

УДК 65.011.56

DOI 10.17513/snt.40118

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ХРАНЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ

Фаткуллин В.И., Тугов В.В.

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург,*

*e-mail: fatkullinv@mail.ru*

Автоматизация является основным инструментом, использование которого направлено на совершенствование и повышение эффективности технологических процессов в промышленной сфере. Одним из наиболее актуальных направлений применения автоматизированных технологий является нефтегазовая отрасль. Во многом это определяется необходимостью повышения эксплуатационной надежности и безопасности на объектах хранения и реализации продукции нефтегазопереработки. Основной целью проведенного исследования является выполнение анализа относительно возможности совершенствования автоматизированной системы управления объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки. Автором определены основные элементы системы поддержки принятия решений, необходимых для обеспечения комплексного решения исходной задачи. В результате работы предложен новый подход и алгоритм работы данной системы на основе интеграции интеллектуальных технологий. Основным результатом работы стала разработка интеллектуального алгоритма, учитывающего основные подзадачи в рамках управления объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки. Материалы работы свидетельствуют о возможности существенного повышения эффективности и оптимизации технологических систем в результате интеграции интеллектуальной автоматизированной системы управления. Результаты исследования могут быть использованы на современных предприятиях нефтегазового сектора, проводящих политику цифровой трансформации и сталкивающихся с необходимостью совершенствования технологических процессов.

**Ключевые слова:** нефтегазовая отрасль, хранение, реализация, автоматизация, автоматизированная система, интеллектуальные технологии

## IMPROVEMENT OF THE AUTOMATED MANAGEMENT SYSTEM FOR THE STORAGE AND SALE OF OIL AND GAS PROCESSING PRODUCTS

Fatkullin V.I., Tugov V.V.

*Orenburg State University, Orenburg, e-mail: fatkullinv@mail.ru*

Automation is the main tool, the use of which aimed at improving and increasing the efficiency of technological processes in the industrial sector. One of the most relevant areas of application of automated technologies is the oil and gas industry. This is largely determined by the need to improve operational reliability and safety at facilities for storage and sale of oil and gas processing products. The main purpose of the conducted research is to perform an analysis regarding the possibility of improving an automated control system for storage facilities and sales of oil and gas processing products. The author defines the main elements of the decision support system necessary to provide a comprehensive solution to the initial problem. Because of the work, a new approach and algorithm for the operation of this system based on the integration of intelligent technologies are proposed. The main result of the work was the development of an intelligent algorithm that takes into account the main subtasks in the management of storage facilities and sales of oil and gas processing products. The materials of the work indicate the possibility of a significant increase in the efficiency and optimization of technological systems because of the integration of an intelligent automated control system. The results of the study can be used in modern enterprises of the oil and gas sector pursuing a policy of digital transformation and facing the need to improve technological processes.

**Keywords:** oil and gas industry, storage, sales, automation, automated system, intelligent technologies

### Введение

Актуальность и необходимость совершенствования существующих автоматизированных систем управления (АСУ) объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки на 2024 г. обусловлены несколькими ключевыми факторами. Во-первых, увеличение объемов добычи и переработки нефти и газа требует более эффективных и надежных систем управления, способных обеспечивать высокую производительность и минимизировать по-

тери [1]. Современные автоматизированные системы управления позволяют существенно улучшить контроль над процессами хранения и транспортировки, снижая риск аварийных ситуаций и утечек, что особенно важно для обеспечения экологической безопасности.

Вместе с этим быстрое развитие технологий и внедрение инновационных решений в области информационных систем и промышленной автоматизации открывают новые возможности для оптимизации процессов управления. Использование та-

ких технологий, как искусственный интеллект (ИИ), машинное обучение и Интернет вещей (Internet of Things, IoT), позволяет создавать более интеллектуальные и адаптивные системы, способные оперативно реагировать на изменения в производственных процессах и внешних условиях [2]. Это не только повышает эффективность работы, но и способствует сокращению эксплуатационных затрат и увеличению прибыли.

