

№ (10)45
20.05.2025



SCIENCE SHINE

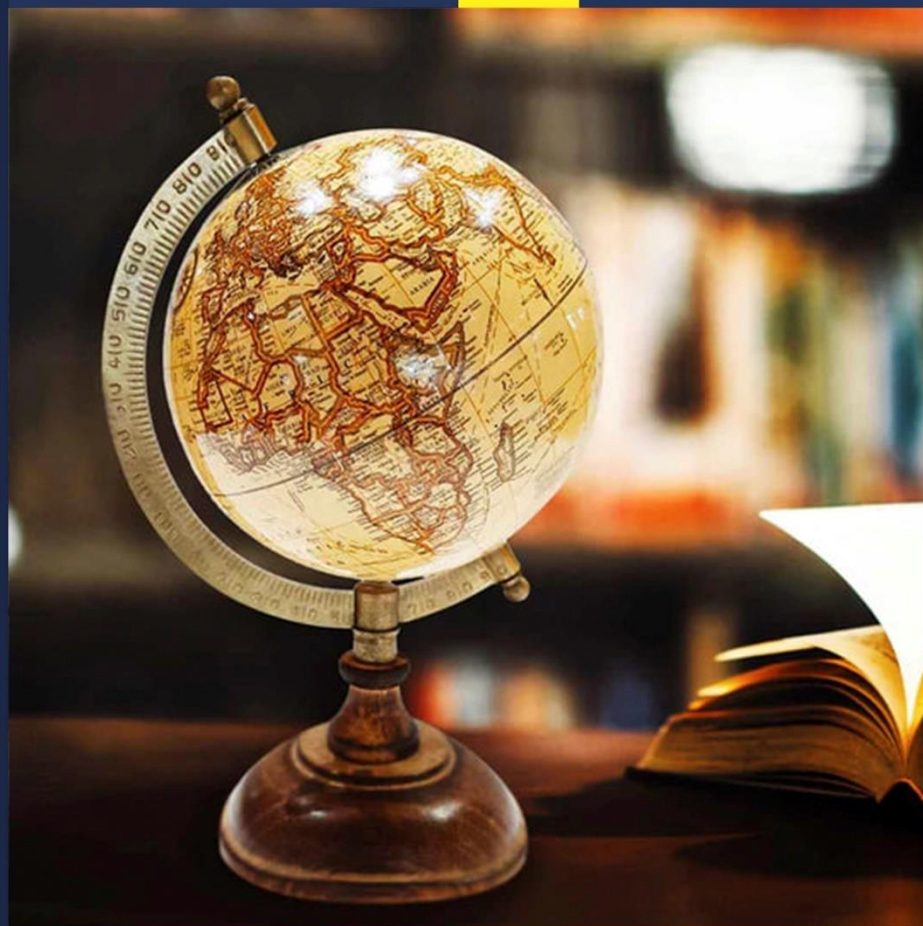
ISSN: 3030-377X

International scientific journal

Xalqaro ilmiy jurnal

Международный научный журнал

ILM NURI



Google

zenodo

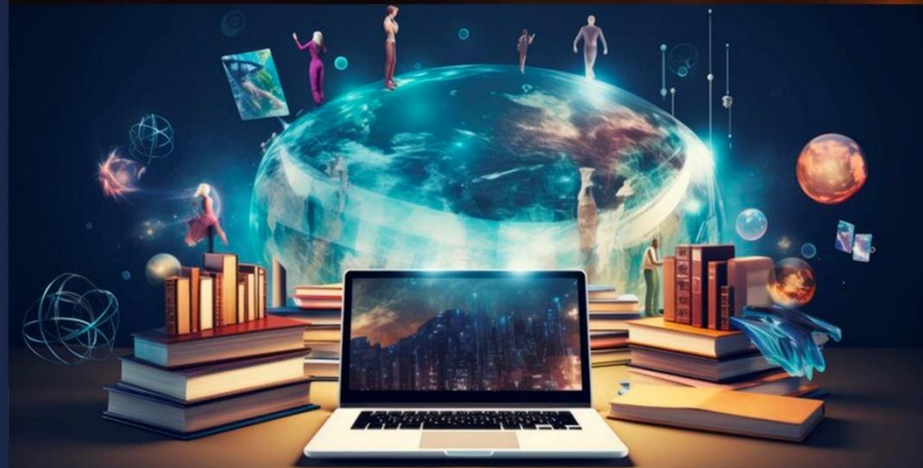
CITE INDEX

ABSTRACT

This international scientific journal is created for new scientific research.

