

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Приладів і контрольно-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Модернізація автоматизованої системи управління реактором для виміру  
витрати пари на турбіну за допомогою ІТАВАР-зонда

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи РІмз

спеціальності (напряму підготовки) 152

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Мосійчук О.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дубиняк Т.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра приладів і контрольно-вимірювальних систем  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)                      \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)  
«    »                      20\_\_ р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня \_\_\_\_\_ магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту \_\_\_\_\_ Мосійчук Олександр Вікторович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація автоматизованої системи управління реактором для  
виміру витрати пари на турбіну за допомогою ІТАВАР-зонда

Керівник роботи Дубиняк Тарас Степанович, к.т. наук, доцент кафедри ПВ  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			
Науково-дослідна частина			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка		
1	Аналітична частина		
2	Основна частина		
3	Науково-дослідна частина		
4	САПР		
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація		
	Висновки		
	Додатки		
	Графічний матеріал		

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Мосійчук О.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Дубиняк Т.С.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра на тему "Модернізація автоматизованої системи управління реактором для виміру витрати пари на турбіну за допомогою ІТАВАР-зонда" містить 104 ст. пояснювальної записки, та 15 аркушів графічного матеріалу оформлені як презентація, що відноситься до галузі контрольно-вимірювальних приладів енергетики.

Дана робота містить розрахунок багатоканальної адаптивної інформаційно-вимірювальної системи АІВС для виміру витрати пари на турбіну за допомогою ІТАВАР-зонда. Розраховані вірогідність, надійність і ефективність АІВС, а також визначена характеристика точності.

Робота дозволяє спроектувати таку АІВС на основі розроблених принципових схем, розрахунку АЦП і енергетичних характеристик, що буде володіти розрахованими характеристиками точності і надійності, і впровадити в систему представлення параметрів на АЕС для керування технологічними процесами АЕС. Всі необхідні інженерні розрахунки підтвердять запропонованої конструкції.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Огляд проблеми	7
1.2 Енергетика в Україні	9
1.3 Теорія інформації	10
1.4 Схема передачі інформації	13
1.5 Цінність інформації	14
1.6 Використання інформаційної технології в галузях	16
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	22
2.1 Функції автоматизованої системи керування технологічними процесами	22
2.2 Склад автоматизованої системи керування технологічними процесами	25
2.3 Структурні схеми автоматизованої системи керування технологічними процесами	26
2.4 Функції автоматизованої системи керування технологічних процесів	30
2.5 Централізований контроль і сигналізація	32
2.6 Типізація, уніфікація і агрегування технічних засобів автоматизованої системи керування технологічними процесами	33
2.7 Система автоматичного та дистанційного керування	50
2.8 Система автоматичного регулювання технологічних параметрів	54
2.9 Основні зведення про датчики ІТАВАР	57
3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	60
3.1 Теплорахунок на мікропроцесорній основі, тип 2AP1600	60

3.2 Розробка інформаційної моделі керування для контролю потужності реактора	64
3.3 Розрахунок параметрів багатоканальної інформаційно-вимірювальної системи АЕС	65
3.3.1 Розрахунок розрядності АЦП	65
3.3.2 Розрахунок характеристик вірогідності, надійності й ефективності функціонування багатоканального АІВС	67
3.3.3 Розрахунок енергетичних характеристик багатоканального ІВС	70
3.3.4 Побудова характеристики точності багатоканального ІВС	70
4. САПР	72
4.1 САПР плазаво-шаблонних робіт	72
4.2 Опис блок-схем програм	78
4.2.1 Опис блок-схеми програми	78
5 Охора праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	84
5.1 Охорона праці	84
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	87
Висновок	91
Перелік посилань	92
Додатки	94

## ВСТУП

У даний час атомні електростанції виробляють приблизно 20% усієї виробленої у світі електроенергії. На території України розташовані п'ять атомних електростанцій, частка вироблюваної на них електроенергії складає приблизно половину всієї електроенергії, вироблюваної в нашій країні.

Вагомою перевагою атомної енергетики є те, що вона при нормальній експлуатації не викидає в атмосферу оксидів сірки й азоту, що приводять до кислотних дощів, а також різні гази, що викликають парниковий ефект, тобто атомна електростанція є найбільш оптимальним джерелом одержання електроенергії з нанесенням найменшого збитку екології Землі.

Разом з тим розвиток ядерної енергетики висунуло серйозну проблему запобігання аварій на атомних електростанціях, тому що технічні системи великої складності і великої потужності, до яких і відносяться об'єкти ядерної енергетики, створюють визначений ступінь ризику аварій, небезпечних для людини і навколишнього середовища. При цьому навіть одна аварія може мати катастрофічні наслідки. На жаль більш ніж сорокалітня історія ядерної енергетики характеризується не тільки найбільшими досягненнями, але і аваріями, найважчими з яких є аварії на АЕС “Трі-Майл-Айленд” (США, 1979р. ) і Чорнобильській АЕС (Україна, 1986р.), Перша Фукусімська АЕС (Японія 2011р.). Важкі наслідки Чорнобильської аварії викликали серйозну стурбованість широких кіл населення, як у нашій країні, так і за кордоном, що доходить до повного неприйняття ядерної енергетики.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Огляд проблеми

Для України в зв'язку з наростаючим енергетичною кризою через відсутність у нашій державі великих запасів нафти і природного газу, а також виснаження вугільних покладів розвиток енергетики виявляється неможливим без розвитку ядерної енергетики.

Атомна енергетика за дуже короткий термін свого існування зарекомендувала себе як один з найбільш перспективних напрямків розвитку енергетики. Атомні електростанції стали цілком конкурентноспроможними в порівнянні з тепловими електростанціями на органічному паливі, а одиничні потужності агрегатів АЕС досягли того ж рівня, що і ТЕС.

В даний час атомні електростанції виробляють приблизно 20% усієї виробленої у світі електроенергії. На території України розташовані п'ять атомних електростанцій. Частка виробленої на них електроенергії за підсумками 2020 р. склала більш 42% всієї електроенергії, вироблюваної в нашій країні.

Атомна енергетика розвивається високими темпами, вона відіграє революційну роль у науково-технічному прогресі. Ядерна енергетика стала великою галуззю народного господарства, без якої неможливо представити його подальший розвиток.

В даний час не має ніякої серйозної альтернативи ядерній енергетиці. Поки ще не знайдені технічно ефективні й економічно вигідні шляхи використання невичерпних запасів сонячної енергії. Що стосується органічного палива, те його запаси неухильно скорочуються і знаходяться на грані повного виснаження. Поряд з цим органічне паливо екологічно шкідливе.

При спалюванні в топках теплових електростанцій кам'яного вугілля, чи нафти газу споживається багато кисню, викидається в атмосферу значна кількість пилу, сажі і сірчистого газу. Органічне паливо приходиться добувати у важкодоступних районах, що здорожує їхню вартість. Ядерна ж енергетика має



велику енергоємність, тобто обсяг необхідного ядерного палива на одиницю потужності в кілька десятків тисяч разів менше ніж органічного. От чому з кожним роком велика роль у виробленні енергоресурсу країни приходить на електроенергетику АЕС.

В даний час потреби України за рахунок власних енергоресурсів задовольняються лише на 42%. Це сильно позначається на економіці країни. Для рішення цих проблем на Україні розроблений документ концепція розвитку паливноенергетичного комплексу, у якому визначені основні напрямки розвитку атомної енергетики, як однієї з основних галузей економіки України.

Передбачається значно збільшити видобуток власних уранових руд з метою повного забезпечення потреб атомної енергетики власним паливом. Ставиться питання про організацію повного паливного циклу атомної енергетики на Україні.

Застосування програми профілактичного техобслуговування заснованої на моніторингу механічних коливань, дозволяє визначити з великою ефективністю стан основних машин з обертовими механізмами.

Системи моніторингу здатні видавати попереджувальну інформацію на самих ранніх стадіях розвитку потенційних несправностей, дозволяє визначити їхню причину, і можуть використовуватися для складання планів техобслуговування і графіків ремонту.

Отже, такі системи можуть попередити аварію з важкими наслідками, зменшити змушені перерви в роботі.

Отже вартість простою реактора разом із твердими вимогами безпеки робить зміст надійного стану всього машинного устаткування життєво важливою необхідністю для забезпечення безперебійної експлуатації реактора і виключення раптових відмовлень устаткування.

## 1.2 Енергетика в Україні

На Україні побудовано п'ять АЕС. Це Рівненська, Хмельницька, Чорнобильська, Запорізька і Південно-Українська станції. Після закриття ЧАЕС в експлуатації знаходиться 16 енергоблоків. Основне місце займають корпусні водоводяні реактори на теплових нейтронах типу ВВЕР-1000. Важлива роль в енергетичній програмі приділяється реакторам на швидких нейтронах (ШН), здатним не тільки виробляти електроенергію, але і відтворювати ядерне паливо.

Це дозволяє на тривалий період часу вважати такі реактори перспективними, принаймні доти, поки не з'явиться можливість використання в енергетичних цілях керованих термоядерних реакцій синтезу ядер легких хімічних елементів.

На енергоблоках РАЕС встановлені реактори типу ВВЕР. Електрична потужність першого і другого блоків видається споживачам по лініях електропередач напругою 110 і 330 Кв. Генератори третього і четвертого блоків підключені до шин «РЕПЕТУЮ 330-750 Кв».

На всіх енергоблоках Рівненської АЕС установлені водоводяні реактори, у яких звичайна хімічно знесолена вода служить одночасно і сповільнювачем нейтронів і теплоносієм, що відводить тепло, що виділяється при розподілі ядер урану в працюючому реакторі.

Протікаюча в безпосередній близькості від АЕС ріка Стир забезпечує її водними ресурсами, але потужності цього природного водопостачання недостатньо, тому що для конденсаторів турбін АЕС необхідно більша кількість охолодженої води. Отже система технічного водопостачання Рівненської АЕС є оборотною з використанням градирень.

Система технічного водопостачання забезпечує охолодження конденсаторів турбін, допоміжного устаткування турбогенераторів, теплообмінного устаткування реакторної установки й устаткування інших допоміжних систем.

Водопостачання включає дві самостійні системи:

- циркуляційне водопостачання конденсаторів турбін і допоміжного устаткування турбогенераторів. Система замкнута, оборотна, двох піднімальна з охолодженням в унікальних, вперше споруджених у країні бетонних баштових градирнях;

- технічне водопостачання відповідальних споживачів води складається з трьох незалежних систем. Кожна система замкнута, оборотна, з охолодженням води на окремому бризкальному басейні.

### 1.3 Теорія інформації

Слово «інформація» латинське. За довге життя його значення перетерплювало еволюції, те розширюючи, те гранично звужуючи свої границі. Спочатку під словом «інформація» мали на увазі: «представлення», «поняття», потім – «зведення», «передача повідомлень».

В останні роки учені вирішили, що звичайне (усіма прийняте) значення слова «інформація» занадто еластично, розпливчасто, і дали йому таке значення: «міра визначеності в повідомленні».

Теорію інформації викликали до життя потреби практики. Її виникнення зв'язують з роботою Клода Шеннона «Математична теорія зв'язку», виданої в 1946р. Основи теорії інформації спираються на результати, отримані багатьма вченими. До другої половини ХХ століття земна куля гуділа від інформації, що передається, що біжить по телефонних і телеграфних кабелях і радіоканалам. Пізніше з'явилися електронні обчислювальні машини – перетворювачі інформації.

А для того часу основною задачею теорії інформації було, насам-перед, підвищення ефективності функціонування систем зв'язку.

Складність при проектуванні й експлуатації засобів, систем і каналів зв'язку в тім, що конструктору й інженеру недостатньо вирішити задачу з фізичних і енергетичних позицій.

З цих точок зору система може бути самої зробленої й економічній. Але важливо ще при створенні передавальних систем звернути увагу на те, яке кількість інформації пройде через цю передавальну систему.

Адже інформацію можна вимірити кількісно, підрахувати. І надходять при подібних обчисленнях самим звичайним шляхом: абстрагуються від змісту повідомлення, як вирішуються від конкретності в звичних усьому нам арифметичних діях (як від додавання двох яблук і трьох яблук переходять до додавання чисел узагалі:  $2+3$ ).

Учені заявили, що вони «цілком ігнорували людську оцінку інформації». Послідовному ряду з 100 букв, наприклад, вони приписують визначене значення інформації, не звертаючи уваги, чи має ця інформація зміст і чи має, у свою чергу, зміст практичне застосування.

Кількісний підхід – найбільш розроблена галузь теорії інформації. Відповідно до цього визначення сукупність 100 букв – фраза з 100 букв із газети, п'єси чи Шекспіра теорема Ейнштейна – має в точності однакова кількість інформації.

Таке визначення кількості інформації є найвищою мірою корисним і практичної. Воно в точності відповідає задачі інженера зв'язку, що повинний передати всю інформацію, що міститься в поданій телеграмі, поза залежністю від цінності цієї інформації для адресата. Канал зв'язку бездушний. Передавальній системі важливо одне: передати потрібну кількість інформації за визначений час.

Оцінка кількості інформації ґрунтується на законах теорії імовірностей, точніше, визначається через імовірності подій. Це і зрозуміло. Повідомлення має цінність, несе інформацію тільки тоді, коли ми довідаємося з нього про результат події, що має випадковий характер, коли воно якоюсь мірою зненацька.

Повідомлення про подію, у якого тільки два однаково можливих результати, містить одну одиницю інформації, називану бітом. Вибір одиниці інформації не випадковий. Він зв'язаний з найбільш розповсюдженим двійковим способом її кодування при передачі й обробці.

Спробуємо хоча б у самому спрощеному виді уявити собі той загальний принцип кількісної оцінки інформації, що є наріжним каменем усієї теорії інформації.

Ми вже знаємо, що кількість інформації залежить від імовірностей тих чи інших подій. Якщо подія, як говорять учені, має два рівноімовірних результати, це означає, що імовірність кожного результату дорівнює  $1/2$ . Така імовірність випадання «орла» чи «решки» при киданні монети. Якщо подія має три рівноімовірних результати, то імовірність кожного дорівнює  $1/3$ . Помітьте, сума імовірностей усіх виходів завжди дорівнює одиниці: адже який-небудь із усіх можливих виходів обов'язково наступить.