Так же важно учитывать рост требований к безопасности и соблюдению нормативных стандартов. Современные АСУ обеспечивают относительно высокий уровень мониторинга и контроля, которого в современных реалиях увеличения числа объектов и ужесточения требований становится недостаточно. Это особенно важно для нефтегазовой отрасли, где нарушение нормативных требований может привести к серьезным финансовым потерям. Совершенствование таких систем способствует не только повышению операционной эффективности, но и укреплению доверия со стороны регулирующих органов и общественности [3]. Как результат, можно выделить ключевую проблему 2024 г., связанную с необходимостью совершенствования АСУ объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки. Вместе с этим при решении задачи авторы акцентируют внимание на необходимости использования интеллектуальных технологий [4].

**Цель исследования** заключается в анализе возможности совершенствования автоматизированной системы управления объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки.

#### **Материалы и методы исследования**

В рамках выполнения исследования были применены такие методы научного исследования, как анализ, синтез и обобщение. Автором проведена аналитическая оценка возможности применения интеллектуальных технологий в рамках исходной задачи за счет анализа опыта использования таких решений в смежных областях. Информационная база для исследования сформирована на официальных материалах и открытых публикациях авторов по соответствующей тематике, рассматривавших в своих работах вопросы повышения качества и эффективности работы автоматизированных систем управления объектами в нефтегазовой сфере.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Задача управления объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки включает в себя несколько ключевых

аспектов, которые обеспечивают эффективное функционирование всей системы. Одним из основных аспектов является управление складскими запасами, которое предполагает мониторинг и контроль уровня хранимой продукции, оптимизацию объемов хранения и обеспечение своевременной поставки продукции на переработку или реализацию. Это требует точного учета всех запасов, прогнозирования спроса и планирования закупок и поставок, чтобы избежать как излишков, так и дефицита продукции.

Другой подзадачей является управление транспортировкой продукции. Это включает координацию логистических операций, таких как отгрузка продукции на различные транспортные средства, отслеживание маршрутов и контроль за своевременной доставкой [5]. Важную роль играет интеграция с транспортными системами и обеспечение безопасности перевозок, особенно при транспортировке опасных грузов. Использование современных технологий, таких как системы GPS и IoT, позволяет значительно улучшить эффективность и прозрачность логистических процессов.

Вместе с этим управление объектами хранения и реализации продукции требует обеспечения безопасности и соблюдения экологических норм. Это включает в себя контроль состояния оборудования, своевременное проведение технического обслуживания и ремонтных работ, а также мониторинг и предотвращение возможных утечек и аварийных ситуаций. Важным элементом является также соблюдение всех нормативных требований и стандартов, что требует постоянного обновления и адаптации систем управления к изменяющимся условиям и требованиям.

Также значительную роль играет управление финансовыми и административными аспектами, включая бюджетирование, учет затрат, оптимизацию операционных расходов и управление персоналом. Это включает в себя разработку и внедрение эффективных стратегий управления, использование современных систем автоматизации и анализа данных для принятия обоснованных управленческих решений, а также обучение и повышение квалификации сотрудников, что способствует повышению общей эффективности и конкурентоспособности предприятия [6]. Так, современные системы управления объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки должны обеспечивать возможность комплексного решения всех задач, направленных на обеспечение эффективного функционирования нефтегазовой отрасли.