Articles are accepted in the following areas:

- specific and technical directions
- social directions
- directions of philology
- pedagogic directions
- natural science





INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

SCIENCE SHINE

Issue 10(45)

20. 05. 2025



**International scientific
journal
“SCIENCE SHINE”**

Bosh muharrir:
Abdul Khalil Ahmadoughli

**Jurnal bir oyda ikki marta
chop etiladi.**

**O‘zbekiston Respublikasi
Prezidenti
Administratsiyasi
huzuridagi
Axborot va ommaviy
kommunikatsiyalar
agentligi tomonidan 2023-
yil 16-fevralda
№063974 sonli guvohnoma
bilan davlat ro‘yxatidan
o‘tkazilgan.**

ISSN 3030 – 377X

**Jurnaldan maqola ko‘chirib
bosilganda, manba
ko‘rsatilishi shart.**

**Tel: +99891-152-93-14
E pochta: talqin@bk.ru**

Veb sayt:
<http://science-shine.uz/>

Tahrir kengashi:

Abdukarimov Jamoliddin

Xo‘jand davlat universiteti dotsenti, tarix fanlari nomzodi, Tojikiston

Qozoqov Tohirjon Qodiraliyevich

Namangan Impuls tibbiyot instituti dotsenti, tarix fanlari nomzodi

Mamatov Obidxon Vaqqosovich

University of Business and Science nodavlat oliy ta‘lim muassasasi dotsenti

Masharipova Gularam Kamilovna

Falsafa fanlari doktori, professor

Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti

Djo‘rayev Mabruk Ma‘murjon o‘g‘li

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Alisher Navoiy nomidagi

Davlat adabiyot muzeyi

Abdullayev Ravshanjon Inomjon o‘g‘li

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Qo‘qon filiali o‘qituvchisi

Jo‘rayeva Sobira Eshqurbonovna

O‘zMU jurnalistika fakulteti, o‘zbek adabiyotshunosligi kafedrasi katta o‘qituvchisi,

filologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori

Madraximov Ilxomjon Sobirovich

Qo‘qon davlat pedagogika instituti o‘zbek tili kafedrasi dotsenti

Sharipova Nargizaxon Abduqahhorovna

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Qo‘qon filiali v.b dotsenti, PhD

Azizov Olimjon Toxirovich

Toshkent kimyo texnologiya instituti GSKMT kafedrasi dotsenti

Nuridinov Turdiali Qambarovich

Qo‘qon davlat pedagogika instituti, PhD

Nurmanova Barno Axmadjon qizi

O‘zbekiston davlat san‘at va madaniyat instituti

“Magistratura” bo‘limi boshlig‘i, PhD

Xamraqulov Serobjon Soliyevich

Qo‘qon davlat pedagogika instituti, PhD

Haydarova Umida Xojiakbar qizi

Farg‘ona davlat universiteti Amaliy ingliz tili kafedrasi o‘qituvchisi

Nozima Mamadjanova Adxamovna

Namangan davlat universiteti Ingliz tili fani o‘qituvchisi,

Pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

Yusupova Gullola To‘xtamurodovna

Qo‘qon davlat pedagogika instituti, PhD

Abdurazakova Kamolaxon Yusupovna

Alisher Navoiy nomidagi Toshkent davlat o‘zbek tili va adabiyoti universiteti

ijtimoiy - gumanitar fanlari kafedrasi katta o‘qituvchisi

siyosiy fanlari bo‘yicha falsafa doktori



АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ОЧИСТКЕ ГАЗОВ И ЕГО АНАЛИЗ AUTOMATION OF FILTRATION PROCESS IN GAS PURIFICATION AND ITS ANALYSIS

Хамраев Жавлонбек Хашим угли

Каршинского государственного технического университета Доцент.

hamrayevjavlonbek11@gmail.com

Қуйлиев Темур Умирзок угли

Магистр.

qoyliyevtemur0@gmail.com

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы автоматизации процесса фильтрации при очистке промышленных газов. Представлены современные методы управления фильтрационными установками, описаны типы датчиков и исполнительных механизмов, используемых для повышения эффективности работы фильтров. Проведен анализ технических решений, направленных на минимизацию выбросов вредных веществ в атмосферу. Подчеркивается значение применения автоматизированных систем управления (АСУ) для устойчивой и экологически безопасной работы промышленных объектов.

Ключевые слова: автоматизация, фильтрация, очистка газов, промышленность, АСУ, экологическая безопасность, сенсоры, выбросы.

Annotation. The article deals with the issues of automation of filtration process in industrial gas purification. Modern methods of control of filtration plants are presented, types of sensors and actuators used to improve the efficiency of filters are described. The analysis of technical solutions aimed at minimising emissions of harmful substances into the atmosphere is carried out. The importance of application of automated control systems (ACS) for sustainable and environmentally safe operation of industrial facilities is emphasised.

