием деления высвобождается больше нейтронов. В конечном итоге это означает, что минимальная бомбардировка может инициировать деление всей массы урана, что приводит к огромному выходу энергии. Участники исследования понимают (82 %), что как на угольных электростанциях, генерируемая энергия используется для испарения воды и силовых турбин для выработки электроэнергии.

Практически все респонденты (95 %) знакомы с фактами катастроф атомных электростанций и их последствиями на Три-Майл-Айленде (1979 г.), Чернобыле (1986 г.) и Фукусиме (2011 г.). В то же время, общественное мнение о безопасности ядерной энергетики разделяют 67 %, а мнение о потенциальной опасности лишь 27 %.

Катастрофы на атомных электростанциях привели к обоснованному ужесточению правил строительства ядерных установок, что значительно снизило их экономическую эффективность. Еще одним соображением при реализации ядерной энергетики является экологическая угроза, создаваемая непредвиденным катастрофическим событием. Некоторые из самых страшных экологических катастроф в истории, такие как упомянутые ранее, произошли из-за неправильного надзора за объектами ядерной энергетики, и они нанесли неисчислимый ущерб окружающей среде и человеческим жизням. Затем возникает вопрос, можно ли считать ядерную энергию возобновляемой. Подсчитано, что доступных запасов урана-238 хватит только на ядерные реакторы в течение следующих 100 лет или около того. Хотя были предложения по разработке «реакторов-размножителей», которые могли бы генерировать делящийся материал для производства постоянного источника топлива, эта технология еще не реализована. В конечном счете, ядерная энергия имеет значительно меньший углеродный след, чем ископаемое топливо, но имеет много связанных с этим недостатков, включая экономические ограничения, опасность для окружающей среды и потенциально ограниченный период жизнеспособности. При нынешнем уровне знаний ядерная энергетика может стать отличным мостом между нашей зависимостью от ископаемого топлива и более постоянным, возобновляемым и экологически чистым решением глобальных энергетических потребностей.

В нашем современном обществе, где почти все важные устройства работают на электричестве, а потребность в энергии на душу населения постоянно растет, крайне важно обеспечить население достаточным количеством энергии, что можно сделать с помощью атомных электростанций.

По сравнению с другими технологиями, ядерная энергетика также является достаточно эффективной с точки зрения затрат материалов и выработки энергии.

По мнению большинства респондентов (67 %) ядерная энергия является более эффективной по сравнению с ископаемыми видами топлива, таким как бурый уголь, сырая нефть, мазут.

По мнению лиц, принявших участие в анкетировании, ядерную энергию надо отнести к невозобновляемым источникам энергии так же, как и другие виды ископаемого топлива, например, уголь, нефть и газ (58 %). Однако ядерные ресурсы могут использоваться значительно дольше, чем некоторые виды ископаемого топлива, а в некоторых случаях почти бесконечно, если используется рециркуляция неиспользованного или отработавшего уранового топлива, ториевых топливных ресурсов и быстрых реакторов (37 %).

К основным преимуществам ядерной энергетики участники опроса относят:

- 1) концентрированный и надежный источник мощной энергии, использование которого не зависит от погодных условий (82 %);
- 2) достижимы высокие параметры мощности, что делает агрегаты пригодными для непрерывной работы с базовой нагрузкой (90 %);
- 3) незначительные эксплуатационные выбросы углекислого газа и относительно небольшое количество отходов по сравнению с тепловыми электростанциями, работающими на ископаемом топливе (61 %);
- 4) небольшое количество необходимого топлива по сравнению с тепловыми электростанциями, работающими на ископаемом топливе (59 %);
- 5) ядерная энергетика может стать источником электроэнергии для зарядки электрического транспорта и индивидуальных средств передвижения.

Ядерный источник энергии большинством респондентов рассматривается как наиболее реальный способ производства электроэнергии XXII века (73 %).

Однако часть респондентов отмечает (34 %), что развитие ядерной энергетики должно базироваться на основе конкуренции, на основе снижения затрат и становления стратегических преимуществ перед другими видами топлива и энергии. Кроме того, участники опроса признают, что проблематика ядерной энергетики крайне политизирована не только из-за опасений техногенных катастроф, но и по поводу военно-стратегических соображений, и даже лоббирования ископаемой энергетики отдельными промышленно-политическими кругами.

Возникновение потенциального изменения климата, частично вызванного выбросами ископаемого углекислого газа (CO_2), вызывает озабоченность участников опроса (87 %). Опрашиваемые вполне допускают, что развитие углеродной энергетики будет зависеть от так называемых углеродных кредитов или финансовых стимулов, которые дадут шанс ядерной энергетике благодаря низкому выбросу CO_2 . Основные энергетические сценарии будущего России отводят ведущую роль ядерной энергетике рассматривая её в рамках «возобновляемых источников энергии». Предлагаемый прогноз авторов опроса о том, что экономическое процветание государств, связанное с многократным увеличением потребления энергии и ростом углеродных выбросов, возможно только с использованием ядерной энергии, разделяют многие респонденты исследования (55 %).

Очевидным результатом проведенного исследования является необходимость строительства новых реакторов, чтобы решить проблему роста энергопотребления и сокращения (или хотя бы стабилизации) углеродных выбросов. К сожалению, мировое сообщество к этому не готово. В Европе идет отказ от ядерной энергетики, идет ограничение

действующих АЭС в Европе, инвесторы не готовы вкладывать ядерную энергетику капиталы, политики не создают благоприятного климата для таких инвестиций.

