

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОБОТОТЕХНІКИ І МЕХАТРОНИКИ

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Автоматизована система дистанційного керування  
тепло генеруючим обладнанням котельні»

«Automated system for remote control of heat generating equipment of the heating  
plant»

Виконав: студент 6 курсу, групи б3А  
спеціальності 151 – «Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані технології»  
освітньо-професійної програми –  
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані  
технології»

Гравченко О.В.

Керівник: д.т.н., професор Рудакова Г.В.

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Херсон – 2021 рік



Херсонський національний технічний університет

Факультет	Інженерії та транспорту
Кафедра	Автоматизації, робототехніки і мехатроніки
Освітньо-кваліфікаційний рівень	магістр
Спеціальність	151 - "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"
Освітньо-професійна програма	«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри автоматизації,  
робототехніки і мехатроніки  
Дмитрієв Д.О.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Гравченко Олександр Володимировичу

- Тема проекту: Автоматизована система дистанційного керування теплогенеруючим обладнанням котельні  
Automated system for remote control of heat generating equipment of the heating plant  
керівник проекту: д.т.н., професор Рудакова Г.В.  
затверджена наказом вищого навчального закладу від 14.09.2021 р. № 489-с
- Строк подання студентом проекту «10» грудня 2021 р.
- Вихідні дані до проекту: Дослідити підходи до побудови автоматизованих систем дистанційного керування теплогенеруючим обладнанням котельні
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки 1) Аналіз котельні як об'єкта автоматизації; 2) Математичний опис об'єкту керування; 3) Розробка апаратної частини системи дистанційного керування теплогенеруючим обладнанням котельні; 4) Розробка програмного забезпечення системи дистанційного керування теплогенеруючим обладнанням котельні; 5) Економічна частина; 6) Охорона праці.
- Перелік графічного матеріалу 1) Теплогенеруюче обладнання котельні; 2) Математичний опис об'єкту керування; 3) Схема автоматизації функціональна котельні; 4) Схема з'єднань системи дистанційного керування теплогенеруючим обладнанням котельні; 5) Структурна схема SCADA-системи; 6) Екранні форми; 7) Тренди

## 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Рудакова Г.В., д.т.н., професор		
Економічна частина	Власенко Н.А. к.т.н., доцент		
Охорона праці	Малеєв В.О. к.с-г.н., доцент		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ « 5 » жовтня 2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітичний огляд рішень	15.10.21	
2	Аналіз об'єкта автоматизації	25.10.21	
3	Математичний опис об'єкта керування	01.11.21	
4	Дослідження існуючих підходів до побудови систем дистанційного керування	10.11.21	
5	Вибір комплексу технічних засобів	15.11.21	
6	Розробка апаратної частини системи дистанційного керування	20.11.21	
7	Розробка програмного забезпечення системи дистанційного керування	25.11.21	
8	Виконання економічного розділу	30.11.21	
9	Виконання розділу з охорони праці	05.11.21	
10	Оформлення ПЗ і креслень	10.12.21	

Студент

Гравченко О.В.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник проекту

Рудакова Г.В.

\_\_\_\_\_  
(підпис)



## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра: 110 сторінок, 44 рисунки, 2 таблиці, 4 додатки. Графічна частина – 7 аркушів формату А1.

Кваліфікаційна робота магістра присвячена питанням освоєння технології віддаленого управління промисловим об'єктом через мережу інтернет.

Методи дослідження – для перевірки працездатності системи застосовується віддалене керування візуальним технологічним процесом.

Змодельовано систему віддаленого управління промисловим об'єктом у візуальному технологічному процесі «Котельня» через мережу інтернет.

Область застосування може застосовуватися в різних галузях промисловості з метою спостереження та управління технологічним процесом, а також запобігання різноманітним аварійним ситуаціям при виробництві, що у свою чергу знижує витрати на обладнання та спрощує процес моніторингу системи.

КОТЕЛЬНЯ; ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧЕ ОБЛАДНАННЯ; ВІДДАЛЕНЕ  
КЕРУВАННЯ; SCADA-СИСТЕМА; ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ  
КОНТРОЛЕР; ЛЮДИНО-МАШИНИЙ ІНТЕРФЕЙС; ДИСПЕТЧЕРСЬКЕ  
КЕРУВАННЯ

					ХНТУ151.КРМ.21.09 РФ			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.		Гравченко О.В.			Реферат	Лит.	Лист	Аркушів
Перевір.		Рудакова Г.В.					1	3
Реценз.						ХНТУ, гр. 63А		
Н. Кантр.		Сарафаннікова						
Затверд.		Дмитрієв Д.О.						

## THE ABSTRACT

Qualification master's work: 110 pages, 44 figures, 2 tables, 4 appendixes. A graphic part – 7 sheets of a format A1.