Keywords: automation, filtration, gas purification, industry, ACS, environmental safety, sensors, emissions.

Введение. Современная промышленность сопровождается значительными объемами газообразных выбросов, содержащих вредные и токсичные вещества. Одной из основных задач экологической безопасности является эффективная очистка этих газов. Традиционные методы фильтрации нуждаются в

модернизации и интеграции с автоматизированными системами, которые позволяют контролировать процесс в реальном времени, обеспечивать стабильность параметров и снижать человеческий фактор. Автоматизация процессов фильтрации становится ключевым направлением в развитии экологически устойчивых производств.

Автоматизация процесса фильтрации-это внедрение технических и программных средств управления в системы фильтрации для повышения их эффективности, надежности и безопасности. Она позволяет автоматически контролировать параметры фильтрации, регулировать рабочие режимы и проводить самоочистку оборудования без постоянного вмешательства человека.

Примеры автоматизированных решений.

Цель	Описание
Повышение надежности	Снижение риска выхода фильтров из строя.
Уменьшение затрат	Меньше простоев и ручной работы.
Повышение качества очистки	Постоянный контроль параметров.
Снижение аварийности	Быстрая реакция на внештатные ситуации.
Экологическая безопасность	Соответствие нормативам по выбросам.

Рукавный фильтр с пневмоочисткой:

- При засорении ($\Delta P > 3000$ Па), ПЛК активирует электромагнитный клапан.
- Кратковременная пневмопродувка очищает рукава.
- Если фильтр не очищается — система сигнализирует оператору.

Циклон с автоматическим шибером:

- Когда уровень пыли в сборнике превышает порог, активируется выгрузка.
- Шибер открывается, пыль сбрасывается в бункер, после чего закрывается.

Преимущества автоматизации фильтрации:

Преимущество	Описание
Автоматический цикл работы	Нет необходимости в постоянном контроле оператором.
Повышение КПД	Работа фильтров на оптимальных режимах.
Снижение нагрузки на персонал	Уменьшение человеческого фактора.



Удаленный мониторинг	Возможность отслеживания показателей онлайн.
Раннее обнаружение неисправностей	Аварийные сигналы по перегреву, засорению и т.д.

Будущее: интеллектуальная фильтрация

Современные системы фильтрации развиваются в сторону **индустрии 4.0**.

Это означает:

- Внедрение **искусственного интеллекта (AI)** и **машинного обучения** для прогнозирования загрязнения фильтра.
- Использование **интернета вещей (IoT)** для объединения всех узлов в единую сеть.
- Интеграция в ERP-системы предприятия (SAP, 1С и др.).

Методологической основой данной работы является системный подход к анализу существующих фильтрационных технологий и внедрению автоматизированных средств управления. Проведен сравнительный анализ различных типов фильтров и их взаимодействия с автоматическими системами. Используются методы технико-экономического анализа, моделирования процессов и оценки экологического эффекта от внедрения автоматизации.

Основная часть. Необходимость автоматизации.

Автоматизация фильтрации позволяет:

- снизить энергозатраты;
- оптимизировать цикл очистки;
- вовремя реагировать на засоры или перегрузки;
- вести удалённый контроль и мониторинг состояния оборудования.

Компоненты автоматизированной системы фильтрации:

- **Датчики давления и температуры;**
- **Датчики загрязнения фильтра** (например, дифференциального давления);
- **Контроллеры (ПЛК)** для обработки сигналов и принятия решений;
- **Интерфейсы оператора (HMI);**
- **Приводы для очистки фильтров (встряхивание, продувка и т.д.).**

Примеры реализации. На современных предприятиях, таких как ТЭС, цементные и металлургические заводы, применяются рукавные фильтры

с автоматической системой регенерации фильтрующего материала. Управление осуществляется с помощью ПЛК, что позволяет автоматически очищать фильтры при достижении заданного уровня сопротивления.

Преимущества автоматизации.

- Повышение надежности и срока службы оборудования;
- Снижение трудозатрат персонала;
- Сокращение времени простоя;
- Соответствие экологическим нормативам.

Техническая классификация систем фильтрации.

Фильтрационные системы условно делятся на несколько типов в зависимости от физического принципа работы и области применения:

- Механические фильтры (тканевые, рукавные, сетчатые);
- Электростатические фильтры;
- Циклонные сепараторы;
- Адсорбционные и каталитические фильтры;
- Мокрые скрубберы.

Каждый тип фильтра требует определенного подхода к автоматизации: управление давлением, скоростью потока, температурой, уровнем загрязнения фильтрующего материала и т.д.