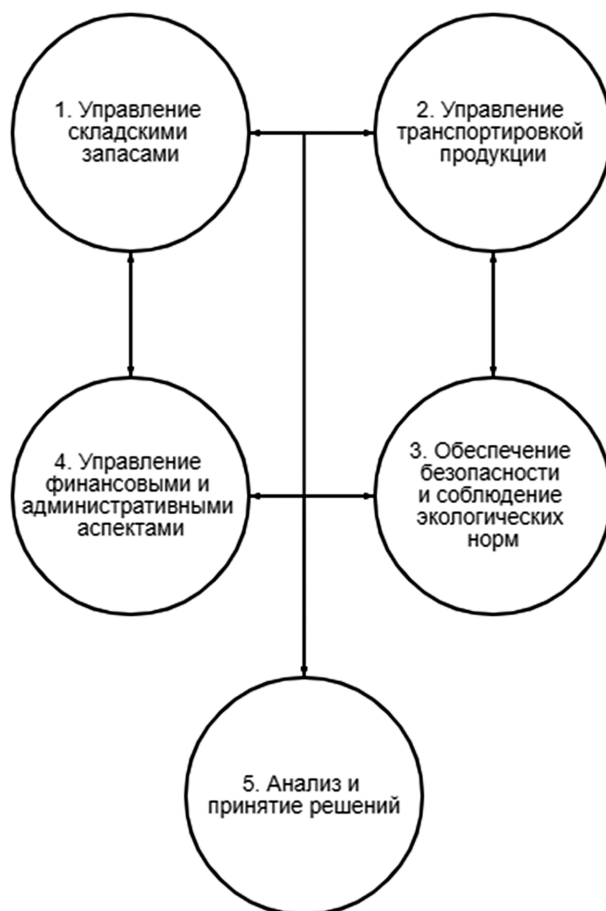


Рис. 1. Основные компоненты интеллектуальной СППР

Существующие АСУ объектами хранения и реализации продуктов нефтегазопереработки в полной мере решают задачи контроля наличия материальных и финансовых активов, но принятие решений об их использовании производится исключительно руководством или уполномоченными лицами, без прямого участия в процессе информационных технологий. Таким образом, АСУ для управленцев предоставляет исключительно справочные сведения без каких-либо рекомендаций, что является существенным недостатком текущего состояния дел.

Наиболее перспективным и эффективным решением для автоматизированных систем управления объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки являются технологии искусственного интеллекта. Данные технологии, представляя ключевой тренд развития научно-технического прогресса в 2024 г., позволяют решать различные подзадачи в комплексе, обеспечивая высокую точность, скорость и адаптивность управления. Для решения исходной задачи совершенствования АСУ

перспективным вариантом является разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений (СППР) на базе технологий ИИ. СППР должна включать в себя несколько основных модулей, взаимосвязанных и обеспечивающих комплексный подход к управлению объектами нефтегазопереработки [7]. На рис. 1 представлен результат авторской разработки основных компонентов данной системы.

#### 1. Управление складскими запасами

Для оптимизации управления складскими запасами применяются технологии машинного обучения и прогнозной аналитики. Машинное обучение анализирует исторические данные о потреблении и поставках, позволяя прогнозировать будущие потребности [8]. Это помогает минимизировать излишки и дефицит продукции, оптимизировать объемы хранения и снижать затраты.

#### 2. Управление транспортировкой продукции

Для координации логистических операций и мониторинга транспортировки продукции используются алгоритмы маршрутизации и системы на основе ИИ.

