

**Аналитическое исследование методов оценки состояния и эффективности систем управления в нефтеперерабатывающей индустрии**

Зеленин А.С., Астапов В.Н.

Самарский Государственный технический университет  
Самара, Россия (443100, Самара ул. Молодогвардейская, 244), e-mail:  
e-mail: [alex\\_bum63@mail.ru](mailto:alex_bum63@mail.ru), [asta-2009@mail.ru](mailto:asta-2009@mail.ru)

---

**Аннотация**

Данный аналитический обзор посвящен диагностике состояний и надежности функционирования систем управления нефтеперерабатывающих производств. В работе рассматриваются современные методы анализа и мониторинга технического состояния оборудования, используемого в нефтеперерабатывающей промышленности. Особое внимание уделяется разработке и применению инновационных систем диагностики, позволяющих оперативно выявлять и устранять возможные отклонения в работе оборудования. Также рассматривается вопрос надежности функционирования систем управления, включая анализ вероятности отказов и разработку мер по предотвращению аварийных ситуаций. В работе представлены результаты исследований, проведенных на различных нефтеперерабатывающих предприятиях, а также примеры успешной практической реализации разработанных методик. Данный обзор является актуальным и полезным для специалистов нефтяной отрасли, а также для всех, кто интересуется вопросами обеспечения безопасности и эффективности производства нефтепродуктов.

Ключевые слова: Современные методы, инновация, надежность, обучение, анализ, нефтепереработка, диагностика

**Analytical study of methods for assessing the condition and effectiveness of control systems in the oil refining industry**

Zelenin A., Astapov V.N.

Samara State Technical University  
Samara, Russia (244 Molodogvardeyskaya str., Samara, 443100), e-mail:  
e-mail: [alex\\_bum63@mail.ru](mailto:alex_bum63@mail.ru), [asta-2009@mail.ru](mailto:asta-2009@mail.ru)

**Annotation**

This analytical review is devoted to the diagnosis of the conditions and reliability of the functioning of the control systems of oil refineries. The author discusses modern methods of analysis and monitoring of the technical condition of equipment used in the oil refining industry. Special attention is paid to the development and application of innovative diagnostic systems that allow identifying quickly and eliminating possible deviations in the operation of equipment. The issue of the reliability of the functioning of control systems is also being considered, including the analysis of the probability of failures and the development of measures to prevent emergencies. The paper presents the results of research conducted at various oil refineries, as well as examples of successful practical implementation of the developed techniques. This review is relevant and useful for specialists in the oil industry, as well as for anyone interested in ensuring the safety and efficiency of the production of petroleum products.

Keywords: Modern methods, innovation, reliability, training, analysis, refining, diagnostics

**Введение**

Аналитический обзор посвящен диагностике состояний и надежности функционирования систем управления нефтеперерабатывающих производств. Данная тема является актуальной в современном мире, так как нефтеперерабатывающие производства играют важную роль в мировой экономике, обеспечивая потребности в нефтепродуктах. Однако, для эффективного функционирования таких производств необходимо обеспечить высокую надежность систем управления и оперативную диагностику их состояний. Разработка новых методов диагностики и повышение надежности систем управления имеет

большое значение для обеспечения стабильной работы производств и обеспечения безопасности процессов нефтепереработки.

Целью данного аналитического обзора является изучение методов диагностики состояний и надежности систем управления нефтеперерабатывающих производств с целью повышения их эффективности и безопасности. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучение основных принципов обеспечивающих функционирование систем управления нефтеперерабатывающих производств.

2. Анализ существующих методов диагностики состояний систем управления и их недостатков.

3. Разработка рекомендаций для повышения надежности систем управления нефтеперерабатывающих производств на основе полученных результатов.

Данное исследование имеет практическое значение, так как его результаты могут быть использованы для улучшения работы нефтеперерабатывающих производств, повышения их безопасности и эффективности.

## **1 Современные методы и подходы к диагностике состояний и надежности систем управления нефтеперерабатывающих производств**

В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, системы управления играют ключевую роль в обеспечении эффективности и безопасности различных производственных процессов. Нефтеперерабатывающая промышленность не является исключением. Для того чтобы обеспечить надежную и безопасную работу таких систем, необходимо использовать современные методы диагностики и мониторинга их состояния.