Таблица параметров оборудования

№	Название устройства	Тип	Параметры работы	Назначение
1	DP1 – Датчик перепада давления	Аналоговый (4-20 мА)	0–5000 Па	Определение загрязнения фильтра
2	T1 – Температурный датчик	Термопара Type K	0–300 °С	Контроль температуры газа
3	P1 – Датчик давления	Аналоговый (4-20 мА)	0–10 бар	Контроль входного давления
4	ПЛК (контроллер Siemens S7-1200)	Логический контроллер	Питание 24В, входы/выходы	Централизованное управление
5	Электромагнитный	24V DC	Открытие/закрытие	Очистка фильтра



	клапан		продувки	по команде контроллера
6	HMI-панель	Touchscreen HMI	7 дюймов, Modbus	Интерактивный интерфейс оператора

Пример кода на языке ST (Structured Text)

(* Порог перепада давления для активации очистки фильтра *)

VAR

DeltaP : REAL; // Перепад давления

Clean_Threshold : REAL := 3000.0; // Порог в Па

Blow_Valve : BOOL := FALSE; // Состояние клапана продувки

T_Filter : REAL; // Температура фильтра

Alarm : BOOL := FALSE; // Сигнал тревоги

END_VAR

// Логика управления продувкой

IF DeltaP > Clean_Threshold THEN

Blow_Valve := TRUE;

ELSE

Blow_Valve := FALSE;

END_IF

// Защита по температуре

IF T_Filter > 250.0 THEN

Alarm := TRUE; // Включить сигнализацию

Blow_Valve := FALSE; // Заблокировать продувку

END_IF

Этот код можно использовать в ПЛК с поддержкой языка ST (например, Siemens, WAGO, Schneider). Он реализует простую логику: при превышении перепада давления запускается продувка, а при слишком высокой температуре – срабатывает аварийный сигнал.

Заключение. Автоматизация процессов фильтрации газов является важным элементом современного экологического и технологического развития. Она обеспечивает не только экономические, но и значительные экологические выгоды. Использование автоматизированных систем управления способствует



более точному и стабильному функционированию фильтрационного оборудования, снижая выбросы вредных веществ и повышая общую эффективность производств. Дальнейшее развитие в этом направлении связано с внедрением интеллектуальных систем, использующих элементы искусственного интеллекта и машинного обучения.

Список литературы:

1. Иванов А. П., Смирнов Н. В. Автоматизация промышленных процессов. — М.: Машиностроение, 2020.
2. Козлов Ю. И. Газоочистка и пылеулавливание. — СПб.: Политехника, 2019.
3. Петров С. А. Фильтрационные технологии и экология. — М.: Наука, 2021.
4. ГОСТ 31358-2007. Системы очистки газов. Общие технические требования.
5. Журнал «Автоматизация в промышленности», №4, 2023.



РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ SCADA ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ DEVELOPMENT OF A SCADA-BASED CONTROL SYSTEM FOR EFFICIENT ENERGY DISTRIBUTION AT PRODUCTION FACILITIES

Хамраев Жавлонбек Хашим угли

Каршинского государственного технического университета Доцент

hamrayevjavlonbek11@gmail.com

Неъматхожиев Сардор Собир угли

Магистр

nematxojiyevsardor@gmail.com

Аннотация: В данной статье рассматривается разработка системы управления на базе SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) для эффективного распределения энергии на производственном предприятии. SCADA-система используется для мониторинга, управления и автоматизации процессов в реальном времени. В статье представлены ключевые элементы архитектуры SCADA-системы, методология разработки, а также примеры кода и схемы для оптимизации распределения энергии. Особое внимание уделяется оптимизации потребления энергии, что способствует повышению эффективности производства и снижению затрат на электроэнергию.

Ключевые слова: SCADA система, распределение энергии, автоматизация, мониторинг, управление, реальное время, HMI, сбор данных, диагностика, энергосбережение, безопасность системы, оптимизация, интеграция.

Annotation. This paper discusses the development of a SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) based control system for efficient power distribution in a manufacturing plant. SCADA system is used for real-time monitoring, control and automation of processes. The paper presents the key elements of SCADA system architecture, development methodology, and code and circuit examples to optimize energy distribution. Special emphasis is placed on optimizing energy consumption to improve production efficiency and reduce energy costs.



Keywords: SCADA system, energy distribution, automation, monitoring, control, real time, HMI, data acquisition, diagnostics, energy saving, system security, optimization, integration.

Введение. Эффективное распределение энергии в производственных процессах является одним из важнейших факторов для снижения затрат и повышения общей производительности. В условиях современных высоких требований к энергоэффективности, автоматизация и мониторинг энергетических процессов становятся необходимыми. SCADA-системы (системы контроля и сбора данных) широко используются для мониторинга и управления различными промышленными процессами, включая управление распределением энергии.

