

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедри КН  
Довбиш А.С.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 р

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

за напрямом підготовки 6.050201 «Системна інженерія»

на тему:

“ Система управління електростанції ЕГТУ-16”  
(Дипломний проект)

Керівник проекту:

К.т.н., доцент

Журавльов О.Ю.

Проектант:

студент групи СУдн-51П

Поволоцький Г.Е.

Суми – 2020

## РЕФЕРАТ

Поволоцький Герман Едуардович. Система управління електростанції ЕГТУ-16. – Кваліфікаційна робота бакалавра. Сумський державний університет, Суми, 2020.

Кваліфікаційна робота містить 45 стор., 8 таблиць, 6 креслень, 2 додатки.

Дипломний проект присвячений актуальній нині проблемі захисту інформації в автоматизованих системах управління. В роботі розглянута АСУ електростанції ЕГТУ-16, її програмне та апаратне забезпечення. Однією з головних задач АСУ є збір, передача, обробка та аналіз інформації. АСУ ГТЕС представлена системами нижнього і верхнього рівнів, кожна з яких має свої функціональні особливості. У проекті проаналізовані проблеми завадозахищеності і надійності каналів передачі інформації. Також розглянута автоматизована система комерційного обліку електроенергії, яка виконана на базі сучасних засобів обчислювальної техніки і засобів цифрового зв'язку, і є економічно вигідною, показані її основні технологічні рішення і розглянуті основні функції, виконувані системою

Ключові слова: автоматизована система управління, газотурбінна електростанція, програмований мікроконтролер, надійність, процеси передачі інформації, канал зв'язку, апаратне забезпечення, програмне забезпечення, ефективність, автоматизована система комерційного обліку електроенергії.

## РЕФЕРАТ

Поволоцкий Герман Эдуардович. Система управления электростанции ЭГТУ-16. – Квалификационная работа бакалавра. Сумский государственный университет, Сумы, 2020.

Квалификационная работа содержит 45 стр., 8 таблиц, 6 чертежей, 2 приложения.

Дипломный проект посвящен актуальной в настоящее время проблеме защиты информации в автоматизированных системах управления. В работе рассмотрена АСУ электростанции ЭГТУ-16, ее программное и аппаратное обеспечение. Одной из главных задач АСУ является сбор, передача, обработка и анализ информации. АСУ ГТЭС представлена системами низкого и верхнего уровней, каждая из которых имеет свои функциональные особенности. В проекте проанализированы проблемы помехозащищенности и надежности каналов передачи информации. Также рассмотрена автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии, которая выполнена на базе современных средств вычислительной техники и средств цифровой связи, и является экономически выгодной, показаны ее основные технологические решения и рассмотрены основные функции, выполняемые системой

Ключевые слова: автоматизированная система управления, газотурбинная электростанция, программируемый микроконтроллер, надежность, процессы передачи информации, канал связи, аппаратное обеспечение, программное обеспечение, эффективность, автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии.

## **SUMMARY**

Povolotsky German Eduardovich. EGTU-16 power plant control system. - Bachelor's qualification work. Sumy State University, Sumy, 2020.

Qualification work contains 45 pages, 8 tables, 6 drawings, 2 adj.

The bachelor's qualification work is devoted to the currently relevant problem of information security in automated control systems. The paper considers the ACS of the EGTU-16 power plant, its software and hardware. One of the main tasks of ACS is the collection, transmission, processing and analysis of information. GTPP ACS is represented by low and upper level systems, each of which has its own functional features. The project analyzes the problems of noise immunity and reliability of information transmission channels. An automated system for the commercial accounting of electricity, which is based on modern means of computer technology and digital communications, is also considered, and is cost-effective, its main technological solutions are shown, and the main functions performed by the system are considered

Key words: automated control system, gas turbine power station, programmable microcontroller, reliability, information transfer processes, communication channel, hardware, software, efficiency, automated system of commercial electricity metering.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ЕГТУ-16 .....	6
1.1 Технічна характеристика електростанції .....	6
1.2 Склад газотурбінної установки ЕГТУ-16 .....	6
1.3 Режими роботи газотурбінної електростанції .....	8
1.4 Структурна схема газотурбінної електростанції ЕГТУ-16 .....	9
2 СТРУКТУРА І ФУНКЦІЇ АСУ ТП .....	10
2.1 Функції і режими роботи АСУ ЕГТУ-16 .....	10
2.2 Конструктивне виконання .....	12
2.3 Програмне забезпечення .....	14
2.4 Характеристики процесів передачі інформації .....	16
2.5 Висновки .....	19
3 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	20
3.1 Характеристики об'єкта автоматизації .....	20
3.2 Призначення і цілі створення АСКОЕ.....	20
3.3 Основні технічні рішення .....	21
3.4 Функції, що виконуються системою .....	30
3.5 Інформаційне, програмне і технічне забезпечення.....	35
3.6 Висновки .....	37
4 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ НА ЕГТУ-16 .....	38
Список літератури.....	44
Додатки	

					<b>СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Система управління електростанції ЕГТУ-16. Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Поволоцький Г.Е.</i>						3	45
<i>Перевір.</i>	<i>Журавльов О.Ю.</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Журавльов О.Ю.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Довбиш А.С.</i>					<i>СумДУ, СУдн-51П</i>		

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЗ - аварійна зупинка

АРМ - автоматизоване робоче місце

АСКОЕ - автоматизована система комерційного обліку електроенергії

ПОП - Повітроочисний пристрій

ОЗП - оперативний запам'ятовуючий пристрій

ПЛК - програмований логічний контролер

ПЗ - програмне забезпечення

ПЗО – пристрій зв'язку з об'єктом

ХП - холодна прокрутка

ПТ - пускова турбіна

ППУ - передпускові умови

ПТЗ - програмно-технічні засоби

АЦП - аналогово-цифровий перетворювач

МХ - метрологічні характеристики

ВК, ОК - вимірювальний, обчислювальний канал

ДП - диспетчерський пункт

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Газотурбінна електростанція ЕГТУ-16 є однією з новітніх розробок сучасної промисловості. ЕГТУ-16 є складовою частиною парогазової установки ПГУ-20. ЕГТУ-16 вже знаходиться в експлуатації і виробляє 36 МВт електроенергії.

Новизна і економічність цієї станції дає незаперечну перевагу АТ «Сумське НВО», де, не зупиняючись на досягнутому, продовжують удосконалювати свої проекти, щоб витримати не тільки внутрішню, але і зовнішню конкуренцію. Для управління технологічним процесом і контролю технологічними параметрами тут застосовуються сучасні апаратні та програмні засоби.

Впровадження новітніх інформаційних технологій призводить до підвищення якості та надійності роботи ЕГТУ-16, а також до поліпшення завододо захищеності каналів передачі інформації.

Проект присвячений вивченню структури газотурбінної електростанції, а також її АСУ. Розглянуто швидкісні і надійнісні характеристики процесів передачі інформації. Розглянуто систему комерційного обліку електроенергії.

					Судн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

## ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ЕГТУ-16

Газотурбінна установка ЕГТУ-16 є складовою частиною парогазової установки ПГУ-20 і призначена для вироблення електричної енергії для підприємств і житлових комплексів. Вона надходить в мережу «Сумиобленерго» на шини 6кВ підстанції «Компресор». Електрична потужність установки визначається на підставі потужності газотурбінного двигуна НК-16СТ, який є приводом турбогенератора установки.

### 1.1 Технічна характеристика електростанції

Максимальна потужність приводного газотурбінного двигуна НК-16СТ, МВт	19,2
Номінальна електрична потужність, вироблювана генератором і передана в мережу, МВт	20
Режим роботи установки:	
годин на рік	7000
днів в році	292
годин на добу	24
розрахункова продуктивність установки по електроенергії, млн. кВт.год / рік	154

### 1.2 Склад газотурбінної установки ЕГТУ-16

Енергетична газотурбінна установка ЕГТУ-16 призначена для вироблення електричної енергії потужністю 16МВт.

ЕГТУ-16 складається з наступних основних систем:

- газотурбінного двигуна НК-16 СТ, потужністю 16 МВт;
- турбогенератора потужністю 20 МВт, напругою 6,3 кВ;
- повітроочисного пристрою (ПОП) зі всмоктуючою камерою;
- системи обігріву циклового повітря;
- системи маслопостачання двигуна;

					Судн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

- системи маслопостачання генератора і редуктора;
- системи маслопостачання газотурбінної установки;
- системи паливного та пускового газу з крановою обв'язкою;
- системи охолодження турбогенератора;
- системи обігріву та вентиляції блоків газотурбінної установки;
- системи вихлопу газів з вихлопної шахтою і утилізатора тепла;
- системи теплопостачання;
- системи збудження генератора;
- системи управління турбогенератора і релейного захисту;
- високовольтного розподільчого пристрою;
- системи автоматичного пожежогасіння.

Газотурбінний двигун НК-16 СТ, потужністю 16 МВт служить приводом для турбогенератора Т-20-2.УЗ. Частота обертання силової турбіни (СТ) підтримується АСУ рівній 5134 об/хв незалежно від потужності, що виробляється турбогенератором.

Турбогенератор Т-20-2.УЗ, потужністю 20 МВт, напругою 6,3кВ з тиристорною системою збудження з'єднаний з двигуном через редуктор. Частота обертання турбогенератора 3000 об/хв.

Повітроочисний пристрій (ПОП) з всмоктуючою камерою призначений для очищення повітря, що надходить на всмоктування газотурбінного двигуна і шумоглушіння.

Система обігріву циклового повітря призначена для підігріву повітря, що надходить на всмоктування газотурбінного двигуна, з метою запобігання обледеніння лопаток газотурбінного двигуна.

Система маслопостачання газотурбінного двигуна призначена для змащення, охолодження і забезпечення роботи гідросистем газотурбінного двигуна. Система маслопостачання включає в себе маслобак з підігрівом масла, маслоохолоджувачі, маслофільтри і трубопроводи. Подача масла в газотурбінний двигун здійснюється штатним маслососом газотурбінного двигуна.

Система маслопостачання турбогенератора і редуктора служить для змащування і охолодження підшипників турбогенератора і редуктора. Система маслопостачання включає в себе маслобак з підігрівом масла, маслофільтри, два електроприводних насоса масла, охолоджувачі масла.

Система маслопостачання газотурбінної установки призначена для поповнення запасів масла в маслобак турбінного двигуна і маслобак турбогенератора і редуктора.

					<b>СУДН-51П. 6.050201.12 ПЗ</b>	Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Система паливного та пускового газу призначена для подачі паливного та пускового газу на газотурбінний двигун. Система включає в себе електропривідну запірну арматуру (крани), трубопроводи, фільтри, крани-регулятори прямої дії.

