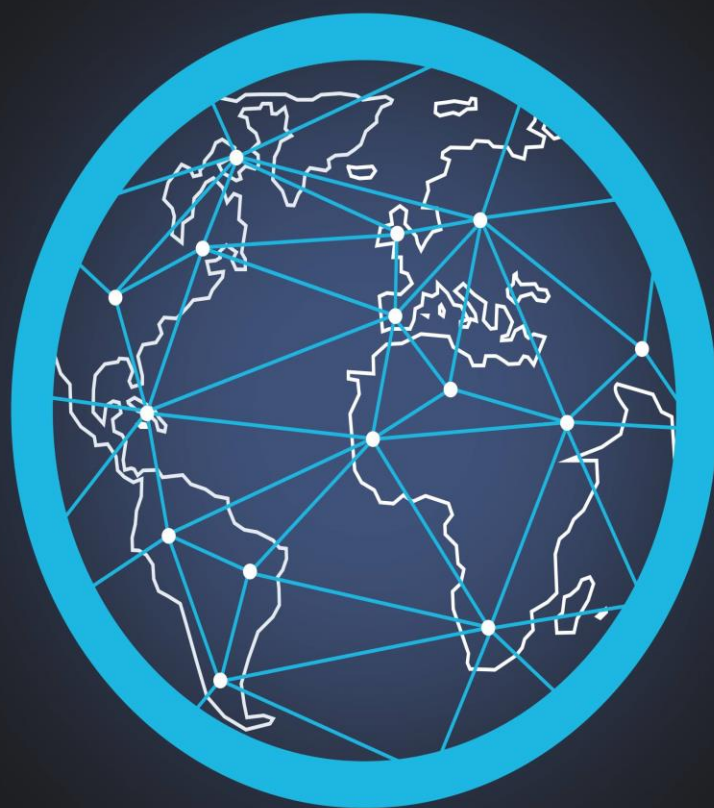


Международный журнал  
информационных технологий  
и энергоэффективности |



Том 8 Номер 2 (28)



2023



## СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. **Гринчар Н.Н., Ваняшина Л.А.** Особенности разработки продукта с применением карты клиентского пути (CJM) **4**

**Grinchar N.N., Vanyashina L.A.** Specificity of product development using the customer journey map (cjm)

2. **Гафуров И.А., Ситников С.Ю.** Распознавание аномалий данных для прогнозирования отказов оборудования **9**

**Gafurov I.A., Sitnikov S.Y.** Recognition of data anomaly detection to predict equipment failures

3. **Полозов Я. В.** Математическая модель эффекта Даннинга-Крюгера **13**

**Polozov Ya. V.** Mathematical model of the Dunning-Kruger effect

4. **Вэнь С.** Интеллектуальное управление выработкой электроэнергии на основе искусственного алгоритма обучения с подкреплением эмоций **23**

**Wen Xu.** Intelligent control of electricity generation based on artificial learning algorithm with emotional reinforcement

5. **Глазунова Е.З., Шевырева А.Д., Никулина С.М.** Хранилище объектов в облаке: сравнение 4 поставщиков **36**

**Glazunova E.Z., Shevyreva A.D., Nikulina S.M.** Object storage in the cloud: comparison of 4 providers

### ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

6. **Мадаева А.Д., Джамалуева А.А., Астамиров А.В.** Обзор работы жаротрубного котельного агрегата и его элементов **44**

**Madaeva A.D., Dzhamalueva A.A., Astamirov A.V.** Overview of the operation of a fire-tube boiler unit and its elements

7. **Антошкин К.В., Беньяш Ю.Л.** Направление разработок в области релейной защиты по базе данных патентов **49**

**Antoshkin K.V., Benyash Yu.L.** The direction of developments in the field of relay protection based on the patent database

8. **Мадаева А.Д., Джамалуева А.А., Астамиров А.В.** Обзор производства современных жаротрубных газовых котлов **54**

**Madaeva A.D., Dzhamalueva A.A., Astamirov A.V.** Overview of the production of modern fire-tube gas boilers

- 
9. **Идиятов А.Р.** Модернизация автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, путем внедрения систем, обеспечивающих низкое электропотребление **58**

**Idiyatov A. R.** Modernization of automobile gas-filling compressor stations, through the introduction of systems that ensure low power consumption

---

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

---

10. **Каменецкая Н.В., Счастливцев В.А., Беляшин Я.Н.** Оценка пожарной безопасности общеобразовательных учреждений в условиях неопределенности **65**

**Kamenetskaya, N.V., Schastlvtsev V.F., Belyashin Y.N.** Assessment of fire safety of educational institutions in conditions of uncertainty

---



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 004.774.6

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОДУКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ КАРТЫ КЛИЕНТСКОГО ПУТИ (CJM)

<sup>1</sup>Гринчар Н.Н., <sup>2</sup>Ваняшина Л.А.

*Российский Университет Транспорта, Москва, Россия (127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9), email: <sup>1</sup>navydragon@inbox.ru, <sup>2</sup>cowberry.leaf@yandex.ru*

В статье дается подробное объяснение карты клиентского пути (CJM), которая представляет собой метод анализа и визуализации процесса, через который проходит клиент при взаимодействии с компанией. Подчеркивается важность CJM в процессе разработки продукта и шаги, связанные с созданием карты, включающие разделение пространства на зоны для заказчика, компании и взаимодействия между ними, использование слоев данных и создание двух типов карт для выявления как текущих трудностей, так и идеального пути. CJM является мощным инструментом для разработки продукта, но также подчеркиваются его ограничения, указываются основные риски.

Ключевые слова: CJM, карта клиентского пути, UX-исследования, UX-дизайн, маркетинг, маркетинговые инструменты, клиентоориентированность.

## SPECIFICITY OF PRODUCT DEVELOPMENT USING THE CUSTOMER JOURNEY MAP (CJM)

<sup>1</sup>Grinchar N.N., <sup>2</sup>Vanyashina L.A.

*Russian University of Transport, Moscow, Russia (127994, Moscow, Obraztsova str., 9, bld. 9/127994, Moscow, Obraztsova str., 9, bld. 9) e-mail: <sup>1</sup>navydragon@inbox.ru, <sup>2</sup>cowberry.leaf@yandex.ru*

The article provides a detailed explanation of the customer journey map (CJM), which is a method for analyzing and visualizing the process that a client goes through when interacting with a company. The importance of CJM in the product development process and the steps associated with the creation of a map are emphasized, including the division of space into zones for the customer, the company and the interaction between them, the use of data layers and the creation of two types of maps to identify both current difficulties and the ideal path. CJM is a powerful tool for product development, but its limitations are also emphasized, the main risks are indicated.

Keywords: CJM, customer journey map, UX research, UX design, marketing, marketing tools, customer focus.

CJM (Customer Journey Mapping, Маппинг) или карта клиентского пути — это метод анализа и визуализации процесса, который клиент проходит во время взаимодействия с компанией. Это не то же самое, что и пользовательский сценарий. Сценарий — это схема прохождения одной из точек контакта, определенный процесс. Карта же охватывает весь путь и фокусируется не на интерфейсе, а на состоянии клиента и его взаимодействии с компанией в разных ситуациях.

CJM является важным этапом в процессе разработки продукта по нескольким причинам:

1) Понимание потребностей клиента. Создание СJM позволяет компании лучше понимать потребности клиента и их ожидания от продукта, что в свою очередь помогает создавать более эффективные и удовлетворяющие потребности клиента продукты.

2) Улучшение процессов. Понимание опыта клиента позволяет идентифицировать проблемы и ограничения в текущих процессах и предложить их улучшение, что в свою очередь поможет увеличить удовлетворенность клиента и увеличить продажи.

3) Предотвращение ошибок. Карта позволяет предотвратить ошибки в разработке продукта и избежать ненужных расходов на исправление их позже.

4) Улучшение эффективности маркетинга. СJM позволяет лучше понимать, как клиенты взаимодействуют с брендом и продуктом, и оптимизировать маркетинговые кампании, чтобы они были более эффективны и привлекательны.

5) Облегчение коммуникации внутри компании. Использование карты клиентского пути помогает обеспечить единое понимание процессов и потребностей среди различных отделов компании, что облегчает коммуникацию и совместную работу.

6) Предоставление конкурентного преимущества. СJM помогает компании создавать более качественные и уникальные продукты, которые отвечают точно потребностям клиента, и тем самым предоставляет конкурентное преимущество на рынке.

В основном, создание карты клиентского пути включает в себя следующие шаги:

- Идентификация целевой аудитории;
- Исследование и анализ текущего опыта клиента;
- Создание карты путешествия клиента;
- Реализация изменений на основе полученной информации.

Все карты делят пространство на зону клиента, зону компании и зону контакта между ними. При этом каждая зона состоит из слоёв с информацией о состоянии и действиях обеих сторон на каждом из шагов. [1,2,3]

Наиболее часто при построении карты клиентского пути используют данные слои (Рисунок 1):

1) Точки контакта. Это может быть физический, цифровой или эмоциональный опыт, формирующий восприятие клиентом компании, ее продуктов или услуг. Точки контакта могут включать в себя такие вещи, как реклама, взаимодействие со службой поддержки, использование продукта и многое другое.

2) Драйверы (мотивация). Это все, что мотивирует человека переходить с одного шага на другой. Драйверы бывают как на стороне клиента, так и на стороне компании.

3) Ожидаемый результат. Это то, ради чего клиент что-то делает и что ожидает от компании в этот момент.

4) Эмоции. В каждой из точек контакта эмоции человека могут меняться. Их принято изображать либо в виде графика, либо картинками. Фирме важно поддерживать высокий уровень сервиса в каждой точке, чтобы из-за одного провала не испортить общее впечатление о себе.

5) Барьеры и их причины. Это все, что препятствует переходу на следующий шаг. Они бывают как личными, так и со стороны компании.

6) Пространство и его особенности. Это все, что окружает клиента и то, как внешний контекст влияет на него.

7) Участники. Те, с кем сталкивается клиент на своем пути. Участниками могут быть не только представители компании, но и все, кто влияет на его действия в процессе использования продукта.

8) Улучшения. Итоговый слой с рекомендациями о том, как ликвидировать барьеры, чтобы клиент успешно перешёл на следующий шаг [4,5,6,7].






Шаги	Клиент пожелал расширить круг прослушиваемой музыки и найти что-то новое	Клиент нашел бота	Клиент авторизовался и изучает интерфейс	Клиент работает с ботом	Клиент получает результат
Точки контакта	-	Чат-бот	Чат-бот	Чат-бот	Чат-бот
Пространство и его особенности	-	Для полноценной работы бота желательно наличие стабильного интернет-соединения	Для полноценной работы бота желательно наличие стабильного интернет-соединения	Для полноценной работы бота желательно наличие стабильного интернет-соединения	Для полноценной работы бота желательно наличие стабильного интернет-соединения
Драйверы	Клиент любит получать удовольствие от прослушивания хорошей музыки и нахождения чего-то нового	Клиент использовал подобную технологию в других сферах Бот вызывает расположение дружелюбным визуалом Бот кажется простым и удобным в использовании	Этап аутентификации вызвал у клиента доверие Бот кажется простым и удобным в использовании	Предложенные категории генерации отвечают ожиданиям клиента Бот кажется простым и удобным в использовании	Клиент получил сгенерированный плейлист на основе сделанных выборов
Ожидаемый результат	Клиент хочет найти способ, благодаря которому можно получить интересный плейлист Создатель бота хочет монетизировать его с помощью рекламы	В боте будет авторизация через сервисы, которые использует клиент Бот прост в использовании	Бот справится с поставленной ему задачей (генерация плейлиста) Работа с ботом будет интересной для клиента	Бот справится с поставленной ему задачей (генерация плейлиста) Работа с ботом будет интересной	Бот может поправить ошибки, если они имеются Бот может предложить что-то еще
Эмоции					
Участники	Конкурентами бота могут выступать алгоритмы рекомендаций музыкальных сервисов (например, Яндекс.Музыка)	Бот, клиент (модерация отсутствует)	Бот, клиент (модерация отсутствует)	Бот, клиент (модерация отсутствует)	Бот, клиент (модерация отсутствует)
Барьеры и их причины	-	У клиента могут возникнуть проблемы с авторизацией У клиента может отсутствовать доступ к интернету	Клиенту непонятно с чего начать	Клиенту станет скучно при работе с ботом Клиент захочет пропустить некоторые шаги при работе с ботом Возможные опечатки и ошибки	Бот не оправдал ожиданий клиента Клиент не видит смысла возвращаться к боту в дальнейшем
Улучшения	-	Клиент имеет возможность авторизоваться через широкий спектр музыкальных сервисов При отсутствии интернета бот предложит клиенту ряд предзаписанных (клиент может просмотреть треклист и сохранить в избранное) плейлистов по категориям, а также даст возможность просмотреть ранее сгенерированные плейлисты	Бот визуально похож на аналоги из других сфер (Алиса, Сбер Ассистент) С ботом можно общаться и голосом, и с помощью рук, и комбинируя Бот предлагает предзаписанные варианты ответа	Общение с ботом по настроению похоже на общение с приятелем - его ответы написаны в дружеском стиле и он адаптируется под настроение пользователя Бот сам ведет клиента по проложенным маршрутам, предлагая множество простых вариантов ответа Любой из шагов генерации можно пропустить, а так же отказаться от дальнейших шагов - в таком случае бот будет рандомизировать результат Если клиент делает опечатки, из-за чего не может получить желаемый результат, бот сразу же сообщает ему об этом и предлагает, что клиент имел в виду	После того, как бот сгенерировал плейлист, он предлагает клиенту добавить данный плейлист на выбранную клиентом музыкальную платформу. Клиент может отказаться в случае, если результат его не устроил, на что бот задает дополнительные вопросы для улучшения и повторной генерации плейлиста После завершения работы бот предлагает клиенту сгенерировать что-то еще и предложить другие свои функции (например, генерация плейлистов по таким же категориям выбора с учетом выходящих новинок) После каждого сеанса ИИ бота анализирует поведение клиента и адаптирует последующие сценарии

Рисунок 1 – Пример CJM-таблицы, составленной по пунктам 1-8. Тематика продукта: Чат-бот по созданию музыкальных подборок.

CJM является мощным инструментом для разработки продукта, однако есть некоторые недостатки, которые стоит учитывать при его использовании:

1) Высокие затраты на создание и поддержку. Процесс создания и поддержки CJM может быть дорогим, так как требуется нанимать специалистов и использовать специализированное ПО.

2) Сложности в обновлении и адаптации. Карту клиентского пути может быть сложно адаптировать и обновлять в зависимости от изменения потребностей клиента или изменений на рынке.

3) Риск избыточной концентрации на клиентах. При использовании карты может возникнуть риск избыточной концентрации на потребностях клиентов и забывания о других важных факторах, таких как технологические ограничения или бюджет.

4) Потенциальный риск недооценки или переоценки потребностей клиента. Недостаточное или некачественное исследование рынка и потребностей клиента может

привести к тому, что продукт не будет соответствовать действительным потребностям и предпочтениям клиента.

5) Риск запутанности в деталях. Из-за большого количества информации, собранной во время исследования и анализа, может быть сложно определить наиболее важные факторы.

Лучше всего создавать два типа карт: какой путь клиент проходит и с какими трудностями сталкивается сейчас и каким этот путь должен стать в идеале. В таком виде карты становятся знаменем улучшений.

### Список литературы

1. Михеева М. М. Дизайн-исследования. Методическое указание по курсу «Дизайн исследования». М.:МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015 г.-85 с.
2. Балахнин И. Маршрут построен! М.: Альпина Паблишер, 2019 г.-112 с.
3. Лунева Е.А., Катунина Н.В., Реброва Н.П. Картирование как метод анализа потребительского опыта в маркетинге // Московский экономический журнал. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kartirovanie-kak-metod-analiza-potrebitelskogo-opyta-v-marketinge> (дата обращения: 01.02.2023).
4. Данченко Л.А., Кулакова Е.Ю. Маркетинговые подходы к продвижению бизнес-образования на основе применения лестницы Бена Ханта и CJM // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/marketingovye-podhody-k-prodvizheniyu-biznes-obrazovaniya-na-osnove-primeneniya-lestnitsy-bena-hanta-i-cjm> (дата обращения: 01.02.2023).
5. Инструкция по составлению Customer Journey Map (CJM). URL: <https://vc.ru/marketing/96029instrukciya-po-sostavleniyu-customer-journey-map-cjm> (дата обращения: 03.02.2023)
6. Несвит А.А. Правила разработки и актуальность в современном бизнесе // Хроноэкономика. 2019. №2 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravila-razrabotki-i-aktualnost-v-sovremennom-biznese> (дата обращения: 04.02.2023).
7. Принципы реализации обучающего VR-тренажера для электромонтеров контактной сети / И. И. Соколова, Н. Н. Гринчар, А. Д. Соловьев [и др.] // Транспортное дело России. – 2021. – № 1. – С. 94-95. – EDN JFVATQ.

### References

1. Mikheeva M. M. Design research. Guidelines for the course "Research Design". Moscow: MSTU im. N.E. Bauman, 2015 -p. 85.
2. Balakhnin I. The route is built! M.: Alpina Publisher, 2019 – p.112
3. Luneva E.A., Katunina N.V., Rebrova N.P. Mapping as a Method for Analyzing Consumer Experience in Marketing // Moscow Economic Journal. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kartirovanie-kak-metod-analiza-potrebitelskogo-opyta-v-marketinge> (date of access: 02/01/2023).
4. Danchenok L.A., Kulakova E.Yu. Marketing approaches to the promotion of business education based on the use of the ladder of Ben Hunt and CJM // Bulletin of the Udmurt

- University. Series "Economics and Law". 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/marketingovye-podhody-k-prodvizheniyu-biznes-obrazovaniya-na-osnove-primeneniya-lestnitsy-bena-hanta-i-cjm> (Date of access: 02/01/2023).
5. Instructions for compiling the Customer Journey Map (CJM). URL: <https://vc.ru/marketing/96029instrukciya-po-sostavleniyu-customer-journey-map-cjm> (date of access: 02/03/2023)
  6. Nesvit A.A. Development rules and relevance in modern business // Chronoeconomics. 2019. No. 2 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravila-razrabotki-i-aktualnost-v-sovremennom-biznese> (date of access: 02/04/2023).
  - 7). Sokolova I. I., Grinchar N. N., Soloviev A. D. [et al.] Implementation principles of a training VR simulator for contact network electricians // Transport business of Russia. - 2021. - No. 1. - pp. 94-95. – EDN JFVATQ.
-





Международный журнал информационных технологий и  
энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 004.89

## РАСПОЗНАВАНИЕ АНОМАЛИЙ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЯ

→ <sup>1</sup>Гафуров И.А., <sup>2</sup>Ситников С.Ю.

*Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия (420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, корп. Д); e-mail: <sup>1</sup>gafurov0ivan@gmail.com, <sup>2</sup>ssitnikov@mail.ru*

Оборудование ТЭК генерирует большое количество данных, описывающих его состояние и показатели. Используя эти данные, можно выявить нормальные и аномальные показатели оборудования. Идея изучения нормального поведения с помощью реплицируемой нейронной сети и Isolation Forest применяется для выявления аномалий и прогноза отказов оборудования. Сравнивается, насколько хороши методы обнаружения аномалий и как это применимо к данным, собранным на оборудовании ТЭК. Можно сделать вывод, что Isolation Forest превосходит реплицированную нейронную сеть в данном виде анализа.

Ключевые слова: большие данные, отказоустойчивость, масштабируемость, обнаружение аномалий.

## RECOGNITION OF DATA ANOMALIES FOR PREDICTION OF EQUIPMENT FAILURES

<sup>1</sup> Gafurov I.A., <sup>2</sup> Sitnikov S.Y.

*Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia (420066, Kazan, Krasnoselskaya str., 51, bldg. D), e-mail: <sup>1</sup>gafurov0ivan@gmail.com, <sup>2</sup>ssitnikov@mail.ru*

Fuel and energy complex equipment generates a large amount of data describing its condition and performance. Using this data, you can identify normal and abnormal equipment performance. The idea of studying normal behavior using a replicated neural network and Isolation Forest is used to detect anomalies and predict equipment failures. It compares how good anomaly detection methods are and how it applies to data collected on fuel and energy equipment. It can be concluded that the Isolation Forest is superior to the replicated neural network in this type of analysis.

Keywords: big data, fault tolerance, scalability, anomaly detection.

Выявление аномалий применяются в различных областях например, чтобы распознать атаки на сеть (обнаружение вторжений), обнаружение финансовых мошенничеств и в медицине для выявления болезней. Выявление аномалий в показаниях датчика оборудования позволяет спрогнозировать неисправность до того, как оборудование выйдет из строя.

Основанные на моделировании методы обнаружения аномалий это репликативные нейронные сети (RepINN). Более новым методом является изолированный лес (Isolation Forest).

В репликативных нейронных сетях выделяет сферу всех значений датчиков, которая включает все нормальные данные, найденные во время обучения. При анализе показания датчиков за пределами этой сферы определяются как аномальные.

Во время обучения репликативной нейронной сети функция предсказания  $f(x)$  определяется таким образом, что разница между точкой обучения  $x \in R$  и ее результатами  $f(x) = x^{\sim}$ ,  $x^{\sim} \in R^d$  сведется к минимуму для всех  $x \in T$ , где  $T$  описывает обучающие данные, а  $d$  количество итераций обучения. Веса настроены с нормальными данными, и в при анализе ошибка при восстановлении точки тестовых данных  $x_{test}$  характеризует ее аномалию. Ошибка восстановления рассчитывается как среднеквадратическая разница между исходным значением и его восстановление:  $\|x_{test} - x^{\sim}_{test}\|_2^2$

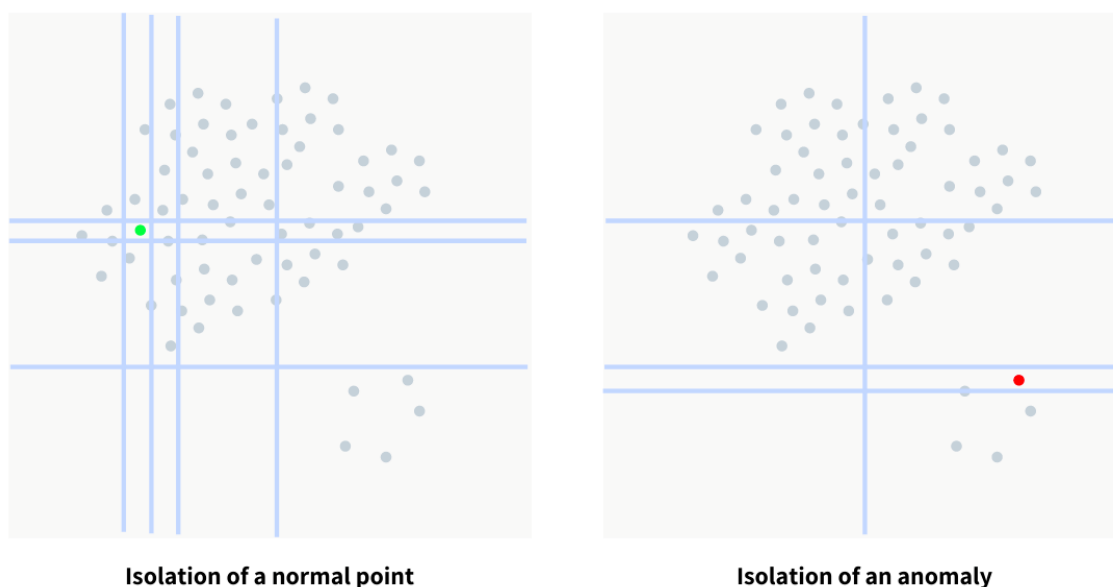


Рисунок 1 – Изоляция нормальной точки и аномалии

Подход Isolation Forest предполагает, что аномалии легче изолировать от остальных данных, чем обычные экземпляры (Рисунок 1).