Целью данной работы является исследование применения SCADA-системы для эффективного распределения энергии в производственных условиях. В рамках работы рассматриваются основные принципы работы SCADA, ее элементы и возможные способы интеграции с энергетическими системами предприятия.

SCADA системы (Supervisory Control and Data Acquisition) — это системы, предназначенные для мониторинга, управления и автоматизации различных процессов в реальном времени. SCADA широко используется в промышленности для управления энергетическими процессами, включая распределение энергии. В условиях современных требований к энергоэффективности, использование SCADA систем становится важным элементом для оптимизации потребления энергии и повышения общей энергетической эффективности.

Применение SCADA систем

SCADA системы используются в различных отраслях:

Энергетика: SCADA системы контролируют распределение энергии, работу электрических станций, трансформаторных подстанций, а также управление электроэнергией в распределительных сетях.

Промышленное производство: SCADA системы управляют производственными процессами, такими как производство химических, пищевых, металлургических и других товаров. Это помогает оптимизировать процессы и повысить производительность.



Водоснабжение: SCADA системы используются для мониторинга и управления водоснабжением, включая контроль работы насосных станций, распределение воды и поддержание нужного давления.

Транспорт и логистика: В транспортных системах SCADA системы применяются для управления железнодорожным движением, контролем за воздушным трафиком, а также в системах городского транспорта.

Нефтегазовая промышленность: SCADA системы необходимы для управления добычей нефти и газа, контролем за трубопроводами, а также для мониторинга работы перерабатывающих заводов.

Влияние SCADA систем на энергосбережение

Мониторинг потребления энергии в реальном времени: Одной из основных функций SCADA системы является мониторинг потребления энергии в реальном времени. С помощью SCADA можно отслеживать данные о текущем потреблении энергии в разных частях предприятия или в различных производственных процессах. Это позволяет оперативно выявлять аномалии, такие как чрезмерное потребление энергии, и принимать меры по его снижению.

Пример: SCADA система отслеживает данные о потреблении энергии на разных этапах производственного процесса, и если потребление на одном участке значительно выше нормального, система может подать сигнал для его оптимизации или выявления неисправностей. Прогнозирование потребности в энергии:

SCADA системы анализируют исторические данные о потреблении энергии, чтобы прогнозировать потребности в энергоресурсах в будущем. Это помогает не только снизить излишки энергии, но и оптимизировать ее распределение, а также учитывать колебания в спросе на энергию.

Пример: Используя данные о потреблении энергии за последние месяцы, SCADA система может прогнозировать, когда потребуется больше энергии (например, в пиковые периоды) и заранее подготовить систему к повышенным нагрузкам. **Оптимизация распределения энергии:**

SCADA система позволяет управлять распределением энергии в зависимости от текущей нагрузки на систему.

Она регулирует работу оборудования и оптимизирует потребление энергии, что снижает потери и повышает общую эффективность использования энергоресурсов. Пример: В случае, если в какой-то части предприятия наблюдается избыточное потребление энергии, SCADA система может



перераспределить ресурсы таким образом, чтобы избежать перегрузок и снизить потери. **Автоматическое управление и балансировка сети:**

SCADA система может автоматически балансировать нагрузку на энергосистему. Например, если одна из линий питания начинает испытывать перегрузку, система может перенаправить поток энергии на менее загруженные участки сети, избегая перегрузки и снижая вероятность отказа. Пример: В распределительных энергетических системах SCADA система помогает управлять нагрузками и балансировать потоки энергии между различными участками сети, обеспечивая их стабильную работу и предотвращая излишние потери. **Использование возобновляемых источников энергии:** SCADA системы могут интегрировать возобновляемые источники энергии, такие как солнечные панели или ветряные турбины, в энергетическую систему предприятия.

Это позволяет максимально эффективно использовать зеленую энергию, снижая потребление традиционных источников энергии и, как следствие, снижая затраты и углеродный след. Пример: SCADA система отслеживает работу солнечных панелей, анализирует их эффективность и управляет процессом зарядки аккумуляторов, чтобы использовать собранную энергию в нужный момент, минимизируя потребление от централизованных источников энергии. **Обнаружение неисправностей и аварийных ситуаций:** SCADA системы способны оперативно выявлять неисправности и аварийные ситуации в энергосистемах, что помогает предотвратить их последствия, такие как аварии или крупные потери энергии. Они мгновенно реагируют на сбои в системе, автоматически переключая нагрузку на другие участки или отключая поврежденные линии. Пример: Если в сети появляется короткое замыкание или переполнение, SCADA система автоматически отключает поврежденный участок, минимизируя потери энергии и предотвращая более серьезные проблемы. **Анализ и повышение энергоэффективности:** SCADA система собирает данные о потреблении энергии, которые могут быть использованы для анализа энергетической эффективности.