Система охолодження турбогенератора призначена для підтримки заданої температури повітря, що охолоджує обмотки статора і ротора. Система включає в себе електропривідні насоси, охолоджувачі АПО1, АПО2, трубопроводи та трубопривідну арматуру.

Система обігріву та вентиляції блоків газотурбінної установки призначена для обігріву блоків і відсіків установки шляхом подачі тепла через повітряні калорифери. Система складається з повітряних калориферів, в які подається теплоносій із системи теплопостачання, вентиляторів і трубопроводів.

Система вихлопів газів з вихлопної шахти і утилізатор тепла призначена для відводу вихлопних газів від газотурбінного двигуна, шумоглушіння і підігріву теплоносія в утилізаторі тепла. Утилізатор тепла встановлений над вихлопної шахтою.

Система теплопостачання призначена для обігріву блоків і відсіків газотурбінної установки і подачі підігрітого теплоносія в систему опалення споживача. Система складається з утилізатора тепла, мережевих насосів, калориферів і трубопроводів. На трубопроводах прямого і зворотного теплоносія встановлені технологічні вузли обліку.

Система управління турбогенератором призначена для управління системою збудження, контролю електричних параметрів турбогенератора і управління високовольтним устаткуванням. Технічні засоби системи розташовані на ЗРУ стенду.

Система автоматичного пожежогашіння призначена для виявлення місця пожежі і подачі вогнегасної речовини в місце загоряння. Система складається з первинних датчиків виявлення пожежі, проміжного виконавчого органу, трубопроводів подачі вогнегасної речовини і балонів з вогнегасячою речовиною.

### 1.3 Режими роботи газотурбінної електростанції

Передбачаються три стаціонарних режими роботи газотурбінної електростанції:

1 режим - загальний. Вся вироблена електроенергія надходить в мережу (6,3 кВт, 50 Гц).

2 режим - автономний. Станція працює тільки для потреб об'єднання АТ СНВО. Електроенергія надходить на компресорний завод.

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

3 режим - «паралельна мережа». Електроенергія частково віддається споживачу, тобто електроенергія надходить в загальну мережу, а інша частина електроенергії залишається на потреби станції.

Робота ЕГТУ-16 складається з різних режимів, перемикання яких здійснюється автоматично або по команді оператора.

#### 1.4 Структурна схема газотурбінної електростанції ЕГТУ-16

Технологічний процес має складну організаційну структуру. Технологічна схема парогазової установки ПГУ-20 до складу якої входить електростанція ЕГТУ-16 представлена на кресленні СУдн-51П 6.050201.12 С1.

Через паливну систему подається газ в камеру згоряння двигуна, де змішується з повітрям і згоряє. В результаті згоряння газо-повітряної суміші виробляється теплова енергія, яка перетворюється в механічну (обертання валу ротора). На виході двигуна частота обертання ротора 5200 об/хв, редуктор знижує частоту до 3000 об/хв. З редуктора обертання передається генератору через муфту, яка служить для компенсації міжосьових перекосів і зсувів. У генераторі механічна енергія перетворюється в електричну. Вироблена енергія через трансформатори віддається в енергосистему.

Система змащення служить для охолодження й змащення вузлів тертя (підшипники, шліцьові з'єднання і ін.) двигуна, редуктора, генератора. Система охолодження генератора служить для охолодження внутрішніх частин генератора.

АСУ ЕГТУ-16 являє собою трьохмодульну АСУ:

- АСУ організаційно-економічною діяльністю;
- АСУ ТП;
- АСУ підприємства (всі дані від перших двох підпунктів надходять в АСУ підприємства СНВО).

АСУ підприємства виконує управління на командному рівні.

Управління всіма системами здійснюється АСУ GE Fanuc. Автоматично регулюється температура масла, води, тиск, витрата, подача газу, оберти роторів.

АСУ організаційно-економічної діяльності формує архів, в якому зберігаються дані з обліку виробленої електроенергії за добу, кількість відмов роботи ЕГТУ-16.

АСУ ТП відповідає за роботу технічного обладнання.

Вся отримана інформація надходить на АСУ підприємства, де проходить аналіз виконання роботи заданих програм.

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

## 2 СТРУКТУРА І ФУНКЦІЇ АСУ ТП

Система автоматичного управління і регулювання установки ЕГТУ-16 є функціонально закінченим виробом, виконаним на базі програмно-технічних засобів фірми «GE Fanuc», що забезпечує високу експлуатаційну надійність і можливість гнучкого конфігурування систем управління. Як інструмент програмування застосовується пакет «Logic master» і «TRACE MODE», що дозволяє вести програмування алгоритмів керування технологічною мовою.

До складу АСУ установки входить мікропроцесорний контролер в складі ПЛК90-70 GE Fanuc, модулі ПЗО і ПЕОМ.

Система автоматичного управління і регулювання установкою є дворівневою.

1. Нижній рівень (контролер):

- операторний контроль і управління ЕГТУ-16 і обладнанням допоміжних систем;
- автоматичне регулювання основних технологічних параметрів.

2. Верхній рівень (операторський):

- обробка технологічної інформації;
- оперативне подання інформації;
- формування архіву вимірюваних значень і стану технологічних параметрів виконавчих механізмів, архіву АЗ;
- передачу і прийом інформації на верхній рівень управління - центральний диспетчерський пульт електричних мереж.

### 2.1 Функції і режими роботи АСУ ЕГТУ-16

АСУ здійснює:

- безперервне, або за викликом оператора вимірювання значень технологічних параметрів і подання їх на відеоконтрольний пристрій ПЕОМ РС/АТ;
- відображення стану об'єкта на мнемосхемі;
- сигналізацію відхилень значень технологічних параметрів за уставки граничних значень;
- сигналізацію про спрацьовування блокувань і захистів оператора;
- індикацію стану виконавчих механізмів і пристроїв на мнемосхемі;
- обчислення розрахункових технологічних параметрів;

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

- запам'ятовування сигналів, що викликали аварійну зупинку;
- фільтрацію вимірювальної інформації з метою формування достовірних інформаційних масивів технологічних параметрів;
- формування масивів ретроспективної інформації у вигляді безперервно оновлюваних файлів даних, а також файлів даних при аварійних зупинках;
- контроль технічних засобів до рівня змінного блоку з поданням інформації оператору про виникнення несправності;
- перевірку передпускової готовності, автоматичний пуск, нормальну і аварійну зупинки установки;
- дистанційне керування виконавчими механізмами і пристроями ЕГТУ-16;
- управління частотою обертання ПТ по командах оператора.

АСУ в цілому завжди працює в автоматичному режимі. Залежно від поточного режиму роботи (Резерв, ХП, Пуск, Мережа, Мережа-УП) включаються в роботу різні алгоритми. Периферійні механізми, згруповані в технологічні групи, можуть працювати як в автоматичному, так і в ручному дистанційному режимах. Вибір режиму управління механізмом або групою механізмів виконуються на спливаючих вікнах управління механізмами на мнемосхемах, де вони присутні.

*Режими роботи АСУ ЕГТУ-16.*

*Відмова* - непрацездатний стан програмного або апаратного забезпечення АСУ, не подано живлення на стійки управління, не було завантажено програмне забезпечення, несправний процесор і т.п.

*Резерв* - режим формується після завантаження програмного забезпечення в АСУ оператором, а так само після завершення АЗ. На цьому режимі формується аварійна сигналізація по пожежі і загазованості, виконується РДУ усіма механізмами ЕГТУ-16. На цьому режимі, також перевіряються передпускові умови (ППУ) при виборі режиму ХП, МЕРЕЖА, МЕРЕЖА-УТ, і, якщо вони виконуються, то формується сигнал готовності автоматичного пуску на обраний режим (при цьому зберігається режим Резерв).

*ХП* - холодна прокрутка газотурбінного двигуна. На цьому режимі перевіряється працездатність систем газотурбінного двигуна і включаються насоси мастила турбогенератора і редуктора, вентилятори, насоси водяного охолодження турбогенератора.

*Автоматичний пуск* - автоматичний пуск газотурбінного двигуна і автоматичний вивід енергетичної установки на режим «Мережа» або «Мережа-УТ». На цьому режимі включаються в роботу агрегати і механізми газотурбінного двигуна, механізми енергоустановки, насоси масла турбогенератора і редуктора, насоси водяного

					Судн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

охолодження турбогенератора. Включається в роботу програмний регулятор палива (ПРТ). Виконується синхронізація регулятора з мережею.

*Мережа* - робочий режим ЕГТУ, при якому відбувається генерація електроенергії в мережу. Включені в роботу всі допоміжні системи двигуна і генератора. У повному обсязі працюють захисти за параметрами ЕГТУ. За бажанням оператора встановлюються автоматичний або ручний режим регулювання потужності, що віддається в мережу.

*Мережа-УТ* - Виконуються усі функції режиму Мережа, і, крім того, запущений в роботу утилізатор тепла, в якому підігрівається теплоносієм вихлопними газами двигуна НК-16СТ.

*Примусове зниження режиму* - автоматичне зниження режиму.

*АЗ* - режим аварійної зупинки. Режим передбачає автоматичну зупинку енергетичної установки, припинення подачі паливного газу на газотурбінний двигун, відключення турбогенератора від енергомережі, відключення всіх механізмів і агрегатів енергоустановки згідно алгоритму «Аварійна зупинка». Режим АЗ вводиться за сигналами, які вимагають аварійної зупинки енергоустановки або по команді оператора.

## 2.2 Конструктивне виконання

Технічні засоби системи, крім операторського обладнання, розміщуються в підлогових захищених шафах. Висота шаф - не більше 2200 мм.

Модулі та контролери фірми «GE Fanuc» конструктивно розроблені для монтажу в шафи, які встановлені в електротехнічному блоці. Автоматизоване робоче місце (АРМ) обслуговуючого персоналу розташоване в диспетчерському пункті ЕГТУ-16.

Зв'язок між контролерами і автоматизованим робочим місцем оператора (ПК) здійснюється по магістральних каналах зв'язку.

Операторське обладнання установки ЕГТУ-16 встановлюється в операторній і включає в себе:

- персональну ЕОМ промислового виконання на основі IBM PC сумісних комп'ютерів з монітором розміром для подання інформації на працюючій і непрацюючій установці;
- індикатори: потужність генератора, напруга генератора, струм генератора, частота генератора.
- кнопки управління пуском, зупинкою установки, подачі вогнегасної речовини в ВД.

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

- управління генераторними фізичними лініями зв'язку.

