

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică
Departamentul Ingineria Software și Automatică

Admis la susținere
Șef de departament:
Fiodorov I. dr., conf. univ.

„___” *decembrie* _____

“ Asigurarea fiabilității sistemelor energetice”

Teza de master

Student: _____ **Sprinceac Dmitri, TI-201M**

Conducător: _____ **Postovan Dumitru, lect. univ. dr.**

Consultant: _____ **Cojocaru Svetlana, lect. univ.**

Chișinău, 2022

Аннотация

Данная работа описывает структуру приложения используемых для автоматизированного управления технологическим процессом, а также методологии разработки приложений для управления энергетическими системами

Реализация разделена на 3 части.

В первой части дается определение предметной области а также дается определение понятия АСУ ТП и выдвигаемые к ней требования.

Во второй части дается сравнительный анализ технологий которые в процессе анализа показали себя наиболее подходящими для создания отказоустойчивых, высоконагруженных систем.

Также во второй части дается более подробное описание и возможности технологий которые кажутся наиболее подходящими для целей проекта.

В 3 главе даны примеры реализации и варианты возможной архитектуры.

Третья часть содержит в себе варианты создания распределенных систем, описание способов обеспечения отказоустойчивости базы данных, организация бизнес логики серверов, принципы создания интерфейсов и способы развертывания приложений использующих описанные технологии.

В работе не уделяется внимание программированию контроллеров необходимых для работы системы. Основной упор сделан на сетевое взаимодействие и обеспечение отказоустойчивости в рамках взаимодействия серверов энергосистем между собой.

Rezumat

Această lucrare descrie metodologii pentru dezvoltarea aplicațiilor pentru managementul sistemelor energetice

Implementarea este împărțită în 3 părți.

În primul capitol, este dată definiția domeniului, precum și definiția conceptului de sistem automat de control al procesului tehnologic și cerințele prezentate pentru acesta.

A doua parte oferă o analiză comparativă a tehnologiilor care, în procesul de analiză, s-au dovedit a fi cele mai potrivite pentru crearea de sisteme tolerante la erori,.

De asemenea, în al doilea capitol, este prezentată o descriere mai detaliată a tehnologiilor care par a fi cele mai potrivite pentru scopurile proiectului.

Capitolul 3 descrie exemple de implementare și posibile tipuri de arhitectură aplicații.

A treia parte conține metodologii pentru crearea sistemelor distribuite, o descriere a metodelor de asigurare a toleranței la erorile bazei de date, organizarea logicii de afaceri a serverului, principii pentru crearea interfețelor și modalități de implementare a aplicațiilor utilizând această abordare.

Lucrarea nu acordă atenție programării controlerelor necesare funcționării sistemului. Principalul accent se pune pe interacțiunea rețelei și asigurarea toleranței la erori în cadrul interacțiunii între serverele sistemelor energetice.

Abstract

This paper describes methodologies for developing applications for energy systems management. The implementation is divided into 3 parts.

In the first part, the definition of the subject area is given, as well as the definition of the concept of automated process control and the requirements put forward for it.

The second part provides a comparative analysis of the technologies that in the process of analysis proved to be the most suitable for creating fault-tolerant, high-load systems.

Also in the second part, a more detailed description of technologies and capabilities that seem most suitable for the purposes of the project are given.

Chapter 3 provides implementation examples and possible architecture options.

The third part contains options for creating distributed systems, and the descriptions of ways to ensure database fault tolerance, the organization of server business logic, work principles of interfaces and ways to deploy applications using these approaches.

The work does not pay attention to the programming of the controllers necessary for the operation of the system. The main emphasis is placed on network interaction and ensuring fault tolerance in the framework of the servers interaction of the power system with each other.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	12
1.1 Общие сведения об энергосистемах.....	12
1.2 Анализ необходимости проекта.....	14
1.3 Основные понятия и определения.....	16
1.4 АСУТП в системе управления промышленным предприятием.....	17
1.5 Функции АСУТП.....	19
1.6 Общие технические требования.....	23
1.7 SCADA системы.....	24
2 АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ И СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ.....	31
2.1 Построение отказоустойчивой сети.....	31
2.2 Выбор платформы для разработки.....	33
2.3 Анализ платформы Erlang и языка Elixir.....	34
2.4 Планировщик BEAM.....	37
2.5 Фреймворк OTP и его поведения	40
2.6 Проектирование распределенной системы.....	41
2.7 Инфраструктура на базе Kubernetes.....	43
3 МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ.....	47
3.1 Создание распределенной системы.....	47
3.2 Паттерны распределенных систем.....	48
3.2.1 Разделение ответственности на команды и запросы (CQRS).....	49
3.2.2 Паттерн Saga.....	50