Многие бинарные деревья генерируются с использованием выборки обучающих данных  $T$ . Таким образом, функция и значение разделения выбираются случайным образом (равномерное распределение). Единственными параметрами, которые необходимо определить, являются количество деревьев ( $t$ ) и размер выборки ( $\psi$ ).

Дерево, которое наиболее эффективно выявляет нормальные и ненормальные данные содержит ожидаемую длину пути аномальной точки данных короче, чем длина пути нормальных точек. Соответственно для примера:

$$P(T_1) < P(T_2) \Rightarrow E(h_2) < E(h_0) < E(h_1),$$

где  $P(T_i)$  описывает вероятность дерева  $T_i$  и  $E(h_i)$  как ожидаемая длина пути ( $h_i$ ) точки данных  $x_i$ ,  $i \in \{0, 1, 2\}$ :

$$E(h_i) = P(h(x_i) = 1) * 1 + P(h(x_i) = 2) * 2.$$

Средняя длина пути точки тестовых данных.

Обычные сгенерированные деревья  $x_{test}$  используются для оценки аномалий. Чем меньше значение, тем выше вероятность быть аномалией.

Для обнаружения аномалий в данных датчика оборудования, используется концепция одноклассовой классификации. Поэтому элементы данных собираются на серверной части, и предполагая, что большинство из них являются нормальными, изучается эталонная модель. На этапе анализа модель применяется в системе анализа больших данных для выявления отклонения от нормального поведения.

Мы оценили указанные методы обнаружения аномалий в неструктурированных данных датчиков оборудования, используя разные наборы данных.

На основе данных, собранных на объекте ТЭК, обучили модель нейронной сети для фиксации представления нормальных данных. Также провели обучение используя данные с аномалиями, такие как авария, полная поломка или неисправность. Эти массивы данных были полностью промаркированы.

Анализируемые данные — это сигналы датчиков, передаваемые через внутреннюю систему оборудования и сервера SCADA, более конкретно через сеть контроллеров Siemens. Эти сигналы, такие как скорость, продольное/поперечное ускорение, давление, температура описывает операции оборудования [1-2].

Наша оценка показывает, что оценка аномалий с помощью алгоритма Isolation Forest может быть использована для идентификации очень нестандартных ситуаций и дает лучшие результаты, чем реплицируемая нейронная сеть. Определение основанной на весах границы, различающей нормальное и ненормальное поведение, сложно и зависит от варианта использования. Неправильно классифицированные данные затем могут быть нивелированы при комплексном анализе всех показаний датчиков, собранных в течение одной операции оборудования, а также объединении данных операций во множества.

Следующими шагами будут дальнейшие улучшения модели. Поскольку оборудование ТЭК производит зависящее от времени данные, необходим пересмотр весов для настройки указанного алгоритма. для учета характеристик, описывающих временной ряд [3].

Данную модель можно успешно использовать для прогноза возможности отказов, простоев и неполадок, что позволит планировать мероприятия по обслуживанию оборудования для предотвращения простоев, уменьшить затраты на его обслуживание и продлить срок службы.

### **Список литературы**

1. Bart Baesens, Analytics in a Big Data World: The Essential Guide to Data Science and its Applications. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2014. — pp. 35-71.
2. Marz N., Warren J. Big Data: Principles and Best Practices of Scalable Realtime. New York: Manning Publications Co., 2015. — pp. 225-241.
3. Mandic D.P., Chambers J.A. Recurrent neural networks for prediction. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2001. pp. 171-198.

### **References**

1. Bart Baesens, Analytics in a Big Data World: The Essential Guide to Data Science and its Applications. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2014. — pp. 35-71.

2. Marz N., Warren J. Big Data: Principles and Best Practices of Scalable Realtime. New York: Manning Publications Co., 2015. — pp. 225-241.
  3. Mandic D.P., Chambers J.A. Recurrent neural networks for prediction. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2001. pp. 171-198.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 519.7

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭФФЕКТА ДАННИНГА-КРЮГЕРА

**Полозов Я. В.**

*Киевский политехнический институт имени И.Сикорского, Киев, Украина (03056, г.Киев, проспект Победы, 37); email: eroslove@ukr.net*

Гипотеза Даннинга-Крюгера утверждает, что степень, в которой люди могут точно оценить свои способности, частично зависит от обладания рассматриваемой способностью. В данной для проверки гипотезы работе был использован метод признаков Рейнина. Были построены графики зависимости уверенности от компетенций для различных значений порога срабатывания 40-70%. Разработанная модель показала хорошее соответствие с известными эмпирическими данными. Показано, что полученные закономерности справедливы не только для людей, но и для искусственного интеллекта.

Ключевые слова: гипотеза Даннинга-Крюгера, модель, статистические методы, признаки Рейнина, соционик, дихотомия, типирование.

## MATHEMATICAL MODEL OF THE DUNNING-KRUGER EFFECT

**Polozov Ya. V.**

*Kyiv Polytechnic Institute named after I.Sikorsky, Kyiv, Ukraine (03056, g. Kyiv, Peremohy Avenue, 37); email: eroslove@ukr.net*

The Dunning-Kruger hypothesis states that the degree to which people can accurately assess their abilities depends in part on the possession of the ability in question. In this work, the method of Reinin's signs was used to test the hypothesis. Graphs of the dependence of confidence on competencies were constructed for various values of the 40-70% response threshold. The developed model showed good agreement with the known empirical data. It is shown that the obtained patterns are valid not only for humans, but also for artificial intelligence.

Keywords: Dunning-Kruger hypothesis, model, statistical methods, Reinin signs, socionics, dichotomy, typing

В литературе по психологии имеется довольно нелестная картина умения людей точно оценивать свои собственные способности [1, 2]. Общая тенденция людей быть неточными, либо не осознавать свою некомпетентность, либо, вероятно, недооценивать свои навыки, была описана в литературе [1, 2]. Крюгер и Даннинг [1] выдвинули гипотезу о том, что некомпетентные люди 'будут склонны сильно переоценивать свои навыки и способности. Согласно результатам исследований [2], различные факторы могут умерять или способствовать тенденции к неправильной оценке своих способностей:

- знания о тестируемой области,
- сложность предметной области,
- специфичность/неоднозначность оцениваемой способности,
- знание и специфичность референтной группы,

- желательность оцениваемого признака,
- гендерные, культурные и др. различия,
- способности отдельного индивида.

Независимо от этих различных факторов, общая тема, выраженная в том, что способность точно оценивать свои собственные способности, к сожалению, отсутствует.

Исследователи отметили, что истинная взаимосвязь между объективными способностями и восприятием индивидом своих собственных способностей может быть затемнена методами анализа данных, которые используются для их оценки. Действительно, результаты, полученные Крюгером и Даннингом [1], могут быть объяснены статистическим артефактом - регрессией к среднему значению. Крюгер и Даннинг [1] обнаружили, что, когда участники были сгруппированы по квартилям на основе их результатов в объективном тесте, те, кто находился в нижнем квартиле, вероятно, значительно переоценили свои способности, в то время как те, кто находился в верхнем квартиле, вероятно, значительно недооценили свои способности. Даже с учетом возможности статистических артефактов, таких как регрессия к среднему значению, экспериментальная литература описывает как квалифицированных, так и неквалифицированных исполнителей как склонных к неправильной оценке своих способностей.

Впоследствии этот феномен получил название эффект Даннинга-Крюгера – когнитивное искажение, выражающееся склонности людей, имеющих очень низкий уровень компетенции в определённой области, значительно переоценивать свои возможности (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Графическая иллюстрация эффекта Даннинга-Крюгера. *Источник:* [3]

Цель исследования – попытка математически обосновать данный психологический феномен, используя статистические методы.

### Методы

Теперь подойдем к обоснованию эффекта Даннинга-Крюгера с точки зрения математики на примере соционика, который постепенно овладевает дихотомиями Рейнина. Опишем последовательность применяемых методов с допущениями.

1) Пусть соционик овладел Базисом Юнга, и он типировал каждую дихотомию с точностью по 80%. Также само его владение любой другой дихотомией будет овладевать с такой же точностью. Пока соционик не владеет другими дихотомиями, его точность типирования равна 50% на 50% или «случайность»

2) Установим порог срабатывания на 40%. Это значит, что если соционик уверен в типе хотя бы на 40%, то он признает что это и есть тот тип. Если он не уверен именно на это количество процентов – он признает что тип – не определен. Уверенность в типе будет вычисляться с помощью Калькулятора признаков Рейнина (ПР) [4-6]. Листинг программы приведен в Приложении.

Из полученных версий будет выбираться та, которая набрала максимальный процент уверенности и сравниваться с пороговым значением, на основании чего будет сделан вывод: есть ли тот тип или нет.

3) Примем за основу то, что соционический Дон Кихот – «истина», и в соответствии с этим и пунктом 2 рассчитаем вероятность выпадения каждой возможной комбинации (в том числе: вероятность получить ошибочную комбинацию в соответствии с точностью каждого распознаваемого дихотомийного признака). Суммируем те значения, где согласно порогу срабатывания соционик решил, что тип есть именно тот тип.

### Результаты

Пусть событие  $A$  – вероятность того что соционик будет уверен в типе. Возможно  $2^{15}$  вариантов получить дихотомийные характеристики, которые имеют разные вероятности их выпадения.

Пусть  $i$  – номер дихотомийной характеристики в двоичном коде, где 0 – признак такой, как у Дон Кихота, 1 – не такой, как у Дон Кихота. Всего 15 дихотомий. Соответственно, 15 бит: 000000000000000.

Итак, вероятность того, что соционик, получив произвольную дихотомийную характеристику типизируемого будет уверен в типе испытуемого, составляет [7]:

$$P(A) = \sum_{i=0}^{i=32767} P(i) * P(A | i)$$

где  $P(i)$  - вероятность получить дихотомийную характеристику  $i$ -го номера;

$P(A/i)$  - вероятность, что соционик будет уверен в типе при условии получения этой дихотомийной характеристики: 0 или 1.

Повторим эту же операцию с добавлением каждой новой дихотомии в арсенал типирования соционика-типировщика для 80% точности типирования.

Построим график зависимости уверенности соционика-диагноста от количества овладеваемых им ПР (Рисунок 2).

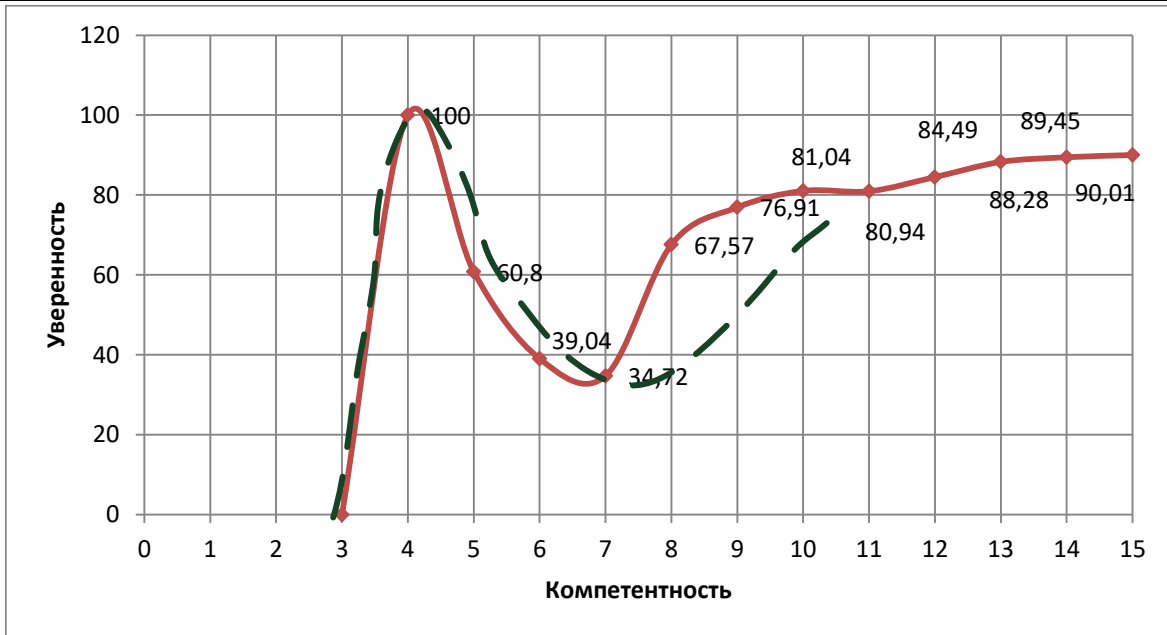


Рисунок 2 – Зависимость уверенности от компетенции (порог срабатывания 40%): сплошная линия – модель; пунктир - эмпирические данные.

*Источник:* авторские расчеты, данные из [8]

График на Рисунке 2 имеет значительное сходство с графиком из [7], полученным эмпирически. Отметим, что составленная математическая модель довольно точно описывает данное явление.

Продолжим исследование для порога срабатывания 50%. Результаты отражены на Рисунке 3.

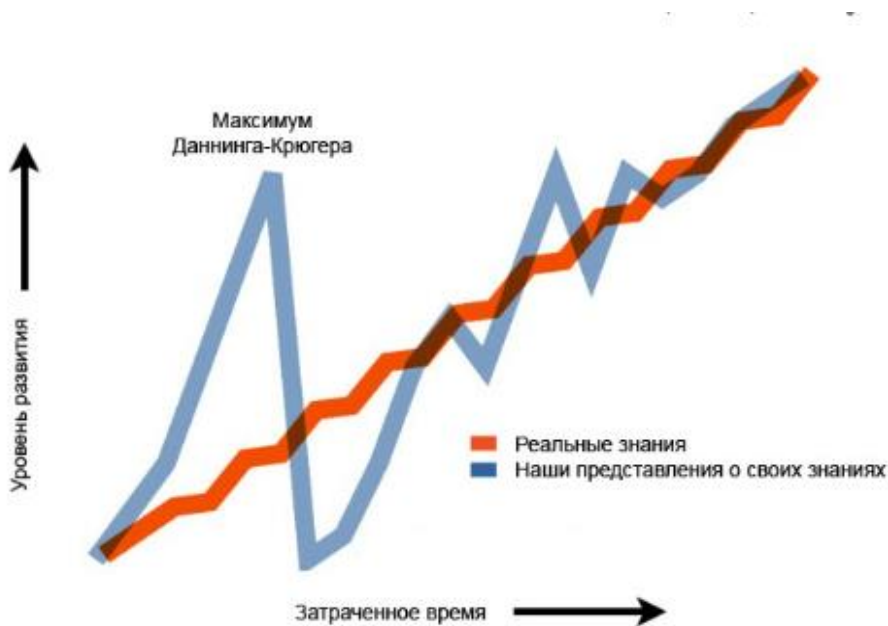


Рисунок 3 – Зависимость уровня развития от затраченного времени

Из источника [10] имеем вот такой вот эмпирический график. Теперь сравним его с расчетными данными, которые показывает модель:





Рисунок 3.1. – Зависимость уверенности от компетенции (порог срабатывания 50%):

1 – модель; 2 – реальные знания; 3 – наши представления о своих знаниях.

Источник: авторские расчеты, данные из [10]

График на Рисунке 3.1 имеет сходство с аналогичными исследованиями из источников [9, 10]. Продолжим исследования, увеличивая порог срабатывания (Рисунки 4, 5).

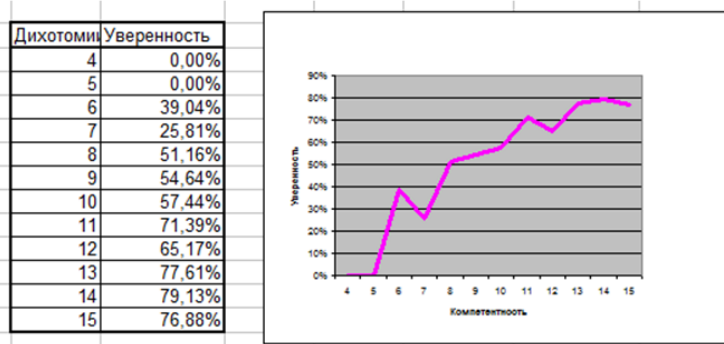


Рисунок 4 – Зависимость уверенности от компетенции (порог срабатывания 60%).

Источник: авторские расчеты

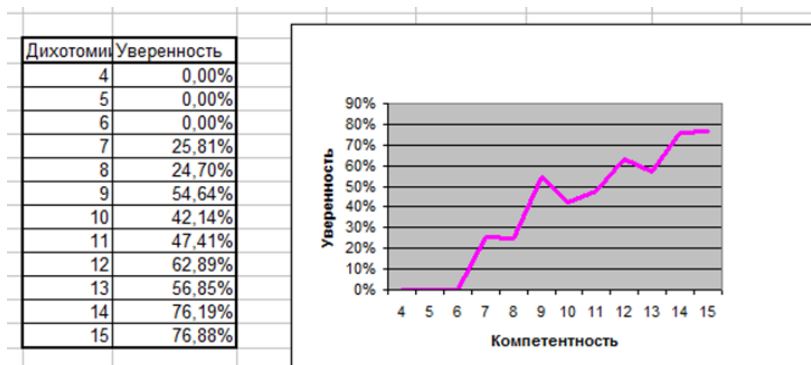


Рисунок 5 – Зависимость уверенности от компетенции (порог срабатывания 70%).

Источник: авторские расчеты

Из Рисунка 5 можно сказать, что при пороге срабатывания 70% эффект Даннинга-Крюгера был полностью нивелирован.

Имеет смысл также отметить наличие некоторых волн уверенности и неуверенности, что справедливо для всех графиков (Рисунки 2-5). Также волны с накоплением опыта имеют тенденцию к угасанию.

Почему был выбран параметр «порог срабатывания»? Таким образом, анализируются те случаи, когда эффект Даннинга-Крюгера не работает.

Эффект Даннинга-Крюгера – ущербное явление, т.к. провоцирует людей на ошибки из-за их невежества и излишне самоуверенного на почве этого поведения, что приводит к разным негативным последствиям.

Если прозрачные нормативы качества типирования будут доступны всем, то проблему точности типирования а также сходимости можно будет в значительной мере разрешить. Другие соционики имеют право на свое мнение, но они должны работать только в сторону увеличения этих нормативов качества.

Если же говорить о других сферах компетенций (не соционических), то свободный доступ информации о понимании того, что является критерием истины в том или ином случае, позволит нивелировать эффект Даннинга-Крюгера.

#### **Выводы**

1. Разработана математическая модель эффекта Даннинга-Крюгера, имеющая близкое соответствие с эмпирическими исследованиями.
2. Поскольку «вымышленный соционик» руководствовался четкими критериями своего поведения, то полученные закономерности справедливы не только для людей, но и для обучаемых компьютерных программ.
3. Свободный доступ информации с понятными четкими и прозрачными формулировками о том, что есть критерий истины, позволят нивелировать негативные эффекты Даннинга-Крюгера.
4. Человеческая уверенность в своих выводах подвержена «волнам». Каждое новое познание то увеличивает уверенность в своих выводах, то уменьшает ее, в долгосрочной перспективе имея тенденцию к затуханию.

#### **Приложение,**

**составленное на языке программирования Паскаль для расчетов:**

CONST

```
{перечисление признаков, не таких как у Дон-Кихота}  
priz0: array[1..15] of string[4]=  
( 'Intr', 'Sens', 'Feel', 'Judj',  
  'Pred', 'Upra', 'Dina', 'Aris', 'Stra', 'Emot',  
  'Nega', 'Resi', 'Sere', 'Resu', 'Dekl');  
{перечисление признаков, таких же как у Дон-Кихота}  
priz1: array[1..15] of string[4]=  
( 'Extr', 'iNtu', 'Thin', 'Pers',
```

```
'Bezr', 'Ustu', 'Stat', 'Demo', 'Takt', 'Kons',  
'Posi', 'Rasu', 'Vese', 'Proz', 'Ques');  
{признаку 0 соответствует ложь, признаку 1 - истина}
```

```
{перечисление имён соционических типов}  
types: array[1..17] of string[4]=  
( 'Don ', 'Duma', 'Gugo', 'Robe', 'Gaml', 'Maks', 'Zhuk', 'Esen',  
  'Napo', 'Balz', 'Jack', 'Drai', 'Stir', 'Dost', 'Geks', 'Gabe', 'Cheb');
```

```
wtim: array [1..16] of word=  
(32767, 14520, 8065, 22726, 29203, 13652, 4717, 21802, 25801,  
9102, 1207, 17392, 26917, 11874, 2395, 19996);  
{Числовые константы, обозначающие комбинацию из 15 дихотомий,  
характерных для каждого из  
16 социотипов, полученные путем преобразования из  
дихотомийных комбинаций в десятичный код}
```

VAR

```
tochnost: array[1..15] of real; {tochnost=[0..1]}  
versio: array[1..16] of real; {МАТРИЦА УСЛОВНЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ  
ПРИЗНАКОВ(ВЫВОД)} {!!!!}  
i,j,n,k: word; {переменные циклов}
```

```
kisk: word; {ИНДИКАТОР ИСКАЖЕНИЙ В МАСКЕ ВВЕДЕННЫХ ДИХОТОМИЙНЫХ  
ПРИЗНАКОВ, ОТНОСИТЕЛЬНО РАССМАТРИВАЕМОГО ТИМА}
```

```
mask: word; {дихотомийна• характеристика полученного результата типирования• }  
sure: real; {количество версий, в которых типировщик уверен}
```

```
kora: array[1..16] of real; {ВЕРОЯТНОСТЬ ВЫПАЕНИЯ ЭЛЕМЕНТА В РАМКАХ ПОЛНОЙ  
ГРУППЫ ВЕРСИЙ}
```

```
maks: real; {промежуточна• переменна• (веро• тность комбинации)}  
porog,fullgroup:real; {ПОЛНАЯ ГРУППА ВЕРОЯТНОСТЕЙ ВОЗМОЖНЫХ ТИМОВ}
```