Другим результатом исследования является слабая общественная поддержка в планах развития ядерной энергетики. Неспособность современных ядерных проектов конкурировать в общественном пространстве легко может привести к крупным банкротствам и реструктуризации вложений существующих крупных коммерческих поставщиков. Широкое народное просвещение, формирование программ лояльности к ядерной энергетике является опорой её развития. Программы строительства ядерных энергоблоков продолжают только там, где существуют соответствующее образование и политическая поддержка (Китай, Россия и Индия).

В работе И. Е. Каряжиной, В. П. Максимова и А. Ю. Кулишовой отмечается, что развитие ядерной энергетики возможно лишь на основе изменения мышления людей в сторону большего понимания целостности, связности и взаимообусловленности разных процессов, происходящем за счёт появившейся потребности постоянно переучиваться под давлением перманентно меняющейся информационной среды. Именно такие теории нужно осваивать, развивать, и внедрять во все уровни системы образования. Таким образом, проводя изменения в системе образования, можно оказывать влияние на развитие науки, а за ними последуют изменения в области энергетики, преобразуя её в биосферно-безопасное русло и обеспечивая экологическую безопасность глобальной экономической системы [7].

Заключение.

Ядерная энергия производит электричество и тепловую энергию, которые можно использовать для предприятий и населенных пунктов. Атомные электростанции производят возобновляемую, чистую энергию. Они не загрязняют воздух и не выделяют парниковых газов. Они могут быть построены в городских или сельских районах и не изменяют коренным образом окружающую среду.

Однако побочным продуктом ядерной энергии является радиоактивный материал. Радиоактивный материал представляет собой совокупность нестабильных атомных ядер. Эти ядра теряют свою энергию и могут воздействовать на многие окружающие их материалы, включая организмы и окружающую среду. Радиоактивный материал может быть чрезвычайно токсичным, вызывать ожоги и повышать риск развития раковых заболеваний, болезней крови и распада костей.

Решением данной проблемы являются реакторы на быстрых нейтронах, которые обладают основным преимуществом, топлива для них человечеству хватит на тысячи и десятки тысяч лет. Это топливо уже добыто, оно лежит на складах радиоактивных отходов. Топливо в «замкнутом топливном цикле» появляется не из воздуха, а из бесполезного до этого урана-238 и тория после облучения в быстром реакторе, и дальнейшей химической переработки чтобы из отработанного топлива выделить полезные плутоний-239 и уран-233. Быстрые реакторы по сравнению с реакторами на тепловых нейтронах – дают в 1,5 раза больше нейтронов на одно деление, и их хватает и на цепную реакцию, и на наработку нового топлива.

С экономической точки зрения при массовом строительстве реакторы на быстрых нейтронах дороже обычных тепловых ядерных реакторов, но при массовом строительстве таких реакторов и росте стоимости ископаемого топлива в ближайшей перспективе (15-30 лет)

их рентабельность вырастет. И надо сделать всё возможное, чтобы общество было морально к этому готово.

Список литературы

1. Адамов Е.О., Соловьев Д.С. Ядерная энергетика – вызовы и решение проблем // Энергетическая политика. 2017. Вып. 3. С. 21–30.
2. Долгов В.В. Энергоблоки на основе ВВЭР с сверхкритическими параметрами теплоносителя // Атомная Энергия. 2012. Т. 92. Вып. 4. С. 277–280.
3. Schulenberg T., Starflinger J., Heinecke J. Three pass core design proposal for a high performance light water reactor // Progress in Nuclear Energy. 2008. V. 50. pp. 526–531.
4. Карякина, И. Е. Проблемы и перспективы электроэнергетики Российской Федерации / И. Е. Карякина, В. П. Максимов, А. Ю. Кулишова // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 7(144). – С. 103-110. – DOI 10.34925/EIP.2022.144.7.016. – EDN ORUDTW

References

1. Adamov E.O., Soloviev D.S. Nuclear energy – challenges and problem solving // Energy policy. 2017. Iss. 3, pp. 21–30.
 2. Dolgov V.V. Power units based on VVER with supercritical parameters of the coolant // Atomic Energy. 2012. T. 92. Vol. 4, pp. 277–280.
 3. Schulenberg T., Starflinger J., Heinecke J. Three pass core design proposal for a high performance light water reactor // Progress in Nuclear Energy. 2008. V. 50. pp. 526–531.
 4. Karjakina, I. E. Problems and prospects of the electric power industry of the Russian Federation / I. E. Karyakina, V. P. Maksimov, A. Yu. – 2022. – № 7(144). – pp. 103-110. – DOI 10.34925/EIP.2022.144.7.016. – EDN
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 656.56

АНАЛИЗ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Абишева Л.С.

ФГБОУ ВО "Самарский Государственный Технический Университет", Самара, Россия (443100, г. Самара, Молодогвардейская ул., д.244), e-mail: abishevals@mail.ru

В статье рассматривается анализ расчета эффективности работы магистрального насосного агрегата, от результата которого зависит в целом эффективность работы системы магистрального нефтепровода в целом. Повышение энергоэффективности является актуальной задачей, так как позволяет сократить различные издержки эксплуатации, такие как, например, затраты на электроэнергию, потребляемую электрическими двигателями магистральных насосных агрегатов, которые являются одними из основных затрат при эксплуатации магистральных нефтепроводов, и, следовательно, сокращение которых позволит получить максимальный экономический эффект.

Ключевые слова: Трубопроводный транспорт, магистральный насосный агрегат, магистральный нефтепровод.