Подія, як ви самі розумієте, може мати і нерівноімовірні виходи. Так, при футбольному матчі між сильною і слабкою командами імовірність перемоги сильної команди велика – наприклад,  $4/5$ . Імовірність нічиєї набагато менше, наприклад  $3/20$ . Імовірність же поразки зовсім мала.

Виходить, що кількість інформації – це міра зменшення невизначеності деякої ситуації. Різні кількості інформації передаються по каналах зв'язку, і кількість минаючої через канал інформації не може бути більше його пропускної здатності. А неї визначають по тому, яке кількість інформації проходить тут за одиницю часу.

А тим часом, чим більше інформації несе кожний з визначеного числа імпульсів, тим повніше використовується пропускна здатність каналу. Тому потрібно розумно кодувати інформацію, знайти оцадлива, скупа мова для передачі повідомлень.

Інформацію «просівають» самим ретельним образом. У телеграфі часто зустрічаються букви, сполучення букв, навіть цілі фрази зображують більш коротким набором нулів і одиниць, а ті, що зустрічаються рідше, – більш довгим.

У випадку, коли зменшують довжину кодового слова для часто зустрічаються символів і збільшують для рідко зустрічаються, говорять про ефективне кодування інформації.

Але на практиці досить часто отримуємо, що код, що виник у результаті самого ретельного «просівання», код зручний і ощадливий, може спотворити повідомлення через перешкоди, що завжди, на жаль, бувають у каналах зв'язку: перекручування звуку в телефоні, атмосферні перешкоди в радіо, чи перекручування затемнення зображення в телебаченні, помилки при передачі в телеграфі.

Ці перешкоди, чи, як їх називають фахівці, шуми, обрушуються на інформацію. А від цього бувають самі неймовірні і, природно, неприємні несподіванки.

Тому для підвищення надійності в передачі й обробці інформації приходиться вводити зайві символи – своєрідний захист від перекручувань. Вони – ці зайві символи – не несуть дійсного змісту в повідомленні, вони надлишкові. З погляду теорії інформації всі те, що робить мову барвистим, гнучким, багатой відтінками, багатоплановим, багатозначним, – надмірність.

#### 1.4 Схеми передачі інформації

Всяка подія, усяке явище служить джерелом інформації.

Всяка подія, усяке явище може бути виражене по різному, різними способами, різними алфавітами. Щоб інформацію більш точно й ощадливо передати по каналах зв'язку, її треба відповідно закодувати.

Інформація не може існувати без матеріального носія, без передачі енергії. Закодоване повідомлення здобуває вид сигналів – носіїв інформації. Вийшовши на приймач, сигнали повинні знайти знову загальнозрозумілий вид.

З цією метою сигнали пробігають декодувальні пристрої, здобуваючи форму, зручну для абонента. Система зв'язку спрацювала, ціль досягнута. Коли говорять про канали зв'язку, про системи зв'язку, найчастіше для прикладу беруть телеграф. Але канали зв'язку – поняття дуже широке, що включає безліч усяких систем, самих різних.

Щоб ясний був багатолікий характер поняття «канал зв'язку», досить привести приклад. Таким прикладом служить обчислювальна машина. Тут окремі системи обчислювальної машини передають одну інший інформацію за допомогою сигналів.

Адже обчислювальна машина - автоматичний пристрій для обробки інформації, як верстат - пристрій для обробки металу.

Машина не створює з «нічого» інформацію, вона перетворить тільки те, що в неї введене.

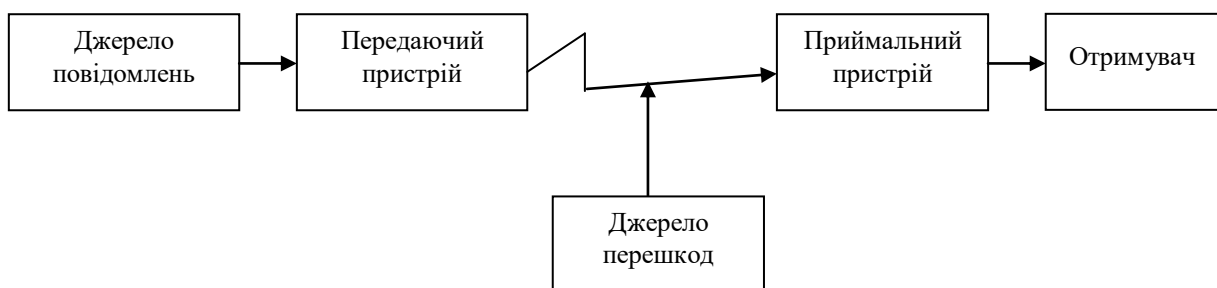


Рисунок 1.1– Передача інформації

### 1.5 Цінність інформації

Ми вже знаємо, що кількісний метод – один з напрямків у теорії інформації найбільш розповсюджений і найбільш розроблений. Існують і інші методи. Вони, на противагу кількісному, намагаються схопити зміст інформації, її цінність, її якість.

Кількість інформації в двох повідомленнях може бути зовсім однаковим, а зміст зовсім різним. Два слова, наприклад «Мир» і «Рим», містять однакову кількість інформації, складаються з тих самих букв, але зміст слів різний.

В теорії інформації в наш час розробляють багато систем, методів, підходів, ідей. Однак учені вважають, що до сучасних напрямків у теорії інформації додадуться нові, з'являться нові ідеї.

Як доказ правильності своїх припущень вони приводять «живий», що розвивається характер науки, указують на те, що теорія інформації дивно швидко і впроваджується у всякі області людського знання.

Теорія інформації проникнула у фізику, хімію, біологію, медицину, філософію, лінгвістику, педагогіку, економіку, логіку, технічні науки, енергетику, естетику. За визнанням самих фахівців, навчання про інформацію, що виникла в силу потреб теорії зв'язку і кіберне-тики, переступило їхньої рамки.

І тепер, мабуть, ми вправі говорити про інформацію як науковому понятті, що дає в руки дослідників теоретико-інформаційний метод, за допомогою якого можна проникнути в багато наук про живу і неживу природу, про суспільство, що дозволить не тільки глянути на всі проблеми з нової сторони, але і побачити ще не побачене.

От чому термін «інформація» одержав у наш час широке поширення, ставши частиною таких понять, як інформаційна система, інформаційна культура, навіть інформаційна етика.

Багато наукових дисциплін використовують теорію інформації, щоб підкреслити новий напрямок у старих науках. Так виникли, наприклад, інформаційна географія, інформаційна економіка, інформаційне право.

Але надзвичайно велике значення придбав термін «інформація» у зв'язку з розвитком новітньої комп'ютерної техніки, автоматизацією розумової праці, розвитком нових засобів зв'язку й обробки інформації й особливо з виникненням інформатики.

Однієї з найважливіших задач теорії інформації є вивчення природи і властивостей інформації, створення методів її обробки, зокрема перетворення всілякої сучасної інформації в програми для ЕОМ, за допомогою яких відбувається автоматизація розумової роботи-своєрідне посилення інтелекту, а виходить, розвиток інтелектуальних ресурсів суспільства.



## 1.6 Використання інформаційної технології в галузях

Інформаційна техніка має колосальне і безупинно зростаюче значення в житті людства. Вона вирішує величезне коло задач, зв'язаних головним чином зі збором, переробкою, передачею, збереженням, пошуком і видачею різноманітної інформації чи людині машині.

Відповідно до основних функцій інформаційної техніки виділяються наступні її галузі:

- 1 обчислювальна техніка;
- 2 техніка передачі інформації (зв'язку);
- 3 техніка збереження і пошуку інформації;
- 4 вимірювальна інформаційна техніка;

Кожна з цих інформаційних галузей інформаційної техніки має свої особливості, принципи побудови технічних пристроїв.

У теж час вони поєднуються загальними теоретичними основами, що інтенсивно формуються й удосконалюються в даний час.

Зупинимося трохи докладніше на вимірювальній техніці. Вона призначена для одержання досвідченим шляхом кількісно визначеної інформації про різноманітні об'єкти матеріального світу.

Основними процесами, що дозволяють одержати таку інформацію, є процеси рахунка, виміру, контролю, упізнання образів, діагностики.

В вимірювальній інформаційній техніці найбільш важливу роль грає процес виміру, що є основним шляхом одержання кількісної інформації. Засобу виміру відомі з часів глибокої стародавності (Китай, Вавилон, Індія, Єгипет, Греція, Рим).

Людство прийшло до необхідності виробити особливі прийоми кількісного вираження істотних для нього властивостей об'єктів за допомогою іменованих чисел, що відповідають визначеним часткам обраних мір. Так виник у розвитку людської культури процес виміру, виникли засоби і методи вимірів, що надалі стали одним з найважливіших знарядь пізнання навколишнього людини світу.

Розвиток науки і промисловості стимулювало розвиток вимірювальної техніки; нові досягнення вимірювальної техніки впливали на розвиток багатьох галузей науки і техніки.

Власне кажучи жодне експериментальне наукове дослідження, жоден процес виробництва не може обійтися без вимірювальною інформацією. В даний час ні в кого не викликає сумніву, що без належного розвитку методів і засобів виміру неможливий прогрес науки і техніки.

Розвиток сучасного наукового експерименту, що включає дослідження космічного простору й елементарних часток матерії, глибин океанів і поверхні Землі й ін., удосконалювання промислового виробництва і засобів комплексного керування виробництвом, розвиток практично всіх галузей народного господарства й оборонної техніки в значній мірі залежать від своєчасного і якісного збору вимірювальної інформації, від належного рівня і випереджального розвитку засобів виміру.

Збільшення кількості видів вимірюваних величин веде до необхідності удосконалювання засобів вимірів. До недавньої минулий арсенал засобів вимірювальної техніки обмежувався неавтоматичними й автоматичними вимірювальними приладами, призначеними для виміру однієї чи величини невеликої групи однорідних величин, що звичайно не змінюються за цикл виміру.

В останні роки, у першу чергу в зв'язку з різкою інтенсифікацією й автоматизацією процесів виробництва, істотно змінилися вимоги до засобів виміру.

Нові вимоги зв'язані головним чином з переходом до одержання і використання результатів не окремих вимірів, а потоків вимірювальної інформації. Найчастіше необхідно одержувати інформацію про сотні і тисячі одно-рідних чи різнорідних вимірюваних величин, частина з яких може бути недо-ступної для прямих вимірів.

Як правило, одержання всього обсягу вимірювальної інформації і її обробка (іноді по досить складних алгоритмах) повинні виконуватися за обмежений час. Якщо ці функції покласти на людину, збройної лише найпростішими

вимірювальними й обчислювальними пристроями, то в силу фізіологічних обмежень він, навіть при дуже значному тренуванні, не зможе їх виконувати.

Таким чином, перед вимірювальною технікою була поставлена проблема створення нових засобів, здатних розвантажити людини від необхідності збору й обробки інтенсивних потоків вимірювальної інформації.

Рішення цієї проблеми привело до появи нового класу засобів вимірювальних систем (ВС), призначених для автоматичного збору й обробки вимірювальної інформації. Аналогічно можна простежити розвиток інших засобів вимірювальної інформаційної техніки, яке привело до необхідності створення крім ВС також систем автоматичного контролю (САК), технічної діагностики (ТД), впізнання образів (ВО). Перераховані вище системи одержали назва вимірювальних інформаційних систем (ВІС).

Під ВІС розуміють системи, призначені для автоматичного одержання кількісної інформації безпосередньо від досліджуваного об'єкта шляхом виміру і контролю, обробки цієї інформації і видачі її у виді сукупності іменованих чисел, висловлень, графіків і т.д., що відбивають стан даного об'єкта.

Багатоканальні системи поєднуються в один з найпоширеніших класів вимірювальних систем, застосовуваних у всіх галузях народного господарства.

За цим принципом побудована більшість існуючих вимірювальних комплексів енергетичних (у тому числі атомних електростанцій), металургійних і багатьох інших промислових підприємств.

Основні причини настільки широкого поширення багатоканальних ВС полягають: по-перше, у можливості використання стандартних, щодо простих вимірювальних приладів; по-друге, у найбільш високою схемою надійності таких систем; по-третє, у можливості одержання найбільшої швидкодії при одночасному одержанні результатів виміру; нарешті по четверте, у можливості індивідуального підбору засобів виміру до вимірюваних величин. Найбільший недолік таких систем часто зв'язаний з підвищеною загальною складністю і вартістю (у порівнянні з іншими системами).

Відеограми бувають наступних типів:

- 1 фрагменти мнемосхеми;
- 2 відеограми показань (таблиці значень параметрів і показників);
- 3 відеограми повідомлень, сигналізації і довідковій інформації;
- 4 гістограми для групи взаємозалежних параметрів;

Функція виявлення й індикації відхилень аналогових параметрів від норми (окремих параметрів і груп параметрів) на засобах представлення інформації ЗПІ полягає в порівнянні значень параметрів з технологічними уставками і виробленню ознак відхилення.

Максимальна кількість границь контролю (уставок) – шість:

Верхня можлива границя – ВМГ;

Верхня аварійна границя – ВАГ;

Верхня регламентна границя – ВРГ;

Нижня регламентна границя – НРГ;

Нижня аварійна границя - НАГ;

Нижня можлива границя – НМГ.

Нормальні значення параметрів представляються на екрані зеленим кольором, відхилення за регламентні границі – жовтим кольором, за аварійні – червоним кольором, за можливі – білим кольором. Факти відхилень індивідуальних параметрів фіксуються в ЗПІ як події і можуть бути роздруковані.

Функція реєстрації подій полягає в постійній фіксації і нагромадженні в ЗПІ подій, що відбуваються на блоці, а також у печатці накопиченої інформації в алфавітно-цифровій формі за інтервал часу, що задається, на бланках протоколів реєстрації (протоколювання інформації).

Можлива також вибіркова печатка подій по списках шифрів і по окремих шифрах.). В ЗПІ фіксуються події, час існування яких не менш 0,2 з, а також події по 192 швидковимірюючих сигналах зі здатністю, що дозволяє, 0,1 с.