*Технічні та функціональні характеристики обладнання.*

Контролер IC697CPX935:

- обсяг швидкодії пам'яті - 1 Мб;
- швидкість внутрішнього обміну даними - 0,4 мс / кб;
- використовуваний процесор - 486 DX4;
- тактова частота процесора - 96 МГц;
- можливість роботи з плаваючою точкою - реалізована;
- число послідовних портів (Serial Ports) - 3;
- датність підключення - одиночний роз'єм (Single Slot).

Пристрій Field Control:

- інформаційний обмін між блоками Field Control і контролером;
- прийом і перетворення аналогових сигналів;
- формування аналогових сигналів;
- формування та перетворення сигналів термоперетворювачів і терморезисторів;
- обробка дискретних сигналів;
- формування дискретних сигналів.

Пакет подання інформації на відеоконтрольний пристрій шафи управління: TRACE MODE 5 для Windows NT / 2000.

Мова програмування:

- мова програмування нижнього рівня - Logic Master 90-70 Relise 7.02 /
- програмний комплекс розробки, настройки і запуску в реальному часі САУ і Р техпроцесом (верхній рівень) - TRACE MODE 5 для Windows NT / 2000.

Робоче місце оператора складається з:

- одноплатного промислового комп'ютера NuPRO-780DV з процесором Intel<sup>tm</sup> Pentium III; системною шиною PICMG; з графічним адаптером C & T69000 з 2М пам'яті і підтримкою РКД; intel i82440BX Chipset; Cache пам'яттю другого рівня ємністю 256к; SD RAM 2048 MB - оперативної пам'яті; мережевою картою Ethernet-PCI; CD-ROM-52X; жорстким диском Samsung 500 GB; корпусом промислової ПЕОМ RPC-500N (E);
- клавіатура PIK-215A-PC / 2;
- маніпулятор типу «трек-бол», MOUSE PS / 2;
- монітор SM-7535;
- блок безперебійного живлення UPS-1000.

										Аркуш
										13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ					

Використовувані пристрої Field Control

Встановлюються на шасі по 2:

- IC 670 ALG 620 - аналоговий вхідний блок RTD, має 4 входи.
- IC 670 ALG 240 - аналоговий вхідний блок, має 16 входів. Приймає сигнал від 4 ... 20 мА.
- IC 697 ALG 320 - аналоговий вихідний блок, має 4 виходи, видає сигнал 4 ... 20мА.
- IC 670 MDL 640 - дискретний вхідний блок має 16 входів. Розрахований на 24 В.
- IC 670 MDL 241 - дискретний вхідний блок, має 16 входів. Розрахований на 250 В.
- IC 670 MDL 740 - дискретний вихідний блок, має 16 виходів. Працює з вихідними реле.

Встановлюються в RACK:

- IC 697 PWR 724 - блок живлення ПЛК 90-70. Вхідна напруга 18-32 В, потужність - 160 Вт. Вихідна напруга +5 В, -12В.
- IC 697 CPX 935 - центральний процесор.
- IC 697 BEM731 - контролер шини Genius. Відповідає за зв'язок модулів через пристрій GBI 002 з центральним процесором.
- IC 697 CMM 711 - контролер мережі. Здійснює зв'язок верхнього і нижнього рівнів.
- IC 697 ALG 230 - швидкодіючий аналоговий вхідний модуль.
- IC 697 MDL 750 - швидкодіючий дискретний вихідний модуль, 32 канали, працює з цифровими індикаторами DSP-005.

### 2.3 Програмне забезпечення

Програмне забезпечення САУ і Р установки складається з програмного забезпечення операторської станції і програмного забезпечення ПТЗ GE Fanuc.

ПЗ операторської станції працює на IBM PC - комп'ютерах під управлінням MS Windows NT/2000 і включає в себе пакет програм операторського інтерфейсу TRACE MODE 5.0 - МРВ (Монітор Реального Часу) для відображення і забезпечення контролю і управління в реальному часі.

Основні функції операторського інтерфейсу:

- запит даних про стан технологічного процесу з контролера нижнього рівня по вбудованому протоколу Modbus;
- передача на нижній рівень команд управління по протоколу Modbus;

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

- обробка подій, аварій та інших даних процесу в реальному часі;
- подання інформації про поточні значення контрольованих технологічних параметрів на екрані в числовий і графічній формі;
- формування та зберігання архіву інформації.

Технологічні екрани, мнемосхеми технологічного процесу, вікна аварійної та попереджувальної сигналізації, архів, тренди забезпечують оператора необхідною інформацією.

Технологічні екрани дозволяють оператору сформувати необхідну команду для системи, отримати динамічно оновлювану інформацію про стан основного і допоміжного технологічного обладнання установки у вигляді елементів мнемосхем (стан запірної арматури і виконавчих механізмів) і значень параметрів у вигляді цифрових табло і трендів.

Операторський інтерфейс являє собою задачу верхнього рівня.

Нижній рівень (рівень контролера) функціонує під управлінням програми Logic master, призначеної для роботи в контролерах з операційною системою MS-DOS. ПЗ Logic master використовувалося для конфігурації системи, розробки прикладного програмного забезпечення логічного управління, вимірювання, формування захистів, сигналізацію і т.п. відповідно до технологічних вимог для даного типу обладнання.

Програма управління та регулювання виконує функції автоматичного управління і регулювання - циклічно. У кожному циклі виконуються наступні дії:

- збір і обробка даних з блоків Field Control;
- виконання програми автоматичного регулювання;
- введення команд управління на ПЗО, які відносяться до даного циклу;
- обмін даними по мережі.

Операційна система

Встановлена операційна система Windows NT / 2000 задовольняє мінімальним вимогам поставленого програмного забезпечення і устаткування:

- процесор Pentium на 1 ГГц;
- мінімально можливий обсяг ОЗП - 1024 Мбайт;
- жорсткий диск ємністю 500 Гбайт.

					<b>СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ</b>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

## 2.4. Характеристики процесів передачі інформації

Основними характеристиками каналів передачі інформації є: надійність, точність, швидкодія.

Перелік каналів передачі інформації в АСУ представлений в додатку А.

Інформація про технологічний параметр реєструється датчиком. Датчики є первинним перетворювачами, що перетворюють неелектричний параметр в електричний (напруга, струм, опір). Далі сигнал з датчика надходить через нормуючий перетворювач на ПЗО (пристрій зв'язку з об'єктом), до складу якого входить АЦП. Нормуючий перетворювач - це пристрій, який перетворює вхідний сигнал (напруга, струм, опір) в стандартний, нормований вихідний сигнал (діапазон 0-5 мА, 4-20 мА, 0-10 В). Після нормуючого перетворювача сигнал надходить у входи ПЗО. Ці ПЗО - аналогові блоки збору інформації Field Control, що перетворюють вхідний аналоговий сигнал в цифрову форму, відповідно до введеної в них програми виконує первинну обробку сигналу. На виході блоку інформація може надаватися в інженерних одиницях (діапазони  $-32\ 000 \div 32\ 000$ ;  $0 \div 32\ 000$ ,  $4\ 000 \div 20\ 000$ ). Далі інформація надходить в контролер.

Існують модулі (ПЗО) дискретного введення, на які надходять дискретні сигнали - сигнали про стан запірної арматури, кранів, засувки, кінцевих вимикачів. Перетворення дискретних сигналів в блоках ПЗО здійснюється відповідно до введеної програми і, далі сигнали беруть участь у формуванні алгоритмів управління ТП. У контролер інформація надходить по шині Genius.

ПЗ контролера Fanuc здійснюється за допомогою релейно- контактних схем на мові Logic Master. Система верхнього рівня (операторський інтерфейс і станція архівування) являє собою монітор реального часу, ПЗ якого здійснюється за допомогою пакета Trace Mode. Дані на систему верхнього рівня надходять по протоколу Modbus. Для того, щоб передати інформацію з системи низького на систему верхнього рівня, її потрібно представити в регістрах. Дискретна інформація, що надходить від датчиків, представлена 1 бітом. Обсяг реєстрового повідомлення 16 біт, тобто одне реєстрове повідомлення несе інформацію про 16 дискретних входів. Аналогова інформація від датчиків видається 32 бітами, тобто 2 регістровими повідомленнями. У контролері реєстрові повідомлення обробляються певним алгоритмом. Оброблена інформація надходить на вихідні модулі Field Control, від яких йде на технологічне обладнання.

Швидкодія передачі інформації, як характеристика каналів передачі, відіграє велику роль. Ця характеристика залежить від швидкості циклу опитування системи низького рівня Logic Master - 0.37-0.42 мс і від швидкості циклу опитування системи високого рівня

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

Trace Mode- 0.55 с. Швидкість обміну по перериваннях, який має місце в управлінні ДУС - 6.5м - 2мс. Цей сигнал управління ДУС дуже відповідальний і його порівняння з необхідним значенням відбувається безпосередньо в контролері.

Швидкодія комплексу по каналах перетворювача наступна:

- вимірювання температури - не більше 1 с .;
- вимірювання тиску (перепад тиску) - не більше 1 с .;
- вимірювання частоти обертання - не більше 1с .;
- вимір вібрації - не більше 1 с .;
- вимір осьового зсуву - не більше 0,1 с .;
- положення виконавчих механізмів - не більше 1 с .;
- видача керуючих впливів по каналах управління і сигналізації - не більше 1 с.

Однією з важливих надійнісних характеристик процесів передачі інформації є достовірність інформації. При передачі інформації з нижнього рівня на верхній рівень по протоколу Modbus проблем не виникає, тому що інформація представлена в цифровому вигляді. Цикл опитування має високу швидкодію - 0.37- 0.42 мс. Головну проблему надійності представляє передача аналогової інформації з датчиків в модулі збору Field Control, особливо аналогової до її цифрового представлення, нормування та посилення. Тут вирішальну роль грають:

1. тип кабелю;
2. його виконання;
3. виконання монтажу кабелів і самих датчиків строго згідно з інструкцією;
4. засоби захисту кабелів від хвильових перешкод (екранування, заземлення).