BEGIN

```
porog:=0.4; {Установим порог срабатывания на 40%}  
assign(output,'kruger.txt'); {создадим текстовый файл, куда впишем расчитанные данные}  
rewrite(output);  
repeat {будем проводить расчеты, постепенно повышая порог срабатывания}
```

```
writeln('Порог срабатывания ',porog);  
writeln('№дих, Уверенность');  
{обновим версии точности типирования• и маску ТИМа}
```

```
for i:=1 to 15 do tochnost[i]:=0.5;
mask:=0;
for k:=4 to 15 do {расчитываем уверенность соционика в выодах типирования начиная с 4
дихотомий до 15}
  begin
  for i:=1 to k do tochnost[i]:=0.8; {присвоим значение каждой выпавшей дихотомии точность
по 0,8 до номера k}
  sure:=0; {обнулим уверенность перед началом цикла}
  for n:=0 to 32767 do {перебираем все возможные варианты выпадания дихотомий}
  begin
  mask:=n;
  for j:=1 to 16 do versio[j]:=0; {обнулим выпадения всех версий перед расчтами}
  fullgroup:=0;
  for i:=1 to 16 do
  begin
  kisk:=mask xor wtim[i];
  kora[i]:=1;
  for j:=1 to 15 do
  if (kisk and (1 shl (j-1))=0) then
  kora[i]:=kora[i]*tochnost[j]
  else kora[i]:= kora[i]*(1 - tochnost[j]);
  fullgroup:=fullgroup+kora[i];
  end;
  {ПОЛУЧЕНА ВЕРОЯТНОСТЬ ВЫПАДЕНИЯ КАЖДОЙ ВЕРСИИ ТИМА В РАМКАХ
ПОЛНОЙ ГРУППЫ ТИМОВ.
ПОЛУЧЕНА ВЕРОЯТНОСТЬ ПОЯВЛЕНИЯ ПОЛНОЙ ГРУППЫ ТИМОВ В РАМКАХ
ВВЕДЕННЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ВЕРСИЙ}

  for i:=1 to 16 do if fullgroup<>0 then
  versio[i]:=kora[i]/fullgroup
  else versio[i]:=1/16;
  maks:=versio[1]; {найдем версию, набравшею максимальный % уверенности}
  for i:=2 to 16 do
  if maks<versio[i] then maks:= versio[i];
  if maks>=porog then {Порог срабатывания}
  begin
  kisk:=mask xor wtim[1];
  kora[1]:=1;
  for j:=1 to 15 do
  if (kisk and (1 shl (j-1))=0) then
  kora[1]:=kora[1]*tochnost[j]
  else kora[1]:= kora[1]*(1 - tochnost[j]);{Рассчитаем вероятность выпадения данной
комбинации}
```

```
sure:=sure+kora[1];
end;
end;
writeln(k:2,' ',sure:2:4);
end;

porog:= porog+0.1; {Увеличим порог срабатывания и повторим цикл снова, пока порог
срабатывания не будет больше или равно 0.8}

until porog>=0.8;

close(output);
END.
```

### Список литературы

1. Kruger J., Dunning D. Unskilled and unaware of it: how difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments //Journal of personality and social psychology. – 1999. – Т. 77. – №. 6. – С. 1121.
2. Krueger J., Mueller R. A. Unskilled, unaware, or both? The better-than-average heuristic and statistical regression predict errors in estimates of own performance //Journal of personality and social psychology. – 2002. – Т. 82. – №. 2. – С. 180.
3. Сели и пишем, или что можно сделать с коварством эффекта Даннинга-Крюгера // URL: <https://habr.com/ru/post/545066/> (дата обращения: 03.02.2023).
4. Полозов: "Калькулятор ПР: Статья + скачать. Анализ альтернативных версий" // URL: [https://isocionics.com/library/reinin\\_dichotomy/reinincalc](https://isocionics.com/library/reinin_dichotomy/reinincalc) (дата обращения: 03.02.2023).
5. Полозов Я. В. Калькулятор признаков Рейнина //Соционика, ментология и психология личности. – 2018. – №. 3. – С. 40-50.
6. Рейнин Г. Р. Группа биполярных признаков в типологии К. Юнга //Соционика, ментология и психология личности. – 1996. – №. 6. – С. 44-48.
7. Эффект Даннинга - Крюгера: это важно знать каждому бизнесмену // URL: <http://www.advertology.ru/article138786.htm> (дата обращения: 03.02.2023).
8. Кожомбердиева Г. И., Бураков Д. П., Хамчиев Г. А. Опыт программной реализации авторских вероятностных моделей на основе формулы Байеса //Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет ЛЭТИ им. ВИ Ульянова (Ленина), 2021. – Т. 1. – С. 61-64.
9. Эффект Даннинга — Крюгера // Википедия URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82\\_%D0%94%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0\\_%E2%80%94%D0%9A%D1%80%D1%8E%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%94%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0_%E2%80%94%D0%9A%D1%80%D1%8E%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%B0) (дата обращения: 03.02.2023).
10. Эффект Даннинга — Крюгера // URL: <https://4brain.ru/blog/%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82->

%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0-%D0%BA%D1%80%D1%8E%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%B0/ (дата обращения: 03.02.2023).

## References

1. Kruger J., Dunning D. Unskilled and unaware of it: how difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments // Journal of personality and social psychology. - 1999. - Т. 77. - No. 6. - pp. 1121.
  2. Krueger J., Mueller R. A. Unskilled, unaware, or both? The better-than-average heuristic and statistical regression predict errors in estimates of own performance // Journal of personality and social psychology. - 2002. - Т. 82. - No. 2. - pp. 180.
  3. Sat down and write, or what can be done with the insidiousness of the Dunning-Kruger effect // URL: <https://habr.com/ru/post/545066/> (date of access: 02/03/2023).
  4. Polozov: "PR Calculator: Article + download. Analysis of alternative versions" // URL: [https://isocionics.com/library/reinin\\_dichotomy/reinincalc](https://isocionics.com/library/reinin_dichotomy/reinincalc) (Accessed: 03.02.2023).
  5. Polozov Ya. V. Reinin's signs calculator // Socionics, mentology and personality psychology. – 2018. – no. 3. - pp. 40-50.
  6. Reinin G. R. The group of bipolar signs in the typology of K. Jung // Socionics, mentology and personality psychology. - 1996. - no. 6. - pp. 44-48.
  7. The Dunning-Kruger effect: it is important for every businessman to know // URL: <http://www.advertology.ru/article138786.htm> (Accessed: 03.02.2023).
  8. Kozhombardieva G. I., Burakov D. P., Khamchichev G. A. Experience in software implementation of author's probabilistic models based on the Bayes formula // International Conference on Soft Computing and Measurements. – Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Electrotechnical University LETI. VI Ulyanova (Lenina), 2021. - Т. 1. - pp. 61-64.
  9. Dunning-Kruger Effect // Wikipedia URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82\\_%D0%94%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0\\_%E2%80%94%D0%9A%D1%80%D1%8E%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%94%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0_%E2%80%94%D0%9A%D1%80%D1%8E%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%B0) (date of access: 02/03/2023).
  10. Dunning-Kruger effect // URL: <https://4brain.ru/blog/%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82-%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0-%D0%BA%D1%80%D1%8E%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%B0/> (date of access: 02/03/2023).
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 004.89

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫРАБОТКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО АЛГОРИТМА ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ЭМОЦИЙ

**Вэнь С.**

*Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия (197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49); e-mail: xuecheng\_wen@zohomail.com*

Чтобы улучшить эффективность управления обучением с подкреплением для управления умным поколением, предлагается искусственное обучение с эмоциональным подкреплением. Искусственная эмоция искусственной психологии применяется к этому подходу с тремя стратегиями, т. Е. Выбор действия, обновление матрицы Q-значений и обновление функции вознаграждения; поскольку для искусственной эмоции предназначены три количественные функции, в этой статье разработаны девять стратегий искусственного эмоционального обучения Q и девять стратегий искусственного эмоционального обучения Q ( $\lambda$ ).

Ключевые слова: диспетчеризация и управление экономической генерацией в режиме реального времени; глубокое адаптивное динамическое программирование; обучение с искусственным эмоциональным подкреплением; параллельные системы; интеллектуальное управление генерацией.

## INTELLIGENT CONTROL OF ELECTRICITY GENERATION BASED ON ARTIFICIAL LEARNING ALGORITHM WITH EMOTIONAL REINFORCEMENT

**Wen Xu.**

*ITMO National Research University, St. Petersburg, Russia (197101, St. Petersburg, Kronverksky pr., 49) e-mail: xuecheng\_wen@zohomail.com*

In order to improve the performance of reinforcement learning management for smart generation management, artificial emotional reinforcement learning is proposed. Artificial emotion of artificial psychology is applied to this approach with three strategies, i.e., action selection, Q-value matrix update, and reward function update; since there are three quantitative functions for artificial emotion, nine artificial emotional learning strategies Q and nine artificial emotional learning strategies Q ( $\lambda$ ) are developed in this article.

Keywords: real-time economic generation dispatch and control; deep adaptive dynamic programming; artificial emotional reinforcement learning; parallel systems; smart generation control.

### Введение

Искусственная психология — еще одна ветвь искусственного интеллекта помимо машинного обучения. Есть много ученых, которые изучают искусственные эмоции в искусственной психологии, но мало алгоритмов глубокого слияния искусственных эмоций и обучения с подкреплением. Поэтому в этой главе сначала анализируется механизм обучения с подкреплением и анализируются его ключевые звенья, затем анализируется количественная

оценка искусственных эмоций и, наконец, разрабатывается алгоритм обучения с подкреплением, основанный на искусственных эмоциях, то есть алгоритм обучения искусственных эмоций Q (artificialemotional Q-обучение, EQL) Или алгоритм обучения с искусственным эмоциональным подкреплением (искусственное обучение с эмоциональным подкреплением, ERL)[1]–[3].

## 1.1. Алгоритмы обучения с подкреплением

### 1.1.1. Q обучение

Алгоритмы серии обучения с подкреплением обычно представлены алгоритмом Q-обучения, а другие алгоритмы улучшены на основе Q обучения[1], [2], [4], [5].

В области мультиагентных систем в более обобщенной ситуации: контроллер, основанный на определенном алгоритме управления, может рассматриваться как агент (Агент), также известный как «агент»; управляемый объект может быть обобщен для «среды». ". Алгоритм Q-обучения как «внешнее управление» представляет собой алгоритм управления, не зависящий от модели и относящийся к марковскому процессу принятия решений (Марковский процесс принятия решений, MDP), обеспечивающий динамическое оптимальное управление за счет непрерывно обновляемых стратегий.

Суть алгоритма Q-обучения заключается в том, что агент взаимодействует с окружающей средой и итеративно обновляет стратегию вывода агента в процессе непрерывного взаимодействия. Во-первых, для агента, основанного на алгоритме Q-обучения, состояние  $s$  и значение вознаграждения  $r$  получают из среды, как показано на Рисунок 1. Затем выберите матрицу значений  $Q$  в состоянии  $s$  для обновления и обновите соответствующую матрицу значений вероятности  $P$ . Наконец, действие  $a$  выбирается в соответствии с матрицей вероятности для выхода. Методы обновления матрицы  $Q$  и матрицы  $P$  в алгоритме обучения  $Q$  соответственно

$$Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha(R(s, s', a) + \gamma \max_{a \in A} Q(s', a) - Q(s, a)) \quad (2 - 1)$$

$$P(s, a) \leftarrow \begin{cases} P(s, a) - \beta(1 - P(s, a)), & \text{if } a' = a \\ P(s, a)(1 - \beta), & \text{if } a' \neq a \end{cases} \quad (2 - 2)$$

Где,  $s$  и  $s'$  текущее состояние и состояние среды в следующий момент соответственно,  $\alpha$ - скорость обучения агента,  $\beta$ - коэффициент распределения вероятностей, а начальное значение каждого элемента в матрице вероятностей  $P(s, a)$  инициализируется как  $1/|A|$ ,  $|A|$ — количество действий в наборе действий  $A$ , а диапазон матрицы вероятностей  $P(s, a) \in [0,1]$ ,  $\gamma$ - коэффициент дисконтирования алгоритма Q -обучения,  $R(s, s', a)$  - немедленное значение вознаграждения за переход в состояние  $s$  при данном действии  $a$  в состоянии  $s'$ .

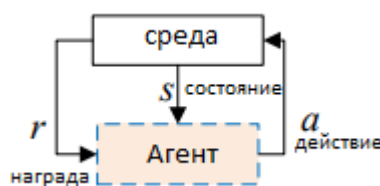


Рисунок 1 – Структура обучения Q



Именно благодаря такому итеративному обновлению матрица значений  $Q$  постоянно усиливается, а историческое значение  $Q$  накапливается за счет фактора дисконтирования и скорости обучения, что называется обучением с подкреплением. В широком смысле значения или матрицы, которые постоянно обновляются и дополняются для записи состояния системы или косвенного состояния, можно назвать расширенными значениями или матрицами, а стратегии управления, основанные на них, можно назвать обучением с подкреплением. алгоритмы.

Функция ценности вознаграждения зависит от цели управления. Функция вознаграждения агента, основанная на алгоритме обучения  $Q$  в интеллектуальном управлении производством электроэнергии, может быть разработана как

$$R(s, s', a) = \begin{cases} 10, & \text{if } k_{CPS1} \geq 200 \\ -e_{ACE}^2 - 100\Delta f^2, & \text{if } k_{CPS1} < 200 \end{cases} \quad (2 - 3)$$

Где,  $k_{CPS1}$ ,  $\Delta f$ ,  $e_{ACE}$  представляют собой, соответственно, значение индекса эффективности управления определенной областью в среде энергосистемы, ошибку управления областью и отклонение частоты активной мощности.

### 1.1.2. Алгоритм обучения $Q(\lambda)$

Учитывая, что энергосистема представляет собой систему с большой задержкой, состояние системы может быть записано больше, а «трасса квалификации» может использоваться для накопления большего количества и более быстрого обновления состояния системы. В отличие от алгоритма обучения  $Q$  алгоритм обучения  $Q(\lambda)$  имеет на один параметр  $\lambda$  больше и матрицу следа квалификации  $e(s, a)$ , чем алгоритм обучения  $Q$ [6]–[9].

Матрица трассировки квалификации алгоритма обучения  $Q(\lambda)$  обновляется следующим образом

$$e(s, a) \leftarrow \begin{cases} \gamma\lambda e(s, a) + 1, & \text{if } s' = s \\ \gamma\lambda e(s, a), & \text{if } s' \neq s \end{cases} \quad (2 - 4)$$

Где,  $\lambda$ — фактор трассировки квалификации для алгоритма обучения  $Q(\lambda)$ . А вводя временную переменную  $\rho$ , его можно вычислить как

$$\rho = R(s, s', a) + \gamma Q(s', a) - Q(s, a) \quad (2 - 5)$$

Матрица значений  $Q$  алгоритма обучения  $Q(\lambda)$  может быть обновлена как

$$Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha \rho e(s, a) \quad (2 - 6)$$

Начальное значение матрицы трассировки приемлемости  $e(s, a)$  установлено равным 0. Введение квалификационных следов может лучше учитывать влияние исторического состояния на окружающую среду в алгоритме обучения с подкреплением.

## 1.2. Искусственные эмоции

### 1.2.1. Классификация искусственной психологии

$Q$  обучение — это тип машинного обучения, а алгоритмы машинного обучения — это ветвь искусственного интеллекта. Однако другой более крупной ветвью искусственного интеллекта является искусственная психология, и искусственная психология в основном включает четыре аспекта: искусственные эмоции, искусственное сознание, искусственное познание и искусственные эмоции[10]–[12].

Искусственные эмоции — относительно горячая ветвь современных исследований искусственной психологии. Разумное тело, спроектированное с учетом искусственной психологии, включает в себя не только предыдущее разумное логическое тело (логическую часть, ЛП), но и интеллектуальное эмоциональное тело (эмоциональную часть, ЭП)[12], [13]. В это время на результат агента влияет как способность к логической обработке (аналогично человеческому рациональному мышлению), так и способность к эмоциональной обработке (аналогично человеческому перцептивному мышлению). Помимо автономии, отзывчивости, социальности и эволюции традиционных агентов, агенты с искусственными эмоциями также эмоциональны.

### 1.2.2. Дизайн искусственного квантизатора эмоций

После того, как у разумного тела появятся эмоции, можно сконструировать эмоциональную машину, которую можно использовать для имитации и анализа человеческих эмоций. Машина с эмоциями называется «эмоциональной машиной». Агент решает текущий вывод искусственной эмоции через среду и эмоциональные факторы в память. Перед лицом инженерных проблем, как правило, необходимо количественно определять искусственные эмоции. Квантизатор, выполняющий процесс количественного определения эмоций, называется квантователем эмоций, как показано на Рисунке 2.

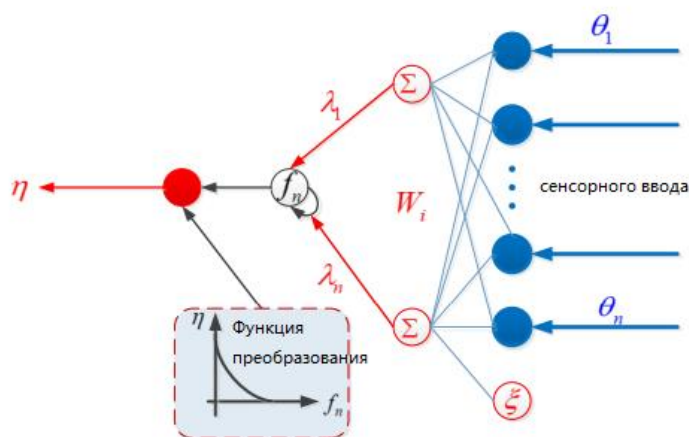


Рисунок 2 – Схема искусственного квантизатора эмоций

И относительно простой метод вычисления значения  $f_n$  квантования искусственных эмоций может быть разработан как

$$f_n = \sum_{\{i=1\}}^n \lambda_i = \sum_{i=1}^n \theta_i \omega_i \quad (2 - 7)$$

Существует много способов преобразования вывода искусственных эмоций. Три более простых метода обработки: первичное, вторичное и экспоненциальное преобразование. Формулы расчета можно выразить следующим образом.

$$\eta = a_\eta f_n + b_\eta \quad (2 - 8)$$

$$\eta = c_\eta f_n^2 + d_\eta f_n + e_\eta \quad (2 - 9)$$

$$\eta = g_\eta e^{h_\eta f_n} + k_\eta \quad (2 - 10)$$

Где,  $a_\eta$  и  $b_\eta$  — первичные факторы квантователя искусственных эмоций;  $c_\eta, d_\eta, e_\eta$  — квадратичный коэффициент квантователя искусственных эмоций;  $g_\eta, h_\eta, k_\eta$  является экспоненциальным фактором квантователя искусственных настроений.

### 1.3. Интеллектуальный контроллер выработки электроэнергии с алгоритмом обучения искусственной эмоции $Q(\lambda)$

Алгоритм обучения  $Q(\lambda)$  является усовершенствованным алгоритмом, основанным на алгоритме обучения  $Q$ , то есть алгоритме, который вводит параметр  $\lambda$  и матрицу трассировки квалификации на основе исходного алгоритма обучения  $Q$ . Алгоритм обучения искусственной эмоции  $Q(\lambda)$  вводит искусственную эмоцию на основе исходного алгоритма обучения  $Q(\lambda)$  и рассматривает алгоритм, существующий в эмоциональной части агента.

В сочетании с задачей автоматического управления выработкой электроэнергии объединенной сети этапы формирования автоматического контроллера выработки электроэнергии на основе алгоритма обучения с искусственным подкреплением эмоций показаны на Рисунке 3. Рекомендуемые значения и рекомендуемые диапазоны значений (полученные в результате большого количества симуляций) параметров алгоритмов обучения  $Q$ -обучения искусственной эмоции и алгоритма обучения  $Q(\lambda)$  искусственной эмоции показаны в Таблице 1.

Таблица 1 – Рекомендуемые параметры искусственного эмоционального обучения  $Q$

Параметр	Рекомендуемое значение	Рекомендуемый диапазон значений
$\omega_i$	0.8,0.2	[0.1,0.9], [0.1,0.9]
$\delta$	0.4	(0.4-1]
$a$	0.9	[0.05,0.98]
$\beta$	0.5	(0,1)
$\gamma$	0.3	(0,1)
$\lambda$	0.9	(0.85,0.95)
$\eta$	0.1	(0,1)
$a_\eta, b_\eta$	0.5,0.4	(0.1,1), (0.1,1)
$c_\eta, d_\eta, e_\eta$	0.01,0.01,0.01	(0,0.2), (0,0.2), (0,0.2)
$g_\eta, h_\eta, k_\eta$	0.4,-0.01,0.1	(0,1), (-1,0), (0,1)

Существует три способа количественной оценки эмоций и три способа воздействия на части логического тела, что приводит к 9 различным стратегиям контроля для улучшения обучения с подкреплением. Только при совместном действии эмоционального тела и логического тела в разумном теле команды управления выработкой энергии выводятся во взаимосвязанную решетчатую среду, что аналогично роли левого и правого полушарий человеческого мозга.

### 1.4. Анализ стабильности

Диапазон движения, выдаваемый алгоритмом  $Q$ -обучения с искусственными эмоциями, по-прежнему является диапазоном движения для обучения с подкреплением, только значение

движения является более точным или точным. Таким образом, только стабильность самого алгоритма обучения с подкреплением может быть проанализирована для завершения анализ устойчивости алгоритма Q-обучения искусственных эмоций.

Чтобы лучше проанализировать его устойчивость, каждый символ можно переписать так, чтобы стратегия обучения с подкреплением могла быть описана как

$$Q_{n+1}(i, a) \leftarrow Q_n(i, a) + \alpha(n)[\beta \min(Ps_{n+1}(i, a), b) + c(i, a) - Q_n(i, a)] \quad (2 - 11)$$

$$h_{ia}(Q) = \beta \sum_j p(i, j, a) \min(j, b) + c(i, a) - Q(i, a), i \in S, a \in A \quad (2 - 12)$$

Определяем  $F(Q) = [F_{ia}(Q)]_{i,a}$

$$F_{ia}(Q) = \beta \sum_j p(i, j, a) \min_b Q_n(j, b) + c(i, a) \quad (2 - 13)$$

Следовательно, обыкновенное дифференциальное уравнение (ОДУ) функции  $h(Q) = F(Q) - Q$  описывается как

$$\dot{Q} = F(Q) - Q := h(Q) \quad (2 - 14)$$

Таким образом, отображение  $F: R^{\{ \times(r+1) \}} \rightarrow R^{\mathbb{R} \times (r+1)}$  стягивается к бесконечной норме  $|\cdot|_{\infty}$ . Следовательно, его единственной крупномасштабной асимптотически устойчивой точкой равновесия является особое решение. И  $h_{\infty}(Q) = F_{\infty}(Q) - Q$ , Следовательно, алгоритм стабилен.

## 2. Пример моделирования

Если взять в качестве примера стандартную модель управления частотой нагрузки для двух регионов IEEE, эталонная мощность системы составляет 5000 МВт. В симуляции Simulink, созданной с помощью программного обеспечения MATLAB, каждый контроллер алгоритма обучения использует индекс CPS1 и значение ACE в реальном времени в качестве состояния, то есть вход (входную переменную) контроллера. Выходом контроллера является команда мощности генератора, а дискретными наборами действий в алгоритме управления являются все наборы регулирования мощности:  $A = \{-500, -40, -30, -20, -10, 0, 10, 20, 30, 40, 500\}$ , единица измерения МВт.

Шаг обучения обычно принимается за период управления интеллектуальной системой управления производством электроэнергии, и в этом стандартном примере используется 4 с (размер шага всех алгоритмов установлен равным 4 с в Simulink, особенно ПИД-регулятор разработан как дискретный ПИД, управление каждые 4 с один раз). Время моделирования, установленное в моделировании, составляет 12000 с.