ANALYSIS OF THE OPERATIONAL EFFICIENCY CALCULATION OF THE MAIN PUMPING UNITS

Abisheva L.S.

Samara State Technical University, Samara, Russia (443100, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244), e-mail: abishevals@mail.ru

The article discusses the analysis of the calculation of the efficiency of the main pumping unit, the result of which depends on the overall efficiency of the system of the main oil pipeline as a whole. Improving energy efficiency is an urgent task, as it allows to reduce various operating costs, such as, for example, the cost of electricity consumed by electric motors of main pumping units, which are one of the main costs in the operation of main oil pipelines, and, therefore, the reduction of which will allow obtaining the maximum economic effect.

Keywords: Pipeline transport, main pump unit, main oil pipeline.

В течение долгого времени в трубопроводном транспорте нефти показатели энергетической эффективности на транспорт нефти не регламентировались руководящими документами [4]. В 80-х годах XX века была попытка ввести нормы потребления электроэнергии на основе разработанной методики нормирования расхода электроэнергии на транспорт нефти [9-10]. При этом указанная методика не учитывала многих параметров работы магистральных трубопроводов.

Проведя анализ научно-технической литературы, можно увидеть различные методы расчета эффективности работы магистрального нефтепровода и МНА:

В Статье Акбердина А.М. предлагается ввести удельную норму потребления электроэнергии при эксплуатации МН, которая определяется как плановая, максимально допустимая величина потребления электроэнергии на единицу транспортной работы нефтепровода как объекта с законченным технологическим циклом [3].

Так как трубопроводный транспорт нефти является одним из наиболее энергоемких процессов, к показателю эффективности использования должны быть предъявлены особые требования, роль такого показателя выполняет норма расхода электроэнергии, которые зависят от режима работы нефтепровода, типоразмера насоса, вязкости.

Существующий подход к нормированию расхода электроэнергии в трубопроводном транспорте является зачастую формальным. Он не способствует экономному расходованию энергоресурсов и не отражает эффективность их использования, не стимулирует работы по совершенствованию насосов и технологии перекачки,

Приведенная методика позволяет планировать потребление электроэнергии с учетом не только фактического КПД насосного оборудования, характеристик линейной части МН (лупингов, параллельных ниток), изменений свойств перекачиваемой нефти, отличия расчетных потерь на МН от фактических, но и затраты электроэнергии на собственные нужды [1-2].

Основой для расчета удельных норм является: энергетические характеристики насосных агрегатов и режимы их работы, характеристика нефтепровода, реологические свойства нефти. При существующей схеме перекачки нефти — от резервуарного парка головной перекачивающей станции до следующего резервуарного парка — перекачивающие станции являются частью единого технологического процесса нефтепровода. Поэтому расчет норм расхода электроэнергии необходимо осуществлять для нефтепровода в целом с учетом всех объектов, потребляющих электроэнергию

В Книге «Эксплуатация оборудования нефтеперекачивающих станций», А.Г. Гумерова рассказывается о причинах снижения КПД насосов при эксплуатации перекачки нефти по сравнению с паспортными характеристиками. Дан анализ факторов влияющих на КПД насосов. Рассмотрены методы повышения показателей эффективности насосов, работающих не в стационарном режиме. В книге рассмотрен метод изменения рабочего колеса насоса, рассчитанных на конкретный режим работы путем изменения проточной части насоса с помощью сопла в спиральном отводе. Так же рассмотрен вариант повышения КПД путем использования сменных роторов на меньшие подачи. В книге рассмотрен вариант изменения расположения лопаток в рабочем колесе;

Наиболее широко известной и применяемой является методика В.И. Голосовкера. Анализ эффективности энергопотребления проводится в связке насосно-силовое оборудование – участок магистрального нефтепровода. Для этого введено понятие режимного коэффициента, предполагается, что чем больше данный коэффициент, тем эффективнее используется энергия. В Методике присутствует ряд недостатков - отсутствует методика определения КПД электрооборудования НПС, а КПД насосных агрегатов определяется по паспортным характеристикам. Анализ работы нефтепровода по данной методике не показывает взаимосвязь между загруженностью трубопровода и эффективностью энергопотребления [6-8].

На данный момент в системе ПАО «Транснефть» существует руководящий документ РД-23.080.00-КТН-157-16, который позволяет определить эффективность работы как

технологического участка МН, так и насосных агрегатов, причем эффективность работы ТУ МН проводится путем сравнения фактического КПД работы ТУ МН за месяц с максимально возможным КПД для данного ТУ МН, определяемого максимальному паспортному значению КПД всех МНА установленных на рассматриваемом участке.

В качестве анализируемого периода месяца принимается количество часов работы ТУ МН в месяце за вычетом времени плановых остановок и работ МН со снижением режимов осуществляемых в соответствии с нормативными документами ПАО «Транснефть», требующих использование неоптимальных режимов работы ТУ МН.

Оценка эффективности работы МНА включает в себя:

- получение фактической (эксплуатационной) характеристики изменения КПД (Q) МНА за анализируемый месяц и ее сравнение с паспортной характеристикой МНА;
- определение фактических КПД МНА на режимах работы ТУ МН по данным ЕСДУ;
- анализ изменения КПД МНА на технологических режимах работы ТУ МН;
- определение (расчет) средневзвешенной величины КПД МНА за определенный период;
- определение эффективности работы МНА.