Велику роль відіграє дотримання правил при монтажі і установці датчиків, від правильності установки залежить надійна робота датчиків і їх технічні характеристики згідно з технічним паспортом приладу. Далі проводять монтаж кабелів, тип яких залежить від типу датчика. Наприклад, до термопари повинен бути приєднаний компенсаційний провід. Виконання кабелю впливає на його перешкодозахищеність і залежить від інформації, що передається. Така інформація як значення температури датчиків ТСМ, ТСП, значення віброзміщення з датчиків ВСВ-233, а також значення рівня з датчиків "Метран" піддається впливу перешкод і кабель екранують, і в разі необхідності роблять заземлення в одному або більше місцях. Такий сигнал, як значення частоти обертання, який вимірюється за допомогою датчика ДЧВ-2500, має швидко змінювану динамічну характеристику, і тому найбільш схильний до дії перешкод, тому тут застосовують кручену пару, а також додаткові засоби завадозахисту - екранування і заземлення. Монтаж кабелів повинен виконуватися строго відповідно до інструкції, в якій велику роль грає

					<b>СУДн-51П. 6.050201.12 ПЗ</b>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

місце прокладання проводів і відстань від об'єктів, що генерують електромагнітні коливання. При монтажі іноді перевіряється якість передачі інформації кожного каналу за допомогою осцилографа або калібратора.

Також є таке поняття як «брязкіт каналів», тобто на пристрій системи нижнього рівня надходить випадкове, явно неприпустиме значення параметра. Від цього явища існує захист в самому ПЗ. Перш за все, це передбачається в ПЗ низького рівня Logic Master за допомогою релейно-контактної схеми встановлюються затримки часу, протягом яких допустимо виконання довільного збільшення параметра. Ця затримка часу залежить від самої технологічної характеристики певного параметра. Якщо протягом однієї затримки змінилося значення параметра на неприпустиму величину, то це значення не доходить до системи високого рівня і вважається помилкою. Значення залишається незмінним. А якщо і далі приходять неприпустимі значення параметра, то спрацьовує аварійний захист. Це значення приходять на стійку оператора, а також заноситься в архів аварійних повідомлень. Також в програмі високого рівня є захист від стрибкоподібних змін параметра, встановлюється апертура 1,25, тобто у скільки разів може змінитися значення параметра за певний час, яке визначається як швидкодія певних ділянок каналу, через які проходить інформація. Якщо ця умова виконується, то значення параметра залишається попереднім.

Загалом, надійність каналів розраховується як сума надійнісних характеристик окремих ділянок каналу: первинний перетворювач - кабель - нормуючий перетворювач - мережа Genius-контролер-протокол Modbus-ПЕОМ, а також враховується зовнішня електромагнітна обстановка.

Крім того всі частини технологічного обладнання і засоби передачі інформації повинні бути пожежо і вибухобезпечними. Тому застосовуються блоки іскрозахисту.

Система автоматичного управління має наступні метрологічні характеристики (без урахування первинних перетворювачів):

- межі допустимої основної зведеної похибки каналів вимірювання температури з ймовірністю 0,95, не більше  $\pm 0,15\%$ ;
- межі допустимої основної зведеної похибки каналів вимірювання тиску, перепаду тиску, рівня з ймовірністю 0,95, не більше  $\pm 0,1\%$ ;
- межі допустимої основної зведеної похибки каналів вимірювання вібрації, віброзміщення і осьового зсуву з ймовірністю 0,95, не більше  $\pm 0,1\%$ .
- Вхідні і вихідні кола каналів перетворення гальванічно розв'язані від заземлення технічних засобів системи, напруга гальванічної розв'язки повинно бути не менше 1500В.

					<b>СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ</b>	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18

Електрична міцність ізоляції між роз'єднаними струмоведучими колами до 242 В і корпусом забезпечує відсутність пробоїв і поверхневих перекриттів ізоляції при виконавчих напругах не менше:

- в нормальних умовах експлуатації - до 1500В
- при підвищеній вологості - до 1250 В.

## 2.5 Висновки

Вивченню інформаційних процесів в даний час приділяється велика увага. Процеси передачі інформації, а саме збір, обробка, передача та зберігання даних, мають свої особливості в апаратному та програмному забезпеченні. Збір інформації здійснюють аналогові й дискретні модулі Field Control. Дані, що надходять на пристрій зв'язку з об'єктом (ПЗО) проходять через первинний і нормуючий перетворювачі, і ця лінія зв'язку датчик-ПЗО є найбільш несприятливою з точки зору заводозахисності і надійності. Тут велику роль відіграє тип кабелю, його виконання, виконання умов монтажу згідно з інструкцією, застосування засобів захисту від завад (заземлення, екранування). Обробка даних відбувається в контролері Fanuc. Програмне забезпечення контролера здійснюється за допомогою мови Logic Master, дані обробляються за певним алгоритмом, де враховуються аварійні уставки, а також захист від випадкових перешкод в каналах, які називають «дребезгом» каналів. Встановлюються затримки часу, протягом якого можливе явно неприпустиме значення параметра. Передача даних від ПЗО в контролер відбувається по шині Genius, від контролера в систему вищого рівня по протоколу ModBus. Програмне забезпечення системи верхнього рівня здійснюється за допомогою мови Trace Mode. Зберігання даних відбувається на станції архівування, контроль і візуалізація технологічного процесу відбувається з операторського інтерфейсу.

Перешкоди при передачі інформації від датчиків до контролера можуть привести до аварійної зупинки двигуна, що може ушкодити генератор, редуктор або інші частини установки. Зараз ця проблема вирішується за допомогою повторного опитування датчиків, що «збиває пульс» роботи станції.

Ще однією з найважливіших завдань є комерційний облік електроенергії. Тому основне завдання роботи полягає в тому, щоб розглянути автоматичну систему комерційного обліку електроенергії, підкреслити всі її переваги, виділити всі основні завдання вимірювання, управління і обліку, описати розробку і установку програмного забезпечення системи обліку, а також внести пропозиції щодо її модернізації.

					<b>СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ</b>	Аркуш
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

#### 3.1. Характеристики об'єкта автоматизації

Об'єкт автоматизації являє собою знижувальну і розподільну підстанцію 110/6 кВ. Електроенергія на ПС 110/6кВ «Компресор» подається на першу шинну секцію по ПЛ 110 кВ «Північна - Сумська ТЕЦ» від ПС «Суми - Північна», і на другу шинну секцію по ВЛ 110 кВ «Сумська ТЕЦ - Компресор» від Сумської ТЕЦ.

Підстанція здійснює прийом електроенергії, зниження зі 110 кВ до 6 кВ, розподіл і видачу електроенергії споживачам АТ СНВО. Електрична принципова схема підстанції 110/6кВ «Компресор» представлена на кресленні СУдн-51П.6.050201.12 СБ. Устаткування підстанції розміщено в закритому розподільному пристрої ЗРУ-6 кВ.

У даній роботі розглядаються лічильники комерційного обліку електроенергії встановлені по вводу № 2 трансформатора 1Т (комірка №10).

Перелік контрольованих параметрів наведено в додатку Б.

#### 3.2. Призначення і цілі створення АСКОЕ

АСКОЕ призначена для:

- автоматизації, на базі сучасних засобів обчислювальної техніки і засобів цифрового зв'язку, функцій комерційного обліку споживаної і генерованої установкою ЕГТУ-16 активної і реактивної електроенергії;
- автоматизація функцій контролю сумарної спожитої активної і реактивної електроенергії за всіма вводам ПС «Компресор», субабонентам і підприємству в цілому.

Цілями створення АСКОЕ є:

- забезпечення переведення АТ СНВО на систему оплати за споживану електроенергію за тарифами, диференційованими за періодами часу;
- організація передачі даних комерційного обліку з установки ЕГТУ-16 в ВАТ «Сумиобленерго»;
- забезпечення дистанційного контролю в режимі реального часу персоналом АТ СНВО над режимом електроспоживання і генерації установки ЕГТУ-16.

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3 Основні технічні рішення

Рішення за структурою АСКОЕ:

1. Електронні лічильники встановлюються на кожній з ліній живлення на межі розділу балансової належності по вводу №1 трансформатора 1Т (комірка №3), ввід №2 трансформатора 1Т (комірка №10), по вводу №1 трансформатора 2Т (комірка №35), ввід №2 трансформатора 2Т (комірка №28), і по відходить лініях ЕГТУ-16 (ТСН №1 комірка №1, комірка №39), компресорний завод (РП-4 ввід №1 комірка №7, РП-4 ввід №2 комірка №33, ЕГПА комірка №2, РП-3 ввід комірка №8, РП-1 ввід №1 комірка №14, РП-1 ввід №2 комірка №24, ввід №5 комірка №32), котельня СПУ (РП 2 ввід №1 комірка №11, РП-2 ввід №2 комірка №20), техводозабір (фідер №1 комірка №2а, фідер №2 комірка №36).

2. Впроваджені моделі електронних лічильників забезпечують вимір споживання активної енергії, споживання і вироблення реактивної електроенергії, усереднених значень активної і реактивної потужностей за період інтеграції рівний 30-ти хвилинам з реєстрацією максимальних 30-ти хвилинних значень потужності під час дії добових максимумів за розрахунковий період.

3. Прилади обліку електроенергії працюють в системі реального часу і мають можливість зовнішньої синхронізації ходу внутрішнього годинника. Похибка ходу внутрішнього годинника не більше  $\pm 5$  секунд на добу. База даних приладів обліку електроенергії формується з обов'язковою прив'язкою вимірюваних величин до відповідної мітки часу.

4. Прилади обліку електроенергії мають джерело вбудованого резервного живлення для збереження бази даних заархівованої вимірювальної інформації.

5. Прилади обліку електроенергії зберігають в енергозалежній, некорректованій пам'яті і індикують інформацію про всі випадки доступу до режиму параметрування електронного лічильника.

6. Електронні лічильники електроенергії забезпечують зберігання добових графіків 30-ти хвилинних значень споживання активної енергії, споживання і вироблення реактивної електроенергії за останні сорок діб.

7. Час дії тарифних зон параметрується в електронному лічильнику. Перемикання тарифних зон відбувається автоматично під керуванням внутрішнього таймера лічильника. Встановлені тарифні зони показані в таблиці 3.1 або змінюються в установленому «Сумиобленерго» порядку.

8. Контроль за півгодинною активною і реактивною потужністю під час добових максимумів із зазначенням мітки часу і дати виникнення максимальної потужності

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

здійснюється за допомогою реєстрів максимальної середньої 30-ти хвилинної потужності. Час дії добових максимумів встановлено і автоматично змінюється в залежності від діючого сезону відповідно до таблиці 3.2., Період інтеграції - фіксований, 30-ти хвилинний, з початком в ГГ: 00 і в ГГ: 30 хвилин. Електронні лічильники мають не більше 4-х сезонів.

9. Перелік індукованих на дисплеї лічильника параметрів електроспоживання представлений в таблиці 3.3

10. До складу АСКОЕ входить:

- 1) лічильники "Indigo +";
- 2) мультимодемні адаптери і модеми;
- 3) виділена телефонна лінія для передачі даних з підстанції в ВАТ «Сумиобленерго»;
- 4) АРМ диспетчера.