Каждый алгоритм моделируется 10 раз, и подсчитывается фактическое время моделирования. Фактическое время моделирования каждого алгоритма составляет от 0,00006 с до 0,01957 с, что полностью соответствует фактическому времени выполнения команды управления 4 с. Блок-схема имитационной модели показана на рисунке 3-1, а также переменные состояния системы показаны на рисунке. Соответствующие параметры модели системы:

$$\begin{aligned} T_g &= 0.08(\sim s), T_t = 0.3(\sim s), T_p = 20(\sim s) \\ T_{12} &= 0.545(\sim s), \alpha_{12} = 1 \\ R &= 2.4(\sim \text{Hz/ p.u.}), K_p = 120(\sim \text{Hz/ p.u.}) \end{aligned}$$

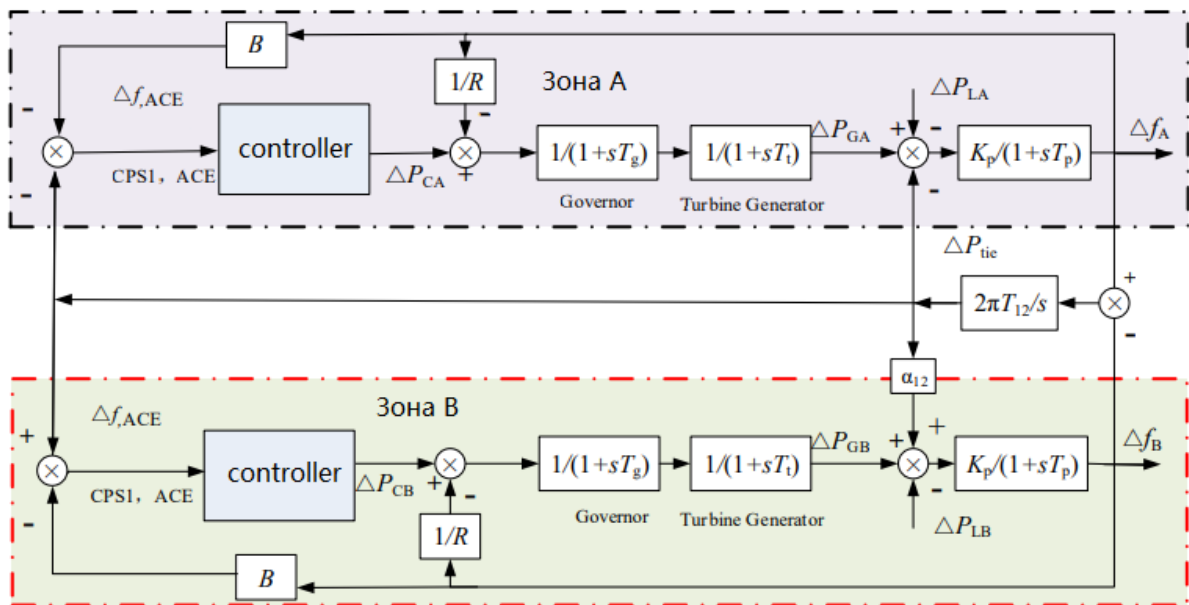


Рисунок 3 – Модель управления частотой нагрузки двухзонной энергосистемы IEEE

В области А введите синусоидальное возмущение с периодом 1200 с и амплитудой 1000 МВт и случайное возмущение с амплитудой 1000 МВт. Формы сигналов показаны на Рисунке 4.

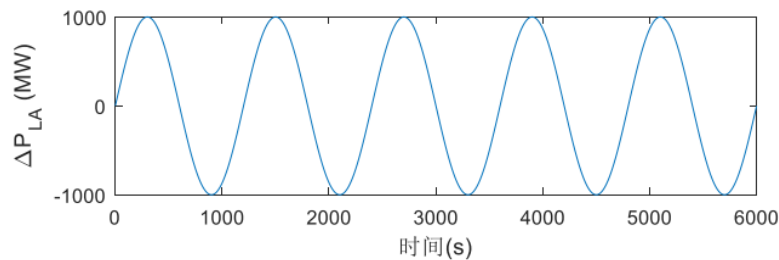


Рисунок 4а – Форма волны синусоидального возмущения

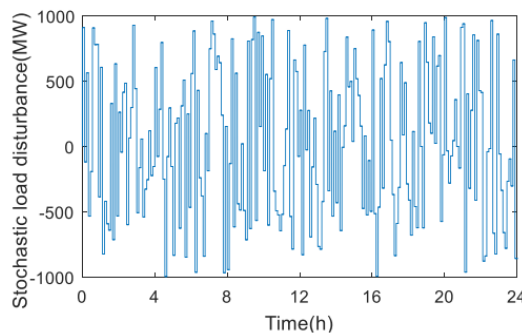


Рисунок 4б – Случайный сигнал возмущения

Обе области А и В используют алгоритм PID, Q-обучение, искусственную эмоцию Q-обучение (квадратичная функция воздействует на выходное действие, ERL-I), искусственную эмоцию Q-обучение (квадратичная функция воздействует на скорость обучения, ERL-II), Q-обучение искусственных эмоций (квадратичная функция, действующая на функцию

вознаграждения, ERL-III), Q-обучение искусственных эмоций (экспоненциальная функция, действующая на выходное действие, ERL-IV), Q-обучение искусственных эмоций (экспоненциальная функция, действующая на скорость обучения, ERL -V ), Q-обучение искусственных эмоций (экспоненциальная функция действует на функцию вознаграждения, ERL-VI), Q-обучение искусственных эмоций (линейная функция действует на выходное действие, ERL-VII), Q-обучение искусственных эмоций (линейная функция действует на скорость обучения, ERL-VIII), обучение искусственной эмоции Q (линейная функция действует на функцию вознаграждения, ERLIX),  $R(\lambda)$ , Sarsa и Sarsa( $\lambda$ ) с 14 алгоритмами численного моделирования и 10-минутным средним показателем оценки СУЗ1, полученных после имитационного моделирования, ACE Результаты 10-минутного среднего значения, девиации частоты и выходной мощности при синусоидальной помехе представлены на Рисунке 5.

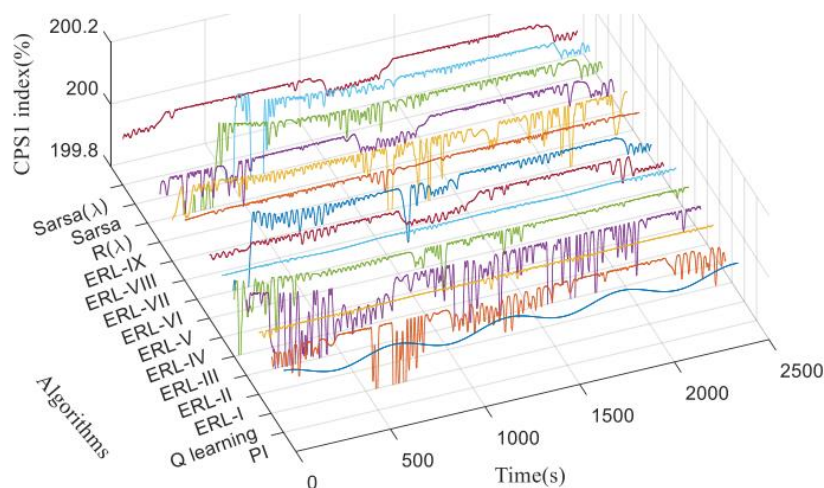


Рисунок 5а – Индекс оценки CPSI, среднее значение за 10 минут

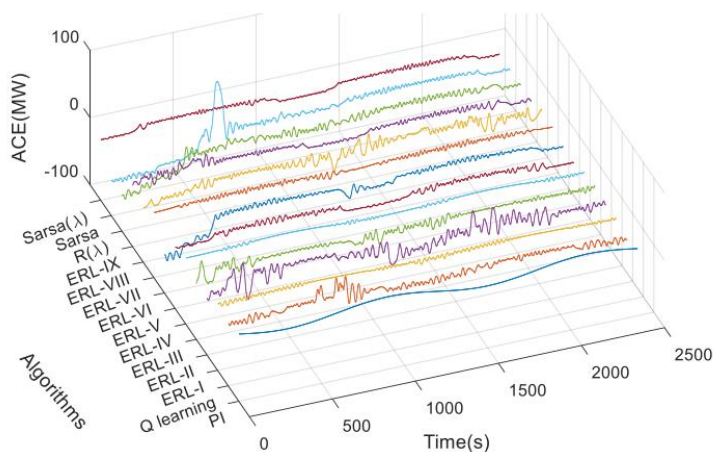


Рисунок 5б – ACE 10-минутное среднее

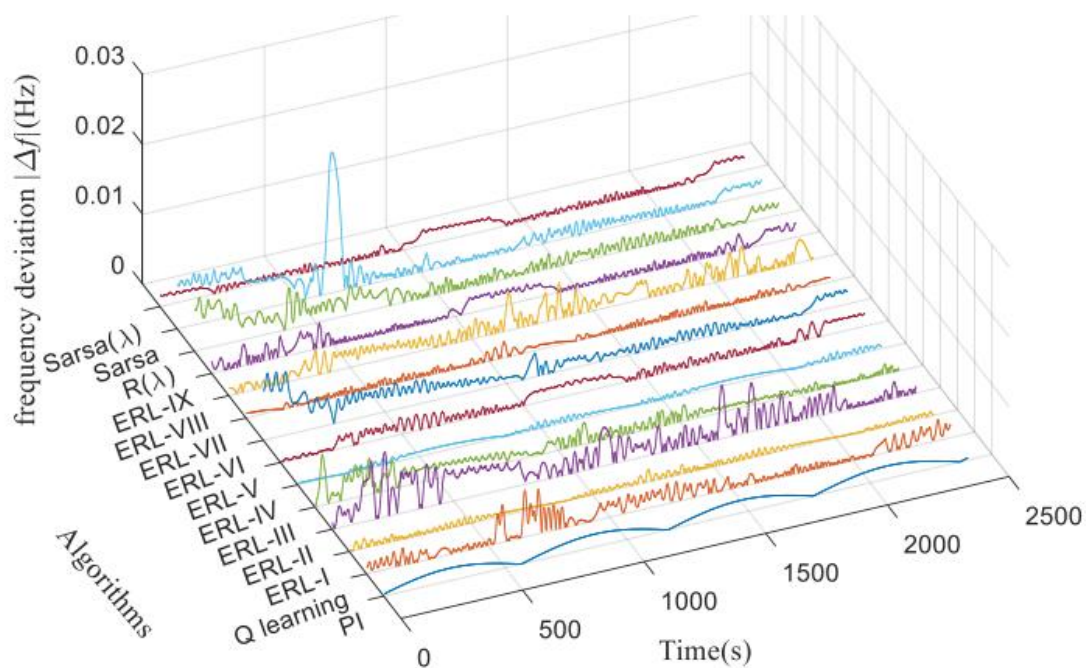


Рисунок 5в – Девиация частоты

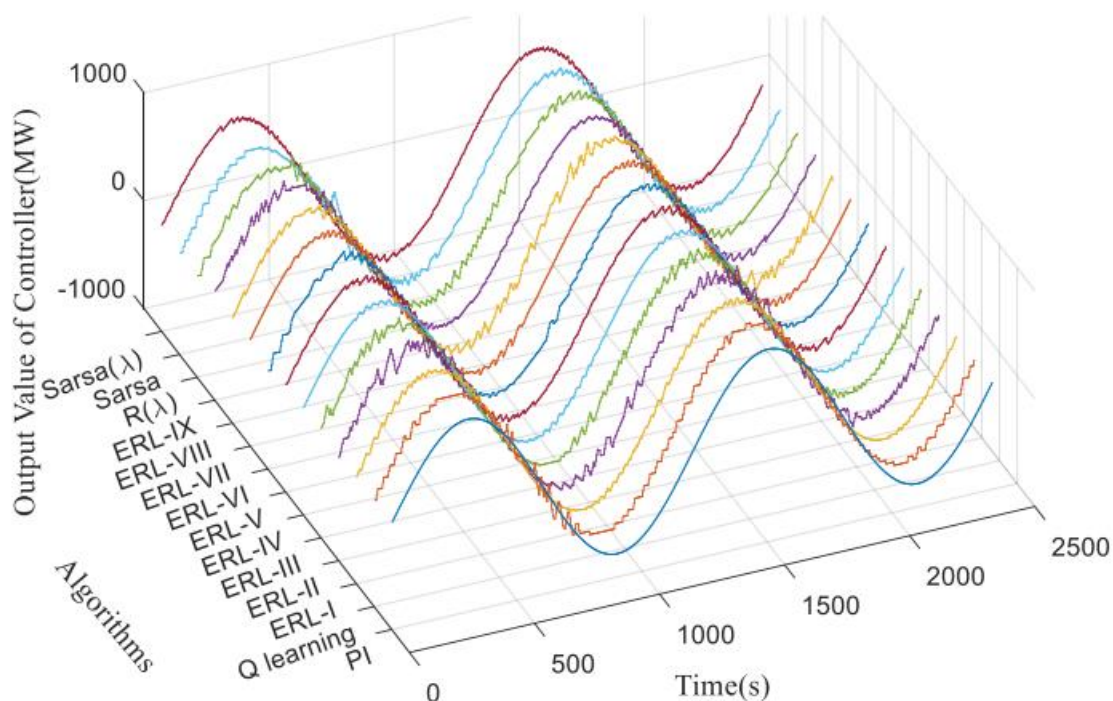


Рисунок 5г – Выходная мощность

Рисунок 5 – Результаты, полученные искусственным эмоциональным обучением добротности двухзонной энергосистемы

Из Рисунка 5 видно, что контрольный эффект Q-обучения с искусственными эмоциями лучше, чем у Q-обучения. Из рисунка 3-2 видно, что алгоритм обучения искусственным эмоциям, воздействующий на выходное действие, более плавный, чем выход исходного алгоритма, алгоритм обучения искусственных эмоций, воздействующий на скорость обучения, быстрее, чем исходный алгоритм, а обучение искусственным эмоциям Алгоритм, воздействующий на функцию вознаграждения. Он требует большего эмпирического контроля, чем исходный алгоритм. В других расчетах обучения эффекты алгоритмов Sarsa( $\lambda$ ) и R( $\lambda$ ) близки, и оба сильнее, чем эффект алгоритма Sarsa. Эффекты этих алгоритмов лучше, чем у алгоритма ПИД-регулирования.

### **Вывод**

Во-первых, в статье изложены основные части алгоритмов Q-обучения и Q( $\lambda$ )-обучения в обучении с подкреплением, а также перечислены области, в которых обучение с подкреплением можно улучшить. Затем анализируется классификация искусственных эмоций и разрабатывается квантизатор искусственных эмоций. В-третьих, разработаны алгоритм обучения искусственной эмоции Q и алгоритм обучения искусственной эмоции Q( $\lambda$ ), приведены этапы расчета и таблица параметров инициализации на основе алгоритма обучения искусственной эмоции Q, а также стабильность алгоритма обучения искусственной эмоции Q. кратко анализируется. Наконец, проверка моделирования была проведена в двухзонной модели.

### **Список литературы**

1. Jiang Qirong, Min Yong, Han Yingduo. Coordinated Control of Excitation Adjustment, Fast Valve Control and Resistance Detent Based on Artificial Neural Network[J]. Journal of Tsinghua University, 1997, 37(7): pp. 67-70.
2. Ge You, Li Chunwen, Sun Zhengshun. Inverse system method in power system integrated control Application in the system [J]. Chinese Journal of Electrical Engineering, 2001, 21 (4): pp. 6-10.
3. Y Wang, D J Hill, R H Middleton. Transient stability enhancement and voltage regulation of power system[J]. IEEE Trans on Power System, 1993, 8 (2), pp. 620-627.
4. Yin Jianhua, Jiang Daozhao. Effect of TCSC nonlinear control on power system stability[J]. Chinese Journal of Electrotechnical Society, 1999, 14(3): pp. 70-74.
5. Zhou X X, Liang J. Nonlinear adaptive control of TCSC to improve the performance of power systems[J]. IEE Proceeding : Generation, Transmission, Distribution, 1999, 146 (3) : pp. 310-315.
6. Bergen AR. Power systems analysis. NJ: Prentice-Hall; 1986.
7. Anderson PM, Fouad AA. Power system control and stability. Iowa: Iowa State University Press; 1977.
8. K H Yasir, DU Dongyun, TANG Yun. Association of SIB points with the non-degenerate equilibria of the extended DAE system[J]. Tsinghua Science and Technology, 2003, 18 (5) : pp. 568-572.



9. K L Praprost, K A Loparo. A stability theory for constrained dynamic systems with applications to electric power systems [J].IEEE Transactions on Automatic Control.1996,41 ( 11) : pp. 1605-1617.
10. Zhu Chunlei, Zhou Rujing and Wang Youyi.A new decentralized nonlinear voltage controller for mulimachine power systems [J].IEEE Trans : on Power Systems, 1998, 13 (1) : pp. 211-216.
11. A M Harb, M A Zohdy.Chaos and bifurcation control using nonlinear recursive controller[J].Modeling and Control, 2002, 7 (2) : pp. 37-43.
12. Cela A , Hamam Y, Nielsen J R , et al.Nonlinear approach to the control of multimachine power systems[J].Nonlinear Analysis, Theory, Methods & Applications,1997, 30 (7) : pp. 4301-4308.
13. Liu Wei, Tian Shubao and Yu Yixin, et al.A generator excitation controller based on the hybrid control scheme with feedback linearization and variable structure[J].Journal of Tian University, 1998, 31 (5) : pp.611-615.
14. Jiang Qirong, Min Yong, Han Yingduo. Coordinated Control of Excitation Adjustment, Fast Valve Control and Resistance Detent Based on Artificial Neural Network[J]. Journal of Tsinghua University, 1997, 37(7):pp. 67-70.
15. Ge You, Li Chunwen, Sun Zhengshun. Inverse system method in power system integrated control Application in the system [J]. Chinese Journal of Electrical Engineering, 2001, 21 (4): pp. 6-10.
16. Y Wang, D J Hill, R H Middleton.Transient stability enhancement and voltage regulation of power system[J].IEEE Trans on Power System,1993, 8 (2) : pp.620-627.
17. Yin Jianhua, Jiang Daozhao. Effect of TCSC nonlinear control on power system stability[J]. Chinese Journal of Electrotechnical Society, 1999, 14(3): pp. 70-74.
18. Zhou X X, Liang J.Nonlinear adaptive control of TCSC to improve the performance of power systems[J].IEE Proceeding : Generation, Transmission, Distribution,1999, 146 (3) : pp. 310-315.
19. Bergan AR. Power systems analysis. NJ: Prentice-Hall; 1986”.
20. Anderson PM, Fouad AA. Power system control and stability. Iowa: Iowa State University Press; 1977.
21. K H Yasir, DU Dongyun, TANG Yun.Association of SIB points with the non-degenerate equilibria of the extended DAE system[J].Tsinghua Science and Technology,2003, 18 (5) : pp. 568-572.
22. K L Praprost, K A Loparo. A stability theory for constrained dynamic systems with applications to electric power systems [J].IEEE Transactions on Automatic Control.1996,41 ( 11) : pp. 1605-1617.
23. Zhu Chunlei, Zhou Rujing and Wang Youyi.A new decentralized nonlinear voltage controller for mulimachine power systems [J].IEEE Trans : on Power Systems, 1998, 13 (1) : pp.211-216.

24. A M Harb, M A Zohdy. Chaos and bifurcation control using nonlinear recursive controller[J]. Modeling and Control, 2002, 7 (2) : pp.37-43.
25. Cela A , Hamam Y, Nielsen J R , et al. Nonlinear approach to the control of multimachine power systems[J]. Nonlinear Analysis, Theory, Methods & Applications, 1997, 30 (7) : pp. 4301-4308.
26. Liu Wei, Tian Shubao and Yu Yixin, et al. A generator excitation controller based on the hybrid control scheme with feedback linearization and variable structure[J]. Journal of Tian University, 1998, 31 (5) : pp. 611-615.

## References

1. Jiang Qirong, Min Yong, Han Yingduo. Coordinated Control of Excitation Adjustment, Fast Valve Control and Resistance Detent Based on Artificial Neural Network[J]. Journal of Tsinghua University, 1997, 37(7): pp. 67-70.
2. Ge You, Li Chunwen, Sun Zhengshun. Inverse system method in power system integrated control Application in the system [J]. Chinese Journal of Electrical Engineering, 2001, 21 (4): pp. 6-10.
3. Y Wang, D J Hill, R H Middleton. Transient stability enhancement and voltage regulation of power system[J]. IEEE Trans on Power System, 1993, 8 (2), pp. 620-627.
4. Yin Jianhua, Jiang Daozhao. Effect of TCSC nonlinear control on power system stability[J]. Chinese Journal of Electrotechnical Society, 1999, 14(3): pp. 70-74.
5. Zhou X X, Liang J. Nonlinear adaptive control of TCSC to improve the performance of power systems[J]. IEE Proceeding : Generation, Transmission, Distribution, 1999, 146 (3) : pp. 310-315.
6. Bergen AR. Power systems analysis. NJ: Prentice-Hall; 1986.
7. Anderson PM, Fouad AA. Power system control and stability. Iowa: Iowa State University Press; 1977.
8. K H Yasir, DU Dongyun, TANG Yun. Association of SIB points with the non-degenerate equilibria of the extended DAE system[J]. Tsinghua Science and Technology, 2003, 18 (5) : pp. 568-572.
9. K L Praprost, K A Loparo. A stability theory for constrained dynamic systems with applications to electric power systems [J]. IEEE Transactions on Automatic Control. 1996, 41 (11) : pp. 1605-1617.
10. Zhu Chunlei, Zhou Rujing and Wang Youyi. A new decentralized nonlinear voltage controller for mulimachine power systems [J]. IEEE Trans : on Power Systems, 1998, 13 (1) : pp. 211-216.
11. A M Harb, M A Zohdy. Chaos and bifurcation control using nonlinear recursive controller[J]. Modeling and Control, 2002, 7 (2) : pp. 37-43.
12. Cela A , Hamam Y, Nielsen J R , et al. Nonlinear approach to the control of multimachine power systems[J]. Nonlinear Analysis, Theory, Methods & Applications, 1997, 30 (7) : pp. 4301-4308.