Фіксація поточних подій у ЗПІ виробляється з періодом 1-1,5 з, а за відхиленнями аналогових сигналів – 2 с. Усім подіям, що відбулися між двома опитуваннями, привласнюється однаковий час. Сигнали, які швидко змінюються

передаються в ЗПІ також з періодом 1-1,5 з, але фіксується кожен сигнал зі своїм часом.

Реєстрація подій включає наступні види реєстрації:

- 1 реєстрація поточних подій (РПП) ;
- 2 реєстрація сигналів, які швидко змінюються (РСЗ);
- 3 фіксація інформації для РПП і РСЗ ведеться автоматично і постійно.

Протоколювання інформації виробляється за запитом і полягає в роздрукуванні в бланках протоколів реєстрації нових станів дискретних сигналів при переході границь контролю. Фіксація і протоколювання інформації з РПП і РСЗ за реакторним відділенням і машзалу виробляється роздільно у відповідних ВК УВС.

Нагромадження інформації з РТП виробляється в двох циркулярних масивах дискової пам'яті з обсягом не менш 10900 подій у кожному.

У нормальному експлуатаційному режимі виробляється заповнення лише одного масиву з постійним стиранням найбільше “старих ” подій. Протокол РТС являє собою перелік подій, у якому в хронологічній послідовності фіксуються:

- відхилення параметрів за уставки;
- нові стани при зміні положення запірних органів, механізмів і ланцюгів автоматичних регуляторів;
- нові стани при спрацьовуванні захистів і блокувань;
- дії оператора по зміні станів ключів дистанційного керування (напрямок впливу не фіксується);
- сигнали аварій, сформовані в ЗПІ;

Повідомлення за діагностикою комплексу технічних засобів ЗПІ і ФГУ.

Протокол РСЗ являє собою послідовність спрацьовування сигналів, які швидко змінюються.

Розвиток АСУ зажадало по новому глянути на проблеми відображення й обробки інформації в умовах усі задач керування, що ускладнюються, і інтенсивності їхнього рішення.

Насамперед міняється характер діяльності операторів. Якщо раніш участь людини в роботі АСУ розглядалося лише з позиції реалізації, так нази-ваною операційною діяльністю, при якій використовувалися унікальні психофізіологічні властивості людини за візуальним сприйняттям інформації, то сьогодні ставить-ся питання про ефективне використання засобів взаємодії з різними технічними системами і їхньою інтелектуалізацією.

Комплексний характер рішення задач керування, комплексний, системний характер проектування засобів взаємодії зажадали введення концепції інтерфейсу взаємодії людини з технічними засобами АСУ тобто інформаційного каналу. Інтер-фейс взаємодії з технічними засобами являє собою сполучення апаратно-програмно-го комплексу і протоколів взаємодії.

Апаратно-програмний комплекс інтерфейсу взаємодії виконує перетворення даних, що циркулюють в АСУ, в інформаційній моделі, відображувані на засоби відображення інформації, регенерацію і перетво-рення цих моделей, забезпечує діалогова взаємодія людини з технічними засобами, перетворює впливу, що надходять від людини – оператора, у дані, використовувані системою керування, фізично реалізує протоколи взаємодії. Призначення протоколів полягає в тому, щоб забезпечити механізм достовірної і надійної доставки повідомлень між людиною – оператором і системою відображення інформації, а отже, між людиною і системою керування.

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Функції автоматизованої системи керування технологічними процесами

Автоматизовані системи керування технологічними процесами призначені для вироблення і реалізації керуючих впливів на технологічний об'єкт керування і являють собою людино-машинні системи, що забезпечують автоматизований збір і обробку інформації, необхідної для оптимізації керування технологічним об'єктом відповідно до прийнятого критерію.

Технологічний об'єкт керування (ТОК) – це сукупність технологічного устаткування і реалізованого на ньому по відповідним чи інструкціях регламентам технологічного процесу виробництва. У залежності від рівня автоматизованої системи керування технологічними процесами у якості технологічного об'єкта керування можна розглядати: технологічні агрегати й установки, групи верстатів, окремі виробництва (цехи, ділянки), що реалізують самостійний виробничий процес; виробничий процес усього промислового підприємства, якщо керування ними полягає в раціональному виборі й узгодженні режимів роботи агрегатів, ділянок і виробництв. Спільно функціонуючі технологічні об'єкти керування і керуюча ним автоматизована система керування технологічними процесами утворює автоматизований технологічний комплекс (АТК).

Автоматизована система керування технологічними процесами характеризується наявністю самостійних функцій і цілей керування. Ступінь досягнення поставлених цілей прийнято характеризувати за допомогою критерію керування. Критерієм може бути техніко-економічний показник, наприклад собівартість вихідного продукту при заданій якості, продуктивність ТОК при заданій якості вихідного продукту, технологічні показники – параметри процесу, характеристики вихідного продукту.

Відзначимо, що визначення автоматизованої системи керування технологічними процесами як системи відрізняється від класичного визначення системи керування з теорії автоматичного керування, відповідно до якого система

автоматичного керування – це сукупність об'єкта керування і регулятора. У цьому змісті поняття автоматизований технологічний комплекс попадає під класичне визначення системи керування, де в ролі об'єкта виступає техно-логічний об'єкт керування, а в ролі регулятора – автоматизованої системи керування технологічними процесами.

Сформульоване вище визначення підкреслює, по-перше, наявність у складі автоматизованої системи керування технологічними процесами сучасних автоматичних засобів збору і переробки інформації, у першу чергу засобів обчислювальної техніки; по-друге, роль людини в системі як суб'єкта праці, що приймає змістовну участь у виробленні рішень за керуванням; по-третє, що автоматизована система керування технологічними процесами – це система, що здійснює переробку технологічної і техніко-економічної інформації.

Ще одна важлива ознака автоматизованої системи керування технологічними процесами – це здійснення керування в темпі протікання технологічного процесу, тобто в реальному масштабі часу.

Автоматизована система керування технологічними процесами як компонент загальної системи керування підприємством (АСУП) призначена для цілеспрямованого ведення технологічних процесів і забезпечення суміжних і вищестоящих систем керування оперативною і достовірною техніко-економічною інформацією. При наявності на підприємстві автоматизованих систем технічної і технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) повинне бути забезпечена взаємодія автоматизованої системи керування технологічними процесами із цими системами. Автоматизована система керування технологічними процесами одержують від них необхідну технологічну й іншу інформацію для забезпечення заданого процесу і направляють до автоматизованих систем технічної підготовки виробництва фактичну оперативну інформацію, необхідну для їхнього функціонування, у тому числі для коректування технологічних процесів.

Перелік, форма представлення і режим обміну інформацією між автоматизованими системами керування технологічними процесами і іншими взаємозалежними з нею системами керування визначається в кожному конкретному



випадку в залежності від специфіки виробництва, його організації і структури керування виробництвом. Реалізація цілей у конкретних автоматизованих системах керування технологічними процесами досягається виконанням у них визначеної послідовності операцій і обчислювальних процедур, у значній мірі типових по своєму складі і тому поєднаних у комплекс типових функцій. Функції автоматизованої системи керування технологічними процесами поділяються на керуючі, інформаційні і допоміжні.

Керуючі функції автоматизованої системи керування технологічними процесами – це функції, результатами яких є вироблення і реалізація керуючих впливів на об'єкт керування. До керуючої функції автоматизованої системи керування технологічними процесами відносяться: регулювання (стабілізація) окремих технологічних перемінних; одноактне логічне керування чи операційними апаратами; програмне логічне керування групою устаткування; оптимальне керування сталими, перехідними чи режимами окремих стадій процесу; адаптивне керування об'єктом у цілому, наприклад керування турбіною.

Інформаційні функції автоматизованої системи керування технологічними процесами – це функції системи, змістом яких є збір, обробка і представлення інформації про стан автоматизованого технологічного комплексу. До інформаційних функцій автоматизованої системи керування технологічними процесами відносяться: централізований контроль і вимір технологічних параметрів; непрямий вимір; обчислення параметрів процесу (техніко-економічних, внутрішніх перемінних); формування і видача даних оперативному персоналу автоматизованої системи керування технологічними процесами чи автоматизованого технологічного комплексу; підготовка і передача інформації в суміжні системи керування; узагальнена оцінка і перевірка стану автоматизованого технологічного комплексу і його устаткування.

Відмінна риса керуючих і інформаційних функцій автоматизованої системи керування технологічними процесами – їхня спрямованість на конкретного споживача (об'єкт керування, оперативний персонал, суміжні системи керування).

Допоміжні функції автоматизованої системи керування технологічними процесами полягають в забезпеченні контролю за станом функціонування технічних і програмних засобів системи.

## 2.2 Склад автоматизованої системи керування технологічними процесами

Будь-яка автоматизована система керування технологічними процесами має наступні компоненти:

- оперативний персонал;
- організаційне забезпечення;
- інформаційне забезпечення;
- технічне забезпечення;
- програмне забезпечення;
- математичне забезпечення.

Оперативний персонал складається з технологів-операторів, що здійснюють контроль і керування об'єктом, і експлуатаційного персоналу, що забезпечує правильність функціонування всіх технічних і програмних засобів системи.

Організаційне забезпечення – сукупність документів, що установлюють взаємини між працівниками і правила функціонування оперативного персоналу (інструкції з експлуатації й ін.).

Інформаційне забезпечення визначає способи форми й обсяг інформаційного відображення стану об'єкта керування.

Технічне забезпечення містить у собі:

- засіб одержання інформації;
- засіб формування і передачі інформації;
- засіб локального регулювання і керування;
- засіб обчислювальної техніки;
- виконавчі механізми;
- засіб передачі інформації в суміжні і вищестоящі автоматизованої системи керування.

Математичне забезпечення (МЗ), що формально не входить до складу автоматизованої системи керування технологічними процесами, є вихідним матеріалом для програмного забезпечення. Під математичним забезпеченням розуміється сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів, використовуваних при функціонуванні системи. Можна вважати, що математичне забезпечення – ідеологічний зміст автоматизованої системи керування. Як відомо інформаційний процес складається з 3-х етапів: збір інформації, обробка її (тобто вироблення й ухвалення рішення) і видача керуючих впливів. 1-й і 3-й етапи виконуються в автоматизованій системі керування технологічними процесами автоматично за допомогою технічних засобів. Для виконання 2-го етапу кожену задачу необхідно сформулювати математично. Математичне формулювання будь-якої задачі оптимального керування містить у собі два елементи: математичну модель і критерій керування.

Математичний модель – це система математичних співвідношень, що описують поведінку об'єкта керування. Користаючись моделлю, можна перевірити різні керуючі впливи, одержати реакцію моделі на ці впливи і виробити оптимальне керуюче вплив.

Програмне забезпечення – конкретна реалізація машинних алгоритмів функціонування системи керування.

### 2.3 Структурні схеми автоматизованої системи керування технологічними процесами

Сучасні автоматизовані системи керування технологічними процесами розрізняються між собою по складу технічних засобів, ступеня автоматизації керування об'єктом, по виконуваних функціях.

У централізованій АСК ТП усі функції контролю і керування зосереджені в єдиному центрі, тобто здійснюється безпосереднє керування об'єктом. Однак при виході з ладу обчислювального комплексу губляться усі функції контролю і керування, тому такі АСК не одержали ще поширення.

У децентралізованій автоматизованій системі керування на першому рівні керування знаходяться локальні регулятори і пристрої логічного керування, що стабілізують окремі параметри і можуть керувати окремими операціями по визначеній логічній програмі (так називане функціонально-групове керування). На другому рівні керування знаходиться обчислювальний комплекс, що може виконувати наступні функції:

- інформаційні;
- зміна завдання локальним регуляторам;
- зміна параметрів настроювання регуляторів.

Зміна завдання регулятором використовується для статичної оптимізації технологічного об'єкта керування (так назване супервізерне керування).

Таким чином, у децентралізованих АСК зв'язок між рівнями керування або взагалі відсутнє, або слабо виражена, що приводить до підвищення надійності і живучості автоматизованій системі керування. З появою швидкодіючих і надійних ПК з'явилася можливість розділити загальну обчислювальну потужність АСК між декількома територіально роз'єднаними підсистемами і побудувати так названу АСК ТП розподіленого керування.

На 1-му рівні можуть знаходитися локальні АЗР (автоматичні засоби регулювання) для стабілізації окремих параметрів, на 2-му – мікроЕвм для статичної оптимізації технологічного процесу за допомогою АЗР 1-го рівня. На 3-му рівні – мікроЕвм для оптимізації загальблокових параметрів і режимів. На 4-му рівні – загальна станційна мікроЕвм для оптимізації технологічного процесу для всієї станції (наприклад, оптимальний розподіл навантажень між декількома енергоблоками).

Як видно, у комплекс технічних засобів входять:

- датчики контролю параметрів і приводи механізмів керування;
- засоби автоматичного регулювання, наприклад «Каскад-2»;
- уніфікований комплекс технічних засобів (УКТЗ) для обробки дискретних і аналогових сигналів;

- мікропроцесорні керуючі комплекси УЛУ2-МПК для функціонально-групового керування;
- керуюча обчислювальна система «Комплекс Титан-2», що виконує інформаційні функції, надаючи оператору систематизовану й узагальнену інформацію про хід технологічного процесу, режимах роботи технологічного устаткування і діагностує аварійні ситуації.

Комплекс «Комплекс Титан-2», складається з трьох підсистем:

- збору й обробки інформації, виконаної на базі інформаційного комплексу М-64;
- функціонально-групового керування;
- представлення інформації оператору.

Інформаційний комплекс М-64 складається з 15-ти однотипних пристроїв (СЗО – субкомплекс зв'язку з об'єктом), поєднаних двома концентраторами.

Кожен субкомплекс може виконувати одну чи кілька функцій наступного виду: введення і первинна обробка аналогових і дискретних сигналів, висновок аналого-дискретних сигналів, обмін даними з ВК, завантаження мікропрограм в ОЗУ по лінії зв'язку з ВК. При цьому при введенні аналогової інформації СЗО забезпечує: фільтрацію, посилення, нормалізацію і перетворення сигналів у двійковий код, лінеаризацію характеристик, порівняння значень параметрів з уставками, усереднення сигналів, компенсацію температури холодних спаїв термопар і ін.