Функціональна схема автоматизації - креслення СУдн-51П.6.050201.12 С2.

11. По захисту інформації та технічних засобів системи при аваріях в системі електроживлення виконуються такі вимоги:

- 1) періодичне збереження бази даних АСКОЕ на «жорсткому» магнітному диску АРМ диспетчера та АРМ головного енергетика;
- 2) відновлення втраченої інформації про витрату енергоресурсів шляхом повторного зчитування даних з лічильника (за період, який визначається пам'яттю лічильника).

Таблиця 3.1- Встановлені тарифні зони

Тарифні зони зимового періоду: з 1 жовтня по 1 квітня		
Нічна	Денна (напівпікова)	Пікова
23.00 - 6.00	6.00 – 8.00; 10.00 – 17.00; 20.00 – 23.00	8.00 – 10.00; 17.00-20.00
Тарифні зони літнього періоду: з 1 квітня по 1 жовтня		
Нічна	Денна (напівпікова)	Пікова
23.00 - 6.00	6.00 – 8.00; 11.00 – 20.00; 22.00 – 23.00	8.00 – 11.00; 20.00-22.00

Перелік і зміст основних індикуваних параметрів електронного лічильника «Indigo +», представленого в порядку їх послідовного відображення на дисплеї подані в таблиці 3.3. Формування добових зон проводиться тарифікаційними програмами: **Т** - в режимі формування трьох тарифних зон (таблиця 3.1), **М** - в режимі формування зон дії добових максимумів (таблиця 3.2); автоматичне збереження в архівних реєстрах поточних значень

параметрів за станом на 00:00 годин першого дня місяця або в інший обумовлений час, або при здійсненні процедур «Скидання» вмісту регістрів максимальних середніх потужностей.

Таблиця 3.2 - Час дії добових максимумів встановлених в залежності від діючого сезону

№	Період	Контрольована величина	Назва регістра	Час дії добових максимумів	
				Ранковий	Вечірній
1	2	3	4	5	6
1	Літній тариф	Середнє значення споживаної активної потужності за 30-ти хвилинний період інтеграції	Max Demand 1	8:00–11:00	20:00–22:00
		Середнє значення споживаної реактивної потужності за 30-ти хвилинний період інтеграції	Max Demand 2	8:00–11:00	20:00–22:00
		Середнє значення згенерованої реактивної потужності за 30-ти хвилинний період інтеграції	Max Demand 3	8:00–11:00	20:00–22:00
2	Зимовий тариф	Середнє значення споживаної реактивної потужності за 30-ти хвилинний період інтеграції	Max Demand 1	8:00–10:00	17:00–20:00
		Середнє значення споживаної реактивної потужності за 30-ти хвилинний період інтеграції	Max Demand 2	8:00–10:00	17:00–20:00
		Середнє значення згенерованої реактивної потужності за 30-ти хвилинний період інтеграції	Max Demand 3	8:00–10:00	17:00–20:00

Таблиця 3.3 - Перелік індикованих на дисплеї лічильника параметрів електроспоживання

№	Найменування та умовне позначення регістрів	Умовне позначення	Доб. графік	Тариф	Збереження	Тип дисплея		Од.вим.	Вміст регістрів	
						Норм	Інж		Поперед	Поточн.
1.	Кількість перепрограмувань	RPG				✓				

№	Найменування та умовне позначення реєстрів	Умове позначення	Доб. графік	Тариф	Збереження	Тип дисплея		Од.вим.	Вміст реєстрів	
						Норм	Інж		Поперед	Поточн.
2.	Поточний час					✓				
3.	Поточна дата					✓				
4.	Поточне значення спожитої активної енергії в нічний зоні	Rate 1		<b>T</b>	✓	✓		кВт г		
5.	Поточне значення спожитої активної енергії в напівпіковій зоні	Rate 2		<b>T</b>	✓	✓		кВт г		
6.	Поточне значення спожитої активної енергії в піковій зоні	Rate 3		<b>T</b>	✓	✓		кВт г		
7.	Поточне загальне значення спожитої активної енергії	Total	✓	<b>T</b>	✓	✓		кВт г		
8.	Поточне загальне значення спожитої реактив. енергії	LEG	✓		✓	✓		кВАр г		
9.	Поточне загальне значення реактивної енергії	Lead	✓		✓	✓		кВАр г		
10	Миттєве значення активної потужності					✓		кВт	-	
11	Миттєве значення реактивної потужності					✓		кВАр	-	
12	Максимальне значення	Import		<b>M</b>	✓	✓		кВт	-	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

СУДН-51П. 6.050201.12 ПЗ

Аркуш

24

№	Найменування та умовне позначення реєстрів	Умовне позначення	Доб. графік	Тариф	Збереження	Тип дисплея		Од.вим.	Вміст реєстрів	
						Норм	Інж		Поперед	Поточн.
	споживаної середньої 30-ти хвилинної активної потужності в години дії добових максимумів, Мах Demand 1									
13	Дата максимуму споживаної середньої 30-ти хвилинної активної потужності в години дії добових максимумів, Мах Demand 1	Date		М	✓	✓		День, міс., рік	-	
14	Час максимуму споживаної середньої 30-ти хвилинної активної потужності в години дії добових максимумів, Мах Demand 1	Time		М	✓	✓			-	
15	Накопичене значення максимумів споживаної середньої 30-ти хвилинної активної потужності в			М	✓	✓	✓	кВт	-	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ

Аркуш

25

№	Найменування та умовне позначення реєстрів	Умовне позначення	Доб. графік	Тариф	Збереження	Тип дисплея		Од.вим.	Вміст реєстрів	
						Норм	Інж		Поперед	Поточн.
	години дії добових максимумів,									
16	Максимальне значення споживаної середньої 30-ти хвилинної реактивної потужності в години дії добових максимумів, Max Demand 2	Import		М	✓	✓		кВАр	-	
17	Дата максимуму споживаної середньої 30-ти хвилинної реактивної потужності в години дії добових максимумів, Max Demand 2	Date		М	✓	✓		День, міс. рік	-	
18	Час максимуму споживаної середньої 30-ти хвилинної реактивної потужності в години дії добових максимумів,, Max Demand 2	Time		М	✓	✓			-	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

№	Найменування та умовне позначення реєстрів	Умовне позначення	Доб. графік	Тариф	Збереження	Тип дисплея		Од.вим.	Вміст реєстрів	
						Норм	Інж		Поперед	Поточн.
19	Накопичене значення максимумів споживаної середньої 30-ти хвилинної реактивної потужності в години дії добових максимумів, Cum Max Demand 2			М	✓	✓	✓	кВАр		
20	Максимальне значення реактивної потужності в піковій зоні середньої 30-ти хвилинної реактивної потужності в години дії добових максимумів, Max Demand 3	Export		М	✓	✓	✓	кВАр		
21	Дата максимуму генерованої середньої 30-ти хвилинної реактивної потужності в години дії добових максимумів, Max	Date		М	✓	✓	✓	День, міс., рік		

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

СУДН-51П. 6.050201.12 ПЗ

Аркуш

27

№	Найменування та умовне позначення реєстрів	Умовне позначення	Доб. графік	Тариф	Збереження	Тип дисплея		Од.вим.	Вміст реєстрів	
						Норм	Інж		Поперед	Поточн.
	Demand 3									
22	Час максимуму генерованої середньої 30-ти хвилинної реактивної потужності в години дії добових максимумів, Max Demand 3	Time		М	✓	✓	✓			
23	Накопичене значення максимумів генерованої середньої 30-ти хвилинної реактивної потужності в години дії добових максимумів, Cum Max Demand 3			М	✓	✓	✓	кВАр		
24	Поточна середня (за період інтеграції) активна споживана потужність, Demand	Import				✓		кВт		-
25	Поточна середня (за період інтеграції) реактивна	Import				✓		кВАр		-

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

№	Найменування та умовне позначення реєстрів	Умовне позначення	Доб. графік	Тариф	Збереження	Тип дисплея		Од.вим.	Вміст реєстрів	
						Норм	Інж		Поперед	Поточн.
	споживана потужність, Demand									
26	Поточна середня (за період інтеграції) реактивна генерована потужність, Demand	Export				✓		кВАр		-
27	Напруга фази А	А				✓		кВ		
28	Напруга фази В	В				✓		кВ		
29	Напруга фази С	С				✓		кВ		
30	Струм фази А	А				✓		А		
31	Струм фази В	В				✓		А		
32	Струм фази С	С				✓		А		
33	Кут між напругами фази А і фази А	А-ν				✓	✓	Град.		
34	Кут між напругами фази А і фази В	В-ν				✓	✓	Град.		
35	Кут між напругами фази А і фази С	С-ν				✓	✓	Град.		
36	Кут між напругою і струмом фази А	А-α				✓	✓	Град.		
37	Кут між напругою і струмом фази В	В-α				✓	✓	Град.		
38	Кут між напругою і струмом фази С	С-α				✓	✓	Град.		
39	Миттєве значення коефіцієнта потужності (cos φ)	PF		✓	✓	✓	✓	Град.		

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ

Аркуш

29

№	Найменування та умовне позначення реєстрів	Умовне позначення	Доб. графік	Тариф	Збереження	Тип дисплея		Од.вим.	Вміст реєстрів	
						Норм	Інж		Поперед	Поточн.
40	Сумарне значення спожитої активної енергії по 2-х вводах	Σ	✓			✓		кВт г		

### 3.4 Функції, що виконуються системою

Функції, покладені на АСКОЕ, визначені виходячи з аналізу технологічного процесу і завдань автоматизованого обліку електроенергії. Функції об'єднані в вимірювальну, інформаційну, призначену для користувача і допоміжну групи.