Основной формулой для расчета КПД МНА за временной период T является

$$\eta = \Delta p \cdot \frac{10^6}{10,197} \cdot Q \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{1}{N} \cdot 10^{-3} \cdot 100\% = 10^5 \cdot \frac{\Delta p \cdot Q}{10,197 * 3600 * N}, \%$$

где N , – множество фактических величин потребления энергии МНА на рассматриваемом периоде T , сигнал АСТУЭ, Вт

Q_i – множество фактических величин производительности МНА, на рассматриваемом периоде T , сигнал ЕСДУ, м³/ч;

ΔP_i – разность давлений на выходе и входе МНА, Па

Эффективность работы МНА $\bar{\eta}_{\text{МНА}}$, определяется по формуле

$$\bar{\eta}_{\text{МНА}} = \frac{\text{КПД}_{\text{ср}}}{\text{КПД}_{\text{пасп}}}. \quad (15)$$

КПД_{пасп} – максимальный паспортный КПД МНА при номинальном расходе для анализируемого периода.

По результатам эффективности работы МНА за месяц принимаются следующие решения:

если $\bar{\eta}_{\text{МНА}} \geq 0,9$, то разработка мероприятий по увеличению эффективности работы МНА не требуется;

если $\bar{\eta}_{\text{МНА}} < 0,9$ то определяются причины пониженной эффективности работы МНА и при необходимости разрабатываются мероприятия по увеличению эффективности работы МНА.

Фактический КПД работы ТУ МН учитывает потери энергии в каждом МНА каждой НПС, участвующей в работе на каждом технологическом режиме работы ТУ МН, а также гидравлические потери в технологических трубопроводах НПС. $[\text{КПД}]_{\text{ТУфакт}}$, %, определяется по формуле

$$\text{КПД}_{\text{ТУфакт}} = \frac{\sum_{i=1}^R (T_{i \text{ факт}} \cdot \sum_{n=1}^K \Delta P_{in} \cdot Q_{i \text{ факт } n})}{\sum_{i=1}^R (T_{i \text{ факт}} \cdot \sum_{n=1}^K N_{in \text{ НПС факт}})}$$

где T_i – фактическое время работы на i -ом режиме, ч;

Q_i – фактическая производительность на i -ом режиме n -ой НПС, м³/с;

R_i – число режимов работы ТУ, используемых за фактический период работы ТУ, шт.;

N – фактическая мощность работающих насосных агрегатов n -ой НПС в i -й час по данным АСТУЭ, Вт;

ΔP_{in} – разность давлений на выходе и входе n -ой НПС в i -й час (на узлах подключения), Па;

k – количество НПС, участвующих в режиме работы ТУ, шт.

Недостатком данной методики является определение энергоэффективности и эффективности лишь МНА и технологического участка, в данной методике не учитываются реологические свойства жидкости и методика не распространяется на определение эффективности работы магистральных насосных агрегатов при параллельной схеме соединения.

Таким образом, анализ научно-технической литературы показал, что на эффективность работы МН и МНА влияют на различные факторы: характеристики линейной части, характеристики насосного оборудования, параметры режима работы МН и МНА, свойства перекачиваемой нефти. В существующей системе магистральных нефтепроводов России основным критерием эффективности работы магистрального нефтепровода и магистральных насосных агрегатов являются также затраты электроэнергии, а принцип минимизации затрат электроэнергии на перекачку нефти обязан соблюдаться на всем протяжении технологического цикла. Определение эффективности работы насосных агрегатов актуальная задача, которая позволит определить низкоэффективные участки нефтепровода, а также вовремя провести мероприятия по повышению энергетической эффективности.

Список литературы

1. Айзенштейн, М.Д. Центробежные насосы для нефтяной промышленности / М.Д.Айзенштейн. – М.: Гостоптехиздат, 1957. – 363 с.
2. Алиев Р. А. Трубопроводный транспорт нефти/ Р.А. Алиев, В.Д. Белоусов, А.Г. Немудров и др. – М., Недра, 1988. -368 с
3. Акбердин, А.М. К определению расхода электроэнергии на объектах магистральных нефтепроводов/А.М. Акбердин [и др.]//Нефтегазовое дело. - 2006. - Том 6. - № 1. - С. 133-141.
4. Богданов, Р.М. Методика расчета структуры потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти [Электронный ресурс]/Р.М. Богданов// Нефтегазовое дело.- 2012. - № 1.-С.58-68. - Режим доступа: http://ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov_2.pdf.
5. Богданов, Р.М. Расчет норм потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти [Электронный ресурс]/Р.М. Богданов//Нефтегазовое дело. - 2012. - № 1. - С. 47-57. - Режим доступа: http://ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov_1.pdf
6. Электронный ресурс ПАО «Траснефть»
7. ГОСТ Р 53675-2009 Насосы нефтяные для магистральных трубопроводов. Общие требования

8. ГОСТ 6134-2007 (ИСО 9906:1999) Насосы динамические. Методы испытаний. – М., Стандартиформ. 2008. - 95 с.
9. РД 153-39.4-041-99. Правила технической эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов. - М.: Нефть и газ, 1999. -164 с.
10. РД-23.080.00-КТН-158-16 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Методика определения коэффициента полезного действия магистральных и подпорных насосных агрегатов.