13. Liu Wei, Tian Shubao and Yu Yixin, et al. A generator excitation controller based on the hybrid control scheme with feedback linearization and variable structure[J]. Journal of Tian University, 1998, 31 (5) : pp.611-615.
  14. Jiang Qirong, Min Yong, Han Yingduo. Coordinated Control of Excitation Adjustment, Fast Valve Control and Resistance Detent Based on Artificial Neural Network[J]. Journal of Tsinghua University, 1997, 37(7):pp. 67-70.
  15. Ge You, Li Chunwen, Sun Zhengshun. Inverse system method in power system integrated control Application in the system [J]. Chinese Journal of Electrical Engineering, 2001, 21 (4): pp. 6-10.
  16. Y Wang, D J Hill, R H Middleton. Transient stability enhancement and voltage regulation of power system[J]. IEEE Trans on Power System, 1993, 8 (2) : pp.620-627.
  17. Yin Jianhua, Jiang Daozhao. Effect of TCSC nonlinear control on power system stability[J]. Chinese Journal of Electrotechnical Society, 1999, 14(3): pp. 70-74.
  18. Zhou X X, Liang J. Nonlinear adaptive control of TCSC to improve the performance of power systems[J]. IEE Proceeding : Generation, Transmission, Distribution, 1999, 146 (3) : pp. 310-315.
  19. Bergen AR. Power systems analysis. NJ: Prentice-Hall; 1986”.
  20. Anderson PM, Fouad AA. Power system control and stability. Iowa: Iowa State University Press; 1977.
  21. K H Yasir, DU Dongyun, TANG Yun. Association of SIB points with the non-degenerate equilibria of the extended DAE system[J]. Tsinghua Science and Technology, 2003, 18 (5) : pp. 568-572.
  22. K L Praprost, K A Loparo. A stability theory for constrained dynamic systems with applications to electric power systems [J]. IEEE Transactions on Automatic Control. 1996, 41 (11) : pp. 1605-1617.
  23. Zhu Chunlei, Zhou Rujing and Wang Youyi. A new decentralized nonlinear voltage controller for multimachine power systems [J]. IEEE Trans : on Power Systems, 1998, 13 (1) : pp.211-216.
  24. A M Harb, M A Zohdy. Chaos and bifurcation control using nonlinear recursive controller[J]. Modeling and Control, 2002, 7 (2) : pp.37-43.
  25. Cela A, Hamam Y, Nielsen J R, et al. Nonlinear approach to the control of multimachine power systems[J]. Nonlinear Analysis, Theory, Methods & Applications, 1997, 30 (7) : pp. 4301-4308.
  26. Liu Wei, Tian Shubao and Yu Yixin, et al. A generator excitation controller based on the hybrid control scheme with feedback linearization and variable structure[J]. Journal of Tian University, 1998, 31 (5) : pp. 611-615.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 519.767

## ХРАНИЛИЩЕ ОБЪЕКТОВ В ОБЛАКЕ: СРАВНЕНИЕ 4 ПОСТАВЩИКОВ

<sup>1</sup>Глазунова Е.З., <sup>2</sup>Шевырева А.Д., <sup>3</sup>Никулина С.М.

*Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ), Самара, Россия (443090, Самара, Московское шоссе, 77); e-mail: <sup>1</sup> glazunovaelena@ssau.ru, <sup>2</sup> shevyreva02@mail.ru, <sup>3</sup> nikulinasofiaaa@mail.ru*

Работа посвящена тому, что по мере роста вашего бизнеса вам необходимо управлять изолированными, но быстро растущими пулами данных из различных источников, используемых для различных бизнес-процессов и приложений. В настоящее время многие организации имеют фрагментированные портфели хранилищ, что замедляет внедрение инноваций и усложняет программы организации. Хранение объектов поможет вашей организации избавиться от этих изолированных элементов. Он обеспечивает эффективное и крупномасштабное хранилище, в котором можно хранить данные любого типа в исходном формате.

Объектное хранилище очень подходит для облака, поскольку оно гибкое, надежное и может быть легко масштабировано до нескольких петабайт для поддержки неограниченного роста объема данных. Архитектура управляет данными и хранит их в объектной форме, в отличие от блочного хранилища, которое обрабатывает данные как логические тома, блоки и файлы хранилища, где данные хранятся в иерархических файлах.

Ключевые слова: облачные хранилища данных, информационные технологии, IT-технологии, безопасность данных, IT-провайдеры, пользователи облачных хранилищ, облачные вычисления, облачные хранилища, Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud, IBM Cloud.

## OBJECT STORAGE IN THE CLOUD: COMPARISON OF 4 PROVIDERS

<sup>1</sup>Glazunova E.Z., <sup>2</sup>Shevyreva A.D., <sup>3</sup>Nikulina S.M.

*Volga State University of Telecommunications and Informatics (PGUTI), Samara, Russia (443090, Samara, Moskovskoe Shosse, 77); e-mail: <sup>1</sup> glazunovaelena@ssau.ru, <sup>2</sup> shevyreva02@mail.ru, <sup>3</sup> nikulinasofiaaa@mail.ru*

The paper is devoted to the fact that as your business grows, you need to manage isolated but rapidly growing pools of data from various sources used for various business processes and applications. Currently, many organizations have fragmented storage portals, which slows down innovation and complicates the organization's programs. Storing objects will help your organization get rid of these isolated elements. It provides an efficient and large-scale storage in which any type of data can be stored in its original form.

Object storage is very suitable for the cloud because it is flexible, reliable and can be easily scaled to several petabytes to support unlimited data growth. The architecture manages data and stores it in object form, unlike block storage, which processes data as logical volumes, blocks and storage files, where data is stored in hierarchical files.

Keywords: cloud data warehouses, information technologies, IT technologies, data security, IT providers, cloud storage users, cloud computing, cloud storage, Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud, IBM Cloud

Облачное хранилище позволяет сохранять данные и файлы за пределами сайта, к которым вы получаете доступ либо через общедоступный Интернет, либо через выделенное подключение к частной сети. Данные, которые вы передаете на хранение за пределы сайта, становятся ответственностью стороннего облачного провайдера. Поставщик размещает, защищает, управляет и обслуживает серверы и связанную с ними инфраструктуру и гарантирует, что у вас есть доступ к данным, когда вам это нужно.

Облачное хранилище обеспечивает экономичную и масштабируемую альтернативу хранению файлов на локальных жестких дисках или в сетях хранения данных. Жесткие диски компьютеров могут хранить только ограниченный объем данных. Когда у пользователей заканчивается хранилище, им необходимо перенести файлы на внешнее запоминающее устройство. Традиционно организации создавали и обслуживали сети хранения данных (SANS) для архивирования данных и файлов. Однако обслуживание сетей SAN обходится дорого, поскольку по мере роста объема хранимых данных компаниям приходится инвестировать в добавление серверов и инфраструктуры для удовлетворения возросшего спроса.

Облачные сервисы хранения данных обеспечивают эластичность, что означает, что вы можете масштабировать емкость по мере увеличения объемов ваших данных или при необходимости уменьшать ее. Храня данные в облаке, ваша организация экономит, оплачивая технологию хранения данных и емкость как услугу, вместо того, чтобы инвестировать в капитальные затраты на создание и обслуживание собственных сетей хранения данных. Вы платите только за ту мощность, которую используете. Хотя ваши затраты со временем могут возрасти из-за увеличения объемов данных, вам не нужно чрезмерно расширять сети хранения в ожидании увеличения объема данных.

Как и локальные системы хранения, облачное хранилище использует серверы для хранения данных; однако данные отправляются на серверы, расположенные за пределами площадки. Большинство используемых вами серверов - это виртуальные машины, расположенные на физическом сервере. По мере роста потребностей в хранилищах поставщик создает новые виртуальные серверы для удовлетворения спроса.

Обычно вы подключаетесь к облачному хранилищу через Интернет или через специальное личное соединение через веб-портал, веб-сайт или мобильное приложение. Сервер, к которому вы подключаетесь, отправляет ваши данные на группу серверов, расположенных в одном или нескольких центрах обработки данных, в зависимости от объема функциональных возможностей облачного провайдера.

В рамках услуги поставщики часто хранят одни и те же данные на нескольких компьютерах для обеспечения избыточности. Таким образом, если сервер перейдет на техническое обслуживание или произойдет сбой, вы все равно сможете получить доступ к своим данным.

Облачное хранилище доступно в частных, общедоступных и гибридных облаках.

В данной статье рассмотрены программы по хранению объектов от некоторых ведущих мировых облачных провайдеров, а именно такие как: Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud и IBM Cloud.

## **1. Хранилище объектов AWS.**

AWS Storage предоставляет вам услуги, необходимые для создания решения для хранения данных, подходящего для вашего бизнеса. В этой статье предоставлена информация о сервисах хранения AWS, которые предоставляют клиентам хранилище в разных местах во время их облачных путешествий, от миграции до гибридного и встроенного в облако. В статье изложена информация об услугах, которые предоставляют сопутствующие функции, такие как передача данных и защита данных.

### **Основные сервисы хранения данных AWS**

- Локальное хранилище по сравнению с облачным хранилищем AWS,
- Знакомство с портфолио хранилищ AWS,
- Определение правильного решения для хранения данных в облаке,
- Блочное хранилище: Amazon EBS,
- Обзор Хранилища файлов,
- Хранилище файлов: Amazon EFS,
- Хранилище файлов: Файловый сервер Amazon FSx для Windows,
- Хранилище файлов: Amazon FSx для Lustre,
- Хранилище объектов: Amazon S3.

### **Пограничные и гибридные решения для хранения данных**

- Обзор пограничных и гибридных облачных решений,
- Решения для хранения данных Edge: семейство AWS Snow,
- Гибридные решения для хранения данных: аванпосты AWS,
- Гибридные решения для хранения данных: AWS Storage Gateway

### **Перенос ваших данных в облако AWS**

- Внедрение служб передачи данных и миграции,
- Семейство AWS Transfer,
- AWS Синхронизация данных,
- Семейство AWS Snow,
- Служба миграции приложений AWS (CloudEndure Migration).

### **Защита ваших данных в облаке AWS**

- Защита данных в облаке Введение,
- Резервное копирование AWS,
- Моментальные снимки собственной службы,
- Аварийное восстановление в облаке

### **Объединение всех сервисов хранения данных AWS воедино**

- Краткое описание портфолио хранилищ AWS
- Принятие решения о хранении в AWS

AWS предоставляет широкий спектр уровней хранения для различных вариантов использования. Amazon S3 является основной платформой для размещения объектов AWS: S3 Standard предлагает холодное хранилище, а Glacier - холодное хранилище:

Стандарт Amazon S3 является общепринятым хранилищем информации и идеально подходит для многих случаев использования, включая динамические веб-сайты, облачные приложения, доставку контента, анализ данных и игры. Он обеспечивает высокую производительность, а также низкую задержку.

Стандарт Amazon S3 -ограниченный доступ (Amazon S3 Standard is) - это альтернатива более ограниченному хранилищу данных для доступа, такого как аварийное восстановление и долгосрочное резервное копирование.

Amazon Glacier: эта высоконадежная система хранения, оптимизированная для часто недоступных или "холодных" данных, таких как данные с истекшим сроком службы, хранящиеся для обеспечения совместимости и резервного копирования. Данные хранятся для долгосрочного хранения в нетронутом виде и зашифрованы. [2]

## 2. Хранилище объектов Azure

Microsoft предлагает большие двоичные файлы хранилища Azure для хранения объектов в облаке. Хранилище больших двоичных объектов подходит для хранения неструктурированных данных любого формата, таких как двоичные файлы или текст. Сюда входят видео, изображения, документы, аудио и т. Д. Хранилище Azure обеспечивает высокую степень целостности, гибкости и изменчивости данных.

Большое двоичное хранилище используется для отправки документов или изображений непосредственно в браузер, хранения файлов для распределенного доступа, потоковой передачи аудио и видео, хранения файлов, восстановления после сбоя, хранения данных для восстановления и резервного копирования, а также архивирования, чтобы их можно было анализировать с помощью локальной службы или службы, размещенной в Azure.

Azure имеет несколько уровней хранения, в том числе:

- Уровень *горячего доступа*— для информации, которая активно используется или предполагается к активному использованию и подготовлена для обработки и последующего переноса на уровень холодного хранения.
- Уровень *прохладного доступа*— для данных, которые должны оставаться на уровне прохладного доступа более 30 дней. Сюда входят наборы данных для аварийного восстановления и кратковременного резервного копирования, устаревший мультимедийный контент, который должен быть немедленно доступен при использовании, и большие наборы данных.
- Уровень доступа к архиву— для данных, которые будут храниться на уровне архива более 180 дней и могут выдерживать многочасовые задержки при извлечении.

Хранилище больших двоичных объектов поддерживает Azure Data Lake Storage Gen2, корпоративное решение Microsoft для анализа больших данных в облаке. Azure Data Lake Storage Gen2 предлагает иерархическую файловую систему, а также преимущества хранилища больших двоичных объектов, в том числе:

- Недорогое многоуровневое хранилище
- Высокая доступность
- Сильная консистенция
- Возможности аварийного восстановления

Хранилище больших двоичных объектов предлагает три типа ресурсов:

- Учетная запись хранилища
- Контейнер в учетной записи хранения
- Капля в контейнере
- На следующей диаграмме показана взаимосвязь между этими ресурсами.

Диаграмма (Рисунок 1), показывающая взаимосвязь между учетной записью хранилища, контейнерами и большими двоичными объектами.

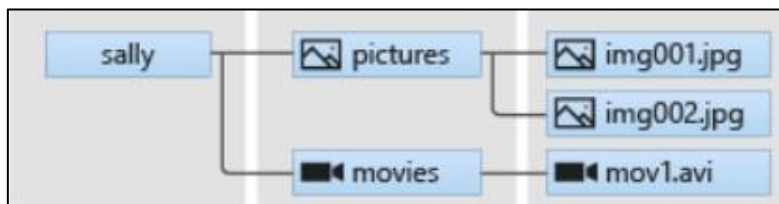


Рисунок 1 – Взаимосвязь между объектами данных

Учетная запись хранения предоставляет уникальное пространство имен в Azure для ваших данных. Каждый объект, который вы храните в хранилище Azure, имеет адрес, который включает в себя ваше уникальное имя учетной записи. Комбинация имени учетной записи и конечной точки хранилища больших двоичных объектов формирует базовый адрес для объектов в вашей учетной записи хранения.

*Примечание:* уровень архивированного хранилища недоступен на уровне учетной записи хранилища, а только на уровне больших двоичных файлов. Azure также предлагает матрас премиум-класса, предназначенный для работы, требующей быстрого и последовательного реагирования. [1]

### 3. Облачное хранилище Google

Вы можете использовать облачное хранилище Google для хранения данных в облаке Google. Облачное хранилище обычно используется для хранения неструктурированных данных. Вы можете добавлять объекты любого вида и размера, объемом до 5 ТБ.

Google (GCS). В нем есть четыре категории для резервного копирования и архивирования, а также для хранения высококачественных элементов. Все пять классов обеспечивают высокую выносимость и низкую задержку:

- *Горячее (высокопроизводительное) хранилище*— GCS обеспечивает региональное и межрегиональное хранилище для информации с высокочастотным доступом.
- *Мультирегиональное хранилище*- позволяет хранить информацию, к которой часто обращаются по всему миру, включая потоковое видео, контент веб-сайта или мобильные и игровые приложения.
- *Региональное хранилище*— обеспечивает частый доступ к информации в соответствующем регионе экземпляра Google Compute Engine или Google Cloud DataProc, например data analytics.
- *Хранилище Nearline (cool)*— для данных, доступ к которым требуется не реже одного раза в месяц, а несколько раз в год. Подходит для резервного копирования и длинного мультимедийного контента.
- *Холодное хранилище (cool)*— для данных, доступ к которым требуется реже одного раза в год. Подходит для архивирования данных и аварийного восстановления.

### 4. Облачное хранилище объектов IBM Cloud



Облачная система хранения объектов развернута в нескольких конфигурациях. Каждый узел состоит из облачных серверов.

Программное обеспечение для хранения объектов, работающее на сервере промышленного стандарта.

Программное обеспечение для хранения облачных объектов совместимо с широким спектром серверов из многих источников, включая физическое или виртуальное устройство. Кроме того, IBM проводит сертификацию конкретных серверов, которые клиенты хотят использовать в своей среде, чтобы обеспечить быструю первоначальную установку, долгосрочную надежность и предсказуемую производительность.

IBM Cloud предоставляет масштабируемое и гибкое облачное хранилище с возможностью архивирования неструктурированных данных на основе политик. Эта служба облачного хранилища предназначена для архивирования данных, например, для долгосрочного хранения данных, которое редко доступно, включая мобильные и веб-приложения, а также для резервного копирования и аналитики.

IBM имеет четыре уровня хранилища данных, встроенных в возможности высокоскоростной передачи данных Aspera. Это упрощает передачу данных и хранилища в облако, а также выполнение запросов на месте.

Уровни классов хранения объектов IBM Cloud Object Storage:

- *Стандартное хранилище*— для активных рабочих нагрузок, требующих высокой производительности и низкой задержки, а также для данных, требующих частого и многократного доступа в течение месяца. Сценарии использования - это, например, активные хранилища контента, аналитика, потоковая передача мобильного и веб-контента, совместная работа и DevOps.
- *Хранилище Vault* — для менее активных рабочих нагрузок, которым требуется доступ в режиме реального времени по требованию, но нечасто, не чаще одного раза в месяц. Варианты использования включают хранение цифровых активов и резервное копирование.
- *Холодное хранилище*— для холодных рабочих нагрузок, где данные нуждаются в доступе по требованию в режиме реального времени, когда это необходимо, но в основном архивируются. Например, данные, к которым обращаются несколько раз в год. Общие варианты использования включают долгосрочное резервное копирование, сохранение больших наборов данных, таких как устаревший медиаконтент и научные данные.
- *Гибкое хранилище*— этот уровень класса используется для динамических рабочих нагрузок (комбинируя холодные и горячие рабочие нагрузки) и данных на основе шаблонов доступа. Типичные варианты использования включают когнитивные рабочие нагрузки, облачную аналитику и пользовательские приложения. [3]

#### **Плюсы и минусы облачного хранилища объектов**

Ниже приведены некоторые из ключевых преимуществ и недостатков хранения объектов в облаке.

К ключевым преимуществам объектного хранилища относятся:

- Данные хорошо распределены, что обеспечивает их более высокую устойчивость к аппаратным сбоям или катастрофам. Таким образом, он доступен, даже если различные узлы выходят из строя.
- Объекты хранятся в едином адресном пространстве, что сводит к минимуму проблемы сложности и масштабируемости.
- Защита данных встроена в эту архитектуру в виде технологии кодирования стирания или репликации.
- Объектное хранилище наиболее подходит для облачного хранения и статических данных. Распространенные варианты использования объектного хранилища включают архивирование и резервное копирование в облаке — эта технология лучше всего работает с данными, которые чаще считываются, чем записываются.
- Хранилище объектов развилось до такой степени, что оно масштабируется на уровне эксабайт и представляет триллионы объектов. Использование виртуальных машин или стандартного оборудования позволяет легко добавлять узлы, а дисковое пространство используется более эффективно.
- Системы хранения объектов с помощью идентификаторов объектов (OID) или идентификаторов могут получить доступ к любой части данных, не зная, на каком физическом устройстве хранения, каталоге или файловой системе они находятся. Абстракция позволяет устройствам хранения объектов работать с аппаратными средствами хранения, сконфигурированными в архитектуре распределенных узлов. [4]

К основным недостаткам объектного хранилища относятся:

- Системы хранения объектов недостаточно устойчивы для систем реального времени, включая транзакционные базы данных. Нежелательным вариантом использования для хранения объектов является среда или приложение с высокой скоростью транзакций.
- Хранение объектов не гарантирует, что запросы на чтение будут выдавать самую последнюю версию данных.
- Эта технология не всегда подходит для приложений с высокими требованиями к производительности.
- Облачное хранилище часто оказывается более дорогим, потому что вам нужно платить за хранилище на постоянной основе. При использовании оборудования на месте вы платите один раз, и хранилище принадлежит вам. [5]

Перенос хранилища объектов в локальное хранилище с помощью Cloudian.

Cloudian HyperStore - это устройство хранения объектов большой емкости, полностью совместимое с Amazon S3. Это позволяет легко настроить решение для хранения объектов в локальном центре обработки данных, используя преимущества облачного хранилища объектов при гораздо меньших затратах.

Hyperstone может хранить до 1,5 петабайт на устройстве 4U, что позволяет хранить до 18 петабайт на одной полке центра обработки данных. Hyperstore поставляется с полностью резервируемым источником питания и охлаждением, а также функциями повышения производительности, такими как твердотельный накопитель емкостью 1,92 ТБ для метаданных и порты Ethernet емкостью 10 Гб для быстрой передачи данных.

Вывод: в заключении можно сказать, что вычислительная мощность может увеличить емкость хранилища данных.

Требования ввода-вывода не должны проходить через центральный контроллер, что позволяет действительно глобальной системе хранить большое количество объектных данных, физически хранящихся повсюду и принимаемых через Интернет или огромную сеть. [6]

### Список литературы

1. Облачное хранилище данных. URL: <http://b23.ru/y2o3> (дата обращения: 05.02.2023).
2. Облачные вычисления. URL: <http://b23.ru/y2ok> (дата обращения: 09.02.2023).
3. SkyDrive. URL: <http://b23.ru/y2op> (дата обращения: 09.02.2023).
4. Гордеев И. Обзор бесплатных облачных хранилищ данных. URL: <http://b23.ru/y2oy> (дата обращения: 08.02.2023).
5. Солодовникова А. «Облачный бум», или какое облачное хранилище выбрать. URL: <http://b23.ru/y2oh> (дата обращения: 09.02.2023)
6. Грищачук С. Облачные хранилища данных. URL: <http://b23.ru/y2oa> (дата обращения: 07.02.2023)

### References

1. Cloud data storage. URL: <http://b23.ru/y2o3> (date of access: 05.02.2023).
  2. Cloud computing. URL: <http://b23.ru/y2ok> (date of access: 09.02.2023).
  3. SkyDrive. URL: <http://b23.ru/y2op> (date of access: 09.02.2023).
  4. Gordeev I. Review of free cloud data storage. URL: <http://b23.ru/y2oy> (date of access: 08.02.2023).
  5. Solodovnikova A. «Cloud boom», or which cloud storage to choose. URL: <http://b23.ru/y2oh> (date of access: 09.02.2023)
  6. Gritsachuk S. Cloud data warehouses. URL: <http://b23.ru/y2oa> (date of access: 07.02.2023)
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 621.181.123

## ОБЗОР РАБОТЫ ЖАРОТРУБНОГО КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА И ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ

Мадаева А.Д., Джамалуева А.А., Астамиров А.В.

*Грозненский государственный нефтяной технический университет им. академика Д.М.Миллионщикова, Грозный, Россия (364051, Чеченская Республика, г.Грозный, пр. Исаева, 100), email: anita9770@mail.ru*

В статье представлен обзор газовых грелочных устройств для жаротрубных котлов. Рассмотрен принцип работы жаротрубного котельного агрегата. Рассмотрены преимущества горелок, устанавливаемых на данного типа котлах. Отмечено, что главной конструкторской особенностью данного типа горелок- это смеситель, который имеет многоструйный газовый характер, в работе обеспечивает равное распределение смеси топлива, а так же его выгорание в факеле. Представлены самые популярные марки грелочных устройств европейских производителей. Описаны преимущества современных конструкций горелок с встроенной автоматикой.

Ключевые слова: жаровая труба, горелка, вентиляция, пуск, воздух, смесь, газоход, теплоноситель, мощность, форсунки, сжигание, теплоснабжение.

## OVERVIEW OF THE OPERATION OF A FIRE-TUBE BOILER UNIT AND ITS ELEMENTS

Madaeva A.D., Dzhamalueva A.A., Astamirov A.V.

*Grozny State Petroleum Technical University named after Academician D.M.Millionshchikov, Grozny, Russia (364051, Chechen Republic, Grozny, Isaeva Ave., 100), email: anita9770@mail.ru*

The article presents an overview of gas heating devices for fire-tube boilers. The principle of operation of a fire-tube boiler unit is considered. The advantages of burners installed on this type of boilers are considered. It is noted that the main design feature of this type of burners is the mixer, which has a multi-jet gas character, ensures an equal distribution of the fuel mixture in operation, as well as its burnout in the torch. The most popular brands of burners from European manufacturers are presented. The advantages of modern design burners with built-in automation are described.

Keywords: heat pipe, burner, ventilation, start-up, air, mixture, flue, coolant, power, nozzles, combustion, heat supply.

Как ранее отмечалось в предыдущей статье, жаротрубные котельные агрегаты применяют в котельных, так называемого блочно-модульного типа, котельных, которые именуют транспортабельными, а так же стационарных отопительных котельных, которые используются в системах теплоснабжения закрытого и открытого типа.