#### 3.4.1 Вимірювальна функція

Вимірювальна група функцій, що забезпечують перетворення сигналів трансформатора струму (ТС) і трансформатора напруги (ТН) з аналогової форми в цифрову, наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Вимірювальна функціональна група

Найменування функції	Найменування завдання
Облік різних видів електроенергії	Забезпечення вимірювання, обчислення та зберігання в реєстрах даних наступних величин: 1. Активна енергія, Імпорт, нічний тариф; 2. Активна енергія, Імпорт, напівпіковий тариф; 3. Активна енергія, Імпорт, піковий тариф; 4. Активна енергія, Імпорт, сумарна; 5. Активна енергія, Експорт; 6. Реактивна енергія, Імпорт; 7. Реактивна енергія, Експорт.
Вимірювання потужності (навантаження)	1. Усереднені максимуми навантаження. Лічильник Indigo + має 4 реєстра максимумів навантаження



Найменування функції	Найменування завдання
	<p>Indigo +.</p> <p>6. EDAM - Event Detection &amp; Alarm Monitoring - дані про минулі позаштатні ситуації і попередження.</p> <p>Глибина архіву при даних параметрах реєстрів графіка навантаження дозволяє зберігати дані за 88 днів від поточної дати.</p>
Коефіцієнти потужності	<p>Лічильник Indigo + забезпечує вимірювання і обчислення:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Миттєвого коефіцієнта потужності.</li> <li>2. Середнього коефіцієнта потужності за період інтеграції.</li> <li>3. Мінімального коефіцієнта потужності за розрахунковий період.</li> <li>4. Коефіцієнта потужності за розрахунковий період.</li> </ol>
Вимірювання частоти	<p>Лічильник Indigo + щосекунди вимірює частоту мережі і відображає її значення на дисплеї в форматі xx.xx (два цілих і два десяткових знака). Вимірювання частоти виконується по синусоїді фази «R» (A), а при її зникненні - фази «S» (B) або «T» (C)</p>
Вимірювання напруги	<p>Лічильник Indigo + вимірює і показує положення векторів напруг фаз по відношенню до вектора напруги фази R (A).</p>
Архівування даних	<p>При скиданні реєстрів максимуму навантаження лічильник архівує і (зберігає) в незалежній пам'яті даних наступних реєстрів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Активна енергія, імпорт</li> <li>- Активна енергія, експорт</li> <li>- Реактивна енергія, імпорт</li> <li>- Реактивна енергія, експорт</li> <li>- Реактивна енергія в квадрантах 1-4</li> <li>- Повна енергія, імпорт</li> <li>- Повна енергія, експорт</li> <li>- Конфігурована повна енергія</li> <li>- Тарифні реєстри (всього до 16)</li> <li>- Реєстри енергії в режимі "DEFAULT" (всього 4)</li> </ul>

Найменування функції	Найменування завдання
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Регістри максимумів навантаження 1-4 і їх часи</li> <li>– Кумулятивні максимуми 1-4</li> <li>– Найменший коефіцієнт потужності розрахункового періоду</li> <li>– Середній коефіцієнт потужності розрахункового періоду</li> <li>– Події (20 реєстрів).</li> </ul> <p>Крім цього архівуються також:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Час скидання</li> <li>– Формат індикації (кількість цілих і десяткових знаків)</li> <li>– Первинні і вторинні значення трансформаторів струму і напруги</li> <li>– Величини, для яких обчислюються максимуми навантаження</li> <li>– Величини, що вимірюються за тарифними зонами</li> <li>– Інші параметри</li> </ul>

### 3.4.2 Інформаційна функція

Інформаційна група функцій, що забезпечує розрахунок параметрів енергоспоживання, приведена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Інформаційна функціональна група

Найменування функції	Найменування завдання
Розрахунок техніко-економічних і експлуатаційних показників	Розрахунок економічного ефекту від впровадження трьохтарифного обліку в порівнянні з одноставочним тарифом

### 3.4.3 Користувацька функція

Призначена для користувача група функцій, що забезпечують вивід і накопичення параметрів про енергоспоживання та контроль їх значень, приведена в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Призначена для користувача функціональна група

Найменування функції	Найменування завдання
Контроль	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Періодичний і за викликом контроль значень технологічних параметрів і параметрів енергоспоживання.</li><li>2. Відображення і сигналізація відхилень за допустимі значення технологічних параметрів відповідно до технологічного регламенту.</li><li>3. Видача обслуговуючому персоналу рекомендацій з управління технологічним процесом.</li></ol>
Відображення інформації	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Генерація звітів по поточних і архівних даних про технологічний процес і показниках енергоспоживання.</li><li>2. Подання поточної і архівної інформації в формі таблиць, графіків, трендів.</li><li>3. Архівування інформації (ведення журналу подій) про технологічні параметри і показники енергоспоживання.</li></ol>

### 3.4.4 Допоміжна функція

Допоміжна група функцій, що забезпечують виконання функцій системи з заданими критеріями якості, наведена в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7-Допоміжна функціональна група

Найменування функції	Найменування завдання
Сумісність	Забезпечення сумісності програмного забезпечення споживача і ВАТ «Сумиобленерго» здійснює функцію доступу до інформації про електроспоживання, що знаходиться в базі даних споживача.
Вибір режимів	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Забезпечення багатозадачного режиму роботи (ПЗ) АРМ.</li><li>2. Забезпечення багатооконного режиму роботи ПЗ АРМ.</li><li>3. Забезпечення динамічного обміну даними з прикладними програмами.</li></ol>
Захист інформації	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Захист від несанкціонованого доступу до зняття показань із лічильників.</li><li>2. Захист від несанкціонованого перепараметрування лічильників.</li></ol>

Якість виконання функцій вимірювальної, інформаційно, призначеної для користувача і допоміжної груп визначаються вимогами до комплексу метрологічних характеристик (МХ) відповідних вимірювальних (ВК) і обчислювальних каналів (ОК).

### 3.5 Інформаційне, програмне і технічне забезпечення

Інформаційне забезпечення системи складається з розподілених по технічних засобах баз даних. Вибір системи управління базами даних виконується розробником системи.

Інформаційна сумісність відповідає ГОСТ 22.315 - 77 і забезпечується розробником системи.

Форми звітних документів є типовими. Забезпечено можливість отримання таких форм звітних документів:

- Відомість показань максимальної середньої потужності за розрахунковий період в піковій зоні.
- Відомість результатів контролю за споживанням електроенергії.
- Відомість споживання електроенергії за період.
- Відомість показань регістрів лічильника.
- Відомість зняття показників параметрів енергоспоживання.
- Відомість споживача електроенергії на підприємстві при знятті показань по ПС на лініях, що відходять 6 кВ за розрахунковий період.
- Відомість результатів 30-ти хвилинних параметрів споживання електроенергії.
- Звіт про спожиту електроенергію.
- Звіт про спожиту електроенергію за розрахунковий період.

Програмне забезпечення забезпечує виконання всіх функцій АСКОЕ, перерахованих вище і відповідає ГОСТ 22.315 - 77, ДСТУ 2709, ГОСТ 19.781 - 90, ГОСТ 19.105 - 78, ГОСТ 19.401 - 78, ГОСТ 19.402 - 78, ГОСТ 34.602 - 89.

Програмне забезпечення побудовано із застосуванням стандартного інтегрованого пакета візуального програмування в об'єктно-орієнтованому середовищі. Програмне забезпечення ділиться на програмне забезпечення верхнього рівня для АРМ планово-технічного або планово-економічного відділу, АРМ диспетчера та програмне забезпечення нижнього рівня - програмне забезпечення даними з лічильником.

Програмне забезпечення верхнього рівня виконує наступні функції:

- конфігурація АСКОЕ;

					<b>СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ</b>	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

- надання даних про структуру і параметри групи лічильників, контроль за якими проводиться з даного диспетчерського пункту (ДП);
- редагування законів групування лічильників;
- обчислення вагових коефіцієнтів;
- облік даних про ліміти енергоспоживання, пов'язаних з розрахунковими періодами;
- настройка на конкретний тип каналу зв'язку з лічильником;
- обробка даних по енергоспоживанню з лічильником;
- ведення «журналу подій»;
- контроль параметрів енергоспоживання;
- створення і ведення структурованої бази даних добового енергоспоживання;
- генерація звітів за поточний і розрахунковий періоди.

Програмне забезпечення нижнього рівня виконує наступні функції:

- зчитування необхідних даних з лічильників;
- можливість роботи з різними пристроями передачі даних (модеми, оптопорт, виділені лінії, комутовані лінії);
- контроль наявності помилок при передачі інформації.

Програмне забезпечення володіє надійністю, швидкою реакцією на зовнішню подію, кооперативною або багатопріоритетною багатозадачністю і має дружній для користувача інтерфейс.

Програмне забезпечення верхнього і нижнього рівня побудовано на основі мережевої операційної системи Windows 9X або Windows NT.

Програмне забезпечення верхнього рівня забезпечує обмін даними з іншими прикладними програмами користувачів, запущених на віддалених АРМах.

У програмному забезпеченні верхнього і нижнього рівнів організовано дворівневу систему доступу до даних: адміністраторська і диспетчерська.

Програмні забезпечення нижнього рівня взаємодіють з програмним забезпеченням верхнього рівня і забезпечують збір і обробку всіх вхідних сигналів в режимі реального часу. Час опитування лічильників поточних даних - 1 - 1,5 хвилини на лічильник, даних розрахункових періодів - 2-3 хвилини на лічильник.

У програмному забезпеченні реалізовані заходи щодо захисту від помилок при введенні і обробці інформації, що забезпечують задану якість виконання функції АСКОЕ. Програмне забезпечення забезпечує проведення контролю метрологічних характеристик АСКОЕ при автоматизованій метрологічній атестації (МА) та повірки системи.

Технічне забезпечення забезпечує виконання всіх функцій АСКОЕ, перерахованих вище. Структура АСКОЕ наведена на структурній схемі СУдн-51П.6.050201.12 С1, а

					<b>СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ</b>	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

склад технічних засобів АСКОЕ на структурній схемі комплексу технічних засобів СУдн-51П.6.050201.12 С1.

Пристроями збору і попередньої обробки даних є самі електронні лічильники Indigo +.

При компонуванні комплексу технічних засобів (КТЗ) передбачені можливості:

- 1) нарощування до 10% від кількості вхідних і вихідних параметрів в процесі впровадження АСКОЕ;
- 2) перспективного розвитку АСКОЕ зі збільшенням кількості пристроїв збору та обробки інформації.

Нарощування АСКОЕ має бути завершено до метрологічної атестації вимірювального каналу системи.

Оцінка мінімальних потужностей по метрологічних характеристиках буде проведена після проведення метрологічної атестації трансформаторів струму і напруги в умовах експлуатації з реальними навантаженнями вторинних обмоток.

### 3.6 Висновки

Газотурбінна електростанція призначена для вироблення 16 МВт електричної потужності і для подальшого її відпускання на шини 6 кВ підстанції «Компресор». Для того щоб точно знати, яка кількість активної і реактивної енергії генерується ЕГТУ-16, і була розроблена автоматична система комерційного обліку електроенергії.

Прилади обліку встановлені на генераторі, а також використовуються для споживання на власні і господарські потреби. Крім того, облік активної енергії повинен забезпечувати можливість визначення надходження електроенергії в мережі ВАТ «Сумиобленерго», а також можливість вироблення реактивної енергії.