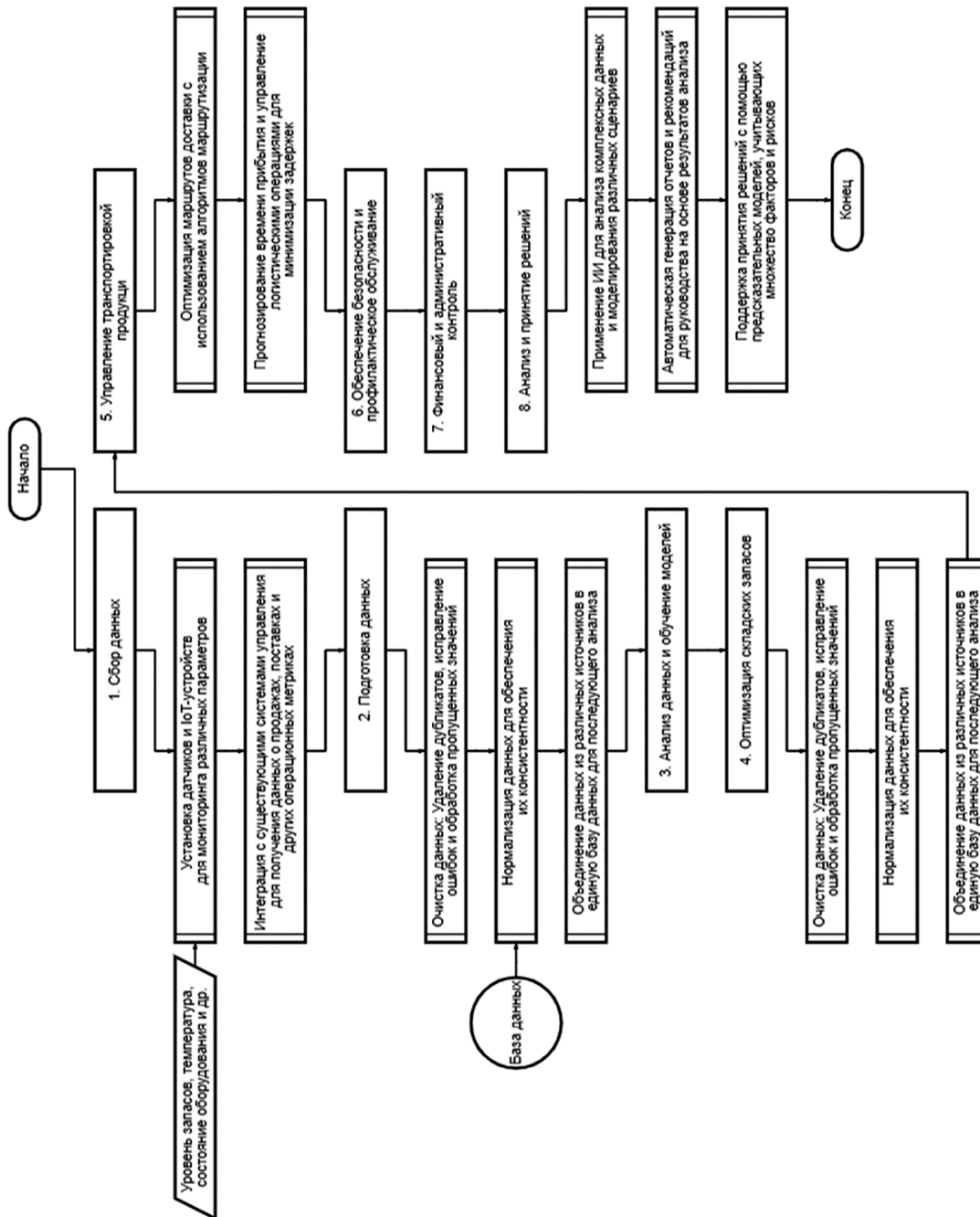


Рис. 2. Алгоритм работы интеллектуальной СПП

Эти алгоритмы оптимизируют маршруты доставки, учитывая дорожные условия, пробки и другие факторы, что позволяет сократить время и затраты на транспортировку. Технологии IoT объединяются с системами ИИ для отслеживания и мониторинга транспортных средств в режиме реального времени, обеспечивая высокую прозрачность и контроль процесса транспортировки.

### 3. Обеспечение безопасности и соблюдение экологических норм

Искусственный интеллект применяется для контроля состояния оборудования и выявления аномалий, которые могут свидетельствовать о возможных проблемах в системе. Алгоритмы глубокого обучения обрабатывают данные с датчиков и прогнозируют потенциальные сбои, что позволяет проводить профилактическое обслуживание и предотвращать аварии, а также контролировать выбросы и утечки, обеспечивая соответствие экологических норм.