References

1. Aizenshtein, M.D. Centrifugal pumps for the oil industry / M.D. Aizenshtein. – М.: Gostoptekhizdat, 1957. – p.363
 2. Aliyev R.A. Pipeline transport of oil / R.A. Aliev, V.D. Belousov, A.G. Nemudrov and others - М., Nedra, 1988. - p.368
 3. Akberdin, A.M. On the determination of electricity consumption at the facilities of main oil pipelines / A.M. Akberdin [and others]//Oil and gas business. - 2006. - Volume 6. - No. 1. - pp.133-141.
 4. Bogdanov, R.M. Methodology for calculating the structure of electricity consumption in oil pipeline transport [Electronic resource] / R.M. Bogdanov // Oil and gas business. - 2012. - No. 1. - pp. 58-68. - Access mode: http://ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov_2.pdf.
 5. Bogdanov, R.M. Calculation of electricity consumption norms in oil pipeline transport [Electronic resource] / R.M. Bogdanov//Oil and gas business. - 2012. - No. 1. - pp. 47-57. - Access mode: http://ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov_1.pdf
 6. Electronic resource of PJSC "Transneft"
 7. GOST R 53675-2009 Oil pumps for main pipelines. General requirements
 8. GOST 6134-2007 (ISO 9906:1999) Dynamic pumps. Test methods. - М., Standartinform. 2008. - p. 95
 9. RD 153-39.4-041-99. Rules for the technical operation of main oil product pipelines. - М.: Oil and gas, 1999. - p.164
 10. RD-23.080.00-КТН-158-16 Main pipeline transportation of oil and oil products. Method for determining the efficiency of main and booster pumping units.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 661.9

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА

Кочегурова М.Е., ¹Лескова С.А.

ФГБОУ ВО "Амурский Государственный Университет", Благовещенск, Россия, (675028, Амурская область, город Благовещенск, Игнатьевское ш., д.21), e-mail: ¹seagull_svetlana@mail.ru

В статье рассмотрены преимущества внедрения биогазовых технологий. Предложена технологическая схема биогазовой установки. Определено суммарное количество субстрата, поступающего на переработку, суточный выход биогаза, рассчитаны основные размеры метантенков, подобран биогазовый когенератор.

Ключевые слова: Альтернативные источники энергии, биогазовые установки, анаэробная ферментация, биогаз, эффлюент, выход биогаза.

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF BIOGAS PRODUCTION

Kochegarova M.E., ¹Leskova S.A.

Amur State University, Blagoveshchensk, Russia, (675028, Amur Region, Blagoveshchensk, Ignatyevskoye highway, 21), e-mail: ¹seagull_svetlana@mail.ru

The article discusses the advantages of the introduction of biogas technologies. The technological scheme of the biogas plant is proposed. The calculation of the biogas output based on the data of a livestock farm is presented. The total amount of substrate received for processing, the daily output of biogas was determined, the main sizes of the methane tanks were calculated, and a biogas cogenerator was selected.

Keywords: Alternative energy sources, biogas plants, anaerobic fermentation, biogas, effluent, biogas output.

В настоящее время вопросы экологии и поиска альтернативных источников энергии становятся наиболее актуальными. Растущее осознание необходимости бережного отношения к окружающей среде побуждают нас внедрять новые, экологически чистые и эффективные технологии. Сегодня биоэнергетика считается одним из перспективных видов возобновляемых источников энергии в России. Все более привлекательным ее сегментом становится производство биогаза и биоудобрений, что способствует эффективной утилизации отходов, получению качественного топлива, созданию дополнительных рабочих мест и снижению выбросов парниковых газов. Россия обладает большим потенциалом биоэнергетических ресурсов. Ежегодное производство отходов агропромышленного комплекса России составляет около 773 млн тонн, при грамотной переработке которых методом анаэробного сбраживания можно получить около 66 млрд м³ биогаза [1].

Внедрение биогазовых технологий сопровождается следующими экологическими и экономическими преимуществами:

- экономией природного газа путем замены его биогазом;
- утилизацией отходов агропромышленного сектора в биогаз и удобрения;
- дезинфекцией органических отходов от патогенной микрофлоры;
- повышением урожайности путем использования сброженного остатка в качестве удобрения;
- развитием энергетической инфраструктуры села [2].

Биогазовая установка осуществляет технологический процесс, который позволяет получать не только биогаз, но и эффлюент.

Биогаз – энергоноситель, состоящий на 55-75 % из метана и балластных веществ: 27-44 % углекислого газа, до 3 % азота, менее 1 % сероводорода и незначительного количества водорода. По теплоте сгорания 1 м³ биогаза равен 0,8 м³ природного газа [3]. Используется для получения тепла, электричества, в качестве высокорентабельного топлива для автотранспорта.

Эффлюент – остаточный продукт переработки органических отходов животного и растительного происхождения. Является эффективным и экологически чистым биоудобрением, содержит широкий спектр полезных элементов, таких как азот, фосфор, калий, сера и др., необходимых для роста и развития сельскохозяйственных культур. В эффлюенте отсутствуют патогенные микроорганизмы, яйца гельминтов, жизнеспособные семена сорных растений.

Сырьем для получения биогаза являются органические субстраты: отходы сельского хозяйства, пищевой и деревообрабатывающей промышленности, продукты жизнедеятельности животных, городские сточные воды, твердые бытовые отходы полигонов. Можно использовать энергетические культуры, такие как кукурузный силос, морские водоросли и др. [3].

Метаногенерация представляет сложный многостадийный микробиологический процесс переработки отходов, в котором исходные органические вещества превращаются в более простые с переходом углерода в метан и углекислый газ. В его основе лежит четыре стадии трансформации органического вещества: гидролиз, кислотообразование, ацетогенез, метаногенез. Сообщества микроорганизмов последовательно сменяют друг друга, используя продукты метаболизма в качестве питательного субстрата [4].

Для оптимального протекания процесса анаэробной ферментации необходимо обеспечить следующие условия [5]:

1. Поддержание анаэробных условий в реакторе.
2. Контроль температуры.