Підсистема представлення інформації оператору у виді графіків, мнемосхем, цифролітерної форми реалізується за допомогою автоматизованого робочого місця оператора-технолога РМОТ. До складу РМОТ входять два кольоро-вих і один монохромних електронно-променеві індикатори (ЕПІ). У пам'яті РМОТ зберігається 100 фрагментів мнемосхем. Параметри, що відхилилися, індицируються на екрані червоним кольором з одночасним друкуванням часу і значення відхилення.

Підсистема функціонально-групового керування (ФГК) (керуючі комплекси КК) побудовані на основі УЛУ-2ЕОМ і вирішує наступні задачі:

- збір і первинна обробка інформації від аналогових і дискретних сигналів;
- вироблення і видача в УКТЗ команд безпосереднього цифрового регулювання (НЦР);
- керування структурою і включення контурів НЦР;
- формування завдань і зміна динамічних налаштувань алгоритмів НЦР;
- вироблення і видача в УКТЗ команд включення і відключення регуляторів;
- обмін інформацією з блоковими УВС і ін.

Функціональні групи енергоблоку з ВВЕР-1000 складаються з 6-ти систем:

- першого контуру з ГЦН: продувки-підживлення і борного регулювання, компенсатора обсягу, відводу залишкових тепло-виділень і ін.;
- другий контур: продувка ПГ;
- допоміжні системи другого контуру: паропроводи, живильні трубопроводи і турбонасоси, деаератори й ін.;
- спецводоочистка: установки дозування реагентів, байпасної очищення води першого контуру й ін.;
- турбоустановка: турбіна із сепаратором-пароперегрівником, ПВД, конденсатор, ежектор і ін.

На 3-му блоці РАЕС із ВВЕР-1000 діє всього одне ФГУ – система RY (продувка парогенератора і очищення ПГ).

Кожен керуючий комплекс типу УЛУ2-ЕВМ має 256 дискретних сигналів, 32 аналогових входу, 128 каналів керування і містить у собі три рівноцінних мікропроцесорних комплекти (МПК).

Програмне забезпечення ФГУ має дворівневу структуру. На нижньому рівні здійснюється збір і первинна обробка інформації, на другому – уведення (висновки) документів у базу даних ФГУ.

## 2.4 Функції автоматизованої системи керування технологічних процесів

Сучасні АСК ТП АЕС є, як правило, 2-х рівневими, у яких обчислювальний комплекс виконує наступні функції:

- контроль ходу технологічного процесу;
- розрахунок побічно - обумовлених показників (техніко-економічні показники, розрахунок енерговиділення в реакторі й ін.);
- діагностика устаткування;
- реєстрація предаварійних і аварійних ситуацій;
- оптимізація режимів роботи;
- ведення документації;
- оперативний зв'язок з верхнім рівнем керування (АСК АЕС).

На першому рівні керування виконуються такі функції:

- автоматична стабілізація параметрів;
- дистанційне керування об'єктом за допомогою оператора;
- керування функціональними групами в нормальних режимах, у режимах пуску й зупинки енергоблоку;
- автоматичні захисти, блокування і включення резерву;
- автоматична зупинка енергоблоку.

Оскільки функції АСК ТП різноманітні і з енергоблоку надходить величезну кількість інформації, то в комплекс технічних засобів (КТЗ) АСК ТП входять інформаційний (ІК) і обчислювальний (ОК) комплекси.

В інформаційному комплексі здійснюється збір, первинна обробка і відображення інформації від аналогових і дискретних сигналів.

Пристроями відображення інформації можуть бути: друкувальні пристрої, електроннопроменеві індикатори (ЕПІ), цифрові прилади, аналогові що показують і реєструють прилади, сигналізатори.

В обчислювальному комплексі виконуються інші функції, оператор технолог АСК ТП виконує такі функції:

- вибір режиму роботи технічних засобів;

- загальне спостереження за роботою устаткування і технічних засобів АСК ТП із метою виявлення відхилень режимів від запропонованих норм і вживання заходів по їхньому усуненню, а також вироблення рішень по підвищенню ефективності роботи енергоблоку;

- перевірка готовності до пуску устаткування і технічних засобів АСК ТП, виконання за участю оперативного персоналу неавтоматизованих процесів, зв'язаних з підготовкою до початкового чи пуску пуску після завершення ремонту устаткування;

- перевірка стану устаткування після аварійних відключень і прийняття рішень про допустимість його роботи;

- вибір складу устаткування, що знаходиться в роботі, резерві, ремонті;

- вибір черговості роботи механізмів, що передбачають автоматичне введення резерву;

- виявлення неполадок у технічних засобах АСК ТП і залучення для їхнього усунення фахівців з обслуговування ТС АСК.

Обмін інформацією між ЕОМ виробляється через пристрій зв'язку. Кожна з ЕОМ ВК періодично проводить самоперевірку шляхом запуску тест – програм і у випадку справності сповіщає про це другий ЕОМ. Якщо в плані заданого проміжку часу такий сигнал відсутній, це сприймається кожний з ЕОМ як сигнал відмовлення іншої. При несправності першої ЕОМ друга припиняє виконання неоперативних розрахунків і починає виконувати функції першої ЕОМ. Для цього в неї з зовнішнього запам'ятовуючого пристрою вводиться копія програмного забезпечення першої ЕОМ

При відмовленні другий ЕОМ перша продовжує виконувати свої задачі, а другу при цьому ремонтують.

Наробіток на відмовлення функції оперативних розрахунків при такому 2 – машинному комплексі визначається імовірністю виходу з ладу одночасно двох ЕОМ і розраховується по формулі:



$$T_p = \frac{T_n^2}{2\tau_b},$$

де  $T_n$  – наробіток на відмовлення однієї ЕОМ;

$\tau_b$  – час відновлення.

В даний час  $\tau_y \cong 1г$ ,  $T_n=1000г$ , тоді одержуємо

$$T_p = \frac{2000^2}{2 \cdot 1} = 500000 год = 55 років,$$

Таке  $T_p$  перевершує необхідну надійність, тому якщо скасувати нічні зміни ремонтного персоналу, те  $\tau_y = 6г$ .

Тоді

$$T_p = \frac{2000^2}{2 \cdot 6} = 83333 год (\sim 9,5 років),$$

що є припустимим значенням.

## 2.5 Централізований контроль і сигналізація

Автоматизована система керування технологічних процесів здійснює:

- безупинний контроль, графічну реєстрацію і сигналізацію відхилень найбільш відповідальних параметрів;
- контроль інших параметрів (автоматичний за допомогою системи обіган-ня і по виклику оператора);
- індикацію стану (положення) запірної арматури і механізмів;
- контроль стану апаратури керування.

Інформація збирається шляхом опитування датчиків аналогових і дискретних сигналів, підключених до ЕОМ через пристрої комутації, у яких виробляється комутація перетворювачів, масштабування і перетворення сигналів у напругу постійного струму. Потім ці сигнали за допомогою аналогово-цифрових

перетворювачів (АЦП) перетворюються в кодові двійкові сигнали і заносяться в пам'ять машини.

Інформація видається операторам до БЩК на аналогові і цифрові прилади, а також на екрани електронно-цифрових індикаторів (ЕЛІ).

Існують посади для надання інформації операторам реакторного і турбінного відділень, начальнику зміни блоку, а також черговому інженеру УВС (так називані робітники місця оператора-технолога РМОТ). Інформація на екранах РМОТ представляється у виді форматів і гістограм.

Формати представлені у виді:

- форматів групової сигналізації;
- фрагментом мнемосхем;
- таблиць показань;
- форматів повідомлень.

Нормальні значення параметрів представляються зеленим кольором, відхилення за границі контролю – зміною кольору і мерехтінням символів (жовтий – попереджувальний, червоний – аварійний, білий - невірогідність).

## 2.6 Типізаці, уніфікація і агрегування технічних засобів автоматизованої системи керування технологічними процесами

Для визначення принципів побудови КТС (комплекс технічних засобів) для автоматизації технологічних процесів на основі системного підходу, зупинимося на змісті використовуваних у технічній літературі термінів «типізація», «уніфікація» і «агрегування».

Типізація визначається як «обґрунтоване зведене різноманіття обраних типів конструкцій машин, устаткування, приладів до невеликого числа» найкращих з якого-небудь погляду зразків, що володіють істотними якісними ознаками. Наприклад, типізація технологічних процесів полягає у виборі для впровадження з усієї маси діючих технологій тільки найбільш продуктивних і рентабельних. У процесі типізації розробляються і встановлюються типові

конструкції, що містять загальні для ряду виробів (їхніх складових частин) базові елементи і конструктивні параметри, у тому числі перспективні, враховуючі останні досягнення науки і техніки. Процес типізації еквівалентний групуванню, класифікації деякої вихідної, заданої безлічі елементів в обмежений ряд типів з обліком реально діючих обмежень, цілей типізації; іншими словами, типізація є оптимізаційною задачею з обмеженнями.

Типізація передуює уніфікації – «приведенню різних видів продукції і засобів її виробництва до раціонального мінімуму типорозмірів, марок, форм, властивостей і т.п.» Уніфікація вносить однаковість в основні параметри типових рішень технічних засобів, необхідне для їхнього спільного використання в АСК ТП, і усуває невиправдане різноманіття засобів однакового призначення і різнотипність їхніх частин.

Однаково різні по за функціональним призначенням пристрою, їхні блоки, модулі, є похідними від однієї базової конструкції, утворюють уніфікований ряд. Уніфікація дозволяє за рахунок застосування загальних і типових конструктивних рішень використовувати принцип агрегування, створювати на одній основі різні модифікації виробів, випускати технічні засоби однакового призначення, але з різними технічними характеристиками, що задовольняють потребам того чи іншого виробництва, технології. Такі вироби одного типу, але з різними технічними параметрами утворюють параметричний ряд.

Агрегування передбачає розробку і використання обмеженої номенклатури типових уніфікованих модулів, блоків, пристроїв і уніфікованих типових конструкцій (УТК) для побудови безлічі проблемно-орієнтованих установок і комплексів, технічні параметри яких у значній мірі задовольняють споживчим цілям. Типізація, уніфікація й агрегування є основними принципами побудови АСК, ефективного її використання при комплексній автоматизації виробництва і, зокрема, проектуванні і впровадженні АСК технологічними об'єктами й агрегатами.

Застосування мікропроцесорів і ПК дозволяє ефективно й ощадливо реалізувати принцип функціональної топологічної децентралізації АСК ТП. Тим

самим можна значно підвищити надійність і живучість системи, скоротити дорогі лінії зв'язку, забезпечити гнучкість функціонування і розширити область застосування в народному господарстві комплексів технічних засобів, основним елементом яких є мікроЕВМ чи мікропроцесор. У таких розподілених системах керування великого значення набуває стандартизація інтерфейсів, тобто встановлення і застосування єдиних норм, вимог і правил, що гарантують інформаційне об'єднання виробів КТС у типових структурах АСК ТП.

УКТЗ забезпечує прийом команд від оператора автоматичних пристроїв більш високого рівня, їхню обробку і видачу команд на виконавчі органи, а так само прийом інформацію і видачу цієї інформації в інші підсистеми АСК ТП. УКТЗ реалізує наступні функції дискретного керування: дистанційне керування, техноло-гічні захисти і блокування, технологічну сигналізацію. Система автоматичного регулювання (САР) на базі апаратури «КАСКАД-2» виконана на мікро-електронній базі в приладовому виконанні. Як основні джерела інформації використані первинні перетворювачі типу «САПФІР-22» з тензочутливими елементами.

У пропонованій структурній схемі САК АЕУ розглянуті основні регулятори машинного залу і реакторної установки. Регулятор тиску в першому контурі УРС01, УРС05 і різниці температур у КД і в гарячих нитках петель у режимах розігріву і розхолодження УРС04. Призначений для підтримки заданого тиску над активною зоною у всіх експлуатаційних режимах і різниці температур у КД і в гарячих нитках петель у режимах розігріву і розхолодження (різниця температур дорівнює  $55^{\circ}\text{C}$ ).

Регулятор тиску пари в ПГ БРУ-А і швидкості аварійного розхолодження першого контуру призначений для підтримки заданого значення тиску в другому контурі при аварійній ситуації шляхом скидання надлишку пари в атмосферу і для аварійного розхолодження блоку зі швидкістю  $30^{\circ}\text{C}/\text{год.}$  і  $60^{\circ}\text{C}/\text{год.}$

Регулятори рівня в КД УРС02 (штатний) і УРС03 (пусковий) призначені для підтримки заданого рівня в КД у всіх режимах. УРС02 підтримує рівень по програмі залежності від температури т/н .

Регулятор БРУ-К служить для запобігання підвищення тиску пари в ЦПК за припустимі межі шляхом скидання пари в ГК, підтримки номінального чи проміж-ного тиску в ЦПК у режимах пуску блоку, для розігріву і розхолодження блоку з заданою швидкістю в режимі пуску й зупинки. Регулятор продуктивності ТПН призначений для підтримки заданого перепаду на основних клапанах живлення ПГ відповідно до навантаження блоку.

Основні регулятори живлення служать для підтримки заданого значення рівня в ПГ у діапазоні навантажень 30-100 % (ном. запуско-зупиняючі регулятори живлення призначені для підтримки рівня води в ПГ у режимах пуску й зупинки блоку при навантаженнях менших нижній границі регулювання регульованого діапазону основних регуляторів живлення.

АСКТ-1000 призначена для керування технологічним процесом на АЕС і являє собою програмно-апаратний комплекс, реалізований на базі мікроевм.

Система виконує наступні функції:

- керування устаткуванням функціональних груп ТУ. Система ФГУ здійснює дискретне керування ним, апаратурою і регуляторами ФГ у стаціонарному і перехідному режимах роботи АЕУ шляхом видачі команд автоматичного керування, захистів і блокувань на нижню ступінь ієрархії керування, що забезпечує їхню реалізацію;
- видачу інформації про роботу турбоагрегату в суміжні системи й УВС, здійснення прийому від них необхідної інформації, індикації параметрів на БЦК і контрольні-діагностичні функції електронного устаткування і датчиків АСКТ. АСКТ складається з основної (базової) стійки керування обчислювального комплексу (УВК). Вона призначена для реалізації задач ФГУ і електро-гідравлічного регулювання.