Система анализирует данные, выявляя участки с низкой энергоэффективностью, и дает рекомендации по улучшению процессов. Пример: Система может проанализировать данные о производственных процессах и предложить изменения, такие как улучшение работы оборудования или изменение графика работы для более рационального использования энергии.

Примерная схема SCADA-системы для управления распределением энергии:

1. **Полевые устройства** — датчики и устройства для измерения энергии (энергометры, токовые и напряженностные датчики).
2. **Коммуникационные модули** — устройства для передачи данных с полевых устройств в SCADA-сервер.
3. **SCADA-сервер** — центр обработки данных, в котором собираются и анализируются данные о состоянии энергосистемы.
4. **Человеко-машинный интерфейс (HMI)** — интерфейс, с помощью которого операторы могут следить за состоянием системы.
5. **Система управления** — автоматическая система, которая регулирует распределение энергии и управление производственными процессами.

Пример кода. Для демонстрации работы SCADA-системы с распределением энергии можно использовать простой пример на Python, моделирующий процесс распределения энергии на предприятии:

```
import random
import time
class EnergyDistributionSystem:
    def __init__(self, energy_capacity):
        self.energy_capacity = energy_capacity
        self.energy_consumed = 0
        self.energy_remaining = energy_capacity
    def allocate_energy(self):
        energy_needed = random.randint(1, 100)
        if self.energy_remaining >= energy_needed:
            self.energy_consumed += energy_needed
            self.energy_remaining -= energy_needed
            print(f"Allocated {energy_needed} units of energy.")
        else:
            print("Not enough energy remaining.")
    def get_status(self):
        print(f"Energy Remaining: {self.energy_remaining} units.")
        print(f"Energy Consumed: {self.energy_consumed} units.")
    def main():
        system = EnergyDistributionSystem(1000)
```

```
for _ in range(10):  
    system.allocate_energy()  
    system.get_status()  
    time.sleep(1)  
if __name__ == "__main__":  
    main()
```

В этом примере SCADA-система моделирует распределение энергии между различными производственными объектами. Алгоритм случайным образом выделяет энергию и выводит информацию о текущем остатке и потреблении энергии.

Методология разработки

Проектирование системы: Процесс проектирования SCADA-системы начинается с определения ключевых требований, таких как мощность, типы измеряемых параметров (напряжение, ток, мощность) и частота обновления данных. На основании этого разрабатывается архитектура системы, включающая полевые устройства, контроллеры и сервер SCADA.

Разработка программного обеспечения: Программное обеспечение SCADA разрабатывается для сбора данных, их обработки и визуализации на HMI. Особое внимание уделяется разработке алгоритмов управления, которые будут автоматически регулировать распределение энергии в зависимости от нагрузки на систему.

Интеграция и тестирование: После разработки и внедрения системы необходимо провести тестирование всех компонентов на предмет совместимости, стабильности и точности работы. Тестирование проводится как в лабораторных условиях, так и на реальном производственном объекте.

Оптимизация и поддержка: После внедрения SCADA-системы в эксплуатацию необходимо провести настройку и оптимизацию работы системы. Это включает в себя настройку алгоритмов распределения энергии и мониторинг системы для минимизации возможных сбоев и потерь энергии.

Заключение. Разработка SCADA-системы для управления распределением энергии на производстве позволяет существенно повысить энергоэффективность, снизить эксплуатационные затраты и улучшить контроль за процессами. Применение автоматизированных систем управления позволяет более точно прогнозировать потребление энергии, выявлять неполадки в системе и оперативно их устранять.



Использование SCADA-системы в рамках энергетического управления открывает новые возможности для промышленности, позволяя эффективно управлять ресурсами и снижать затраты на электроэнергию.

Список литературы:

1. **Гере, Ч. (2014).** "Промышленная автоматизация и системы управления." McGraw-Hill. Книга, в которой подробно рассматриваются SCADA системы, их архитектура и роль в промышленной автоматизации.
2. **Стоянович, Я., & Милинкович, Д. (2017).** "SCADA системы: Архитектура, протоколы и применения." Springer. Научная работа, посвященная архитектуре SCADA систем, протоколам и их практическому применению.
3. **Чжао, Х., & Хуан, Л. (2018).** "Управление энергией и контроль в SCADA системах." Energy Reports, 4, 150-158. Научная статья о применении SCADA систем в управлении энергией и повышении эффективности использования энергии.
4. **Рашид, М. (2016).** "SCADA системы энергетических систем и умные сети." Wiley-IEEE Press. Книга, посвященная распределению электроэнергии и интеграции SCADA систем с умными сетями.
5. **Мирский, В., & Иванов, А. (2015).** "Автоматизация энергетических систем: Применение и интеграция SCADA." Springer. Работа о применении SCADA систем в автоматизации энергетических процессов и их интеграции с другими системами.
6. **Похл, Я., & Нгуен, М. (2019).** "SCADA системы для умной энергетики." Journal of Energy Engineering, 145(6), 04019029. Статья о роли SCADA систем в умных энергосетях и их эффективном функционировании.
7. **Миллер, Р. (2013).** "Введение в SCADA системы." В книге "Руководство по инженерии управления", 3-е издание, CRC Press. Введение в SCADA системы, их основные компоненты и принципы работы.
8. **Ли, К., & Ким, С. (2017).** "Совершенствование SCADA систем и их применения." International Journal of Industrial Automation and Control, 15(4), 75-83. Статья о новых достижениях в области SCADA систем и их применении в промышленных сферах.
9. **Рохит, П., & Джоши, П. (2018).** "Энергоэффективность и SCADA системы в промышленной среде." Journal of Industrial Energy Efficiency, 5(2), 55-



62. Научная работа, описывающая роль SCADA систем в повышении энергоэффективности в промышленности.

10. **Ван, Й., & Ли, С. (2020).** "Безопасность данных в SCADA системах: Обзор." *Computer Science and Engineering Review*, 34(3), 212-220. Обзор научных работ по вопросам безопасности данных в SCADA системах и методов их защиты.



РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ И PID- АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ DEVELOPMENT AND MODELLING OF ADAPTIVE AND PID CONTROL ALGORITHMS FOR CHEMICAL REACTORS

Хамраев Жавлонбек Хашим угли

Каршинского государственного технического университета Доцент

hamrayevjavlonbek11@gmail.com

Набиев Анвар Райим угли

Магистр

nabijonoffanvar@gmail.com

Аннотация: В статье рассматриваются методы разработки и моделирования PID-алгоритмов и адаптивных алгоритмов управления для химических реакторов. PID-алгоритмы являются основой для многих промышленных процессов, где требуется поддержание стабильных параметров, таких как температура, давление и концентрация. В свою очередь, адаптивные алгоритмы позволяют эффективно управлять процессами, параметры которых изменяются во времени. Рассматриваются принципы работы PID и адаптивных алгоритмов, их преимущества и недостатки, а также примеры реализации на языке программирования Python. В статье представлены результаты моделирования для химического реактора, используя как стандартный PID-контроллер, так и адаптивные методы, позволяющие достичь высокой точности и стабильности работы.

Ключевые слова: PID-алгоритмы, адаптивные алгоритмы, управление, химические реакторы, моделирование, программирование, стабилизация.

Annotation. The paper discusses methods of developing and modelling PID algorithms and adaptive control algorithms for chemical reactors. PID algorithms are the basis for many industrial processes where stable parameters such as temperature, pressure and concentration need to be maintained. In turn, adaptive algorithms allow efficient control of processes whose parameters vary in time. The principles of PID and adaptive algorithms, their advantages and disadvantages, as well as examples of implementation in the Python programming language are considered. The paper presents the results of modelling for a chemical reactor using both standard PID controller and adaptive methods, allowing to achieve high accuracy and stability of operation.



Keywords: PID algorithms, adaptive algorithms, control, chemical reactors, modelling, programming, stabilisation.

Введение. Управление химическими реакторами — это сложная задача, включающая в себя множество переменных, таких как температура, давление, концентрация реагентов и другие параметры, которые влияют на ход химической реакции. Стабильное управление этими параметрами критически важно для обеспечения безопасности процесса и оптимизации выхода продукции.

Для эффективного контроля и стабилизации этих параметров используются различные методы управления. Одним из наиболее распространённых является **PID-алгоритм**, который позволяет поддерживать заданные параметры системы. Однако для более сложных процессов, где параметры могут изменяться в реальном времени, используются адаптивные алгоритмы. Эти методы обеспечивают возможность подстраиваться под изменения в динамике системы, что особенно важно в химической промышленности, где условия реакторов могут существенно изменяться.

В данной работе рассматриваются теоретические основы разработки и применения как PID-алгоритмов, так и адаптивных методов управления для химических реакторов, а также методы их моделирования с использованием программных инструментов, таких как MATLAB и Python.

Пример использования PID-алгоритма в управлении химическим реактором.

Пример 1: Управление температурой

В химическом реакторе температура является важным параметром для контроля процесса. Для управления температурой можно использовать PID-алгоритм, который будет поддерживать температуру на заданном уровне. Например, требуется поддержание температуры 300°C.

Принцип работы PID-алгоритма:

P (Пропорциональная) — эта часть алгоритма отвечает за текущее отклонение температуры от заданного значения.