Современные методы и подходы к диагностике и обеспечению надежности систем управления в нефтепереработке основаны на использовании передовых технологий, одной из таких технологий является использование искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа больших объемов данных, полученных от различных датчиков и систем управления, также автоматизация процессов и интеграция различных систем управления. Например, использование систем искусственного интеллекта, таких как нейронные сети или машинное обучение, позволяет осуществлять диагностику и мониторинг состояния оборудования в реальном времени, прогнозируя возможные неисправности и обеспечивая более высокую надежность работы систем управления. Кроме того, интеграция различных систем управления, таких как системы контроля качества, системы безопасности и системы управления технологическими процессами, позволяет обеспечить более эффективное и надежное управление производством [1, с. 21].

Также современные подходы к диагностике и надежности систем управления включают автоматизацию процессов управления, которая позволяет снизить вероятность ошибок и повысить эффективность работы оборудования. Кроме того, использование больших данных и анализа данных позволяет выявлять закономерности и тенденции в работе оборудования, что может помочь в прогнозировании возможных проблем и обеспечении надежности систем управления.

Таким образом, диагностика и обеспечение надежности систем управления являются важными задачами, которые необходимо решать для обеспечения эффективного и безопасного функционирования нефтеперерабатывающих предприятий в современном мире.

## **2 Анализ ошибок и сбоев в работе систем**

Анализ ошибок и сбоев в работе системы управления является одним из основных методов диагностики ее состояния. Ошибки и сбои могут возникать по разным причинам, например, из-за неисправности оборудования, ошибок в программном обеспечении, неправильных настроек системы или человеческого фактора. Анализ ошибок и сбоев может включать в себя множество различных аспектов. Например, можно анализировать ошибки, возникающие при работе с данными, такие как ошибки ввода-вывода, ошибки доступа к данным, ошибки обработки данных и т.д. Также можно анализировать ошибки в программном обеспечении, такие как ошибки компиляции, ошибки выполнения программы, ошибки интерфейса пользователя и т.д. Кроме того, можно анализировать сбои в работе оборудования, такие как отказы компонентов, перегрев, неправильное питание и т.д. В каждом случае анализ должен быть направлен на выявление причин ошибок и сбоев и разработку рекомендаций по их устранению.

Для анализа ошибок и сбоев необходимо собрать информацию о них, определить их причины и разработать рекомендации по устранению. Для сбора информации можно использовать различные инструменты, такие как логи системы, отчеты об ошибках, данные мониторинга и т.д. Затем необходимо проанализировать эту информацию и выявить закономерности в возникновении ошибок и сбоев [2].

На основе анализа можно разработать рекомендации по устранению ошибок и сбоев, например, обновить программное обеспечение, заменить оборудование, изменить настройки системы или провести обучение персонала. Также можно использовать статистические методы для оценки эффективности рекомендаций и определения их влияния на работу системы.

Также можно рассмотреть методы мониторинга параметров технологического процесса, которые позволяют контролировать работу оборудования и выявлять возможные

проблемы. Например, можно использовать системы автоматического мониторинга, которые собирают данные о параметрах процесса и передают их на центральный сервер для анализа. Также можно проводить периодические проверки оборудования и программного обеспечения, чтобы убедиться в их работоспособности и отсутствии ошибок.

### **3 Технологии мониторинга и диагностики в системах управления нефтеперерабатывающих производств**

Технологии мониторинга и диагностики в системах управления нефтеперерабатывающих производств играют ключевую роль в обеспечении надежности и эффективности производственных процессов.

Одной из основных технологий мониторинга является система контроля параметров оборудования, такими как температура, давление, скорость вращения и другие. Эти данные анализируются в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на любые отклонения от нормы. Благодаря этому можно предотвратить возможные поломки и уменьшить время простоя оборудования.

Для диагностики состояния систем управления используются различные методы, такие как вибрационный анализ, инфракрасная термография, акустическая диагностика и другие. Эти методы позволяют выявлять скрытые дефекты и предсказывать возможные отказы оборудования [3, с. 35].

Технологии мониторинга и диагностики также включают в себя использование современных информационных систем, которые позволяют анализировать большие объемы данных и предсказывать возможные проблемы на основе статистических моделей и искусственного интеллекта, что способствует сокращению затрат и повышению конкурентоспособности предприятий.