Котельные, задействованные в системе централизованного отопления, традиционно характеризуются более высокой общей (сезонной) эффективностью, по сравнению с мелкими котельными, которые работают в пределах одного здания или квартиры. Это достигается

благодаря использованию более прогрессивных технологий, проведению непрерывного мониторинга и регулярному обслуживанию [4]. Несомненно, небольшие сети отопления могут демонстрировать высокую эффективность при определённых условиях, но они работают периодически, поэтому расходы в процессе пускового прогревания находятся на высоком уровне.

Рассмотрим наглядно конструкцию жаротрубного котла и его основных элементов.

Котел является газотрубным трехходовым агрегатом, его принципиальная схема представлена на Рисунке 1

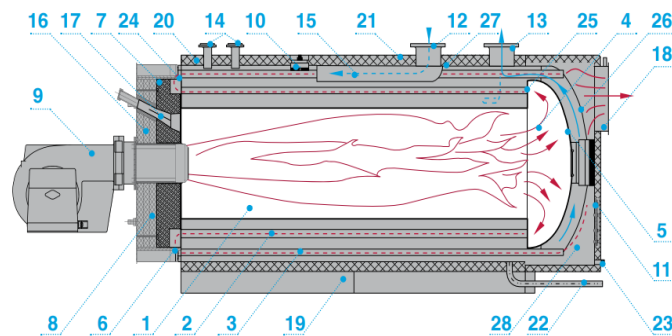


Рисунок 1 – Схематическое изображение работы котла жаротрубного типа

Рассмотрим основные элементы, которые представлены на рисунке:

- 1-жаровая труба; 2-второй ход и расположенные дымогарные трубы;
- 3-третий хода и расположенные трубы дымогарные;
- 4-поворотная камера первого порядка;
- 5-поворотная камера с изображением таросферического днища;
- 6-поворотная камера второго порядка; 7- футеровка дверцы;
- 8-фронтальная дверца котельного агрегата; 9-горелка;
- 10-смотровой люк, расположенный в полости котла; 11- смотровой люк;
- 12-коллектор входа теплоносителя; 13- коллектор выхода теплоносителя;
- 14-коллекторы линии аварийной; 15- элемент водонаправляющий;
- 16-плита горелочного устройства; 17-смотровой глаз; 18-коллектор отвода газов;
- 19-несущие опоры выполненный из стали; 20-котельная теплоизоляция;
- 21-алюминиевое покрытие, тесненное; 22- дренажный штуцер котла;
- 23-дренажный штуцер коробки дымовой; 24- трубная доска;
- 25- трубная доска от заднего фронта; 26- котельное таросферическое днище;
- 27- стенка наружной обшивки котла; 28- цилиндрическая часть котла.

На газовых жаротрубных котлах, как правило устанавливают газовые модулируемые горелки. Такая горелка представляет собой газовую горелку с модулируемым или плавно-двухступенчатым регулированием тепловой мощности. Для работы данного агрегата может использоваться как сжиженный газ, так и природный. Конструкция данной горелки позволяет быстро и легко проводить любые сервисные работы, поскольку самые важные ее части – такие как смесительное устройство, воздушные заслонки – расположены в

легкодоступных местах. К тому же, поворотный фланец обеспечивает открытие горелки в положении, наиболее подходящем для проведения ремонтных или профилактических работ [1].

Самыми популярными газовыми горелками для жаротрубных котлов являются следующие марки:

1. Немецкая фирма Weishaupt
2. Giersch, - страна производитель Германия
2. Французская фирма- Cuenod, - серии С и NC
4. Немецкий бренд- Buderus,
5. Riello- крупнейший производитель ИБП в Европе, Италия
6. Dreizler- Основное производство компании Dreizler размещено в юго-западной Германии
7. De Dietrich- французская группа компаний,
8. Elco Klockner- Швейцарская фирма



Рисунок 2 – Внешний вид горелки фирмы "Weishaupt"

Каждая современная горелка оснащена автономной работой на всех стадиях режима работы котла. Может поддерживать давление газа т минимального до среднего., так же обладает свойством блокировки пуска и аварийного отключения. Конечно же высокий КПД- это значительное преимущество современной конструкции, а так же удобство монтажа, её настройки и технического обслуживания в процессе работы.

Рассмотрим технологию подачи топлива и сжигания в горелочном устройстве.

Топливо, которое распыляется через форсунки второго типа, имеет возможность смешиваться с воздухом, что приводит к процессу сжигания с дымовыми газами, которые поступают из устройства для сжигания органического топлива, иными словами-камеры сгорания. Во время такого процесса происходит испарения капель и сгорание топлива, образуются вихри пламени, которые возможны в горелках небольшой мощности. Затем в процессе формируется факел, при котором происходит полное горение топлива и его сжигание.

Такие горелки оборудованы вентилятором с хорошим по мощности регулятором частоты.

Как правило, система сжигания дизельного топлива предназначена только для аварийных ситуаций. Максимальная мощность при сжигании топлива составляет примерно 80% мощности при сжигании газа.

Каждая горелка укомплектована контрольной панелью и следующим оборудованием:

- Установка подачи газа;
- Топливная насосная установка;
- Термостаты;
- Компьютерный интерфейс 'fidu-face'.

Как уже упоминалось выше, горелочные устройства, оснащенные автоматическим регулированием, зарекомендовали себя очень надежными элементами, что касается автоматики, расположенной на котлах ГЖ, то такая система готова выполнять описанные следующие функции:

- автоматическое регулирование температуры теплоносителя на выходе из котельной в зависимости от температуры наружного воздуха,
- управление котлом, а так же вспомогательным оборудованием, например насосы,
- вывод всех измеряемых параметров работы оборудования на так называемую панель для работы оператора, которая находится в котельной либо в диспетчерском пункте,
- управление, которое возможно вести удаленно, а так же возможность контролирования за всем процессом и ходом работы оборудования,
- возможность приема, фиксации и передачи сигналов по средствам в любой необходимый диспетчерский пункт,
- регистрация и учет всех рабочих параметров работы котельного оборудования, а так же аварийных происшествий, отключений, которые происходили в соответствии с расписанием и форс-мажорно [2,3].

Подводя итоги, отметим, что для повышения экономической эффективности схемы работы котельного оборудования необходимо использование качественных конструкций и элементов котельных агрегатов.

### Список литературы

1. Умарова, М.Х. Основные направления совершенствования теплоснабжения / Мадаева, А.Д., Джамалуева, А.А. — М.: Заметки ученого. 2020. № 4. С. 35-38.
2. Умарова, М.Х. Актуальные проблемы теплоснабжения / Мадаева, А.Д., Джамалуева, А.А. — М.: Заметки ученого. 2020. № 4. С. 39-43.
3. Мадаева, А.Д. Анализ автоматического регулирования и контрольно-измерительных приборов на примере котлоагрегата / Джамалуева А.А. — М.: Заметки ученого. 2019. № 8 (42). С. 19-23.
4. Синцова Е.А. Проблемы и пути повышения эффективности деятельности энергетического предприятия / Воскресенская, О.В. — М.: Проблемы современной экономики. 2020. № 4 (76). С. 84-89.
5. Левшаков, С.В. Повышение эффективности работы систем теплоснабжения на объектах ПАО "Газпром" / Семенов, С.Н. — М.: Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2019. № 2 (110). С. 65-68.

## References

1. Umarova, M.Kh. The main directions of improvement of heat supply / Madaeva, A.D., Jamalueva, A.A. — M.: Notes of a scientist. 2020. № 4. pp. 35-38.
  2. Umarova, M.Kh. Actual problems of heat supply / Madaeva, A.D., Jamalueva, A.A. — M.: Notes of a scientist. 2020. № 4. pp. 39-43.
  3. Madaeva, A.D. Analysis of automatic regulation and control and measuring devices on the example of a boiler unit / Jamalueva A.A. — M.: Notes of a scientist. 2019. № 8 (42). pp. 19-23.
  4. Sintsova E.A. Problems and ways to improve the efficiency of the energy enterprise / Voskresenskaya, O.V. — M.: Problems of modern economics. 2020. № 4 (76). pp. 84-89.
  5. Levshakov, S.V. Improving the efficiency of heat supply systems at the facilities of PJSC "Gazprom" / Semenov, S.N. — M.: Equipment and technologies for the oil and gas complex. 2019. № 2 (110). pp. 65-68.
-





Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 621.316.925

## НАПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ПО БАЗЕ ДАННЫХ ПАТЕНТОВ

**Антошкин К.В., Беньяш Ю.Л.**

*Российский Университет Транспорта, Москва, Россия (127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9), email: Antoskin12568@mail.ru*

---

**Рассмотрена статистика распределения числа патентов на изобретения РФ внутри подклассу H02H 3/08, в зависимости от вида устройств защиты по защищаемому параметру и по элементной базе.**

---

Ключевые слова: реле, защита, патент на изобретение, статистика.

## THE DIRECTION OF DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF RELAY PROTECTION BASED ON THE PATENT DATABASE

**Antoshkin K.V., Benyash Yu.L.**

*Russian University of Transport, Moscow, Russia (127994, Moscow, Obratsova str., 9, bld. 9) e-mail: Antoskin12568@mail.ru*

---

**The statistics of the distribution of the number of patents for inventions of the Russian Federation within the subclass H02H 3/08, depending on the type of devices protected by the protected parameter and by the element base, are considered**

---

Keywords: relay, protection, patent for invention, statistics.

Для сведения к минимуму количества отказов, распределительные устройства и оборудование снабжают различными защитами, которые служат для обнаружения и изоляции неисправных частей установки. Основными требованиями к защитами которых являются, раннее выявление, а также своевременная локализация неисправностей.

Сочетанием токовой отсечки (ТО) и максимальной токовой защиты (МТЗ) можно обеспечить надёжную защиту линии на всём её протяжении. Такая защита называется токовой защитой со ступенчатой характеристикой выдержки времени [1-3].

Токовая защита со ступенчатой выдержкой времени срабатывания может выполняться 2-х или 3-х ступенчатой. В 2-х ступенчатой защите в качестве первой ступени используется ТО, а в качестве второй – МТЗ. В 3-х ступенчатой защите первая ступень представляет собой мгновенную ТО, вторая ступень – ТО с выдержкой времени, а третья – МТЗ. Первая ступень защиты обеспечивает отключение к.з. сопровождающихся большими токами к.з. в начале линии. Вторая ступень предназначена для отключения поврежденной линии при

возникновении к.з. вне зоны первой ступени, а третья ступень выполняет функции дальнего резервирования. [4]

Рассмотрена статистика распределения числа патентов РФ внутри подкласса H02H 3/08, [содержащий схемы защиты, осуществляющие автоматическое отключение и непосредственно реагирующие на недопустимое отклонение от нормальных электрических рабочих параметров с последующим восстановлением соединения или без такового, реагирующие на токовые перегрузки по видам защит и по видам элементной базы устройств защиты], в соответствии с МПК 2022.

Было проанализировано 188 патентов, из которых защиты судов и судового оборудования составили 21 патент.

Ниже представлены диаграммы распределения количества патентов, классифицированных по элементной базе, а также защищаемым параметрам, за два временных промежутка с 2010 по 2012, а также 2020-2022 года. В представленных промежутках времени было взято 75 и 92 патента соответственно. Патенты, касающиеся защиты судового электрооборудования, не были включены в рассмотрение.

Стоит начать рассмотрение статистики с элементной базы защит, которые в указанном промежутке времени описываются в патентах (Рисунок 1, 2).

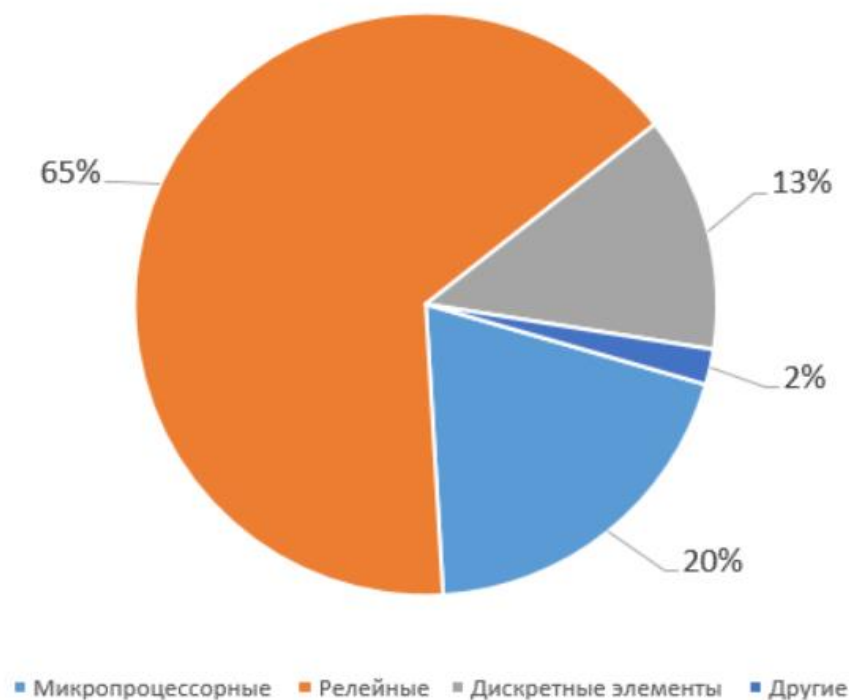


Рисунок 1 – Диаграмма распределения числа патентов по видам элементной базе за 2010-2012 гг.

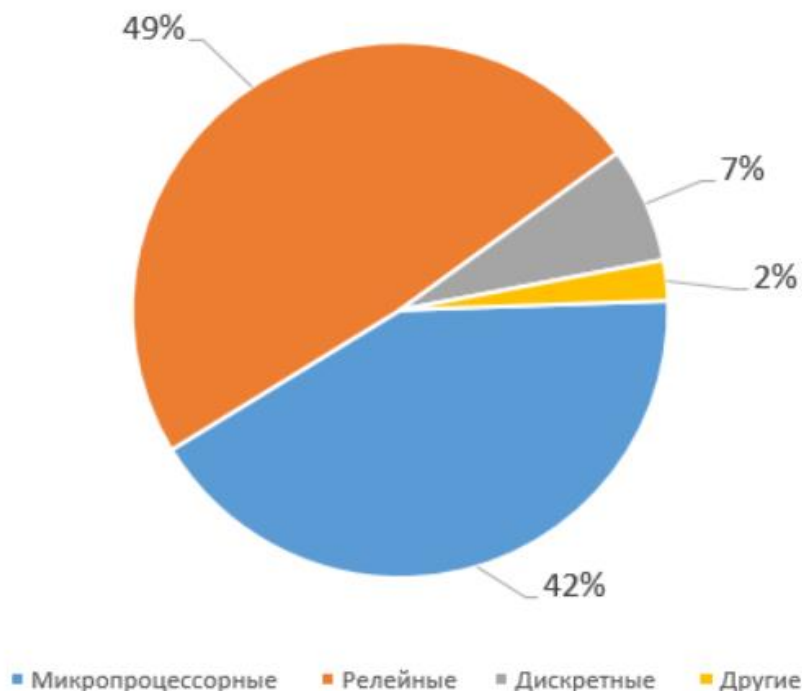


Рисунок 2 – Диаграмма распределения числа патентов по видам элементной базы за 2020-2022гг

На основании представленных диаграмм, можно утверждать, что в период с 2010-2012гг., преобладали патенты построенные на базе реле. В свою очередь, микропроцессорные защиты занимают всего 20% от общего числа.

В период с 2020-2022гг. Патенты с использованием микропроцессоров начали активно увеличиваться в количестве, уменьшая тем самым процентное соотношение релейных защит.

Перейдем к рассмотрению видов защитных параметров, одной из основных характеристик защитных устройств. Для анализа были использовать следующие виды защит, взятые из [4, 5] (Рисунок 3,4).

«От перегрузки» - защиты, отключающие или сигнализирующие при возникновении в электрической цепи перегрузки.

«По максимальному току» - вид защит, действие которых связано с увеличением силы тока в защищаемой цепи.

«От КЗ» - защиты, направленные на определение и предотвращение короткого замыкания.

«От замыкания на землю» - вид защит, предусматривающий подачу предупредительного сигнала или отключение участка сети при повреждении, приводящем к образованию непосредственной электрической связи между одной фазой установки и землей.

«От обрыва фаз» - вид защит, предусматривающий подачу предупредительного сигнала или отключение участка сети при обрыве фаз.

«От токов утечки» - защиты, предотвращающие протекание тока утечки по не предназначенному пути.

«От перенапряжения» - защиты предотвращающие или сигнализирующие о повышении напряжения электрического тока, представляющего опасность для электрической цепи.

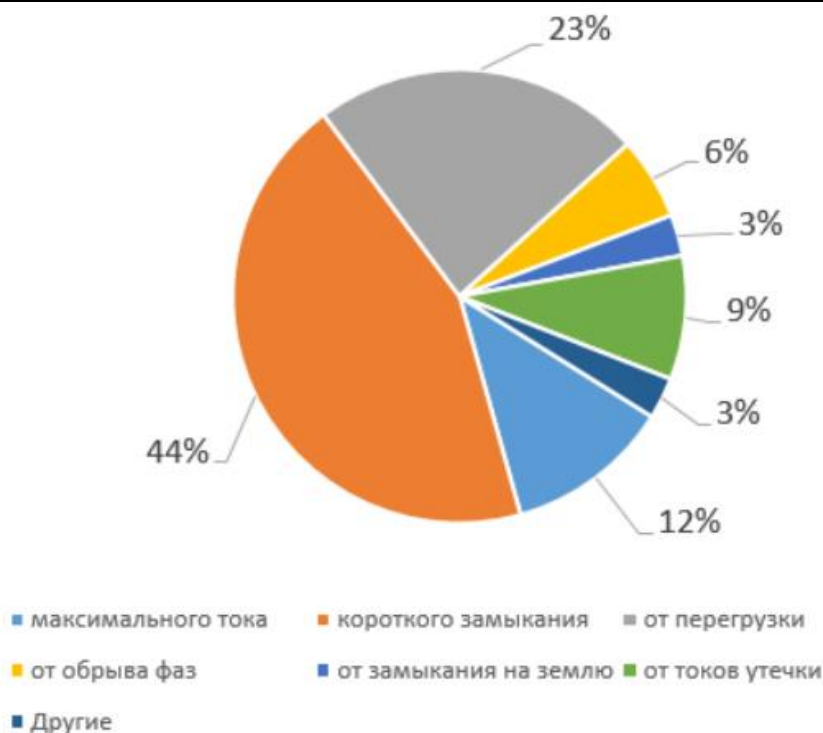


Рисунок 3 – Диаграмма распределения числа патентов по видам защит за 2010-2012гг.

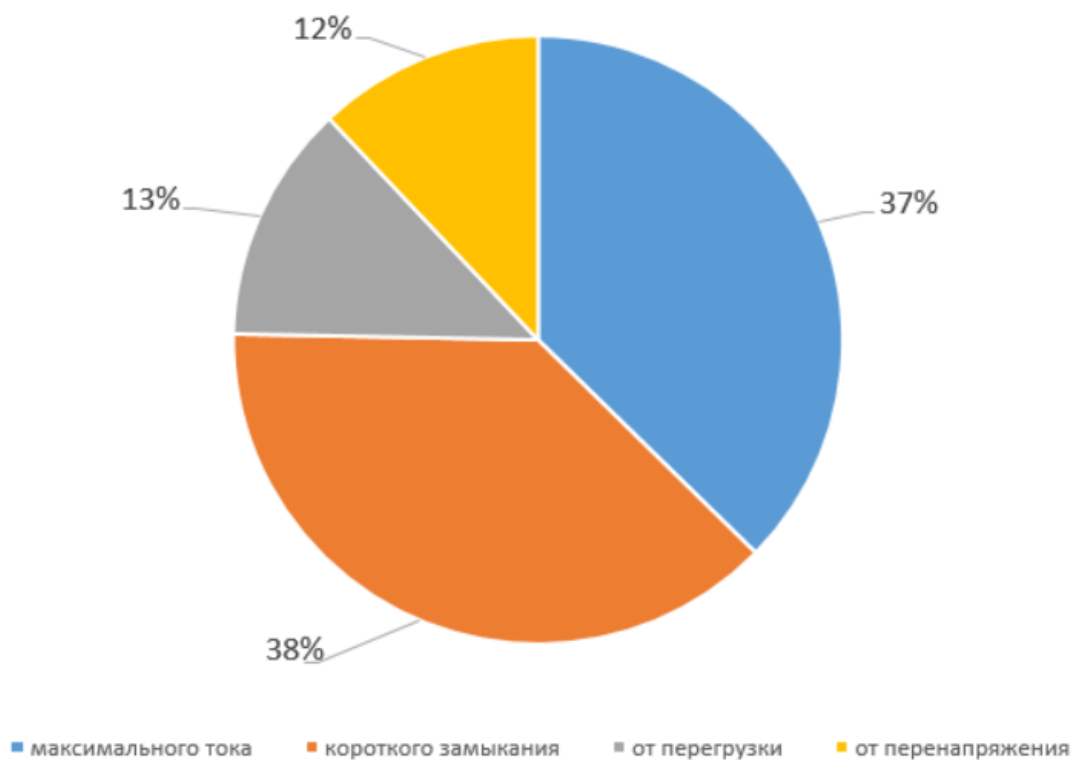


Рисунок 4 – Диаграмма распределения числа патентов по видам защит за 2020-2022гг.

По полученным диаграммам мы можем утверждать, что в период с 2010-2012 г. наибольшее процентное отношение получили защиты от короткого замыкания. В свою

очередь наименьшее количество патентов были с защитами от замыкания на землю, а также другие не вошедшие в классификацию.

С 2020-2022 число патентов с защитами максимального тока и короткого замыкания становятся приблизительно равными по количеству патентов, с защитами от перегрузки, защиты от перенапряжения не пользуются такой популярностью.

С точки зрения элементной базы распространенными защитами являются, защиты построенные на базе реле. Необходимо отметить, что защиты, построенные на этой базе – одни из наиболее популярных ввиду их давних разработок и начала применения. В свою очередь не так давно, начали набирать популярность защиты, построенные на базе микропроцессоров. Это можно объяснить их многофункциональностью.

Что касается реализуемых параметров защиты, на текущий момент наиболее популярными являются защиты по максимальному току, а также по току короткого замыкания. Так же не менее популярной является защиты от перегрузки.

Увеличение числа микропроцессорных защит способствует значительному усложнению алгоритма защит.