Выделяют три температурных режима ведения процесса:

- психрофильный – температура до 25 °С;
- мезофильный – температуры от 25 °С до 40 °С;
- термофильный – температура выше 40 °С.

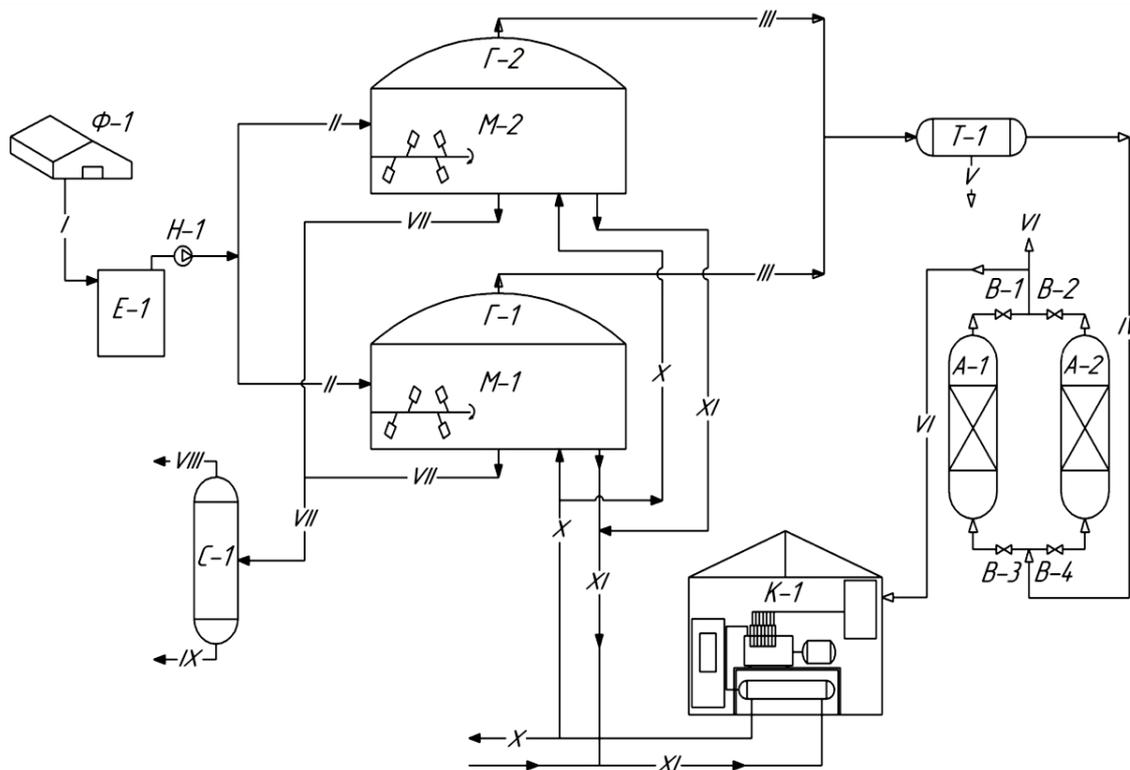
3. Выбор времени сбраживания.

Выбирают в зависимости от температуры процесса и состава сырья:

- – психрофильный температурный режим: от 30 до 40 и более суток;
- – мезофильный температурный режим: от 10 до 20 суток;
- – термофильный температурный режим: от 5 до 10 суток.

4. Поддержание оптимального рН баланса (от 6,5 до 8,5).
5. Выбор необходимой влажности сырья (~ 90 %).
6. Регулярное перемешивание (каждые 4-6 часов).
7. Отсутствие ингибиторов процесса.

Рассмотрим предложенную технологическую схему биогазовой установки (Рисунок 1).



*Ф-1 – ферма; Е-1 – емкость для сбора и гомогенизации сырья;
 М-1-2 – метантенк; Г-1-2 – газгольдер; Т-1 – теплообменник; А-1-2 – адсорбер;
 В-1-4 – вентиль; К-1 – когенерационная установка; С-1 – сепаратор;
 I – сырье с фермы; II – гомогенизированное сырье; III – биогаз;
 IV – осушенный биогаз; V – конденсат; VI – осушенный и очищенный биогаз;
 VII – дигестат; VIII – жидкие биоудобрения; IX – твердые биоудобрения;
 X – горячая вода; XI – холодная вода*

Источник: рисунок автора

Рисунок 1 – Технологическая схема биогазовой установки

Сырье из фермы Ф-1 подается в емкость для сбора и гомогенизации сырья Е-1, которая оборудована мешалкой. Далее гомогенизированное сырье с помощью насоса Н-1 подается в метантенки М-1 и М-2 с мешалками.

Перемешивание массы в реакторах производится каждые 6 часов с целью интенсификации процесса брожения, равномерного распределения микроорганизмов, устранения образования застойных зон и корки. Два реактора предусмотрено для надежной эксплуатации установки. Длительность сбраживания составляет 15 суток, режим – мезофильный (38 °С). Образовавшийся биогаз накапливается в упругих резиновых

накопителях – газгольдерах Г-1 и Г-2, расположенных наверху метантенков, под давлением 5 кПа. Дигестат отводится снизу метантенков и подается в сепаратор С-1 для отделения твердых и жидких биоудобрений, далее – потребителям.