## **4 Перспективы развития технических возможностей диагностики состояний и надёжности функционирования систем управления нефтеперерабатывающих производств**

### **4.1 Разработка автоматизированной системы мониторинга состояния оборудования с использованием искусственного интеллекта на нефтеперерабатывающих заводах**

Современные нефтеперерабатывающие заводы сталкиваются с необходимостью постоянного контроля состояния технологического оборудования, чтобы обеспечить безопасную и эффективную работу производственных процессов. В этой связи, разработка автоматизированных систем мониторинга состояния оборудования с использованием

искусственного интеллекта представляет собой новаторский подход к управлению техническим обслуживанием и предотвращению аварийных ситуаций.

Использование искусственного интеллекта в системе мониторинга позволяет создать интеллектуальную систему, способную анализировать данные о состоянии оборудования в режиме реального времени, выявлять потенциальные проблемы и предлагать рекомендации по их устранению. Это позволяет оперативно реагировать на возможные отклонения в работе оборудования и предотвращать возможные аварийные ситуации.

Одной из ключевых особенностей разрабатываемой системы является возможность прогнозирования возможных отказов оборудования на основе анализа больших объемов данных. Благодаря использованию искусственного интеллекта, система способна выявлять скрытые закономерности и предсказывать вероятность отказа определенного оборудования, что позволяет планировать техническое обслуживание заранее и минимизировать простои в производстве [4].

Кроме того, автоматизированная система мониторинга состояния оборудования с использованием искусственного интеллекта предоставляет возможность создания цифровых двойников оборудования, что позволяет проводить виртуальное моделирование работы оборудования и оптимизировать его производственные параметры.

Таким образом, разработка данной системы представляет собой новизну в области управления техническим обслуживанием на нефтеперерабатывающих заводах, что способствует повышению эффективности производственных процессов и снижению рисков возникновения аварийных ситуаций.

#### 4.2 Внедрение технологии виртуальной реальности для обучения персонала методикам диагностики состояния оборудования на нефтеперерабатывающих предприятиях

Нефтеперерабатывающие предприятия являются сложными и опасными объектами, требующими высококвалифицированного персонала для обеспечения безопасной и эффективной работы оборудования. В этой связи, внедрение новых технологий обучения персонала играет важную роль в повышении профессионального уровня сотрудников и улучшении качества технического обслуживания.

Одной из инновационных технологий, которая может быть применена для обучения персонала на нефтеперерабатывающих предприятиях, является технология виртуальной реальности. Виртуальная реальность позволяет создавать интерактивные симуляции, имитирующие реальные условия работы и позволяющие сотрудникам практиковать навыки диагностики и обслуживания оборудования в безопасной среде.

Внедрение технологии виртуальной реальности для обучения персонала методикам диагностики состояния оборудования на нефтеперерабатывающих предприятиях представляет собой новизну в области профессиональной подготовки сотрудников. Эта технология позволяет создавать реалистичные симуляции различных сценариев возможных проблем с оборудованием, что помогает сотрудникам приобрести необходимые навыки и опыт для быстрого и эффективного реагирования на потенциальные аварийные ситуации.

Кроме того, использование виртуальной реальности для обучения персонала позволяет значительно сократить затраты на проведение практических занятий и обучение на реальном оборудовании, так как все упражнения могут быть проведены в виртуальной среде. Это также способствует уменьшению рисков возможных повреждений оборудования и травмирования персонала в процессе обучения [5].

Таким образом, внедрение технологии виртуальной реальности для обучения персонала методикам диагностики состояния оборудования на нефтеперерабатывающих предприятиях представляет собой инновационный подход к повышению профессионального уровня сотрудников и улучшению качества технического обслуживания, что способствует повышению эффективности производственных процессов и снижению рисков возникновения аварийных ситуаций.

#### 4.3 Практические примеры успешного применения технологий диагностики в нефтеперерабатывающих предприятиях

Успешное внедрение технологий диагностики на предприятиях нефтепереработки позволяет существенно повысить производительность, безопасность и экологичность производства. Рассмотрим несколько примеров успешного использования таких технологий:

Компания Shell внедрила систему вибрационной диагностики на своем нефтеперерабатывающем заводе в Сингапуре. Система позволяет контролировать уровень вибрации во всех ключевых процессах и агрегатах, что позволяет своевременно обнаруживать и устранять проблемы, предотвращая возможные аварии.

Успешное применение внедрение системы мониторинга состояния оборудования на нефтеперерабатывающем заводе "Газпром нефть". Система позволяет проводить непрерывный мониторинг состояния оборудования, выявлять потенциальные проблемы и предотвращать аварийные ситуации, что повышает надежность и безопасность производственных процессов.