### Список литературы

1. Официальные публикации // Федеральный институт промышленной собственности. 2023. URL: [https://www.fips.ru/publication-web/publications/IZPM?tab=IZPM&inputSelectOIS=Invention,UtilityModel&selectOISDocType=All&extendedFilter=true&searchSortSelect=dtPublish&searchSortDirection=true&searchTextBox\\_classifierMpk=H02H 3/08](https://www.fips.ru/publication-web/publications/IZPM?tab=IZPM&inputSelectOIS=Invention,UtilityModel&selectOISDocType=All&extendedFilter=true&searchSortSelect=dtPublish&searchSortDirection=true&searchTextBox_classifierMpk=H02H 3/08) (дата обращения 21.01.2023)
2. Гуревич В.И. Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы 2011
3. Чернобровов Н.В. Релейная защита. 1974
4. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения 2020
5. Валиуллин К.Р. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем 2019

### References

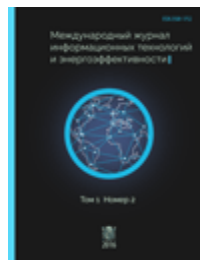
1. Official publications // Federal Institute of Industrial Property. 2023. URL: [https://www.fips.ru/publication-web/publications/IZPM?tab=IZPM&inputSelectOIS=Invention,UtilityModel&selectOISDocType=All&extendedFilter=true&searchSortSelect=dtPublish&searchSortDirection=true&searchTextBox\\_classifierMpk=H02H 3/08](https://www.fips.ru/publication-web/publications/IZPM?tab=IZPM&inputSelectOIS=Invention,UtilityModel&selectOISDocType=All&extendedFilter=true&searchSortSelect=dtPublish&searchSortDirection=true&searchTextBox_classifierMpk=H02H 3/08) (date of access 21.01.2023)
  2. Gurevich V.I. Microprocessor protection relays. Device, problems, prospects 2011
  3. Chernobrov N.V. Relay protection. 1974
  4. Andreev V. A. Relay protection and automation of power supply systems 2020
  5. Valiullin K. R. relay protection and automation of electric power SYSTEMS 2019
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 621.181.123

## ОБЗОР ПРОИЗВОДСТВА СОВРЕМЕННЫХ ЖАРОТРУБНЫХ ГАЗОВЫХ КОТЛОВ

**Мадаева А.Д., Джамалуева А.А., Астамиров А.В.**

*Грозненский государственный нефтяной технический университет им. академика Д.М.Миллионщикова, Грозный, Россия (364051, Чеченская Республика, г.Грозный, пр. Исаева, 100), email: anita9770@mail.ru*

**В статье представлен обзор газовых жаротрубных котлов. Замена ими старых морально и физически устаревших котлов в максимально короткий срок – правильный выбор, во всяком случае, на данном этапе коммерческих предложений и вообще тенденций развития котельного оборудования. Более того, для быстрого монтажа, ввода в эксплуатацию и быстрого возврата вложенных денег установка ГЖК – единственно правильное решение.**

**Ключевые слова:** жаровая труба, дымовые газы, газоход, теплоноситель, паропроизводительность, теплообменник, мощность, тепловой поток, , теплоснабжение.

## OVERVIEW OF THE PRODUCTION OF MODERN FIRE-TUBE GAS BOILERS.

**Madaeva A.D., Dzhamalueva A.A., Astamirov A.V.**

*Grozny State Petroleum Technical University named after Academician D.M.Millionshchikov, Grozny, Russia (364051, Chechen Republic, Grozny, Isaeva Ave., 100), email: anita9770@mail.ru*

**The article presents an overview of gas fire-tube boilers. Replacing old morally and physically obsolete boilers with them in the shortest possible time is the right choice, at least at this stage of commercial proposals and generally trends in the development of boiler equipment. Moreover, for quick installation, commissioning and quick return of the invested money, the installation of a GRC is the only correct solution.**

**Keywords:** heat pipe, smoky gases, flue, heat carrier, steam supply, heat exchanger, power, heat flow, , heat supply.

На современном этапе развития общества, в контексте развития промышленной революции, расширения использования альтернативных, экологически чистых источников энергии особое значение приобретает задача уменьшения энергозатратности экономической системы в целом, и жилищно-коммунального хозяйства в частности [1]. Эта проблема особенно обострилась в последнее время в связи с ростом цен на энергоносители.

Как известно, одним из эффективных и перспективных способов обеспечения тепловой энергией населения является централизованное теплоснабжение.

В наше время выступает огромное разнообразие производителей котлов с жаротрубной системы, для такой системы характерно двухходовое движение схемы дымовых газов, такую схему движения можно наблюдать на рисунке ниже (Рисунок 1)

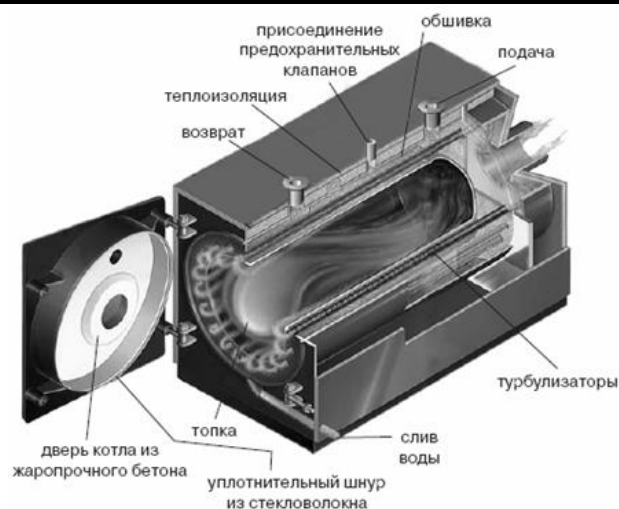


Рисунок 1 – Изображение жаротрубного котельного агрегата, двухходового, имеющего реверсивную топку

Как правило, в таком типе котлах топочная камера располагается в нижней части котельного агрегата.

Продукты сгорания топлива движутся в направлении, затем меняя курс движения резко на 180° на втором круге. Таким образом, дымовые газы поступают в отдел конвективного газохода и попадают на второй ход. После прохождения второго круга эти самые дымовые газы поступают в газоход, а затем в трубу дымовую.

Хочется заметить, что жаровая труба и дымогарные трубы в местах прохода через переднюю и заднюю стенки имеют сварные соединения. Жаровая труба, проходя всем сечением через заднюю стенку, образует, таким образом, большую поверхность, выполняющую функцию продольного анкера.

В самой конвективной части котельного агрегата расположены дымогарные трубки, которые имеют расположение в барабане-теплообменнике.

Если рассматривать мировой европейский рынок производства котельных агрегатов, то сразу хочется отметить двухходовые котлы Vitoplex фирмы Viessmann, которые имеют две модификации: первый для режима работы с постоянной температурой- PV1, а второй для режима работы с переменной температурой- PX1. Что касается хода движения дымовых газов, у таких котлов- это топка с инверсией пламени и расположение второго газохода дымогарных труб выше первого газохода – жаровой трубы.

Трехходовое движение дымовых газов так же значительно наблюдается у котлов импортного конструирования и сборки, их мощность как правило от 80 до 450 кВт котлы Viessmann, есть и большей мощности предназначенные для больших нагрузок, от 750 кВт до 20 МВт- это котлы Loos серии Unimat, их давление достигает до 10 бар.

Что касается российского производства, то промышленная группа "Генерация" - ведущий в России и странах СНГ производитель и поставщик широкого ассортимента оборудования и комплексных решений для нефтегазодобывающей отрасли и теплоэнергетики. Ею производятся водогрейные с трехходовым движением котлы серии КСВм, мощность которых- 0,1-0,5 МВт, и серии КВ-ГМ-2,0-150, мощность этих котлов примерно 2,0 МВт. Так же выпускаются и котлы малой мощности.

Схема движения газов в трехходовом котельном агрегате рассмотрена на рисунке ниже.

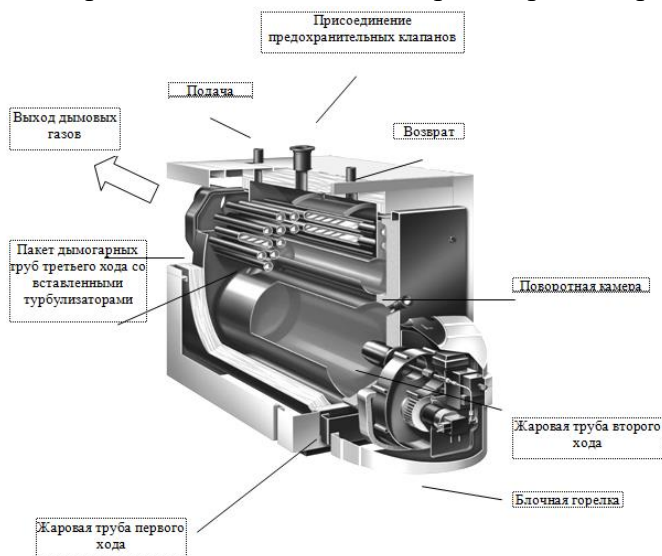


Рисунок 2 – Схема движения газов трехходового жаротрубного котла

Хочется заметить, что в таких котлах, как правило применяют патентованные технологии изготовления труб – их изготавливают двухслойными (duplex) и многослойными с периодическим пережимом сечения, это делается для того, чтобы интенсифицировать теплообмен и защитить последний ход от конденсации.

Область применения таких котлов как правило: стационарные, блочно-модульные и транспортабельные котельные, используемые в закрытых и открытых системах теплоснабжения.

Котельные, задействованные в системе централизованного отопления, имеющие в составе жаротрубные котлы, традиционно характеризуются более высокой общей (сезонной) эффективностью, по сравнению с мелкими котельными, которые работают в пределах одного здания или квартиры. Это достигается благодаря использованию более прогрессивных технологий, проведению непрерывного мониторинга и регулярному обслуживанию. Несомненно, небольшие сети отопления могут демонстрировать высокую эффективность при определённых условиях, но они работают периодически, поэтому расходы в процессе пускового прогрева находятся на высоком уровне. Основные преимущества жаротрубных котлов:

- Компактность;
- Низкие габариты и удельный вес современных водогрейных жаротрубных котлов. Это позволяет собирать котлы и модульные котельные на базе ГЖК полностью в заводских условиях и поставлять заказчику в виде единого блока, что значительно упрощает, ускоряет и удешевляет монтаж оборудования котельной, изолировать котёл по месту не требуется, дополнительные работы по автоматизации котла не нужны.

Хочется напомнить, с ростом мощности котельных агрегатов и усовершенствования их производства роль их в загрязнении приземного слоя атмосферы становится все значительнее. Поэтому задача снижения выбросов котельных является всё так же актуальной [2-4].



Вопросы улучшения технологических процессов подачи тепла и горячей воды благодаря внедрению нового современного оборудования и передовых достижений научно-технического прогресса в последнее время все чаще освещаются отечественными и зарубежными учеными.

### Список литературы

1. Умарова, М.Х. Основные направления совершенствования теплоснабжения / Мадаева, А.Д., Джамалуева, А.А. — М.: Заметки ученого. 2020. № 4. С. 35-38.
2. Умарова, М.Х. Актуальные проблемы теплоснабжения / Мадаева, А.Д., Джамалуева, А.А. — М.: Заметки ученого. 2020. № 4. С. 39-43.
3. Васильев, А.В. Особенности водного режима при эксплуатации современных жаротрубных водогрейных котлов. — М.: Новости теплоснабжения. - 2002, № 4 (20).
4. Хаустов, С.А. Численное исследование процессов в жаротрубной топке с реверсивным факелом / Заворин, А.С., Фисенко, Р.Н. — М.: Известия Томского политехнического университета. – 2013. – 322с.
5. Хаустов, С.А. Численное исследование аэродинамики жаротрубной топки с реверсивным факелом / Заворин, А.С. — М.: Известия Томского политехнического университета. – 2013. – 323с.
6. Хаустов, С.А. Численное исследование аэродинамики топочной среды в жаротрубном котле типа «Турботерм» / Заворин А.С. — М.: Промышленная энергетика. – 2014.

### References

1. Umarova, M.Kh. The main directions of improvement of heat supply / Madaeva, A.D., Jamalueva, A.A. — M.: Notes of a scientist. 2020. № 4. pp. 35-38.
  2. Umarova, M.Kh. Actual problems of heat supply / Madaeva, A.D., Jamalueva, A.A. — M.: Notes of a scientist. 2020. № 4. pp. 39-43.
  3. Vasiliev, A.V. Features of the water regime in the operation of modern fire-tube hot water boilers. — M.: News of heat supply. - 2002, No 4 (20).
  4. Khaustov, S.A. Numerical study of processes in a fire-tube furnace with a reversible torch / Zavorin, A.S., Fisenko, R.N. — M.: Izvestiya Tomskogo polytechnicsoygo universiteta. – 2013. – p.322
  5. Khaustov, S.A. Numerical study of the aerodynamics of a fire-tube furnace with a reversible torch / Zavorin, A.S. — M.: Izvestiya Tomskogo polytechnicsoygo universiteta. – 2013. – p.323
  6. Khaustov, S.A. Numerical study of the aerodynamics of the furnace medium in a fire-tube boiler of the "Turbotherm" type / Zavorin A.S. — M.: Promyshlennaya energetika. – 2014.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 62

## МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ, ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ НИЗКОЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ

**Идиятов А.Р.**

*Нижнекамский политехнический колледж им. Е.Н. Королёва, Нижнекамск, Россия (423575, Республика Татарстан, город Нижнекамск, проспект Химиков, д.35); email:zaliya\_st@mail.ru*

Данная статья освещает модернизацию автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, а также экономию электрической энергии и создание более стабильного резервного источника питания. В статье приведены расчеты для АГНКС на закупку.

Ключевые слова: солнечная энергия, природный газ, автомобиль, бензин, дизель, экология, энергоэффективность, солнечная батарея, солнечные панели, атмосфера.

## MODERNIZATION OF AUTOMOBILE GAS-FILLING COMPRESSOR STATIONS, THROUGH THE INTRODUCTION OF SYSTEMS THAT ENSURE LOW POWER CONSUMPTION

**Idiyatov A. R.**

*Nizhnekamsk Polytechnic College named after E.N. Korolev, Nizhnekamsk, Russia (423575, Republic of Tatarstan, Nizhnekamsk city, Khimikov avenue, 35) email:zaliya\_st@mail.ru.*

This article highlights the modernization of automobile gas-filling compressor stations, as well as the saving of electrical energy and the creation of a more stable backup power source. The article presents calculations for CNG stations for purchase.

Keywords: solar energy, natural gas, automobile, gasoline, diesel, ecology, energy efficiency, solar battery, solar panels, atmosphere.

История возникновения автомобильных газонаполнительных компрессорных станций начинается в 1930-х годах прошлого века. Впервые концепция развития сети АГНКС появилась в Италии и получила дальнейшее развитие во всем мире.

Решение о создании в нашей стране сети АГНКС правительство СССР приняло в декабре 1983 г. Россия была тогда мировым лидером по добыче не только природного газа, но и нефти, поэтому появление АГНКС не было обусловлено острой необходимостью.

Главным рычагом для развития АГНКС, как альтернативного вида топлива является **уменьшение вредных выбросов – защита окружающей среды.**

Эксплуатация машин на природном газе может уменьшить или устранить: свинцовый уровень и уровень угарного газа от бензиновых двигателей, выхлопов от дизельных

двигателей, сокращение вредных выбросов.

В отличие от традиционных видов моторного топлива природный газ подвергается значительно меньшему числу переделов и производится практически на заправочной станции.

Количество вредных выбросов, в зависимости от вида топлива можно увидеть на Рисунке 1.

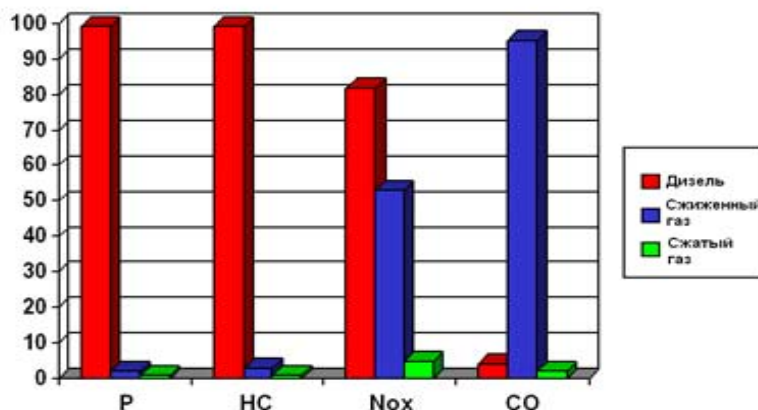


Рисунок 1 – Количество вредных выбросов, в зависимости от вида топлива

В России по Постановлению Правительства природного газа не может превышать 50% стоимости бензина А-80. С учетом региональных особенностей метан стоит в 2,2-2,5 раз дешевле бензина А92 или дизельного топлива.

Природный газ – экологичное и экономическое моторное топливо, он обеспечивает сокращение выбросов в атмосферу сажи и высокотоксичных веществ.

Главное отличие газового топлива от жидкого – в баллоне автомобиля компримированный природный газ (КПГ) хранится под высоким (около 20 МПа) давлением. Поступает газ на АГНКС под значительно меньшим давлением. Чтобы топливо попало в автомобильный баллон, необходимо поднять давление при помощи компрессора, на это затрачивается электроэнергия. Основную часть эксплуатационных затрат АГНКС и составляет стоимость электроэнергии, поэтому важно обратить внимание на энергоэффективность этой части технологического процесса [1].

Рассмотрим переходы энергии газа из одной формы в другую при его прохождении от входа АГНКС до баллона автомобиля (Рисунок 2).

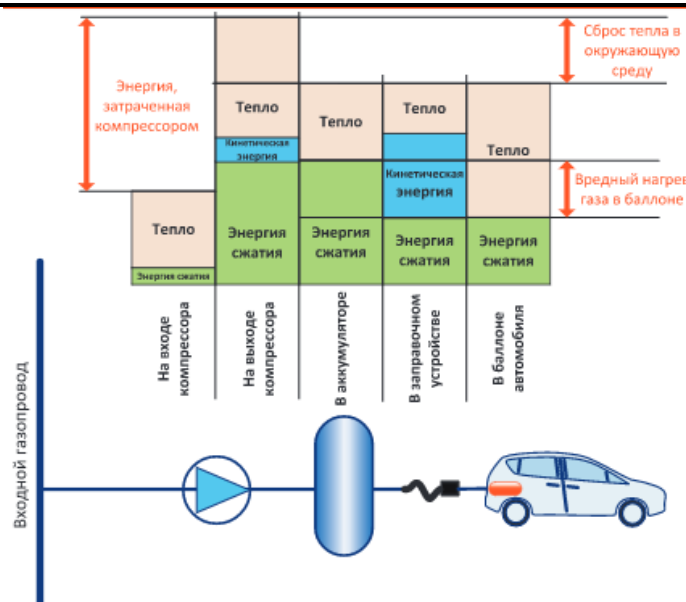


Рисунок 2 – Преобразование энергии газа при заправке

Суммарная энергия газа состоит из потенциальной, кинетической и теплосодержания. Для полноты картины надо добавить еще потенциальную энергию высоты над уровнем моря, но перемещения газа вверх-вниз при заправке столь невелики, что это можно не учитывать. Сумма указанных составляющих постоянна в силу закона сохранения энергии. На входе АГНКС газ имеет достаточно низкое давление, а его теплосодержание определяется температурой входного газопровода. При работе компрессора энергия тратится на сжатие газа и его неизбежный нагрев. Лишнее тепло сбрасывается в окружающую среду при помощи аппаратов воздушного охлаждения (АВО), на их обдув вентиляторами также расходуется электроэнергия. Газ, находящийся в баллонах-аккумуляторах АГНКС, покоится, то есть его кинетическая энергия равна нулю. Следовательно, энергия одного килограмма газа в аккумуляторах состоит из потенциальной составляющей, пропорциональной давлению, и тепловой составляющей, пропорциональной температуре. При заправке газ перемещается по трубе в баллон, причем при попадании из заправочного устройства непосредственно в баллон газ расширяется – сильно вначале заправки и слабее к ее окончанию. При этом газ охлаждается, теплосодержание переходит в кинетическую энергию струи, а потенциальная энергия падает. Затем разогнавшийся газ останавливается в баллоне, кинетическая энергия «возвращается» в потенциальную. Но давление в заправляемом баллоне всегда ниже, чем в аккумуляторе, из-за чего остается избыток энергии, которая и переходит в тепло. В результате суммарное теплосодержание газа в баллоне выше, чем теплосодержание той же массы газа в аккумуляторе, а значит, и температура газа выше:

$$E_{п_{акк}} + U_{акк} = E_{п_{запр}} + U_{запр} + E_{к_{запр}} = E_{п_{балл}} + U_{балл}$$

где  $E_{п_{акк}}$  – потенциальная энергия аккумулятора,

$U_{акк}$  – тепловая энергия аккумулятора,

$E_{п_{запр}}$  – потенциальная энергия заправки,

$U_{запр}$  – тепловая энергия заправки,

$E_{\text{кзавр}}$  – кинетическая энергия заправки,  
 $E_{\text{пбалл}}$  – потенциальная энергия баллона,  
 $U_{\text{балл}}$  – тепловая энергия баллона

Таким образом, АГНКС – это производственный объект с известным набором оборудования. Это оборудование определяется требуемой производительностью станции и ограничивается доступными ресурсами – давлением и выделенными лимитами газа, электрической мощностью, площадью участка и т. д. Владелец АГНКС должен быть заинтересован в повышении рентабельности станции.

АГНКС состоит из следующих объектов электропотребления: операторная, технологическая площадка компримированного газа.

В Таблице 2 произведен расчет потребляемой мощности технических электроустановок и электроприборов на примере АГНКС города Нижнекамска Республики Татарстан.

Таблица 2 – Потребляемая мощность технических электроустановок и электроприборов

Наименование электроприборов и электроустановок	Потребляемая мощность, Вт/ч
Операторная:	
• компьютер (3 шт.)	250
• холодильник (1 шт.)	400
• микроволновая печь (1 шт.)	1800
• кулер (1 шт.)	500
• кондиционер (1 шт.)	2100
• осветительные светильники светодиодные (25 шт.)	30
Технологическая площадка компримированного газа:	
• блок входных кранов (1 шт.)	200
• блок осушки газа (1 шт.)	89000
• блок компрессора (1 шт.)	250000
Колонка газозаправочная двухпостовая - 3 шт;	670
Навес газозаправочной галереи;	30
Информационная стена - 1 шт.	30
Освещение территории мачтовые светодиодные прожектора (6шт.)	30
<b>ИТОГО</b>	<b>345040</b>

Согласно данным, полученными от начальника АГНКС г. Нижнекамск Ганиева И.С. суммарная потребляемая мощность электроприборов и электроустановок станции 345,040 кВт/ч. По таблице видно, что блок осушки газа и блок компрессора будут потреблять большое количество электроэнергии. Поэтому была поставлена задача, модернизировать автомобильные газонаполнительные компрессорные станции, путем внедрения систем, обеспечивающих низкое электропотребление. Выбор остановился на солнечных батареях.

Солнечная батарея — это устройство для прямого преобразования энергии Солнца в электроэнергию при помощи полупроводниковых фотоэлементов.

Только малая доля солнечного излучения достигает поверхности земли. Солнечный свет проходит свой путь от Солнца до Земли по прямой линии. Когда он достигает атмосферы, часть света преломляется, а часть достигает земли по прямой линии [2-3].

Поэтому, была поставлена задача, разработать устройство, которое без вмешательства извне способно ориентировать солнечную энергию.

Выбор остановился на гелиоустановке. Для проектировки платы использовали программу Sprint Layout. Основа платы – медная пластина, дорожки нанесены специальным маркером и вытравлены хлорным железом.

Плата соединяется с источником питания и фотодиодами.

При включении установки свет от солнца должен падать на все фотодиоды. Как только солнце сместится, включится соответствующий двигатель, который поворачивает солнечную панель.

Солнечная панель повернётся так, чтобы освещение восстановилось. Если солнце зайдёт или закроется тучей, то система отключится.