The master's thesis is devoted to the development of technology for remote control of an industrial facility via the Internet.

Research methods - remote control of visual technological process is used to check the efficiency of the system.

The system of remote control of an industrial object in the visual technological process "Boiler house" via the Internet is modeled.

Scope can be used in various industries to monitor and control the process, as well as to prevent various accidents in production, which in turn reduces equipment costs and simplifies the process of monitoring the system.

**BOILER HOUSE; HEAT GENERATING EQUIPMENT; REMOTE CONTROL;  
SCADA SYSTEM; PROGRAMMED LOGICAL CONTROLLER; HUMAN-  
MACHINE INTERFACE; DISPATCH CONTROL**

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

XHTY151.KPM.21.09 ПЗ

Лист

2

## РЕФЕРАТ

Квалификационная работа магистра: 110 страниц, 44 рисунка, 2 таблицы, 4 приложения. Графическая часть – 7 листов формата А1.

Квалификационная работа магистра посвящена вопросам освоения технологии удаленного управления промышленным объектом через Интернет.

Методы исследования – для проверки работоспособности системы применяется удаленное управление визуальным технологическим процессом.

Смоделирована система удаленного управления промышленным объектом в визуальном технологическом процессе «Котельная» через Интернет.

Область применения может применяться в различных отраслях промышленности с целью наблюдения и управления технологическим процессом, а также предотвращения различных аварийных ситуаций при производстве, что в свою очередь снижает затраты на оборудование и упрощает процесс мониторинга системы.

КОТЕЛЬНАЯ; ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ; УДАЛЕННОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ; SCADA-СИСТЕМА; ПРОГРАММИРУЕМЫЙ  
ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЕР; ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС;  
ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Эм.	Лист	№ докум	Подпис	Дата



## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК І СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
1 ОПИС І АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	10
1.1 Технічна характеристика об'єкта автоматизації .....	10
1.2 Опис технологічного процесу.....	10
1.3 Характеристика основного встаткування .....	13
2 МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ КЕРУВАННЯ.....	23
2.1 Одержання передатних функцій моделі із чисельними значеннями.....	23
2.1.1 Передатна функція по витраті котлової води.....	23
2.1.2 Передатна функція по температурі прямої котлової води.....	25
2.1.3 Передатна функція по температурі зворотної мережної води .....	26
2.2 Розрахунок налаштувань регулятора .....	29
2.2.1 Середні параметри моделі об'єкта .....	30
2.2.2 Мінімальні параметри моделі об'єкта .....	32
2.2.3 Максимальні параметри моделі об'єкта .....	33
2.2.4 Визначення оптимальних налаштувань регулятора .....	34
2.3 Аналіз графіків перехідних процесів .....	36
2.4 Аналіз збурюючих впливів.....	37
3 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧИМ ОБЛАДНАННЯМ КОТЕЛЬНІ.....	39
3.1 Алгоритм роботи технологічного процесу.....	39
3.2 Вибір комплексу технічних засобів системи керування.....	40
3.2.1 Контролер SIMATIC S7-300.....	40
3.2.2 Центральний процесор CPU 315.....	42
3.2.3 Модулі вводу-виводу дискретних і аналогових сигналів. ....	43
3.2.4 Панель SIMATIC OP 177B .....	44

3.2.5	Частотний перетворювач MICROMASTER 440 з асинхронним двигуном 1LA7060-4AB10-z .....	46
3.2.6	3G Модем HUAWEI E1550 .....	48
4	РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧИМ ОБЛАДНАННЯМ КОТЕЛЬНОЇ .....	51
4.1	Створення проекту в SIMATIC STEP7 .....	51
4.2	Створення проекту в WinCC Flexible.....	55
4.2.1	Налаштування пристрою HMI для забезпечення можливості доступу через IP-мережі .....	57
4.2.2	Організація віддаленого керування за допомогою опції Sm@rtclient.....	57
4.2.3	Організація віддаленого керування за допомогою опції Sm@rtservice .....	61
4.3	Інтеграція проекту в STEP7.....	62
4.4	Налаштування комутаційного встаткування.....	63
4.5	Реалізація віддаленого керування промисловим об'єктом по мережі інтернет.....	66
4.5.1	Принцип роботи схеми .....	67
4.5.2	Налаштування віддаленого керування пристроєм через Sm@rtclient.....	70
5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	72
5.1	Теоретична частина.....	72
5.2	Розрахункова частина .....	78
5.2.1	Зміна витрат на утримання і експлуатацію устаткування .....	78
5.2.2	Річний економічний ефект .....	81
5.2.3	Термін окупності .....	83
6	ОХОРОНА ПРАЦІ .....	84