Биогаз, насыщенный водяными парами, из газгольдеров подается в теплообменник Т-1, где охлаждается. В результате водяные пары конденсируются и отводятся с установки. Осушенный биогаз очищается от сероводорода в адсорберах А-1 и А-2. Процесс основан на физическом поглощении H_2S в порах твердого поглотителя – активированного угля. Температура реакции – 40 °С. Длительность работы угля до регенерации – от 1 до 3 недель, а общий срок службы – около двух лет. Для регенерации угля применяется продувка потоком горячего (300 °С) регенерированного газа.

Часть осушенного и очищенного от сероводорода биогаза отводится с установки для закачки в баллоны и далее – потребителям, другая часть биогаза направляется на когенерационную установку для обеспечения установки электроэнергией и теплом. Часть тепла используется для обогрева метантенков для поддержания температуры брожения, другая часть тепла направляется на нужды фермы.

Ниже представлены результаты расчета суточного выхода биогаза из субстрата, получаемого при жизнедеятельности крупного рогатого скота ЗАОР (НП) Агрофирмы «Партизан», расположенной в селе Раздольное Амурской области (Таблица 1). Приведены требуемые размеры реакторов и расчет когенератора. Длительность сбраживания – 15 суток, влажность субстрата – 88 %. Методика расчета приведена в источнике [2].

Таблица 1 – Численность КРС ЗАОР (НП) Агрофирмы «Партизан»

Группа животных	Количество голов на 13 апреля 2023 г.
Коровы	441
Нетели	40
Телята возрастом до 12 месяцев	300
Телята от 12 до 18 месяцев	120
Итого	901

Источник: анализ автора

Количество субстрата определяют исходя из технологических норм (Таблица 2). Количество измельченной подстилки для крупного рогатого скота принимается равным 3 кг/сут, для телят – 2 кг/сут.

Таблица 2 – Нормы выхода отходов крупного рогатого скота

Группы животных	Показатели	Состав отходов	
		Твердые	Жидкие
Коровы	Масса, кг	35,0	20,0
	Влажность, %	85,2	94,2
Нетели	Масса, кг	20,0	7,0
	Влажность, %	83,5	96,0
Телята возрастом до 12 месяцев	Масса, кг	10,0	4,0
	Влажность, %	83,5	96,5
Телята возрастом от 12 до 18 месяцев	Масса, кг	20,0	7,0
	Влажность, %	83,5	96,0

Источник: [2]

Таблица 3 – Выход отходов на одну голову каждой группы животных

Характеристика	Группа животных			
	корова	нетель	теленок возрастом до 12 месяцев	теленок возрастом от 12 до 18 месяцев
Общая масса отходов и соломы, кг	58	30	16	29
Количество сухого вещества в твердых отходах, кг	5,18	3,30	1,65	3,30
Количество сухого вещества в жидких отходах, кг	1,16	0,28	0,14	0,28
Количество сухого вещества в подстилке, кг	2,58	2,58	1,72	1,72
Общее количество сухого вещества в смеси субстрата и подстилки, кг	8,92	6,16	3,51	5,30
Усредненный процент сухого вещества в массе, %	15,3 8	20,53	21,94	18,28
Влажность всей массы, %	84,6 2	79,47	78,06	81,72
Количество смеси при влажности 88 %, кг	74,3 4	51,33	29,25	44,18

Источник: [2], расчеты автора

Определим суммарное количество субстрата влажностью 88 %, используя данные

Таблица 1 и Таблица 3:

$$74,34 \cdot 441 + 51,33 \cdot 40 + 29,25 \cdot 300 + 44,18 \cdot 120 = 48913,74 \text{ кг} = 54294,25 \text{ л} = 54,3 \text{ м}^3.$$

Суточный выход биогаза $V_{\text{биог}}$, м³/сут, определяют по формуле:

$$V_{\text{биог}} = L \cdot g,$$

где $g = 25$ – удельный выход биогаза, м^3 на 1 т перерабатываемого субстрата или сухого вещества;

L – суточное количество перерабатываемого субстрата (или сухого вещества), т/сут.

Тогда объем биогаза из рассчитанного количества субстрата составит:

$$V_{\text{биог}} = 54,3 \cdot 25 = 1357,5 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Исходными данными для определения объема реакторов являются суточная загрузка субстрата и длительность процесса сбраживания. С точки зрения надежности эксплуатации рекомендуется установка не менее двух метантенков. В случае остановки одного реактора работает другой. Каждый из них рассчитывается на сбраживание половины общего суточного количества субстрата. Требуемую вместимость, м^3 , каждого реактора рассчитывают по формуле:

$$V_{mp} = \frac{G_n \cdot \tau}{n}$$

где G_n – суточная загрузка субстрата $\text{м}^3/\text{сут}$;

τ – длительность сбраживания, сут;

n – количество метантенков.

Для снижения потерь тепла через стенки метантенка его форму нужно выбрать таким образом, чтобы поверхность теплообмена была минимальной. Цилиндрическая емкость имеет наименьшую поверхность при соотношении высоты h и радиуса R реактора, равном:

$$h = 4 \cdot R$$

Найдем требуемые размеры метантенка:

– объем V , м^3 : $V = \pi \cdot R^2 \cdot h$

– площадь поверхности S , м^2 : $S = 2 \cdot \pi \cdot R^2 + \pi \cdot R \cdot h$

Формула для расчета радиуса биореактора R , м:

$$R = \sqrt[3]{\frac{0,5 \cdot V_{mp}}{\pi}}$$

Определим размеры метантенков в сельскохозяйственной биогазовой установке с суммарным суточным выходом субстрата $54,3 \text{ м}^3/\text{сут}$. Длительность сбраживания субстрата 15 суток.