УВК забезпечує прийом 228 дискретних і 40 аналогових сигналів, видачу 120 дискретних команд, одного нормованого аналогового сигналу.

УВК має у своєму складі :

- цифровий обчислювальний комплекс (ЦВК), що складається з МЕВМ “Електроніка 35-21М”, ОЗУ “Електроніка СМ-21М” і перепрограмувальних ПЗУ “Електроніка 35-2105”;

- блок сигналізації і мажоритування (БСМ) з комутатором уведення-висновку (КВВ) і каналам прямого доступу (КДП) до запам'ятовуючого пристрою (ЗП);

- пристрій дискретних сигналів, (СКДС);
- пристрій аналогових сигналів, (СКАС);
- панель РР (регламентних робіт);
- панель РК (керування режимами);
- блок вентиляторів (БВ).

Мікро-Евм “Електроніка 35-21М” забезпечує :

- рішення задач керування і регулювання;
- видачу команд на виконавчі пристрої через перетворювачі;
- контроль несправності апаратури УВК, СК ЕГСР, датчиків;
- формування масивів датчиків у ІРКС.

Усі три канали МЕВМ працюють синхронно по однакових програмах. Синхронізацію роботи визначає БСМ. КВВ призначений для підключення до введень-висновків пристроїв сигналізації і мажоритування, що погодять пристроїв і КДП.

В УВК використовуються 8-ми розрядний реєстр переривання МЕВМ на один з розрядів якого надходить сигнал переривання від 16-розрядного реєстра переривання БСМ. У реєстр переривання надходить інформація, що вимагає оперативної обробки: несправності систем електроживлення, результатів динамічного контролю інформації на магістралях у кожному циклі обміну (адреса, дані, керуючі сигнали), сигналів зовнішніх переривань (стан вимикача генератора, ззовнішньостійкових тактових лічильників і т.д.).

УВК ЕГСР додатково зв'язаний з апаратурою СКЗ: АРМ, синхронізатором, станційною автоматикою, енергосистемою ПА, і через стійку СУ ЕГСР, УВК

ЕГСР зв'язаний з датчиками ЕГСП, датчиками кутової швидкості, трансформаторами струму і напруги, ЕГСП.

ЕГСП побудований за двоконтурною схемою і складається із серво-моторів (СМ), відсічних золотників (ВЗ) і вихідних підсумовуючих підсилювачів (ВПП), розташованих у стійках СУ ЕГСР.

Стойка СУ ЕГСР містить наступні тракти :

- формування керуючих сигналів на ЕГП;
- виміри і перетворення в двійковий код активної потужності;
- виміри і перетворення в 13-розрядний двійковий код частоти обертання ротора;
- цифрові перетворювачі - 42шт.;
- формування сигналів на МУТ;
- індикації на панелі АСКТ БЩК параметрів турбіни і програмних уставок.

При скиданні навантаження з відключенням вимикача генератора від мережі з метою оперативної реакції системи регулювання по захисту турбогенератора сигнал стану вимикача генератора подається на регістр переривань БСМ, що забезпечує з затримкою не більш 0,5-1 мс подачу на ЕГП по команді УКВ сигналу 1 А через пристрій ФС.

Через 1,5 із сигнал 1 А знімається, і висновок швидкості обертання ротора на номінальний рівень приводиться шляхом формування регулюючого сигналу на ВСУ.

Імпульсне розвантаження від ПА реалізуються програмно-апаратними засобами ЕГСР. Передній фронт сигналу на розвантаження і його тривалість формується в пристрої ФС, а задній фронт в УКВ.

Вирівнювання тиску олії в лінії керування клапанами ЕГСР для ненаголошеного переключення з ЕГСР на ГСР шляхом подачі команд керування на МУТ через регістр. ГР виконує регулятор співвідношення тиску (РСД), реалізований на програмному рівні.

Включення ОЗ і СМ у структуру ГСР або ЕГСР виробляється за допомогою перемикаючого пристрою (ПУ). Керування ПУ здійснюється ключем із БЩК. При неможливості ДУ ПУ здійснюється переключення по місцеві, впливом на бойки.

Між лініями керування ЕГСР і ГСР установлений запобіжний клапан, що виконує роль гідравлічного блокування - гідравлічний обмежник темпу і стрибка. Клапан вступає в роботу при перевищенні на 20 % тиску олії в лінії керування ЕГСР стосовно величини тиску в лінії керування ГСР і обмежує максимально можливий наброс потужності у випадку відмовлення ЕГСР завбільшки 200 МВт.

Беззолотникова система захисту від розгону призначена для миттєвого закриття СРК і заслінок промперенагріву турбіни при перевищенні частоти обертання ротора понад номінальну на 10-12 % по факті спрацьовування автомата безпеки, при впливі на ключ аварійної зупинки турбіни з БЩК чи “вибивань” захисних пристроїв по місцеві.

До лінії керування ГСР також підключений ЕГП блоку релейної форсіровки (БРФ), що вступає в роботу з факту відключення ВНВ.

Режими роботи ЕГСР:

1. Режим розвороту призначений для реалізації поштовху турбіни з виходом на проміжну частоту обертання 600 об/хв, витримки на проміжній частоті, переходу на номінальну частоту обертання  $f_{ном}$  з постійним прискоренням 3 об/хв/с.

Перед поштовхом турбіни ЕГСР розраховує величину необхідної теплової потужності реактора. Задане значення теплової потужності обчислюється в ЕГСР по температурі поверхні фланця горизонтального рознімання зовнішнього корпусу ЦВД і індицирується на дисплеї УВС.

Перед поштовхом турбіни оператором реактора встановлюється в ручну тепла потужність ЯР відповідно до завдання ЕГСР. АРМ-5С включений у режим стабілізації нейтронної потужності реактора «Н».

2. Режим регулювання потужності (РП) призначений для :

- підтримки разом з АРМ-5С величини потужності енергоблоку на рівні , що задається чи оператором енергосистемною автоматикою;



- планової зміни потужності блоку зі швидкістю 40 МВт/хв у діапазоні навантажень 0-70Мвт і 10Мвт/хв у діапазоні 70-1000 МВт.
- передбачено можливість змінювати потужність:
- швидкої зміни потужності по сигналах енергосистемною автоматики на величину  $\pm 5\%$  зі швидкістю 10 МВт/сек;
- первісного навантаження турбіни при включенні генератора в мережу.

Режим РМ включається автоматично тільки при роботі АРМ у режимах «Т» і «ДО», а також при початковому навантаженні турбіни при пуску після включення генератора в мережу, коли регулювання тиску здійснюється регуляторами БРУ-К .

Режим регулювання тиску пари перед турбіною (РД-1) призначений для підтримки заданого рівня тиску пари і таким чином, приведення навантаження турбіни у відповідність з тепловою потужністю ЯР. Уставка по тиску формується по величині поточного тиску в момент включення режиму. При роботі ЕГСР у режимі РД-1 реалізується базовий режим роботи енергоблоку .

Автоматичний режим РД-1 включається коли навантаження турбіни повинне приводитися у відповідність з навантаженням реактора , а саме :

- при роботі АРМ у режимі «Н»;
- при відключенні АРМ;
- при надходженні сигналів ПЗ-1, у тому числі при розвантаженні реактора РОМ-2 у випадках відключення ГЦН, ТПН.

Щоб уникнути одночасного регулювання тиску регуляторами потужності ЯР і ПТ чи регуляторами потужності ПТ і БРУ-К режим РД-1 забороняється при роботі АРМ у режимі «Т», «ДО», «З» і при працюючому БРУ-К.

Режим підтримки тиску пари зі зниженою уставкою РД-2 призначений для запобігання падіння тиску пари нижче заданої межі . Величина уставки змінюється зі штовхну. При зменшенні тиску пари перед турбіною до

$57 \text{ кгс/см}^2$  у ЕГСР автоматично включається режим регулювання тиску і відключається попередній режим. ЕГСР підтримує задане знижене значення тиску пари впливаючи на РК турбіни.

Якщо АРМ включений у режим «Т» чи «ДО» і мається оперативний запас реактивності, у наслідок роботи АРМ відбувається навантаження реактора. При цьому тиск пари збільшується і при досягненні  $60 \text{ кгс/см}^2$  режим РД-2 відключається.

При досягненні навантаженням турбіни нижньої границі регульовального діапазону вплив ЕГСР на закриття РК у режимі РД-2 блокується. Необхідно збільшити потужність реактора. Якщо це неможливо зробити, то турбіна відключається захистами ( $P_n=52 \text{ кгс/см}^2$ ).

Режим регулювання тиску і потужності призначена, як і режим РМ, для регулювання потужності турбіни і разом з АРМ потужності ЕБ у стаціонарному режимі, а також при планових і позапланових змінах потужності. У режимі РДМ ЕГСР реалізує пропорційно-інтегральне регулювання суми розбалансів між заданою і фактичною потужністю енергоблоку і між поточним і заданим тиском пари перед турбіною. У цьому режимі ЕГСР виконує функції регулювання електричної потужності блоку, а приведення тиску пари до заданого значення здійснює АРМ.

Включення режиму РДМ ЕГСР виробляється вручну кнопкою осередку «РДМ». Режим регулювання частоти призначений для участі енергоблоку в підтримці частоти енергосистеми шляхом зміни потужності турбіни у відповідності зі статичною характеристикою «Частота-потужність». Співвідношення між зміною частоти і зміною потужності визначається коефіцієнтом режиму РЧ, що змінюється в межах 2,5-10 % і задається зі штовхну. В всіх експлуатаційних режимах ЕГСР здійснює первинне регулювання частоти.

Розрізняють три різновиди режиму РЧ:

- із зоною нечутливості по частоті;
- без зони нечутливості ;
- з зворотним зв'язком по умовній потужності ( по положенню сервомоторів РК).

Наявність зони нечутливості по частоті забезпечує автоматичне включення РЧ при відхиленні частоти мережі за межі зони. Опорна частота (50 Гц), щодо

якої формується зона нечутливості, і її величина задаються зі штовхну. Автоматичне включення режиму РЧ здійснюється при відхиленні частоти мережі на (+) 15 про./хв і на 36 про./хв Робота ЕГСР у режимі РЧ без зони нечутливості виробляється при ручному включенні режиму. У цьому випадку опорною частотою, при відхиленні від якій відбувається зміна потужності турбіни, є частота мережі в момент включення режиму.

Режим скидання навантаження призначений для захисту турбіни від закиду оборотів при відключенні генератора від мережі. При відключенні вимикача генератора ЕГСР формує на ЕГП сигнал, що форсує, що забезпечує максимально швидке закриття РК і регулюючих заслінок промперегріву.

Режим роботи при надходженні сигналів противоаварійної автоматики (ПА):

- ПА імпульсна ;
- ПА імпульсна з тривалим обмеженням навантаження;
- ПА тривала.

При надходженні “ПА імпульсна” - виробляється подача в ЕГП сигналу, що форсує, 1 А на закриття РК і заслінок промперегріву з наступним зняттям сигналу ПА і формуванням сигналу на відкриття заслінок промперегріву для запобігання накидання потужності ЕБ за рахунок енергії пари, акумульованого в СПП.

ЕС автоматика формує три команди ПА, що визначають величину імпульсного розвантаження турбіни на 10-20 %, 40-50 % чи 90-100 %.

При надходженні “ПА тривала”, ЕГСР робить зниження потужності турбіни на величину обумовлену цим сигналом (20, 30, 40, 50 % (ном.) від рівня поточної потужності. При цьому загоряється табло сигналізації “Турбіна на обмеженні”.

Швидкість зниження потужності при “ПА тривала”- максимальна, але не приводить до закриття регулюючих заслінок промперегріву (200 мвт/с). Розвантаження ЯР виробляється зі швидкістю 1 %/хв.

При надходженні “ПА імпульсна з тривалим обмеженням навантаження” розвантаження турбіни виробляється як при “ПА імпульсна”, а розвантаження реактора як при “ПА тривала”.

Режим роботи ЕГСР при спрацьовуванні технологічних захистів.

При надходженні сигналу від знижує потужність турбіни зі швидкістю 7МВт/із при  $P_{гтк} \leq 65$  кгс/см<sup>2</sup> і зі швидкістю 3.5 МВт/із при  $P_{гтк} > 65$  кгс/см<sup>2</sup> до моменту зняття сигналу від ТЗ.

Зниження навантаження при надходженні ТЗ виробляється у випадках :

- при навантаженні турбіни 50 % (ном. і відключенні одного працюючого КН першого чи другого підйому і невключенні резервного від АВР із витримкою часу 30 с.
- при плановій потужності 65 % (ном. і відключенні одного з трьох циркуляційний насосів;
- при навантаженні турбіни 50 % (ном. і при відключенні працюючого насоса зливу сепарата.

Режим випробування РК, включається при роботі ЕГСР у режимі розворот, за умови, що частота менш 300 об/хв.

На систему АСКТ підключені наступні регулятори:

1. Регулятор рівня в КД - УРС 02 (штатний) і УРС 03 (пусковий).

Призначений для підтримки заданого рівня в КД у всіх режимах роботи. УРС 02 підтримує рівень по програмі в залежності від температури т/н.

2. Регулятори БРУ-К.

Регулятори розташовані в стійці АСКТ И 232.

Призначений для:

- обмеження величини  $P_H$  у ЦПК при скиданнях електричного і парового навантаження турбогенератора;
- регулювання  $P_H$  у ЦПК при пуску і початковому навантаженні турбіни;
- регулювання швидкості розігріву і розхолодження.

Регулятор впливає на клапани БРУ-К РС 11 01, РС 11 02, РС 12 01, РС 12 02 і засувку РС 20 01 подачі конденсату на упорскування в пароприйомні пристрої.

Вибір режиму роботи БРУ-К виробляється автоматично по стані стопорних клапанів турбіни і вимикачів генератора КАГ-24 і ВНВ-750.

Режим роботи БРУ-К індукцюєся на панелі керування И-210.

При включенні режиму “Робота 1” у регуляторі запам'ятовується величина  $P_H$  у ЦПК і надалі регулятор підтримує тиск на заданому рівні з нерівномірністю  $0,04 \text{ кгс/см}^2/\%$ .

Зворотний зв'язок по положенню відповідного клапана забезпечує пристрій спільної роботи 4 регуляторів і синхронного положення клапанів БРУК.