6.1 Характеристика робочого місця та аналіз застосування міжнародних норм з охорони праці в організації.....	84
6.2 Організаційно-технічні заходи з охорони праці. Розрахунок захисного заземлення.....	86
6.3 Інструкція з охорони праці для оператора системи віддаленого керування теплогенеруючим обладнанням .....	89
6.3.1 Загальні вимоги безпеки.....	89
6.3.2 Права і обов'язки .....	90
6.3.3 Обов'язки перед початком роботи.....	91
6.3.4 Обов'язки під час роботи.....	92
6.3.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	92
6.3.6 Обов'язки при закінченні роботи.....	93
6.3.7 Відповідальність.....	94
ВИСНОВКИ.....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	97
ДОДАТОК А РЕЖИМНА КАРТА КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ ТИПУ LOGANO S815 (2500KW) .....	102
ДОДАТОК Б ЗНАЧЕННЯ НОРМОВАНИХ ПЕРЕХІДНИХ ФУНКЦІЙ ОБ'ЄКТА Й МОДЕЛІ.....	104
ДОДАТОК В ПРИКЛАД СХЕМИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.....	107
ДОДАТОК Г АНАЛІЗ ЯКОСТІ КЕРУВАННЯ ЗА ПЕРЕХІДНИМ ПРОЦЕСОМ.....	108

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК І СКОРОЧЕНЬ

- CP – Communication Processor (Комунікаційний процесор);
- FM – Functional Module (Функціональний модуль);
- HMI – Human Machine Interface (Людино-машинний інтерфейс);
- HTML – HyperText Markup Language (Мова розмітки гіпертексту);
- HTTP – HyperText Transfer Protocol (Протокол передачі гіпертекстових документів);
- IM – Interface Module (інтерфейсний модуль);
- IP – Internet Protocol (інтернет протокол);
- IT – Information Technology (Інформаційна технологія);
- LAD – Ladder Logic (Мова релейної логіки);
- PS – Power Supply (Модуль живлення);
- SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition (Диспетчерське управління і збір даних);
- SM – Signal Processor (Сигнальний модуль);
- TCP – Transmission Control Protocol (протокол керування передачею);
- ДП – Диспетчерський пункт;
- КВПіА – Контрольно-вимірювальні прилади і автоматика;
- ОС – Операційна система;
- ПІ – Пропорційно-інтегральний;
- ПК – Персональний комп'ютер;
- ПЛК – Програмований логічний контролер;
- ПТО – Пластинчастий теплообмінник;
- ЦПУ – Центральний пульт управління.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

## -ВСТУП

Глобальна мережа інтернет має велике значення в XXI столітті. Завдяки розвитку інтернету людей може знайти необхідну йому інформацію, одержати доступ до різних бібліотек миру, замовити продукти живлення не виходячи з будинку, забронювати квиток на літак, купити одяг і багато чого іншого. Мир не стоїть на місці й вік інформаційних технологій розбудовується з кожним днем.

Тенденція розвитку глобальної мережі інтернет не обходить стороною й автоматизацію. Звичайно, бажане використовувати пов'язані із цим переваги й для керування встаткуванням, установками й цілими комплексами. Збільшується попит на веб-функції і їх визнання кінцевими споживачами, що обумовлене аналогічними тенденціями в житті людини. Виробники встаткування відзначають зміни в постановці завдань усередині проектів систем автоматизації. Якщо близько п'ятнадцяти років тому важливу роль відіграло тільки керування машинами й технологічними процесами, то сьогодні домінують ефективне обслуговування (НМІ скор. від англ. Human Machine Interface - людино-машинний інтерфейс) і комунікація. Змінилися й вимоги до сучасних НМІ-розв'язкам і комунікаціям: якщо раніше, як правило, було досить мати панель керування, установлену безпосередньо на машині або на технологічній лінії, то сьогодні користуються попитом концепції розподіленого керування, які поряд з локальним керуванням забезпечують можливість впливу через Intra- або Internet. Раніше комунікація означала системи польових шин, послідовні з'єднання й, у крайньому випадку, зв'язок за допомогою модему.

. Сьогодні встаткування повинне бути частиною високорозвиненої ІТ-інфраструктури. Дистанційна діагностика й дистанційне технічне обслуговування стали повсякденною практикою й вносять значний вклад у зниження витрат на обслуговування в сучасному світі. Тому також не дивно,

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

що виробники встаткування бачать свої конкурентні переваги й перспективний потенціал, насамперед у використанні ІТ -технологій – і при цьому ключову роль відіграють веб-технології.