Прилади обліку електроенергії працюють в системі реального часу і мають зовнішню синхронізацію ходу внутрішнього годинника. Також прилади обліку електроенергії мають джерело вбудованого резервного живлення для збереження заархівованої вимірювальної інформації бази даних. База даних приладів обліку електроенергії формується з обов'язковою прив'язкою вимірюваних величин до відповідної мітки часу.

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

#### 4 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ НА ЕГТУ-16

Завдання охорони праці - звести до мінімальної ймовірності ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Робочі газотурбінної електростанції при роботі стикаються з наступними шкідливими чинниками: шум (що виходить від працюючого газотурбінного двигуна НК-16СТ), вібрація, небезпека ураження електричним струмом.

Шум, вібрація об'єднуються загальним принципом їх утворення: всі вони є результатом коливання тіл, переданого безпосередньо або через газоподібні, рідкі та тверді середовища. Відрізняються вони один від одного лише за частотою цих коливань і різним сприйняттям їх людиною.

Шум - один з найбільш поширених несприятливих фізичних факторів навколишнього середовища, які набувають важливе соціально-гігієнічне значення, у зв'язку з урбанізацією, а також механізацією і автоматизацією технологічних процесів, подальшим розвитком дизелебудування, реактивної авіації, транспорту.

Шум - безладне поєднання різних по силі і частоті звуків; здатний впливати на організм. Джерелом шуму є будь-який процес, що викликає місцеву зміну тиску або механічні коливання в твердих, рідких або газоподібних середовищах.

Питання боротьби з шумом в даний час мають велике значення для робочих газотурбінної електростанції. Шум на виробництві завдає великої шкоди, шкідливо діючи на організм людини і знижуючи продуктивність праці. Втома робітників і операторів через сильний шум збільшує число помилок при роботі, сприяє виникненню травм, а також може призвести до аварій на самій електростанції.

Дія його на організм людини пов'язана головним чином із застосуванням нового, високопродуктивного обладнання, з механізацією і автоматизацією трудових процесів: переходом на великі швидкості при експлуатації різних агрегатів. Джерелами шуму на ЕГТУ-16 є двигун, насоси, компресори, турбіна, пневматичні і електричні інструменти, генератор.

					Судн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
						38
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1- Вимірювання значень величини шуму на газотурбінній електростанції

Місце вимірювання	Величина, дБ
Дренажна ємність, дренажний насос	106
Редуктор турбіни	93
Система повітрязабезпечення	94
Генератор №1 (зліва і справа)	100
Трансформатор збудження генератора №1	97
Блоки охолоджувачів масла і води генератора №1	93
Блоки підготовки паливного газу	96
Блок маслоагрегата двигуна	94
Манометрова панель відсіку двигуна і відсік двигуна	112
Датчики градирні та засувки градирні	95
Пульт керування і насоси зворотного водопостачання	97
Зона у бака зливу з котла	94

Вимірювання, аналіз і реєстрація спектра шуму виконуються спеціальними приладами - шумомірами і допоміжними приладами (самописці рівнів шуму, осцилограф, аналізатори статистичного розподілу, дозиметри та ін.). Згідно ГОСТ 12.1.003-88 рівень шуму у виробничому приміщенні не повинен перевищувати 85 дБА. Оскільки вухо менш чутливе до низьких і більш чутливе до високих частот, для отримання показань, відповідних сприйняттю людини, в шумомірах використовують систему коректованих частотних характеристик - шкали А, В, С, D і лінійну шкалу, які відрізняються за сприйняттям.

Нормованими параметрами шуму є рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц і еквівалентний (по енергії) рівень звуку в децибелах (шкала А). Допустимі рівні шуму на робочих місцях не перевищують відповідно 110, 94, 87, 81, 78, 75, 73 дБ, а за шкалою А - 80 дБ.

Шум має певну частоту, або спектр, що виражається в герцах, і інтенсивність - рівень звукового тиску, вимірюваний в децибелах. Коливання з частотою від 20 до 20000 Гц (герц - одиниця вимірювання частоти, що дорівнює одному коливанню в секунду), що передаються через газоподібне середовище, називаються звуками і сприймаються органами слуху людини як звуки; безладне поєднання таких звуків становить шум. Коливання нижче 20 Гц називаються інфразвуками, а вище 20000 Гц - ультразвуками; вони органами слуху людини не сприймаються, проте надають на нього вплив. Для

людини область чутних звуків визначається в інтервалі від 16 до 20000 Гц. Найбільш чутливий слуховий аналізатор до сприйняття звуків частотою 1000-3000 Гц (мовна зона).

Механізм дії шуму на організм складний і недостатньо вивчений. Коли мова йде про вплив шуму, то зазвичай основну увагу приділяють стану органу слуху, так як слуховий аналізатор в першу чергу сприймає звукові коливання і поразка його є адекватним дії шуму на організм. Поряд з органом слуху сприйняття звукових коливань частково може здійснюватися і через шкірний покрив рецепторами вібраційної чутливості. Професійне зниження слуху буває зазвичай двостороннім. Стійкі зміни слуху внаслідок впливу шуму, як правило, розвиваються повільно. Нерідко їм передують адаптація до шуму, яка характеризується нестійким зниженням слуху, що виникають безпосередньо після його впливу і зникають незабаром після припинення його дії. Початкові прояви професійної приглухуватості найчастіше зустрічаються в осіб зі стажем роботи в умовах шуму близько 5 років. Ризик втрати слуху у працюючих при десятирічній тривалості впливу шуму становить 10% при рівні 90 дБ (шкала А), 29% - при 100 дБ (шкала А) і 55% - при 110 дБ (шкала А).

У неврологічній картині впливу шуму основними скаргами є головний біль тупого характеру, відчуття тяжкості і шуму в голові, що виникають до кінця робочої зміни або після роботи, запаморочення при зміні положення тіла, підвищена дратівливість, швидка стомлюваність, зниження працездатності, уваги, підвищена пітливість, особливо при хвилюваннях, порушення ритму сну (сонливість вдень, тривожний сон в нічний час). При обстеженні таких хворих нерідко виявляють зниження збудливості вестибулярного апарату, м'язову слабкість, зниження сухожильних рефлексів, пригнічення глоткового, піднебінного і черевних рефлексів. Відзначається легке порушення больової чутливості.

Зміни нервової і серцево-судинної систем у осіб, що працюють в умовах шуму, є неспецифічною реакцією організму на вплив багатьох подразників, у тому числі шуму. Частота і вираженість їх значною мірою залежать від наявності інших супутніх факторів виробничого середовища.

Для ефективного захисту працюючих від несприятливого впливу шуму був здійснений комплекс організаційних, технічних і медичних заходів на етапах проектування, будівництва і експлуатації виробничого устаткування. З метою підвищення ефективності боротьби з шумом введений обов'язковий гігієнічний контроль об'єктів, що генерують шум, реєстрація фізичних факторів, що роблять шкідливий вплив на навколишнє середовище і негативно впливають на здоров'я людей.

Оскільки на ЕГТУ-16 неможливо зниження шуму за рахунок заміни обладнання, яке є джерелом підвищеного шуму, то його встановили в спеціальному приміщенні, а

					<b>СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ</b>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		40

пульт дистанційного керування розмістили в малошумному приміщенні, в двохстах метрах від нього. Також зниження рівня шуму досягається застосуванням звукопоглинальних пористих матеріалів, покритих перфорованими листами алюмінію, пластмас. У тих випадках, коли технічні засоби не забезпечують досягнення вимог діючих нормативів, застосовуються також обмеження тривалості впливу шуму і застосування протишумів.

Протишуми - засоби індивідуального захисту органів слуху і попередження різних розладів організму, що викликаються надмірним шумом. Їх використовують в основному тоді, коли технічні засоби боротьби з шумом не забезпечують зниження його до безпечних меж. Протишуми поділяють на три типи: вкладиші, навушники і шоломи.

Протишумові вкладиші вводять в зовнішній слуховий прохід. Вкладиші бувають багаторазового і одноразового користування. До вкладишів багаторазового користування відносяться численні варіанти заглушок у вигляді ковпачків різної конструкції і форми з гуми, каучуку та інших пластичних полімерних матеріалів, в деяких випадках одягнутих на залізні стрижні. Протишумові вкладиші багаторазового використання випускають декількох типів і розмірів; вага їх не регламентується і коливається в межах до 10 м

Протишумові навушники являють собою чаші, за формою близькі до півсфери, з легких металів або пластмас, наповнені волокнистими або пористими звукопоглиначами. Для зручного і щільного прилягання до привушної області вони забезпечуються ущільнювальними валиками з синтетичних тонких плівок, часто заповнених повітрям або рідкими речовинами з великим внутрішнім тертям (гліцерин, вазелінове масло і ін.). Ущільнюючий валик одночасно демпфує коливання самого корпусу навушника, що істотно при низькочастотних звукових коливаннях.

Протишумові шоломи - самі громіздкі і дорогі з індивідуальних засобів противошумної захисту. Вони використовуються при високих рівнях шумів, часто застосовуються в комбінації з навушниками або вкладишами. Протишумові шоломи рекомендуються застосовувати в відсіках двигуна і генератора. Розташований по краю шолома ущільнюючий валик забезпечує щільне прилягання його до голови.

Важливе значення в попередженні розвитку шумової патології мають попередні при вступі на роботу і періодичні медичні огляди. Таким оглядам підлягають особи, працюючі на ЕГТУ-16, де шум перевищує гранично допустимий рівень.

Терміни періодичних медичних оглядів встановлюються в залежності від інтенсивності шуму. Залежно від місця роботи і тривалості перебування в місцях, де шум перевищує норму, встановлюються різні терміни проходження медоглядів: при інтенсивності шуму від 81 до 99 дБА - 1 раз на 24 міс, 100 дБА і вище - 1 раз на 12 міс.

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

Перший огляд отоларинголог проводить через б міс після попереднього медичного огляду при надходженні на роботу, пов'язану з впливом інтенсивного шуму. Медичні огляди повинні проводитися за участю отоларинголога, невропатолога і терапевта.

Коливання твердих тіл або передані через тверді тіла (машини, будівельні конструкції і т. п.) називаються вібрацією

Чітких меж між шумом і вібрацією не існує, тому на приміжних частотах зазвичай має місце вплив на людину двох вищевказаних чинників.