Задана швидкість розігріву складає -  $20 \text{ }^\circ\text{C/год}$ , швидкість розхолодження -  $15 \text{ }^\circ\text{C/год}$  (“Розхолодження 1”) чи  $30 \text{ }^\circ\text{C/год}$  (“Розхолодження 2”).

Розігрів припиняється автоматично при досягненні  $P_H=64 \text{ кгс/см}^2$  у ЦПК.

У режимі, що стерегет, “Робота 2” клапани БРУ-К нормально закриті і введений заборона на їхнє відкриття. Заборона знімається у випадках:

- при надходженні з ЕГСР турбіни сигналу про скидання навантаження;
- при підвищенні  $P_H$   $68 \text{ кгс/см}^2$ .

У регуляторі БРУ-К здійснюється технологічна заборона відкриття і примусове закриття у випадках:до

- спрацьовування захистів зі зривом вакууму в конденсаторі;
- при підвищенні  $T$  до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  у кожному з пароприйомних пристроїв.

У регуляторі використовуються троїровані датчики  $P_H$  у ЦПК,  $P_H$  у конденсаторі, заданій потужності ЕГСР.

### 3. Регулятор БРУ-СН.

Призначений для керування вузлом подачі пари в колектор власних нестатків (СН) на СН блоку.

Режими роботи регулятора:

- автоматичне керування;
- режим, що охороняє, із забороною відкриття БРУ-СН.

Заборона відкриття знімається при:

- відключення одного з ТПН;
- закриття стопорних клапанів турбіни;
- відключення кожного з ГЦН;
- зниження  $P_{II}$  у КСН до  $8,5 \text{ кгс/см}^2$ .

Регулятор автоматично відключається при відмовленні стійки УВК ФГ “Прогрів”.

#### 4. Регулятор живлення ПГ.

Призначений для підтримки на всіх режимах роботи ЕБ, рівня в ПГ відповідно до теплової потужності ЯР.

На регулятор живлення ПГ приходять сигнали:

- рівня і витрати через ПГ (по 4 сигнали);
- температурний напір у ПГ (4 сигнали);
- тиск у СРК і ЦПК;
- витрата 1 і 2 ТПН;
- температура живильної води 1 і 2 нитки;
- положення РК.

Пускова здатність П-ОРПП 500-600 т/год. При включеному ПО регулято-рі спочатку балансується на поточне значення рівня в ПГ, потім завдання за рівнем замінюється зі швидкістю 0,1 см/сек до номінального значення. При збільшенні витрати пари більш 300 м<sup>3</sup>/год і включення основного регулятора, запуско-зупиняючий переводиться в режим, що охороняє.

#### 5. Регулятор продуктивності ТПН.

Здійснює керування навантаженням ТПН при тепловій потужності ПГ у діапазоні 10-100 %  $O_{\text{НОМ}}$ .

Регулятор реалізує наступні режими:

- мінімального дроселювання на РПК;
- підтримка перепаду  $P_{\text{П}}$  на РПК;
- організує максимальна витрата;
- режим утрати живлення основних РПК.

У режимі обмеження максимальної витрати регулятор підтримує витрата живильної води за ТПН на рівні 4300-4500 м<sup>3</sup>/год. Регулятор включається автоматично ненаголошено, при витраті живильної води до 3900 м<sup>3</sup>/год.

При включенні режиму максимальної витрати, розрахунок по програмі підтримки перепаду  $P_{\text{П}}$  на РПК мінімальний, дроселювання продовжується, але

при цьому видача команд на навантаженні ТПН блокується. При виникненні команд на розвантаженні ТПН, режим обмеження витрати відключається і виключає режим перепаду Р.

#### 6. Регулятор рівня в деаераторі (пусковий).

Призначений для підтримки рівня в деаераторі в режимі запуско-зупинка. Він підтримує рівень рівний  $220^{+}/_{-}20$  см.

Регулятор працює при:

- пускових режимах ЕБ;
- зняття з автомата основного РУД;
- робота основного РУД і зменшення витрати конденсату менш 700 т/год;
- якщо РК цілком закритий.

Основний РУД призначений для підтримки рівня в деаераторі при стаціонарному режимі роботи ЕБ.

#### 7. Регулятор рівня в конденсаторі.

Призначений для підтримки рівня конденсату в конденсаторі. Клапани підтримують в автоматичному режимі рівень у конденсаторі на значенні рівно-му рівню на момент включення регулятора. Для підтримки рівня використовуються наступні сигнали:

- рівень у конденсаторі як середня величина виміру по 3 датчикам;
- сума положень регулювальних клапанів.

Автоматичне відключення регулятора з режиму “автомат” з видачею звукової сигналізації у випадках:

- при знеживленні 2 з 3 датчиків рівня;
- при втраті живлення одного з РК протягом 3 сек.

#### 8. Регулятор предтопкового прогріву паропроводів (РПП).

Призначений для регулювання швидкості прогріву металу при пуску. Принцип роботи полягає в тому, що за рахунок перевищення  $T_{II}$  вище ніж температура металу відбувається поступовий прогрів СРК причому одночасно з програмою збільшення завдання по Р и Т пари, що гріє. За рахунок досягнення

максимального припустимого теплоперепаду між парою, що гріє, і металом чи паропроводів СРК, швидкість прогріву виходить максимальна.

#### 9. Регулятор прогріву СПП.

Призначений для регулювання швидкості прогріву другої ступіні СПП і роторів ЦНД, керується клапанами на байпаснонь подачі пари по другій ступіні СПП, що входять до складу ФГУ АСКТ СПП.

Система технологічного контролю. Таблиця технологічних параметрів РУ і МЗ, що використовуються в АЗ і ПЗ із вказівкою уставок.

Технологічний контроль - це збір поточної інформації про хід технологічного процесу, обробка її для передачі в інші підсистеми і представлення її обслуговуючому персоналу в аналоговій і цифровій формі, а також у виді дискретних сигналів інформації від інших систем, що входять в АСК ТП блоку;

- обробка її і представлення оператору;
- технологічна сигналізація відхилення від норм вимірюваних і параметрів, що обчислюються, а також параметрів, що вводяться з інших систем;
- розрахунок і представлення інформації з невимірюваного безпосередньо технологічним параметрам і характеристикам;
- збір, обробка і представлення інформація від інших датчиків, у тому числі і двухпозиційоних, реєстрація вимірюваних, що обчислюються і що вводяться з інших підсистем параметрів;
- реєстрація черговості спрацьовування захистів і блокувань стану механізмів і арматури, дій оператора по керуванню блоком, ведення архіву аварійних ситуацій.

В основу збору і розподілу інформації від первинних перетворювачів закладений уніфікований сигнал 0-5 мА постійного струму. Але в деяких випадках сигнал від первинних перетворювачів не перетворюється в уніфікований, тому що це не викликано необхідністю. Це має місце у випадку передачі інф., від таких приладів, як термометри опору, в УВС чи в підсистему РВК .



Застосування уніфікованого сигналу 0-5 мА дає можливість багаторазово використовувати його в інших підсистемах, підключаючи їх до первинних перетворювачів.

З підсистеми технологічного контролю інф. передається в інші системи, а також надається оперативному персоналу з використанням індивідуальних приладів. В підсистему автоматичного регулювання сигнал про параметри видається у виді уніфікованого токового сигналу 0-5 мА чи натурального сигналу. В підсистему АУ і ДУ захистів і підсистему технологічної й аварійної сигналізації подається інф. про досягнення параметрами заданих уставок. Для одержання такої інф. використовуються аналого-дискретні перетворювачі. В підсистему технологічного контролю входить і УВС, і засобу представлення інф на щитах керування, організація яких викладена в окремих розділах.

АЗ здійснюється одночасним скиданням в а.з. усіх кластерів СУЗ за час не більш 4 з і діє по наступним факторам :

1. Нейтронний потік у ДП (ДИ і ДЕ) вище заданої уставки;
2. Період розгону в ДИ (ДП і ДЕ) менш 10 з;
3. Збільшення потужності ЯР більш 107 %  $N_{ном.}$ ;
4. Тиск 1-контуру над а.з. більш  $180 \text{ кгс/см}^2$ ;
5. Зменшення різниці температури насичення т/н 1-контуру і максимальної його температури в гарячій нитці будь-якої петлі менш  $10^{\circ}\text{C}$ ;
6. Тиск пекло а.з. реактора :
  - менш  $140 \text{ кгс/см}^2$  при температурі т/н у гарячих нитках більш  $260^{\circ}\text{C}$ ;
  - менш  $148 \text{ кгс/см}^2$  при температурі в гарячих нитках більш  $260^{\circ}\text{C}$  і  $N_{ЯР} > 75\%$ .
7. Зростання тиску під оболонкою більш  $0,3 \text{ кгс/см}^2$  надлишкового;
8. Сейсмічного впливу на рівні землі більш 6 балів;
9. Знеструмлення 2 ГЦН із будь-якого числа працюючих при  $N_{ном.} > 70\%$ ;
10. Зниження перепаду тиску одного кожного з 4-х ГЦН із  $4 \text{ кгс/см}^2$  до 2,5 за год;

11. Зменшення рівня в будь-якому ПГ при працюючому ГЦН даної петлі більш ніж на 650 мм нижче ном.;

12. Збіг наступних сигналів по кожному з 4-х параметрів :

- різниця температур насичення 1- і 2-контурів більш  $75^{\circ}\text{C}$ ;

- тиск у паропроводі менш  $50 \text{ кгс/см}^2$  .

13. Збільшення температури т/н у гарячій нитці кожної з 4-х петель 1-контурів більш  $T_{\text{НОМ}}$  (гарячої нитки) +  $8^{\circ}\text{C}$ ;

14. Зменшення рівня в КД менш 4600 мм (з тимчасовою затримкою =5 с);

15. Зменшення частоти на трьох секціях електроживлення відцентрових насосів;

16. Збільшення тиску пари в кожному з 4-х ПГ більш  $80 \text{ кгс/см}^2$  при працюючому ГЦН відповідної петлі. Сигнал шунтується через 50 з після відхилення ГЦН;

17. Зникнення живлення 220 В, 50 Гц на двох введеннях СУЗ ( $t_{\text{вит.}} = 3 \text{ с}$ );

18. Втрата живлення 220 В на двох введеннях будь-якої панелі ПАК;

19. Сигнал від ключа АЗ БЩК;

20. Сигнал від ключа АЗ РЩУ;

21. Знеструмлення одного ГЦН із двох працюючих при ЯР більш 5 % ном тимчасова затримка 1,4 с;

22. Утрата надійного живлення на двох із трьох введеннях 380/220 В, 50 Гц.

ПЗ-1 здійснюється послідовним, з 10 по 1 групу, введенням в а.з. клас-терів СУЗ зі швидкістю 20 мм/з і діє по наступним факторам :

1. Збільшення нейтронної потужності ЯР у ПД і ЕД вище заданої уставки;

2. Період розгону ЯР у ДИ, ПД і ЕД менш 20 з;

3. Теплова потужність реактора для даної кількості працюючих ГЦН більш припустимої (67 % для трьох, 49 % для двох протилежних, 39 % для двох суміжних). Розвантаження ЯР здійснюється від пристрою РОМ;

4. Тиск 1-го контуру (над а.з.) більш  $172 \text{ кгс/см}^2$ ;

5. Тиск 11-го контуру більш  $70 \text{ кгс/см}^2$ ;

6. Температура т/н у гарячій нитці будь-якої петлі більш  $T_{\text{НОМ}}$  (гарячої нитки) + 3 °С;

7. Забезпечення одного ГЦН із 3-х чи 4-х працюючих. Розвантаження здійснюється від РОМ;

8. Відключення останнього працюючого чи одного з 2-х працюючих ТПН. Розвантаження ЯР до заданого рівня теплової потужності (10% / 49% (доп.) здійснюється від РОМ;

9. Посадка 2-х з 4-х стопорних клапанів турбіни. Розвантаження до 39% ном. потужності виробляються пристроєм РОМ;

10. Відключення генератора від мережі. Розвантаження до 39 % (ном. виробляється пристроєм РОМ;

11. Зникнення надійного живлення СУЗ 220 В, 50 Гц на 2-х панелях ПФС;

12. Сигнал від ключа ПЗ-1 БЦК.

ПЗ-2 здійснює заборона руху ОР СУЗ нагору і діє по наступним факторах :

1. Збільшення нейтронної потужності в ДІ вище заданої уставки;

2. Падіння 1-го ОР СУЗ;

3. Тиск 1-го контуру більш 165 кгс/см<sup>2</sup>;

4. Збільшення теплової потужності ЯР для даного числа працюючих ГЦН більш припустимої. Дія ПЗ-2 здійснюється від сигналів СВРК і УВС;

5. Температура т/н на виході з окремих ТВС більш припустимої. Дія ПЗ-2 здійснюється від сигналів СВРК ;

6. Зменшення припустимого запасу до кризи кипіння на поверхні ТВЕЛ. Дія ПЗ-2 здійснюється від сигналів СВРК і УВС; Збільшення локального енерго-виділення більш припустимого. Дія ПЗ-2 здійснюється від сигналів СВРК і УВС.

## 2.7 Система автоматичного та дистанційного керування

Система автоматичного і дистанційного керування призначена для здійснення впливу на технологічне устаткування у всіх режимах роботи блоку, тобто для

виконання дискретних операцій: включити-відключити; відкрити-закрити; докласти-зменшити.

Ця підсистема АСК ТП містить у собі комплекс засобів, що забезпечують при всіх режимах роботи блоку автоматичне чи ручне керування основним допоміжним устаткуванням, і представлення інф. про хід технологічного процесу і стану устаткування.

Передбачаються наступні способи керування устаткуванням:

- функціонально-групове керування;
- індивідуальне керування.

#### 1. Функціонально-групове керування.

Це керування (блоком механізмів) є основним способом керування технологічним устаткуванням блоку з БЩК.

При цьому способі керування основна частина елементів керування: механізмів, засувок, регулювальних органів об'єднана в ряд груп, і в процесі керування блоком здійснюється вплив не на кожен елемент окремо, а на групу в цілому.