Согласно сводному сметному расчету капитальные вложения в строительство объектов автомобильной газонаполнительной компрессорной станции города Нижнекамска составляют 18485700,0 руб., а затраты на обслуживание 531646 руб. в месяц, 169546 руб. из которых расходуется на электроэнергию (Таблица 3).

Таблица 3 – Структура эксплуатационных расходов сети АГНКС города Нижнекамска

Показатель	Объем, руб.
Заработная плата	275000
Электроэнергия	169546
Потери газа	69100
Материальные и прочие затраты	18000
Всего	531646

Расчет стоимости энергопотребления электроприборов и электроустановок осуществлялся с помощью интерактивного калькулятора согласно тарифам.

Таблица 4 – Расчет стоимости энергопотребления электроприборов и электроустановок АГНКС города Нижнекамска

Наименование электроприборов и электроустановок	Потребляемая мощность, Вт/ч	Стоимость энергопотребления электроприборов и электроустановок, руб. в месяц
Операторная:		
• компьютер (3 шт.)	250	1339
• холодильник (1 шт.)	400	740
• микроволновая печь (1 шт.)	1800	1339
• кулер (1 шт.)	500	37
• кондиционер (1 шт.)	2100	156
• осветительные светильники светодиодные (25 шт.)	30	875
Технологическая площадка компримированного газа:		
• блок входных кранов (1 шт.)	200	357
• блок осушки газа (1 шт.)	89000	33108
• блок компрессора (1 шт.)	250000	130200
Колонка газозаправочная двухпостовая - 3 шт;	670	
Навес газозаправочной галереи;	30	180
Информационная стена - 1 шт.	30	340
Освещение территории мачтовые светодиодные прожектора (6шт.)	30	875
<b>ИТОГО</b>	<b>345040</b>	<b>169546</b>

Согласно Таблице 4 стоимость энергопотребления электроприборов и электроустановок составляет 169546 руб. Расход электропотребления можно значительно уменьшить, внедрением солнечной системы электропотребления.

Рассчитали необходимую мощность солнечной электростанции для АГНКС следующим образом.

Потребление электроэнергии примерно - 300кВт\*ч в месяц, разделили на 30 дней получилось 10 кВт, раздели 10кВт на 7 часов, получилось 1,42кВт. Прибавили к этой цифре 40% потерь на аккумуляторные батареи,  $1,42+0,568=1988$  Вт. В итоге для питания заправочной станции в летнее время нужен массив в 2кВт. Но чтобы даже весной и осенью получать достаточно энергии лучше увеличить массив на 50%, т.е. ещё плюс 1кВт=3 кВт.

Цены на солнечные батареи сейчас в среднем 70 руб за Вт, т.е. массив батарей в 3кВт обойдётся примерно в 210000 руб. Аккумулятор 12в 200Ач обойдётся в среднем в 15000-20000

руб. Для заправочной станции необходимо 9 таких аккумулятора.

В итоге расход на солнечные панели и аккумуляторы составят 345000 руб.

Таким образом, модернизировав автомобильные газонаполнительные компрессорные станции, путем внедрения систем, обеспечивающих низкое электропотребление, мы в разы экономим энергию.

### Список литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. N 1715-р.
2. Безруких П. П., Стребков Д. С. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии. М: ГНУ ВИЭСХ, 2012. - 264 с.
3. Сотникова О.А., Чудинов Д.М. Общая характеристика и потенциал солнечной энергии // Изв. ТулГУ. Серия: Строительство, архитектура и реставрация. Вып. 8. Тула: Тульский гос. ун-т, 2011. - С. 198-203.
4. Угол наклона солнечных батарей и направление на Солнце: <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/techtilt.htm>
5. Калькулятор солнечных батарей для расчета выработки электрической энергии и окупаемости: <https://e-solarpower.ru/kalkulyator-vyrabotki-sb/>

### References

1. Energy strategy of Russia for the period up to 2030: Decree of the Government of the Russian Federation of November 13, 2009 N 1715-R.
  2. Bezrukikh P. P., Strebkov D. S. Renewable energy: strategy, resources, technologies. M: GNU VIESKh, 2012. - p.264.
  3. Sotnikova O.A., Chudinov D.M. General characteristics and potential of solar energy // Izv. TulGu. Series: Construction, architecture and restoration. Issue. 8. Tula: Tula state. un-t, 2011. - pp. 198-203.
  4. Angle of inclination of solar panels and direction to the Sun: <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/techtilt.htm>
  5. Solar battery calculator for calculating electricity generation and payback: <https://e-solarpower.ru/kalkulyator-vyrabotki-sb/>
-





Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 62

## ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

**Каменецкая Н.В., Счастливец В.А., Беляшин Я.Н.**

*Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия (196105, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д.149); email: natkam53@mail.ru*

**В статье приведены основные критерии и показатели, на основе которых определяется состояние пожарной безопасности общеобразовательных учреждений. Изложены основные положения методики оценки состояния пожарной безопасности общеобразовательных учреждений в условиях неопределенности на основе метода анализа иерархий.**

**Ключевые слова:** пожарная безопасность; метод анализа иерархий; мероприятия по обеспечению пожарной безопасности; лицо, принимающее решение.

## ASSESSMENT OF FIRE SAFETY OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY

**Kamenetskaya, N.V., Schastlivtsev V.F., Belyashin Y.N.**

*St. Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia, St. Petersburg, Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., 149); email: natkam53@mail.ru*

**The article presents the main criteria and indicators on the basis of which the state of fire safety of educational institutions is determined. The main provisions of the methodology for assessing the state of fire safety of educational institutions in conditions of uncertainty based on the method of hierarchy analysis are presented.**

**Keywords:** fire safety; hierarchy analysis method; fire safety measures; decision-maker.

В настоящее время, в структуре МЧС России существуют подразделения Государственного пожарного надзора. В чьи полномочия входит проверка на соответствие нормам пожарной безопасности общеобразовательных учреждений.

В основном инспектора Государственного пожарного надзора при проверке пожарной безопасности опираются на Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ [7].

Недавно вышедший приказ МЧС России от 9 февраля 2022 г. N 78 " Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении контролируемым лицом обязательных требований), применяемых должностными лицами органов государственного пожарного надзора МЧС России при осуществлении федерального государственного пожарного надзора" полностью определяет критерии при проверке пожарной безопасности [8].

В данных формах проверочных листов предусмотрены всего два показателя (либо «да», либо «нет») по одному критерию на соответствие норм требований. Данный метод является неэффективным в силу того, что он не дает более точную оценку при проведении плановых проверок по контролю за соблюдением требований пожарной безопасности.

В связи с этим стоит вопрос о качестве результатов оценки пожарной безопасности общеобразовательных учреждений.

Исходя из того, что нужно оценить пожарную безопасность общеобразовательного учреждения, будем использовать метод анализа иерархии (МАИ), расскажем об этом методе.

Метод анализа иерархии имеет процедуру объединения приоритетов, найденных на основе личных оценок проверяющих. Число этих самых суждений может быть абсолютно различными, от десяти до нескольких десятин. Вычисление небольших задачи можно решать вручную или с использованием калькулятора, но гораздо удобнее использовать программное обеспечение (ПО) для ввода и обработки суждений. Самым простым и удобным ПО могут быть электронные таблицы в программе Excel. Более развитое ПО предусматривает применение специальных средств для ввода и обработки суждений участниками процесса. Порядок применения Метода Анализа Иерархий рассмотрим более подробно [1-4].

Исходя из того, что нам нужно оценить пожарную безопасность общеобразовательного учреждения, мы будем использовать метод анализа иерархий (МАИ).

Для составления критериев и установления оценки его представительности появляется задача оценки каждой из альтернативностей  $x_i \in X, (X \subseteq \Omega)$  по данному критерию, т.е. определение значений  $\varphi(x_i)$ . Измерение или расчет альтернатив  $\varphi(x_i)$  может производиться только на определённой заранее шкале. Каждая шкала определяет диапазон возможных значений оценок альтернатив по критерию  $\varphi$ , а также все возможные отношения между этими значениями. Шкала измерения может быть различной силы. Зависит это от того, чем являются элементы: номерами, символами или же числами.

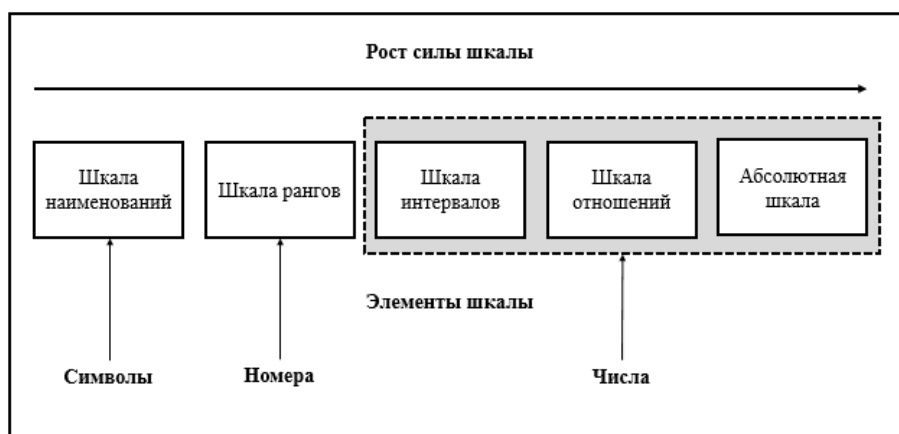


Рисунок 1 – Шкалы для оценки критериев

Согласно критерию, необходимо подбирать наиболее мощную шкалу, после получения оценки альтернатив. Тем не менее сила не должна быть слишком высокой, так как она должна соответствовать природе оцениваемого свойства.

Сравнительно простой интерпретацией метода сводных показателей для решения задач оценки системы является метод анализа иерархий (МАИ), предложенный математиком из США Томасом Саати. Особенностью МАИ является использование аддитивной

параметрической агрегирующей функции и сравнительно прозрачный подход к определению весовых коэффициентов, основанный на вычислении максимального собственного числа и соответствующего ему собственного вектора матрицы парных сравнений [6].

Как правило, на практике руководители при решении этих задач полагаются на собственный опыт и интуицию, что при очевидной сложности и неоднозначности задач приводит к ошибкам. Возникают также и проблемы другого рода, когда при использовании в процессе принятия решений субъективной информации, представленной в виде количественных (числовых) или качественных (лингвистических) оценок, возникают условия неопределенности. Причинами возникновения неопределенности являются: неполнота знаний ЛПР о свойствах объектов, недостаточная степень уверенности ЛПР в правильности экспертных оценок, противоречивость знаний, нечеткость представления информации, невозможность реально оценить количественно тот или иной фактор.

Неточность в оценках экспертов и связанные с ней риски можно выразить следующими способами:

- 1) с помощью точечных оценок и функции распределения вероятности;
- 2) с помощью интервальных оценок без распределения вероятностей.

Вероятностное представление точечных оценок и функций распределения обеспечивает создание нескольких модификаций МАИ, названных стохастическими МАИ. Второй способ представления неточности оценок ЛПР приводит к необходимости применения интервальных и нечетких методов нахождения весов и, следовательно, к разработке модифицированных МАИ на основе нечетких экспертных оценок [3].

Модифицированный МАИ на основе нечетких экспертных оценок представляет собой синтез классического МАИ и методов нечетких множеств. Субъективные и качественные знания ЛПР можно формализовать при привлечении аппарата теории нечетких множеств. Поэтому предлагается представлять суждения ЛПР в виде нечетких треугольных или трапециевидных чисел, поскольку существует большое количество методов сравнения и ранжирования нечетких чисел.

Модифицированный МАИ на основе нечетких экспертных оценок отличается от классического МАИ способом формирования нечетких матриц парных сравнений (МПС) и методом получения вектора приоритетов.

В одной из ранних работ по нечеткому МАИ (НМАИ) было предложено использовать для оценок нечеткие числа с треугольными функциями принадлежности. В предлагаемом методе рассматривается треугольная нечеткая матрица сравнений:

$$\tilde{A} = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \dots & (l_{1n}, m_{1n}, u_{1n}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & (1,1,1) & \dots & (l_{2n}, m_{2n}, u_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \dots & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

где  $\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ ,  $\tilde{a}_{ij}^{-1} = \left(\frac{1}{u_{ji}}, \frac{1}{m_{ji}}, \frac{1}{l_{ji}}\right)$  для  $i, j = 1, \dots, n$  и  $i \neq j$ .

Для расчета вектора приоритетов приведенной выше матрицы предлагается метод упрощенного нечеткого анализа иерархий.

Условие неопределенности в нашей технологии проявится во время составления матрицы попарных сравнений. Когда специалист не сможет дать паре критериев

определенную степень важности. В таком случае он занесет в таблицу попарных сравнений несколько степеней важности, между которыми он не сможет определиться.

Далее, для расчета ОС и критериев данную матрицу с неопределенностью мы разбиваем на две классические матрицы. В одной матрице попарных сравнений будут меньшие степени важности, соответственно во второй матрице будут выбраны большие степени важности. Таким образом, мы проводим две оценки пожарной безопасности.

После расчета критериев матриц попарных сравнений и получения обобщенного критерия для каждой из матриц нам предстоит получить общую оценку по этим двум расчетам. Другими словами, мы должны провести дефаззификацию полученных результатов. Для этого нам нужно будет найти среднее значение двух полученных обобщенных критериев. Полученный результат и будет являться обобщенным критерием оценки пожарной безопасности общеобразовательного учреждения в условиях неопределенности.

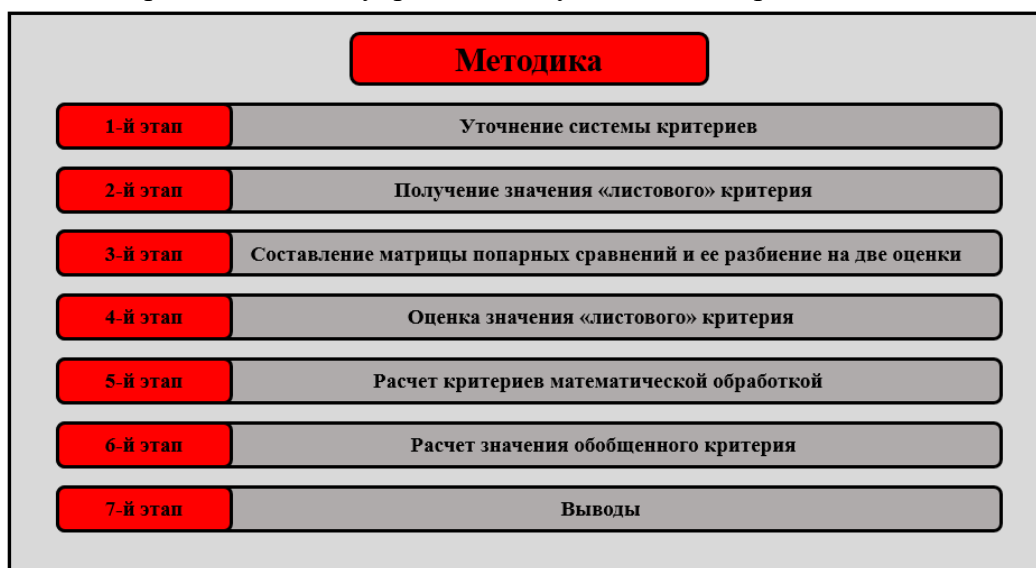


Рисунок 2 – Этапы расчета

Рассмотрим этапы исполнения методики проведения оценки пожарной безопасности общеобразовательных учреждений:

1. На 1 этапе «уточнение системы критериев» нужно проверить, подходят ли данные «листовые» критерии для подразделения, если критерии не подходят, использование расчетной программы не целесообразно.

2. На 2 этапе проводится проверка подразделения по разработанной системе критериев. Нужно получить значение для каждого «листового» критерия.

3. На 3 этапе составляем матрицу попарных сравнений с неопределенностью и разбиваем ее на две матрицы без определенности.

4. На 4 этапе определяем оценки «листовых критериев» в соответствии с методикой Оценка «листовых» критериев.

5. На 5 этапе заполняем данные для расчета критериев математической обработкой.

6. На 6 этапе вводим данные для обобщенного критерия по обеим оценкам и производим их расчет, находим среднее значение обобщенного критерия.

7. На основе полученной оценки обобщенного критерия можно говорить об эффективности организации пожарной безопасности общеобразовательного учреждения.

Как известно, для оценки эффективности ПБ на практике используются административно-сверочный, функциональный методы и метод математического моделирования.

Используемый в работе административно-сверочный метод предполагает регулярные проверки соответствия ПБ требованиям руководящих и эксплуатационных документов, определяющим обязательный перечень и основные параметры организационных и технических мер охраны и защиты объекта. В ходе проверки используется сверочный список, по которому проверяется работоспособность ПБ и ее элементов, выявляются элементы, не соответствующие требованиям.

Практически все известные на сегодня административно-сверочные методики являются чисто экспертными и оценки по ним проводятся специально назначенными комиссиями. Число экспертов в комиссии определяется ведомственными руководящими документами. Как правило, это число должно быть три и более [5].

Сущность всех административно-сверочных методик сводится к тому, что каждому из требований присваивается некоторый коэффициент значимости, а также некоторое определяемое проверяющими значение критерия, в зависимости от степени выполнения требования. Некоторой  $j$ -й качественной характеристике ПБ общеобразовательного учреждения может быть присвоено значение  $g_i$  выполнения требований определенного критерия по следующим правилам:

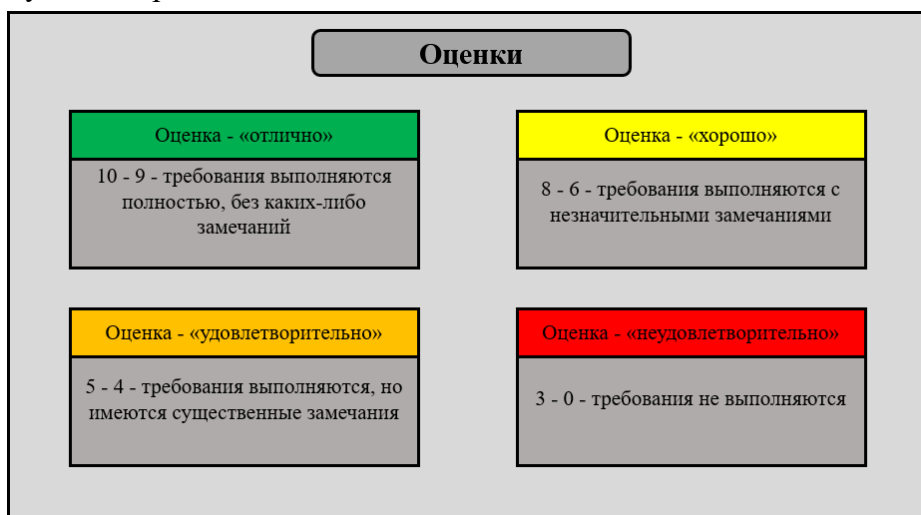


Рисунок 3 – Оценки требований

Исходные значения коэффициентов значимости меняются в зависимости не только от самого требования и типа объекта, но и от категории объекта, где исследуется ПБ.

Для оценки обобщенного критерия ПБ общеобразовательного учреждения используем взвешенную линейную свертку. Пусть у нас имеется построенная иерархическая система критериев, где на верхнем уровне один обобщенный критерий, а на следующем уровне пять критериев  $K_i, i = 1 - 5$ .

Обобщенный критерий вычисляется по формуле:

$$OK = \sum_{i=1}^n K_i a_i$$

где веса  $a_i$  определяются с помощью парных сравнений критериев  $K_i$ .

Аналогично определяются значения  $K_i$ :

$$K_i = \sum_j^n c_j g_j$$

где веса  $c_j$  определяются с помощью парных сравнений критериев следующего уровня для каждого  $K_i$ , а величина  $g_j$  определяется экспертом, в соответствии с выполнением требований определенного критерия по заданной методике.

Следует задать критерии для обобщенного показателя таким образом, чтобы можно было сделать вывод по соответствию пожарной безопасности по заданным требованиям.

Таким образом, административно-сверочный подход позволяет сделать вывод о полноте системы безопасности и наличии уязвимостей, обусловленных, например, отсутствием или неработоспособностью элементов ПБ. В то же время, метод не позволяет количественно оценить эффективность системы безопасности, и удовлетворяющая всем нормативным требованиям система может оказаться неспособной решать свою основную задачу по предотвращению нарушения безопасности. Причинами этого могут быть неправильная организация применения сил охраны объекта, ошибки в построении технических систем обнаружения и наблюдения, просчеты в учете угроз объекту, недостаточная компетентность экспертов.

В результате проведенных расчетов по предложенной методике оценки ПБ общеобразовательных учреждений в условиях неопределенности можно составить представление об эффективности организации ПБ и эффективности проводимых мероприятий.

## Список литературы

1. Бутузов С.Ю., Семиков В.Л., Гвоздев Е.В. Расчёт численности специалистов пожарной безопасности на производственном предприятии // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. № 5 (51), 2013, 9 с.
2. Гвоздев Е.В. Формирование рациональной структуры и состава отдела пожарной безопасности предприятия // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. № 2 (54), 2014, 7 с.
3. Мухин В.И., Малин А.С. Исследование систем управления. Часть 2. Химки, 2010, 143 с.
4. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа: Учебное пособие / Предисл. Г.Г. Малинецкого. Изд. 3-е, доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013, 532 с.
5. Бутузов С.Ю., Гвоздев Е.В. Формирование экспертной группы для расчёта норм затрат труда инженеров пожарной безопасности на предприятии // Технологии техносферной безопасности: интернетжурнал. Вып. №1 (53), 2014, 8 с.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Перевод с английского Р.Г. Вачнадзе. – М.: «Радио и связь», 1993, 278 с
7. Федеральный закон №123 от 22.07.2008 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

8. Приказ МЧС России от 9 февраля 2022 г. N 78 " Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении контролируемым лицом обязательных требований), применяемых должностными лицами органов государственного пожарного надзора МЧС России при осуществлении федерального государственного пожарного надзора"

## References

1. Butuzov S.Yu., Semikov V.L., Gvozdev E.V. Calculation of the number of fire safety specialists at a manufacturing enterprise // Technosphere safety technologies: online journal. Vol. No. 5 (51), 2013, p. 9
  2. Gvozdev E.V. Formation of a rational structure and composition of the fire safety department of the enterprise // Technosphere Security Technologies: online journal. Vol. No. 2 (54), 2014, p. 7
  3. Mukhin V.I., Malin A.S. Research of control systems. Part 2. Khimki, 2010, 143 p.
  4. Moiseev N.N. Mathematical problems of system analysis: Textbook / Preface by G.G. Malinetsky. Ed. 3rd, add. –M.: Book House "LIBROCOM", 2013, p. 532
  5. Butuzov S.Yu., Gvozdev E.V. Formation of an expert group for calculating labor costs of fire engineers security at the enterprise // Technosphere security technologies: internetjournal. Issue. №1 (53), 2014, p 8
  6. Saati T. Decision-making. A method for analyzing hierarchies. Translated from English by R.G. Vachnadze. – M.: "Radio and communications", 1993, p. 278
  7. Federal Law No. 123 of 22.07.2008 "Technical regulations on fire safety requirements".
  8. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated February 9, 2022 No. 78 "On approval of forms of checklists (lists of control questions, the answers to which indicate compliance or non-compliance by the controlled person with mandatory requirements) applied by officials of the State fire Supervision bodies of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the implementation of Federal state fire supervision"
-