3.2.3 Реплицированные сервисы с распределением нагрузки (RLBS).....	51
3.2.4 Шардинг.....	51
3.3 ОТСупервизор.....	52
3.4 Создание приложения для мониторинга.....	53
3.4.1 Использование фреймворка Phoenix и библиотеки LiveView.....	54
3.5 Отказоустойчивость базы данных.....	58
3.6 Варианты реализации рабочей системы.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	66

ВВЕДЕНИЕ

Сложно себе представить жизнь человека в современном мире без использования каких-либо устройств, питаемых от электрической сети. Количество типов подобных устройств, которые облегчают человеку жизнь увеличивается с каждым годом, как и количество жителей земли. Также есть промышленность, в которой развивается автоматизация

Потребность человечества в электричестве растет каждый год. Следовательно, возрастает и нагрузка на систему электроснабжения. При этом нельзя допускать чтобы качество электроэнергии падало

Развитие энергетики для удовлетворения потребностей населения в электричестве идет в нескольких направлениях - построение новых электростанций, совершенствование методов эффективного использования ресурсов и производства электроэнергии и развитие новых, более эффективных видов получения электроэнергии

Построение новых электростанций, хоть и необходимо, сопряжено с большими трудностями в строительстве и может негативно сказываться на окружающей среде.

Новые виды либо пока еще мало эффективны, либо находятся еще в стадии исследований и разработки, поэтому совершенствование методов и технологий является одним из самых приоритетных, так как не важно сколько новых электростанций будет построено, если они используются неэффективно.

Одним из видов оптимизации производства электроэнергии является объединение электростанций в энергосистемы. Такой подход позволяет использовать электростанции в разных режимах работы, а также приходить друг другу на помощь

если вдруг один из участников энергосистемы не справляется с обеспечением электроэнергии.

Целью данной работы является анализ способов создания системы автоматической диспетчеризации энергосистем, а также способы обеспечения максимальной надежности их работы, что в теории поможет управлять энергосистемой эффективней, снизит стоимость электроэнергии, а также повысит безопасность эксплуатации энергосистем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Объединенные энергосистемы и энергообразования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-4/section->
- Юрич С. Elixir в действии. ДМК Пресс, 2020 ISBN 978-5-97060-773-2
- Веников В.А. Автоматизированные системы управления режимами энергосистем. Москва "Высшая школа" 1979.
- Веников В.А. Кибернетика электрических систем 1974 Москва "Высшая школа" 1979.
- Документация к Postgres Pro Standard 9.6.24.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://postgrespro.ru/media/docs/postgrespro/9.6/ru/postgres-A4-fop.pdf>
- An Introduction to Kubernetes. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/an-introduction-to-kubernetes>
- Втюрин В.А. Основы АСУТП. Учебное пособие для студентов специальности «Автоматизация технологических процессов и производств»
- Носков И. И. Методы и алгоритмы обеспечения надежности и отказоустойчивости компьютерных сетей. Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики 2018
- Martin Logan, Eric Merritt, Richard Carlsson. Erlang and OTP in Action. Manning Publications, 2010 ISBN 978-1933988788
- Elixir Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elixir-lang.org/docs.html>
- Erlang documentation [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.erlang.org/docs>
- Распределенные системы. Паттерны проектирования. Питер, 2019 ISBN 978-5-4461-0950-0

- И. А. Елизаров, А. А. Третьяков, А. Н. Пчелинцев. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы: учебное пособие ФГБОУ ВПО «ТГТУ» ISBN 978-5-8265-1469-6.
- Норенков И.П., Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Вестник МГТУ. Сер. Приборостроение. 2002.
- Егоров А.А. Открытые технологии и промышленные АСУ. Промышленные АСУ и контроллеры. 2003.
- Benjamin Tan Wei Hao. The Little Elixir & OTP Guidebook. Manning, 2017. ISBN 9781633430112
- Стин ван М., Таненбаум Э. С. Распределенные системы ДМК Пресс, 2021 ISBN 978-5-97060-708-4
- Как увеличить отказоустойчивость сети, 2014 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ip-news.ru/?cat=articles&key=73>