Функціональною групою є комплекс технологічного устаткування, механізми, запірні і регулювальний клапан, засувки, автоматичні регулятори, теплообмінники, баки й ін. призначені для виконання закінченої технологічної функції, об'єднаної одним алгоритмом.

ФГУ охоплює ряд технологічних систем по першому і другому контурі АЕС.

#### 1-й контур.

- насоси ГЦН;
- система відводу залишкових тепловиділень;
- система продувки-підживлення і борного регулювання;
- система компенсації обсягу;
- система допалювання водню;
- система очищення газів третин групи.

#### 2-й контур.

- головні паропроводи;

- продувка парогенераторів;
- живлення ПГ;
- пароспоживання власних нестатків;
- трубопроводи живильної води;
- живильні турбонасоси;
- деаератори.

Прийнята в проекті організація керування по централізованому ієрархічному принципі. Основним достоїнством такої побудови в порівнянні з централізованим є:

- проста структура, а звідси і більш висока надійність, яка зростає з ростом кількості невеликих досить простих функціональних груп;
- можливість поетапного введення і нарощування автоматичних пристроїв у міру освоєння основного устаткування і самих засобів керування.

Керування устаткуванням розділено на два рівні. Перший рівень передбачає можливість керування кожним виконавчим органом по командах ДУ і програмного керування, захистів і блокувань із заданим пріоритетом впливу.

До першого рівня відносяться також пристрої, що забезпечують виконання захисних і всережимних блокувань, без яких експлуатація устаткування є неприпустимою.

У перший рівень входять: виконавчі пристрої, безпосередньо коммунуючі силові ланцюги виконавці й автомати з ДУ, безконтактні підсилювачі для включення ІМ ОР, а також індивідуальні блоки керування виконавчими пристроями.

На блоках керування першого рівня передбачається установка відповідних органів керування для випробування і налагодження механізмів.

Другий рівень керування призначається для дискретного автоматичного програмного керування по заданих алгоритмах із впливом на виконавчі органи ФГ через перший рівень.

Функції другого рівня:

- обробка дискретної інф. від УЛУ й інших пристроїв;
- збір і обробка аналогової інф. від датчиків уніфікованого сигналу;

- підготовка інф. і виконання процедури обміну нею з УВС для реалізації усіх функцій УВС;
- формування команд програмного керування устаткуванням вхідним у ФГ;
- формування в УВС інф. про хід програм ФГУ;
- виконання найпростіших обчислювальних процедур - розрахунку різниці і швидкості зміни параметрів, реалізація задач пускових авторегуляторів;
- виконання блокувань не реалізованих на 1-ом рівні і спрямованих, як правило, на розвантаження персоналу від виконання рутинних операцій.

Уся необхідна для реалізації алгоритму ФГУ інф. виводиться в пристрої керування кожної ФГ роздільно.

Алгоритм роботи ФГ передбачає різний режим керування ФГ: пуск із різних станів, зупинок і т.п., включаючи алгоритм роботи при спрацьовуванні технологічних захистів.

Вибір програмного керування ФГ і її запуск, як правило, здійснюється оператором. Для цього на пульті керування БЦК передбачаються відповідні пристрої - пульт керування ФГ. Примусовий пуск програми може здійснюватися від ТЗ. При автоматичній реалізації кожного з алгоритмів ФГ за допомогою системи ФГУ ДУ виконавчими органами даної групи крім регулюючої забороняється.

Виключення складають РО, керування якими може здійснюватися оператором без відключення другого рівня керування. Для об'єктів, що входять у ФГ і керованих із БЦК передбачається індивідуальне чи групове керування.

Інформацію про положення об'єктів керування в УЛУ-1 формується від кінце-вих шляхових вимикачів, а також блок контактів вимикачів однократно. Керування кожним об'єктом здійснюється з однієї ФГ. Інф. по положенню ОУ може використовуватися багаторазово, у тому числі й у різних ФГ. При цьому передбачаються заходи для збереження в роботі ФГ при виході з ладу сусідніх ФГ. ФГУ турбоустановки здійснюється за допомогою автоматизованої системи керування АСКТ-1000, що поставляється комплексно з турбіною.

## 2.8 Система автоматичного регулювання технологічних параметрів

Задачею автоматичного регулювання є безупинна автоматична підтримка заданої потужності ЕБ і оптимізація технологічних параметрів з метою досягнення високих показників надійності у всіх режимах роботи, що передбачаються.

Система автоматичного регулювання (САР) будується за ієрархічною структурою. На першому рівні розташовуються автоматичні локальні регулятори окремих параметрів. В другий рівень входять регулятори, що керують потужністю основних агрегатів ЕБ реактора і турбіни.

Схеми автоматичних регуляторів виконуються так, щоб вони функціонували в регульовальному діапазоні, а також у пусковому й інших необхідних режимах. Таким чином, пристрою автоматичного регулювання повинні бути всережимними.

Система автоматичного регулювання в залежності від призначення виконує позиційний, пропорційний (П), пропорційно-інтегральний (ПІ) чи пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) закони регулювання.

САР також виконує контроль справності датчиків технологічних параметрів по величині відхилення поточного чи значення контроль несправності електронної частини регуляторів і датчиків технологічних параметрів по тривалості імпульсу.

САР має самобаланс на поточне чи задане значення. Схеми самобалансу виконуються на всіх САР, що знаходяться при нормальному режимі роботи, у режимі, що охороняє. Схеми самобалансу призначені для зменшення рівня вхідного сигналу, з поступовим його нарощуванням, при включенні САР по командах захистів (блокувань).

САР реалізована на базі апаратури “Каскад-2” на який використовується блочно-модульний принцип побудови регуляторів.

Розглянемо основні регулятори машинного залу і реакторної установки:

1. Регулятор тиску в 1 контурі (УРС 01, УРС 05) і різниці температур у КД і гарячих нитках петель у режимах розігріву і розхолодження (УРС 04).

Призначений для підтримки заданого тиску над а.з. у всіх експлуатаційних режимах і різниці температур у КД і гарячих нитках петель у режимах розігріву і розхолодження.

Позиційний регулятор УРС 01 містить 6 клапанів з АДП-2, що керують засувками грубого упорскування і групами ТЕН. Для регулювання УРС 04 температура гарячих ниток виміряється термopарами ТХК 2076, максимальне значення з них виділяється двома блоками Н 05. Сигнал температури в КД формується лінійними перетворювачами Р, потім надходять на блок розмноження і далі на блок, що регулює аналогові сигнали з імпульсним вихідним сигналом, типу Р 27.

## 2. Регулятор БРУ-А.

Призначений для підтримки заданого значення  $P_u$  11 контурі при аварійних ситуаціях шляхом скидання надлишку пари в атмосферу для аварійного розхолодження блоку зі швидкістю  $30\text{ }^{\circ}\text{C/г}$  і  $60\text{ }^{\circ}\text{C/г}$ .

Параметри й основні дані інформаційно-вимірювальної системи АЕС уточню-ються за результатами аналізу стану питання і представляються в табличній формі.



Таблиця 2.1 - Параметри інформаційно-вимірювальної системи АЕС

	Найменування	Позначення	Розмірність	Значення величини
	Коди параметрів керування і крапок технологічного контролю	бу		
	Діапазон очікуваних значень:	квено		
	- нижня межа діапазону	цифрове	о.е.	5
	- верхня межа діапазону	D	%	350
	(нормовані значення)	X <sub>1</sub>	%	170
	Основна приведена погрішність вимірювального каналу:	X <sub>2</sub>	%	0
	- аддитивна складова;	γ		4,1
	- мультиплікативна складова;	γ <sub>адд</sub>		2,05
	Розрядність АЦП	γ <sub>му</sub>	біт	2,05
	Час опитування одного каналу	льт	мс	6
	АІВС безпрограмної обробки	n	Дж	50
	Енергетичні характеристики і параметри інформаційного сигналу	t <sub>и</sub>	У	7,5
	Час роботи на автономному режимі		А	10 <sup>-12</sup>
	Середній наробіток на відмовлення	E <sub>с</sub>	Ом	7,5
	Вірогідність реєстрації сигналу в заданому діапазоні	U <sub>с</sub>		10 <sup>-5</sup>
		I <sub>с</sub>	годи	3·10 <sup>-7</sup>
		R <sub>с</sub>	на	
		t <sub>п</sub>	годи	250
		T <sub>с</sub>	на	
		p	о.е.	2
		P <sub>си</sub>		100
		гнала		00
				0,6

## 2.9 Основні зведення про датчики ITABAR

Itabar-зонд приймає й усереднює динамічний і статичний тиск у чотирьох крапках, розподілених по поперечному перерізі трубопроводу.

Тому несиметрія профілю потоку впливає лише незначно на результат виміру, що дає можливість одержувати точні результати вимірів навіть при коротких вільних ділянках. Типовими є наступні вільні ділянки:

- діаметрів після 90 град. повороту;
- діаметрів після двох поворотів в одній площині;
- діаметрів після звуження плі розширення трубопроводу;

Малі витрати на монтаж. Для монтажу Itabar-зонда необхідний лише простий патрубок, через який зонд може бути введений у трубопровід. Патрубок кріпиться за допомогою звареного шва довжиною приблизно 10 см., залежить від типу зонда. За розмірами зонд набагато менше і легший, ніж діафрагма. При цьому досягається значна економія робочого часу і витрат на проведення робіт. Особливі переваги в цьому плані дає знімна версія Itabar-зонда. Економія монтажних засобів у порівнянні з діафрагмою досягає 25% для малих діаметрів труб і більш 70% для великих.

Менші втрати тиску і відповідно менші енергетичні витрати. Вигідна з гідротехнічної точки зору форма Itabar-зонда не створює практично ніякого звуження лінії потоку і створює завдяки цьому найменшу залишкову втрату тиску в порівнянні з іншими первинними приладами, що вимірюють витрату.

Утрати тиску на Itabar-зонді складають не більш 15% від обмірюваного значення різниці тисків. Це досить гарне значення в порівнянні з утратою тиску на діафрагмі, що складає звичайно 60% від обмірюваного перепаду тиску.

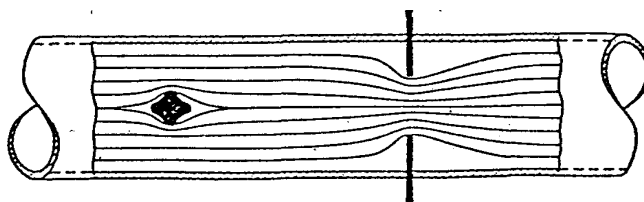


Рисунок 2.1 - Вплив Itabar-зонда і діафрагми на потік

Itabar-зонд для виміру витрати (теоретичні основи методу).

В основу принципу виміру покладений закон Бернуллі, що говорить, що сума обумовленої тиском у трубі енергії, потенційної енергії і кінетичної енергії в кожній крапці труби в будь-який момент часу залишається постійною, якщо розглядати стаціонарний потік і зневажити тертям.

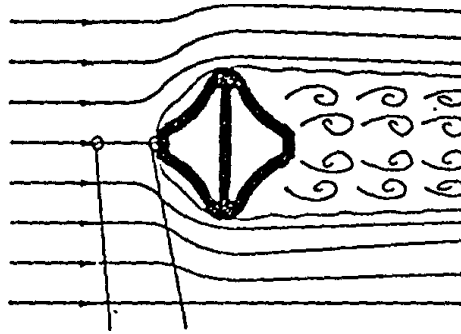


Рисунок 2.2 - Вплив Itabar-зонда на форму плинину

$$P + \frac{\sigma}{2} \cdot V^2 = const$$

Якщо помістити в рівномірний потік деяке тіло, то потік скраплюється безпосередньо перед перешкодою і перебуває в так називаній напірній крапці (S2) в абсолютному спокої. У цій крапці може бути обмірюваний сумарний тиск потоку:

$$P_{\Sigma} = P_{СТАТ} + P_{ДИН}$$

За допомогою чотирьох отворів розташованих на обтічній поверхні, Itabar-зонд вимірює посереднє значення сумарного тиску. На отвори, розташовані на тильній стороні зонда, діє тільки лише статичний тиск. Різниця цих двох значень служить мірою для швидкості потоку, що обтікає тіло.

$$\Delta P = P_{\Sigma} + P_{СТАТ}$$

Використовуючи закон сталості, можна через швидкість і площу перетину розрахувати витрата:

$$\Delta P = P + \frac{\sigma}{2} \cdot V^2 - P_{\text{СТАТ}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\sigma}}$$

Використовуючи закон сталості, можна через швидкість і площу перетину розрахувемо витрати:

$$G = A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\sigma}}$$

У такий спосіб перепад тисків пропорційний квадрату потоку і зв'язаний з ним через деякий залежний від форми зонда коефіцієнт ДО, визначений дослідним шляхом.

Необхідний для калібрування точний розрахунок перепаду тиску, створеного Itabar-зондом здійснюється на заводі за допомогою сучасних обчислювальних засобів. Розбіжність, із вручну розраховані значенням не так велико, тому значення перепаду тиску є досить точним і може бути використане для наступного вибору перетворювача різниці тисків і т.д.

### 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Теплорахунок на мікропроцесорній основі, тип 2AP1600

Основні розміри і розподіл підключень. Прилад передбачений для монтажу на приладовій чи дощці панелі і може бути убудований як в окремі вирізи в панелі, так і у відкриті смуги. З урахуванням наявних джерел тепла, звернути увагу, щоб була витримана температура від 0 до 50 град.С.

##### Корпус, підключення

Клас захисту (IP20 DIN 40050)

Монтаж (пульт, панель)

Підключення (гвинтові затиски)

Розміри (ВхШхГ) (144x72x220 мм)

Вага (приблизно 1,5 кг)

##### Входи

Вимір температури	ІОО відповідно до DIN IEC 751, у
Датчик температури	двох- чи чотирьохпровідне виконанні
Температурна область	від 0 до 200 град.
Область вимірів по $\Delta T$	$3K < \Delta T < 100^{\circ}C$
Вимір витрати	0...20 мА чи 4...20 мА
Вхідний сигнал	250 Ом
Вхідний опір	

##### Виходи

Теплова енергія, токовий	0...20 мА чи 4...20 мА
Область	500 Ом
Максимальний опір	
Тривалість імпульсу $\geq 50$ мс	

Граничні значення похибок:

1) основна похибка тепла

-  $20\text{K} < \Delta T < 100\text{K}$  1%;

-  $3\text{K} < \Delta T < 100^\circ$  1.5%

2) граничне значення похибки виміру температури:

-  $\Delta T > 20\text{ K} \pm 0,1\text{ K}$ ;

-  $3\text{K} < \Delta < 20\text{ K} \pm 0,3\text{ K}$ ;

3) граничні значення погрішності виміру витрат  $\pm 0,5\%$ .