Другим примером успешного применения технологий диагностики является использование методов неразрушающего контроля на нефтеперерабатывающих предприятиях, например, на заводах "ЛУКОЙЛ". Эти методы позволяют выявлять скрытые

дефекты оборудования, такие как трещины или коррозия, что помогает предотвращать аварийные ситуации и увеличивает безопасность производственных процессов.

Также в России успешно применяются системы прогнозирования состояния оборудования с использованием методов машинного обучения на нефтеперерабатывающих предприятиях, например, на заводах "Татнефть". Эти системы позволяют предсказывать возможные отказы оборудования и планировать техническое обслуживание заранее, что снижает затраты на ремонт и увеличивает эффективность производственных процессов [6].

Компания Chevron внедрила тепловизионную диагностику на своем нефтехимическом заводе в Техасе. Система позволяет выявлять проблемы с теплоизоляцией, перегревом оборудования и другими возможными причинами повышения температуры. Это помогает предотвратить возгорание и другие опасные ситуации, связанные с перегревом.

Примеры успешного внедрения технологий диагностики свидетельствуют о том, что такие технологии играют важную роль в повышении производительности и безопасности предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

### **Заключение**

В статье авторами проведен анализ методов диагностики состояния систем управления на нефтеперерабатывающих предприятиях. Методы и подходы к диагностике состояния систем управления включают в себя как классические, так и современные технологии, такие как машинное обучение и анализ данных. На основе анализа разработаны рекомендации по устранению сбоев и ошибок.

В материалах исследовательской работы показано, что надежность функционирования систем управления зависит от множества факторов, включая качество оборудования, профилактическое обслуживание и квалификацию персонала. Проведен анализ применения и развития технологий в диагностике состояний и надежности систем управления, который показал повышение эффективности процессов переработки нефти, и снижение риска аварийных ситуаций.

Практические примеры диагностики состояний и надежности систем управления нефтеперерабатывающих производств показали, что использование современных технологий позволяет оперативно выявлять и устранять неисправности, что способствует повышению производительности и экономии ресурсов. Их применение позволяет своевременно выявлять и устранять возникающие проблемы в работе оборудования, а также прогнозировать возможные отказы и планировать профилактические мероприятия.

В статье, авторы показали, что с развитием интернета, автоматизации процессов и обработки больших объемов данных, открывают широкие перспективы развития

технических возможностей диагностики состояний и надёжности функционирования систем управления нефтеперерабатывающих производств.

### Список литературы

1. Будзуляк, Б. В. Техническое диагностирование оборудования и трубопроводов объектов нефтегазового комплекса с применением инновационных технологий / Б. В. Будзуляк, А. С. Лопатин, Д. М. Ляпичев // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2019. – № 11(556). – С. 21-26.

2. Брехов Олег Михайлович, Баян Арменак Вячеславович метод анализа функционирования вычислительных сетей с применением многоуровневого внедрения неисправностей // Труды МАИ. 2016. №89. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-analiza-funktsionirovaniya-vychislitelnyh-setey-s-primeneniem-mnogourovneвого-vnedreniya-neispravnostey> (дата обращения: 11.11.2023).

3. Сироткин, Д. Как российское решение на базе AR- технологий помогает "ТАНЕКО" обеспечивать надежность источников бесперебойного питания на заводе / Д. Сироткин // Энергетическая политика. – 2022. – № 12(178). – С. 35-39.

4. Сапунов А.В., Сапунова Т.А. формирование современных цифровых технологий в процессах производства // Вестник Академии знаний. 2022. №6 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-sovremennyh-tsifrovyyh-tehnologiy-v-protssesah-proizvodstva> (дата обращения: 13.11.2023).

5. Гладкая Ксения Викторовна, Семина Анастасия Павловна Использование информационно-коммуникационных и виртуальных технологий в обучении персонала // Московский экономический журнал. 2019. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-informatsionno-kommunikatsionnyh-i-virtualnyh-tehnologiy-v-obuchenii-personala> (дата обращения: 15.11.2023).

6. Хорцев Алексей Константинович Применение мониторинговых систем контроля за оборудованием в нефтеперерабатывающем производстве // Наука и техника Казахстана. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-monitoringovyh-sistem-kontrolya-za-oborudovaniem-v-neftepererabatyvayushchem-proizvodstve> (дата обращения: 13.11.2023).