Примем к установке два метантенка, вместимость каждого из которых составит:

$$V_{mp} = \frac{54,3 \cdot 15}{2} = 407,25 \text{ м}^3.$$

Оптимальный радиус метантенка:

$$R = \sqrt[3]{\frac{0,5 \cdot 407,25}{3,14}} = 4,02 \text{ м.}$$

Примем к установке метантенк радиусом $R = 4$ м и высотой $h = 16$ м.

Объем каждого реактора:

$$V = 3,14 \cdot 4^2 \cdot 16 = 804 \text{ м}^3.$$

Площадь поверхности каждого реактора:

$$S = 2 \cdot 3,14 \cdot 4^2 + 3,14 \cdot 4 \cdot 16 = 301,44 \text{ м}^2.$$

Несколько большие размеры реактора по сравнению с требуемыми для размещения субстрата обеспечивают свободное пространство над поверхностью ферментируемой массы для накопления биогаза.

В случае совмещенных биореакторов-газгольдеров общий объем реактора должен превышать требуемое значение на величину двух- или четырехчасового выхода биогаза. В

сутки образуется 1357,5 м³ биогаза, двухчасовой выход составляет 113,2 м³. Общий объем каждого реактора составит:

$$V_{\text{общ}} = 804 + 113,2 = 917,2 \text{ м}^3.$$

Утилизация биогаза с получением тепла предусматривает использование теплогенераторов, а электроэнергии – электрогенераторов. Для совместного получения тепла и электроэнергии можно использовать когенераторы.

Расход биогаза для получения тепла, электроэнергии $q_{\text{биог}}$, м³/ч, определяется как

$$q_{\text{биог}} = \frac{3600 \cdot P}{\eta \cdot Q_{\text{н}}}$$

где P – паспортная мощность генератора (тепловая, электрическая), кВт;

η – КПД генератора (тепловой, электрический);

$Q_{\text{н}}$ – низшая теплота сгорания биогаза, кДж/м³.

Требуется определить расход очищенного биогаза с низшей теплотой сгорания 30000 кДж/м³ для получения электрической и тепловой энергии когенератором ГПЭС-150 ЯМЗ 238, имеющем следующие характеристики: расход газа при номинальной мощности – 45 м³/ч, электрическую мощность – 150 кВт, электрический КПД – 44 %, тепловую мощность – 180 кВт, тепловой КПД – 45 %, отапливаемая площадь – 1200 м².

Расход биогаза для получения электроэнергии $q_{\text{биог.эл}}$:

$$q_{\text{биог.эл}} = \frac{3600 \cdot 150}{0,44 \cdot 30000} = 40,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход биогаза для получения тепловой энергии $q_{\text{биог.теп}}$:

$$q_{\text{биог.теп}} = \frac{3600 \cdot 180}{0,45 \cdot 30000} = 48 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом, из 54,3 м³ отходов жизнедеятельности КРС можно получить 1357,5 м³ биогаза в сутки, что соответствует 1086 м³ природного газа и 3087 кВт·ч электроэнергии. Ферма, внедрившая биогазовую установку, сама себя обеспечивает теплом, электричеством и экологически чистым удобрением, что дает положительный экономический эффект. Биогаз в качестве альтернативного источника энергии имеет высокий потенциал, а биогазовые технологии решают проблему утилизации отходов агропромышленного комплекса, являясь экономически и экологически оправданными.

Список литературы

1. Зайнутдинова А.Ф. Анализ перспектив использования биогаза в России / А.Ф. Зайнутдинова, А.Р. Садыкова, Л.Ф. Ильгамова, И.В. Мухаметова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – №5-2(56). – С. 181-183.
2. Комина Г.П. Получение и использование биогаза в решении задач энергосбережения и экологической безопасности : учеб. пособие / Г.П. Комина, А.В. Сауц. – Санкт-Петербург: ЭБС АСВ, 2017. – 96 с.
3. Давронов Ф.Ф. Сырье для получения биогаза / Ф.Ф. Давронов, Л.И. Тиллоев // Вопросы науки и образования. – 2018. – №2. – С. 33-34.
4. Шеина О.А. Биохимия процесса производства биогаза как альтернативного источника энергии / О.А. Шеина, В.А. Сысоев // Вестник ТГУ. – 2009. – №1(14). – С. 73-76.
5. Веденев А.Г. Биогазовые технологии: учеб. пособие/А.Г. Веденев, Т.А. Веденева. – Бишкек : ОФ «Флюид», 2017. – 95 с.

References

1. Zainutdinova A.F. Analysis of the prospects for the use of biogas in Russia / A.F. Zainutdinova, A.R. Sadykova, L.F. Ilgamova, I.V. Mukhametova // International Journal of the Humanities and Natural Sciences. - 2021. - No. 5-2 (56). - pp. 181-183.
 2. Komina G.P. Obtaining and using biogas in solving problems of energy saving and environmental safety: textbook. allowance / G.P. Komina, A.V. South. - St. Petersburg: EBS DIA, 2017. - p.96
 3. Davronov F.F. Raw materials for biogas production / F.F. Davronov, L.I. Tilloev // Questions of science and education. - 2018. - No. 2. - pp. 33-34.
 4. Sheina O.A. Biochemistry of the biogas production process as an alternative source of energy / O.A. Sheina, V.A. Sysoev // Bulletin of TSU. - 2009. - No. 1 (14). - pp. 73-76.
 5. Vedenev A.G. Biogas technologies: textbook. allowance / A.G. Vedenev, T.A. Vedenev. - Bishkek: OF "Fluid", 2017. - p.95
-