### 4. Управление финансовыми и административными аспектами

Для бюджетирования, учета затрат и оптимизации операционных расходов используются системы ИИ, которые анализируют большие объемы данных и автоматизируют финансовые процессы предприятия. Эти системы способны выявлять скрытые закономерности и тренды, что помогает принимать более обоснованные управленческие решения. Кроме того, ИИ может использоваться для управления персоналом, включая планирование графиков, оценку производительности и обучение сотрудников.

### 5. Анализ и принятие решений

Искусственный интеллект, включая нейронные сети и алгоритмы машинного обучения, активно используется для анализа сложных данных и поддержки принятия решений. Эти технологии позволяют учитывать множество факторов и переменных, моделировать различные сценарии и прогнозировать их возможные результаты. Кроме того, использование ИИ помогает выявлять скрытые закономерности и тренды, которые могут быть упущены при традиционных методах анализа, что в конечном итоге способствует более эффективному управлению и достижению поставленных целей.

Каждый из представленных модулей системы позволяет решать множество задач, связанных с обеспечением эффективного функционирования и управления объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки [9]. Автором определяются следующие подзадачи и порядок работы системы, представленные на рис. 2.

Совокупность подпрограмм обеспечивает возможность комплексного подхода

к решению задачи и параллельного анализа данных в рамках информационной структуры интеллектуальной СПР, показанной на рис. 1. Необходимо отметить, что информационная структура (рис. 1) определяет направление информационных потоков между компонентами СПР, в то время как алгоритм, показанный на рис. 2, показывает порядок обработки данных в соответствующих информационных потоках. Исходными данными для алгоритмов работы интеллектуальной СПР являются данные о плановом и фактическом наличии продуктов нефтегазопереработки, получаемые от существующей АСУ.

Применение интеллектуальных технологий в автоматизированных системах управления объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки предоставляет множество преимуществ. Такие технологии значительно повышают точность прогнозирования потребностей в запасах и оптимизации складских процессов [10]. Благодаря алгоритмам машинного обучения и аналитике больших данных, системы могут с высокой точностью предсказывать будущие потребности, что позволяет минимизировать издержки, связанные с избыточными запасами и дефицитом продукции. Также интеллектуальные технологии существенно улучшают управление транспортировкой и логистикой. Алгоритмы маршрутизации и оптимизации доставки позволяют учитывать текущие дорожные условия и загруженность маршрутов, что сокращает время доставки и уменьшает транспортные расходы [11]. Мониторинг местоположения транспортных средств в реальном времени и автоматическое прогнозирование времени прибытия позволяют оперативно реагировать на изменения в условиях движения и планировать логистические операции с высокой эффективностью.

В сравнении с существующей СПР предлагаемая организационная структура интеллектуальной СПР позволяет обеспечивать «бережливый подход» к хранению и реализации продукции нефтегазопереработки за счет минимизации хранимых складских остатков при использовании глубокого планирования транспортных потоков. Также повышение уровня безопасности за счет применения интеллектуальной СПР позволяет более рационально использовать резервные и аварийные фонды предприятия, что приводит к возможности снижения отпускной цены продукции.

Кроме того, применение интеллектуальных систем для мониторинга состояния оборудования и прогнозирования отказов способствует повышению уровня без-



опасности и надежности. Использование данных с датчиков и алгоритмов обнаружения аномалий позволяет предсказывать возможные поломки и проводить профилактическое обслуживание своевременно, что снижает риск аварий и простоя оборудования. Это не только обеспечивает непрерывность производственных процессов, но и уменьшает затраты на внеплановый ремонт и замену оборудования. ИИ также играет ключевую роль в повышении финансовой и операционной эффективности [12]. Автоматизация бюджетирования и учета затрат на основе предсказательных моделей (например, сверточных и рекуррентных нейронных сетей) позволяет более точно планировать финансовые потоки и оптимизировать расходы. Аналитика больших данных (например, иерархическая кластеризация и регрессия с регуляризацией) помогает выявлять скрытые закономерности и оптимизировать производственные и логистические процессы, что приводит к снижению операционных затрат и повышению общей рентабельности. Наконец, использование интеллектуальных технологий (в частности, полносвязных нейронных сетей) улучшает принятие управленческих решений. Модели машинного обучения и аналитические инструменты предоставляют прогнозы на основе анализа данных, что позволяет руководству принимать обоснованные и эффективные решения. Автоматическая генерация отчетов и рекомендации на основе анализа данных способствует быстрому реагированию на изменения, обеспечивая конкурентные преимущества и устойчивое развитие нефтегазовой отрасли.