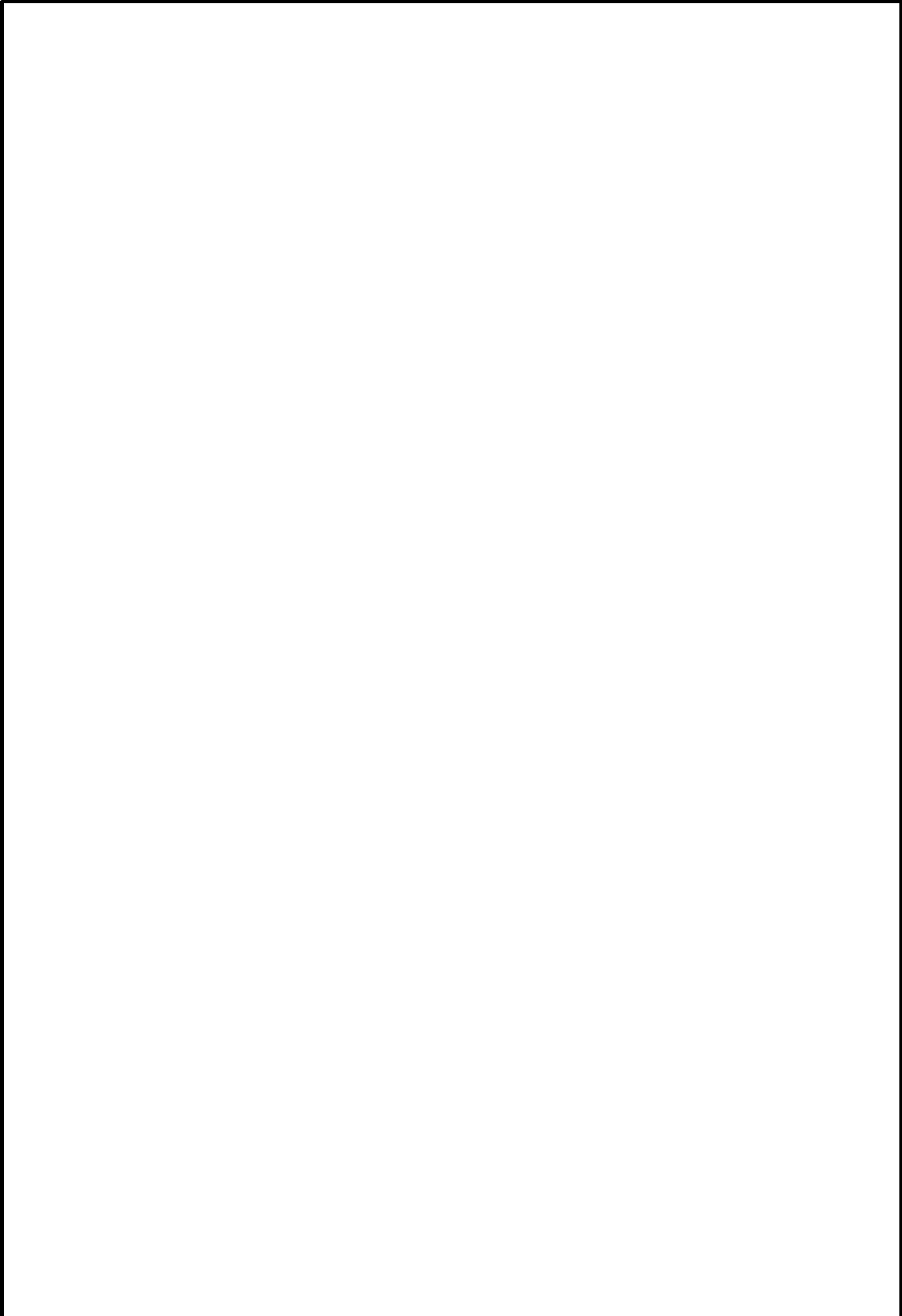
Необхідність використання технологій Internet/Intranet на виробництві обумовлена зростаючими потребами в наданні інформації про процес і стан технологічного встаткування вилученим користувачам: технологам, механікам, начальникам зміни, керівникам підприємств, а також фірмам виготовлювачам устаткування. Застосування технологій Internet/Intranet забезпечує користувачів SCADA-систем, керуючих вилученими ділянками виробництва, наприклад, трубопроводами або нафтопромислами, актуальною інформацією про технологічний процес.

Можна виділити наступні функції, реалізація яких потрібно в продуктах на базі Internet-технологій:

- віддалене керування;
- створення й публікація звітів;
- керування замовленнями;
- планування виробництва;
- керування матеріально-технічними запасами;
- надання інформації для фінансових структур і ін.

Завдання кваліфікаційної роботи полягає в освоєнні технології віддаленого керування промисловим об'єктом по мережі Інтернет і розробки такої системи керування. Технологічний процес буде описаний за допомогою візуальної мови програмування й реалізований на промисловому контролері. Локальне керування процесом буде здійснюватися із пристрою людино-машинного інтерфейсу спеціалізованої тач-панелі. Будуть розглянуті й реалізовано два способи керування з віддаленого комп'ютера - через стандартний веб-браузер і за допомогою спеціального програмного компонента.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата



<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

*ХНУ151.КРМ.21.09 ПЗ*

<i>Лист</i>
10