I (Интегральная) — накапливает ошибку, если отклонение сохраняется долго.

D (Дифференциальная) — учитывает скорость изменения ошибки, что помогает уменьшить колебания температуры.

Пример кода на Python:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# PID алгоритм для управления температурой
def pid_controller(error, previous_error, integral, Kp, Ki, Kd):
    integral += error * dt
    derivative = (error - previous_error) / dt
    control_signal = Kp * error + Ki * integral + Kd * derivative
    return control_signal, integral
# Моделирование температуры реактора
def reactor_model(temp, control_signal):
    heat_transfer_rate = 0.5 # Условная скорость теплопередачи
    return temp + heat_transfer_rate * control_signal
# Параметры
Kp = 5.0 # Пропорциональный коэффициент
Ki = 1.0 # Интегральный коэффициент
Kd = 0.2 # Дифференциальный коэффициент
set_point = 300.0 # Желательная температура (°C)
# Начальные условия
current_temp = 250.0 # Начальная температура реактора
integral = 0
previous_error = 0
# Параметры времени
dt = 0.1 # Шаг времени
time = np.arange(0, 100, dt)
temperatures = []
# Основной цикл моделирования
for t in time:
    error = set_point - current_temp
    control_signal, integral = pid_controller(error, previous_error, integral, Kp, Ki,
Kd)
    current_temp = reactor_model(current_temp, control_signal)
    temperatures.append(current_temp)
    previous_error = error
# Результаты
plt.plot(time, temperatures)
```

```
plt.xlabel('Время (с)')  
plt.ylabel('Температура (°C)')  
plt.title('PID управление температурой реактора')  
plt.show()
```

Анализ примера: В данном примере PID-алгоритм стабилизирует температуру в реакторе. Используя график, можно увидеть, как температура постепенно приближается к заданной величине (300°C) и стабилизируется. PID-алгоритм работает эффективно, минимизируя отклонения температуры и избегая сильных колебаний.

Пример использования адаптивных алгоритмов. Адаптивные алгоритмы полезны, когда параметры системы изменяются со временем. Например, скорость реакции может изменяться в зависимости от температуры или концентрации реагентов, и в этом случае PID-алгоритм может быть недостаточно эффективным. Адаптивные алгоритмы, например **Model Reference Adaptive Control (MRAC)**, позволяют системе автоматически настраиваться в ответ на изменения в процессе.

Пример 2: Управление концентрацией вещества. Предположим, что требуется контролировать концентрацию вещества в реакторе. В ходе реакции скорость изменения концентрации может изменяться в зависимости от температуры, давления или других факторов, что делает применение статических PID-алгоритмов менее эффективным.

Модель адаптивного управления:

1. **Референсная модель**—создается модель, в которой параметры известны.
2. **Адаптация модели**—параметры модели обновляются в ответ на изменения, и контроллер на основе обновленных данных корректирует управление.

Моделирование с адаптивным контролем:

В адаптивных системах параметры контроллера изменяются в реальном времени. Например, если скорость реакции увеличивается из-за повышения температуры, адаптивный контроллер автоматически подстроит параметры управления для поддержания оптимальных условий.

MRAC алгоритм:

Референсная модель описывает идеальную динамику процесса.

Адаптивный контроллер использует информацию о текущем состоянии системы для корректировки коэффициентов управления, что позволяет системе подстраиваться под изменения.

Методика оптимизации и настроек PID-алгоритма.

Метод Зиглера-Никольса: позволяет более точно настроить параметры PID с использованием частотных характеристик системы.

Автоматическая настройка: в более сложных случаях можно применить методы автоматической настройки параметров PID на основе анализа отклика системы.

Сравнение PID и адаптивных алгоритмов

Особенность	PID-алгоритмы	Адаптивные алгоритмы
Эффективность	Подходят для стабильных систем.	Подходят для систем с изменяющимися параметрами.
Гибкость	Не адаптируются к изменениям в системе.	Подстраиваются под изменения в системе.
Сложность реализации	Простые в реализации и настройке.	Более сложные в реализации.
Применение	Используются для температурных, давления и других стабильно работающих процессов.	Используются для сложных процессов с изменяющимися параметрами.
Преимущества	Простой и надежный способ контроля.	Высокая гибкость и адаптивность.

Технические требования и особенности

1. **Операционная система:** MATLAB должен быть установлен на компьютере.

2. **Требования к программному обеспечению:** Для работы программы необходим MATLAB с инструментами для моделирования и графического вывода.

3. **Аппаратные требования:** Стандартный компьютер с установленным MATLAB (без особых требований к аппаратуре).

Заключение. В ходе данной работы рассмотрены основные принципы разработки и моделирования PID-алгоритмов и адаптивных методов