### Заключение

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа относительно вопроса совершенствования автоматизированных систем управления объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки. В результате работы обоснована необходимость интеграции интеллектуальных методов. Автором разработан алгоритм работы интеллектуальной СППР для решения исходной задачи. Применение данного инструмента предоставляет множество существенных преимуществ и значительно повышает качество, а также эффективность выполнения задач. На 2024 г. с учетом технологических трендов и повышающихся

требований к АСУ технологическими процессами применение ИИ становится прямой необходимостью. В заключение следует отметить, что интеграция технологий ИИ в АСУ объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки позволяет значительно повысить их эффективность, гибкость и надежность. Эти технологии обеспечивают комплексное решение всех подзадач, улучшая общую производительность и снижая операционные риски и затраты.

### Список литературы

1. Кравцов А.С., Седельникова В.А., Чижов К.А., Князева А.Э., Волков И.В. Автоматизация технологических процессов в нефтегазовом производстве // Московский экономический журнал. 2021. № 9. С. 705–711.
2. Агафонов Е.Д., Ващенко Г.В. Современные тенденции информатизации и автоматизации нефтегазовой отрасли // Журнал Сибирского федерального университета. Секция: Техника и технологии. 2016. № 9. С. 1340–1348.
3. Мизенко Д.А. Современное состояние нефтегазового сектора в мире и его место во внешнеэкономической деятельности // StudNet. 2021. № 7. С. 627–643.
4. Фаткуллин В.И., Тугов В.В. Совершенствование автоматизированной системы управления объектами хранения и реализации продукции нефтегазопереработки // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры ОГУ. 2023. С. 1847–1850.
5. Боталов Д.В., Соколяк П.Ю. Методология проектирования специального программного обеспечения АСУ ТП с применением интегрированных сред моделирования // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. 2019. № 2. С. 48–57.
6. Аверкин П.А. Технологические инновации и занятость в нефтегазовой отрасли // ЭКО. 2021. № 11. С. 119–138.
7. Тчаро Х.С., Воробьев А.Е., Воробьев К.А. Цифровизация нефтяной промышленности: базовые подходы и обоснование «интеллектуальных» технологий // Вестник евразийской науки. 2018. № 2. С. 77–81.
8. Тугов В.В., Пишухин А.М., Трибунский А.В. Оптимальное управление готовностью системы сбора и подготовки нефти к использованию // Автоматизация и современные технологии. 2010. № 3. С. 3–5.
9. Цикин А.М. Основные элементы программы развития газовой отрасли в России // Экономика строительства и природопользования. 2018. № 3 (68). С. 96–106.
10. Турова Е.Д., Сергеева И.Г. Формирование и развитие системы менеджмента качества на предприятиях нефтегазового комплекса РФ на примере ПАО «Газпром» // ЭПИ. 2021. № 3. С. 29–36.
11. Костина Е.А. Совершенствование методов экспертного исследования причин и обстоятельств несчастных случаев при эксплуатации объектов газового и нефтяного комплекса, вызванных ошибками проектирования // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2020. № 3. С. 269–278.
12. Калинин Е.А., Пельменева А.А. Инжиниринговые услуги для модернизации нефтеперерабатывающего завода: экономическая эффективность, энергоэффективность // Территория Нефтегаз. 2016. № 6. С. 86–94.