На газотурбінній електростанції застосовуються машини і обладнання, що створюють вібрацію, яка впливає на людину. Це перш за все все обладнання, що прилягає до двигуна і генератора, а також всі осі, що з'єднують механізми, насоси, вентилятори. Збільшення продуктивності праці, швидкостей переміщення, зменшення статичних навантажень на людину, на жаль, супроводжуються небажаним побічним ефектом - посиленням вібрації, несприятливо впливають на організм людини. Цей вплив не тільки погіршує самопочуття працюючого і знижує продуктивність праці, а й часто призводить до тяжких професійних захворювань - віброхвороби.

Причиною виникнення вібрації на ЕГТУ-16 є виникаючі при роботі машин і агрегатів неврівноважені силові дії.

Основними параметрами, що характеризують вібрацію, яка відбувається за синусоїдальним законом є: амплітуда зсуву, амплітуда коливальної швидкості, амплітуда коливального прискорення, період коливання і частота. З огляду на те, що абсолютне значення параметрів, що характеризують вібрацію, змінюється в дуже широких межах, в практиці віброакустичних досліджень використовують поняття рівня параметрів.

На робочих газотурбінної електростанції впливає як загальна, так і локальна (місцева) вібрація. Загальна вібрація викликає струс всього організму, місцева залучає в коливальний рух окремі частини тіла.

Різні внутрішні органи і окремі частини тіла (наприклад, голову або серце) можна розглядати як коливальні системи. Резонанс на частотах 4-6 Гц відповідають коливанням плечового пояса, стегон, голови (положення стоячи); на частотах 25-30 Гц - голови відносно плечей (положення сидячи). Систематичний вплив загальних вібрацій в резонансних або близько резонансних зонах може бути причиною вібраційної хвороби, яка проявляється у вигляді головного болю, запаморочення, поганого сну, знижена працездатність, погане самопочуття, порушення серцевої діяльності. Локальна вібрація викликає спазми судин, внаслідок чого відбувається погіршення постачання кінцівок кров'ю. Одночасно спостерігаються порушення діяльності центральної нервової системи, як при загальній вібрації.

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

Розрізняють санітарно-гігієнічне та технічне нормування вібрації.

Зниження вібрації машин і механізмів досягається або впливом на джерело вібрації - змінної сили в конструкції, або впливом на коливальну систему, в якій ці сили діють. Основними напрямками боротьби з вібрацією машин і устаткування є:

1. зниження вібрації в джерелі виникнення за допомогою зниження або ліквідації діючих змінних сил.
2. відбудова від режиму резонансу шляхом раціонального вибору наведеної маси (при  $\omega > \omega_0$ ) або жорсткості (при  $\omega < \omega_0$ ) системи.
3. вібродемпфування - збільшення механічного імпедансу конструктивних елементів шляхом збільшення активних втрат (тертя) при коливаннях поблизу режимів резонансів.
4. динамічне гасіння коливань - збільшення механічного імпедансу вузла, механізму, агрегату шляхом внесення в систему додаткових реактивних імпедансів.

Крім зазначених вище засобів боротьби з вібрацією на ЕГТУ-16 застосовується також віброізоляція - зменшення рівня вібрації, що захищається шляхом зменшення передачі коливань цього об'єкту від джерела коливань. Віброізоляція здійснюється за допомогою введення в коливальну систему додаткового пружного зв'язку.

При роботі з ручним механізованим електричним і пневматичним інструментом, монтажі, установці і ремонті механізмів застосовують засоби індивідуального захисту рук від впливу вібрації. До них відносяться вироби типу рукавиць або рукавичок, а також віброзахисні прокладки або пластини, які забезпечені кріпленнями до руки. При роботі з віброуючим устаткуванням включають в робочий цикл технологічні операції, не пов'язані з впливом вібрації, або організують 10-15 хвилинні перерви після кожної години роботи. З огляду на несприятливий вплив холоду на розвиток віброхвороб, при роботі в зимовий час робочих забезпечують теплими рукавицями. Робітники, у яких виявлена вібраційна хвороба, тимчасово, до вирішення МСЕК, повинні бути переведені на роботу, не пов'язану з вібрацією, значною м'язовою напругою і охолодженням рук. З метою профілактики вібраційної хвороби рекомендується проводити комплекс фізіопрфілактичних заходів (водних процедур, масажів, лікувальної гімнастики, ультрафіолетового опромінення, вітамінізації і т.д.)

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ванін В. В. Оформлення конструкторської документації : навч. посіб./ В. В. Ванін, А. В. Блюк, Г. О. Гнітецька. – К. : Каравела, 2016. – 200 с.
2. Кумар Б.К. Эксплуатация насосных и компрессорных станций: Учебное пособие /. Б.К.Кумар, Е.К.Ботаханов — Алматы: КазНИТУ имени К. И. Сатпаева, 2015. — 392 с.
3. Петров С.В. Эксплуатация и ремонт оборудования насосных и компрессорных станций. Учебное пособие / С.В. Петров, И.Н. Бирилло. — Ухта: УГТУ, 2014. — 115 с.
4. Рабочий проект. Парогазовая энергетическая установка ПГУ-20. Общая пояснительная записка. Книга 2. Разработчик ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе».
5. Техническое описание и руководство по эксплуатации системы управления паровой части и системы оборотного водоснабжения парогазовой установки ПГУ-20.
6. Иноземцев А.А. Пяти томный учебник «Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок», серия «Газотурбинные двигатели». / А.А.Иноземцев, М.А.Нихамкин, В.Л.Сандрацкий - М.: Машиностроение, 2008.
7. Третьяков А.А. Средства автоматизации управления: системы программирования контроллеров. Учебное пособие / А.А. Третьяков, И.А. Елизаров, В.Н. Назаров— Тамбов: ТГТУ, 2017. — 82 с.
8. Васильев С.А. Промышленные контроллеры Twido: Учебное пособие. / С.А.Васильев, И.В. Милованов— Тамбов: — ТГТУ, 2016. — 82 с.
9. Нестеров К.Е. Программирование промышленных контроллеров Учебно-методическое пособие. / К. Е. Нестеров, А.М. Зюзев — Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ), 2019. — 96 с.
10. Частотне регулювання електроприводом компресорної станції: тез. доп. наук.-техн. конференції ІМА-2015 (квітень 2015 р.) /відп. ред. Т. В. Лютий – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 161 с.
11. Macisaac B., Langton R. Gas Turbine Propulsion Systems. John Wiley & Sons, Ltd., 2011. - 340 p.
12. Alotto P.G. Stochastic algorithms in electromagnetic optimization / P.G. Alotto, C. Eranda and B. Brandstatter et al. // IEEE Transactions on Magnetics. – 1998. – V. 34. – № 5. – P. 3674 – 3684.
13. Caricchi F. Axial-flux electro-magnetic differential induction motor / F. Caricchi, F. Crescimbin, E. Santini // Electrical machines and drives, IET Conference Publication, sept. 11 – 13. – 1995. – № 412. – P. 1 – 5.

					<b>СУДН-51П. 6.050201.12 ПЗ</b>	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

14. Igelspacher J. Analytical description of a single-stator axial-flux induction machine with squirrel cage. / J. Igelspacher and H.-G. Herzog // XIX Int. Conf. on Electrical Machines (ICEM 2010). Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE), 6-8 Sept. – 2010. – P. 1 – 6.

15. Шудренко І. В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І. В. Шудренко. – Житомир : Видавець, О. О. Євенок, 2016. – 214 с.

					СУдн-51П. 6.050201.12 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

Додаток А  
(обов'язковий)  
Канали передачі інформації в АСУ

№	Технологічний параметр	Джерело	Приймач	Виконання кабелю	Вид сигналу	Характеристика сигналу	ЕМО
1	Тиск	«Сапфір» «Метран»	Вхідний модуль МП (аналоговий)	екранован.	струмовий	4-20 мА	високо- вольтні дроти
2	Температура	ТСМ, ТСП	Вхідний модуль МП (аналоговий))	екранован.	напруга	>100 Ом	високо- вольтні дроти
3	ТИСК	Реле	Вхідний модуль МП дискретний	сухий контакт	напруга	10-200 В	високо- вольтні дроти
4	Температура	Реле	Вхідний модуль МП дискретний	сухий контакт	напруга	10-200 В	високо- вольтні дроти
5	Віброзміщення	ВСВ-233	Вхідний модуль МП (аналоговий)	екранован.	струмовий	4-20 мА	високо- вольтні дроти
6	Оберти (частота обертання)	ДЧВ-2500	Частотный вход контроллера	вита пара	імпульсний	10-200 В	високо- вольтні дроти
7	Рівень	Метран	Аналоговий	екранован.	струмовий	4-20 мА	високо- вольтні дроти
		ЕРСУ	дискретний	сухий контакт	напруга	10-200 В	високо- вольтні дроти

Додаток Б

(Обов'язковий)

Перелік параметрів, що підлягають обліку

Об'єкт	Місце установки вимірювального комплексу			Найменування параметра	Кількість, шт	Робоче значення і діапазон вимірювань
	Лічильника електроенергії	Трансформатора струму	Трансформатора напруги			
ЕГТУ-16	комірка №8	$K_{\text{ТТ}}=3000/5$ (комірка №8)	комірка №4 3хЗНОЛ 06-6	б Споживання активної енергії $W_p$ за місяць	1	$W_p=0$ кВт год / міс.
				Споживання реактивної енергії $W_{\text{QL}}$ за місяць	1	$W_{\text{QL}}=0$ кВАр год / міс.
				Генерація реактивної енергії $W_{\text{QC}}$ за місяць	1	$W_{\text{QC}}=0$ кВАр год / міс.
				Миттєва активна потужність $P$ протягом місяця	1	$P_{\text{min}}=4$ МВт $P_{\text{max}}=16$ МВт
	комірка №10	$K_{\text{ТТ}}=3000/5$ комірка №10	комірка №4 3хЗНОЛ 06-6	Споживання активної енергії $W_p$ за місяць	1	$W_p=0$ кВт год / міс.
				Споживання реактивної енергії $W_{\text{QL}}$ за місяць	1	$W_{\text{QL}}=0$ кВАр год / міс.
				Генерація реактивної енергії $W_{\text{QL}}$ за місяць	1	$W_{\text{QC}}=0$ кВАр год / міс.
				Миттєва активна потужність $P$ протягом місяця	1	$P_{\text{min}}=100$ кВА $P_{\text{max}}=300$ кВА
АТ СНВО	Сумарне споживання електроенергії			Споживання активної енергії $W_p$ за місяць	1	$W_p=2467,64$ млн. кВт год / міс.
				Споживання реактивної енергії $W_{\text{QL}}$ за місяць	1	$W_{\text{QL}}=1604073$ кВАр год / міс.
				Генерація реактивної енергії $W_{\text{QL}}$ за місяць	1	$W_{\text{QC}}=4315$ кВАр год / міс.