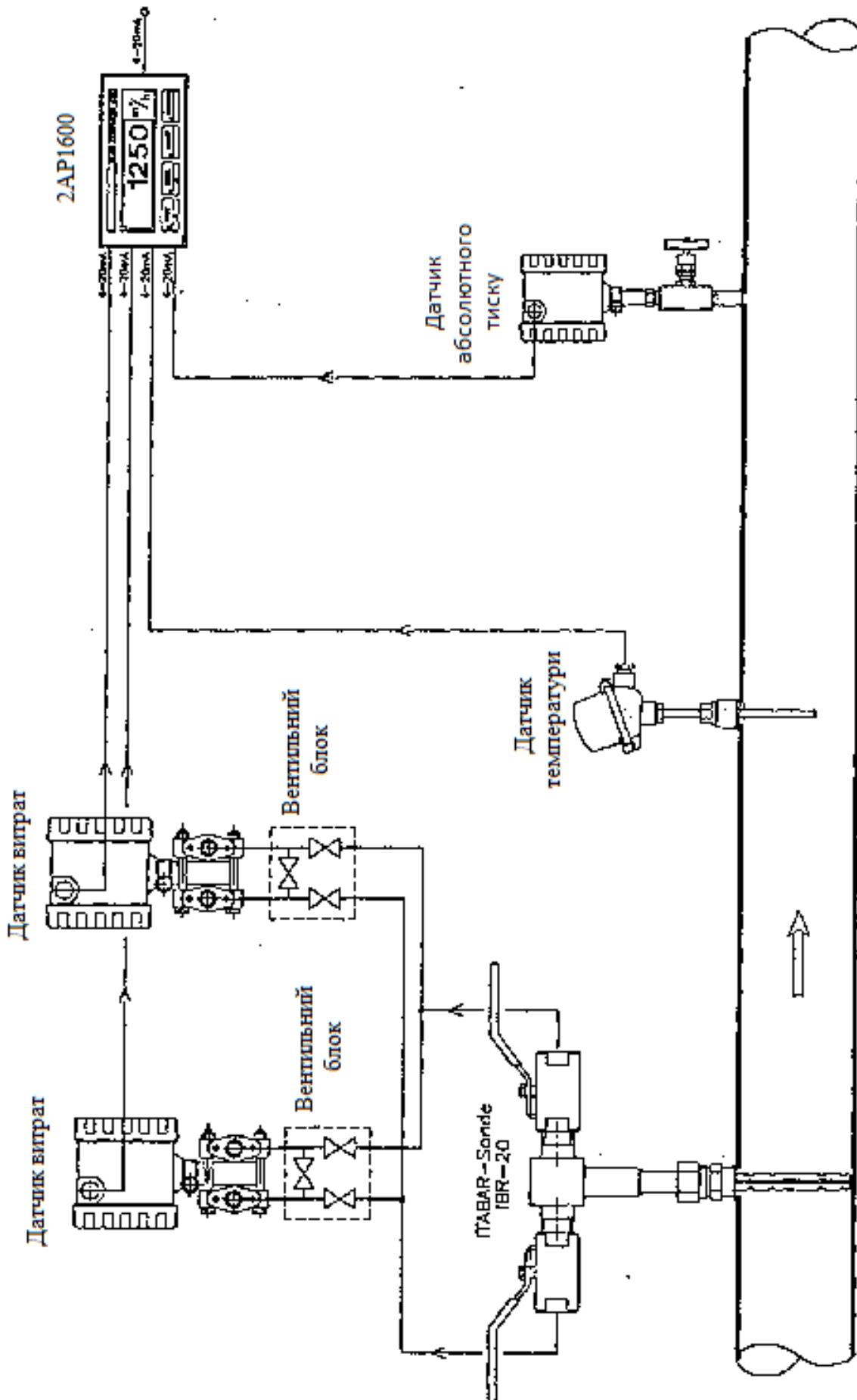
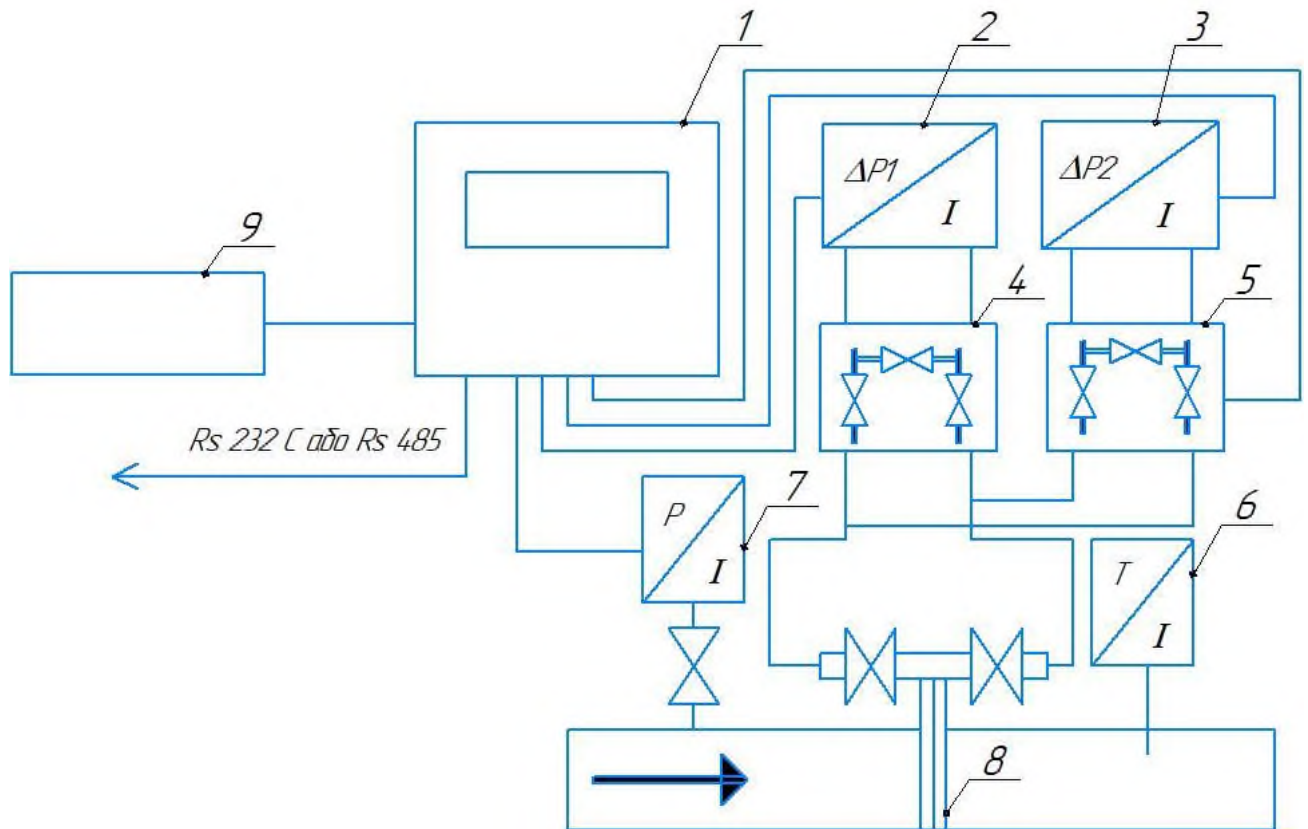


Рисунок 3.1 - Багатоканальна система реєстрації витрати пари



1 - обчислювач-коректор (служить для обробки і збереження інформації, а також для формування і видачі контрольно-звітної інформації); 2 - 3 - датчик диференціального тиску Сапфір 22-ДД; 4 - 5 - триходові вентильні блоки; 6 - датчик температури ТТР чи Pt-100; 7 - датчик абсолютного тиску Сапфір 22-АД; 8- ITAVAR-зонд; 9 - блок безперебійного живлення.

Рисунок 3.2 - Технологічна схема обліку пари перед турбіною

У залежності від необхідної межі вимірів витрати використовуються від 1 до 3 датчиків диференціального тиску і відповідно триходових вентильних блоків Під ІВС розуміють системи, призначені для автоматичного одержання кількісної інформації безпосередньо від досліджуваного об'єкта шляхом виміру і контролю, обробки цієї інформації і видачі її у виді сукупності іменованих чисел і висловлень, графіків і т.д., що відбивають стан даного об'єкта.



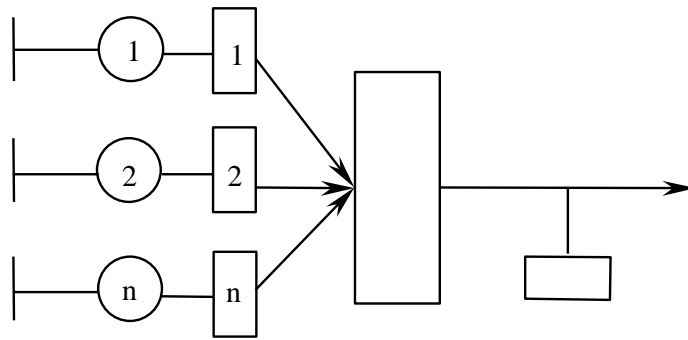


Рисунок 3.3 - Типова структурна схема

### 3.2 Розробка інформаційної моделі керування для контролю потужності реактора

Для створення ІВС необхідно чітко представляти яка інформація буде обслуговуватися даною системою. Важливо знати яка кількість інформації про контрольовану систему  $X$  дає спостереження за системою  $Y$ .

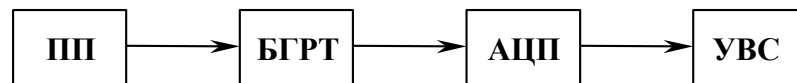


Рисунок 3.4 - Структурна схема одного каналу

Датчик типу ІТАВАР, призначений для виміру витрати рідких і газоподібних середовищ у трубопроводах від 15 мм до 12 000 мм.

Діапазон вихідного сигналу 4÷20 ма.

Вхідний опір перетворювача каналу,  $R_{вх} \leq 250$  Ом.

Контрольованим параметром є витрата пари на турбіну.

### 3.3 Розрахунок параметрів багатоканальної інформаційно-вимірювальної системи АЕС

#### 3.3.1 Розрахунок розрядності АЦП

Для розрахунку розрядності АЦП і наступних розрахунків необхідно ввести поняття:

- 1) Діапазон очікуваних значень  $D$

$$D = \frac{X_{\max}}{X_{\min}} = \frac{100\%}{20\%} = 5,$$

де  $X_{\max}$  і  $X_{\min}$  - максимальне і мінімальне значення потужності, що відповідають максимальному і мініимальному струму датчика.

- 2) Основна приведена похибка каналу  $\gamma$

- 3)

$$\gamma_{np} = \gamma_{add} + \gamma_{мульт.}$$

При вимірі будь-якої величини неможливо одержати вільний від перекручування сигнал. Причини цих перекручувань можуть бути різними.

У вимірювальній техніці для оцінки приведеної погрішності, що складає з аддитивної погрішності – незалежної від значення преутвореної величини, і мультиплікативної – пропорційної поточному значенню преутвореної величини. Приведена погрішність вимірювального каналу визначається наступним вираженням:

$$\gamma_{np} = \gamma_{дат} + \gamma_{в.б.} + \gamma_{д.д.} + \gamma_{(л.с.)} + \gamma_{АЦП}$$

де:  $\gamma_{дат}$  – погрішність датчика,  $\gamma_{дат}$  1 %,

$\gamma_{в.б.}$  – погрішність вентильного блоку,  $\gamma_{в.б.}$  1 %,

$\gamma_{д.д.}$  – погрішність датчика витрати Сапфір 22-ДД,  $\gamma_{д.д.}$  1 % ÷ 0,25 %,

$\gamma_{л.с.}$  – погрішність лінії зв'язку, приймаємо  $\gamma_{л.с.}$  0,1 %,

$\gamma_{АЦП}$  – погрішність аналого-цифрового перетворювача,  $\gamma_{АЦП}$  1 %,

Тоді

$$\gamma_{np} = 1\% + 1\% + 1\% + 0,1\% + 1\% = 4,1\% .$$

У підсумку  $\gamma_{add} 2,05$ ,  $\gamma_{мульт} 2,05$ .

АЦП призначений для перетворення аналогового сигналу в цифровий. Розрядність АЦП визначимо з урахуванням принципу рівномірного квантування динамічного діапазону:

$$q = \frac{x_2 - x_1}{2^n},$$

де  $q$  – величина квантування сигналу,

$x_2 \div I_{\max}$  – максимальне значення струму,

$x_1 \div I_{\min}$  – мінімальне значення струму.

Погрішність квантування

$$\Delta_{кв} = \frac{1}{2} q,$$

але з іншої сторони

$$\Delta_{кв} = \gamma_{np} \cdot I_{\max} = 0,041 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 8,2 \cdot 10^{-4} .$$

$$\frac{1}{2} q = 8,2 \cdot 10^{-4} ,$$

$$q = 4,1 \cdot 10^{-4} .$$

$$\frac{I_{\max} - I_{\min}}{2^n} = q .$$

Прологарифмуємо по підставі 2:

$$n = \log_2 \frac{I_{\max} - I_{\min}}{q} = \log_2 \frac{2 \cdot 10^{-2} - 4 \cdot 10^{-3}}{4,1 \cdot 10^{-4}} = 6 .$$

У такий спосіб для забезпечення точності каналу не нижче класу точності датчика необхідно використовувати АЦП із розрядністю, рівної шести.

### 3.3.2 Розрахунок характеристик вірогідності, надійності й ефективності функціонування багатоканального АІВС

Для розрахунку характеристик вірогідності необхідно визначити еквівалентне число градацій вимірювального приладу, що працює в діапазоні  $4 \div 20$  мА.

$$N_{\text{екв}}^{\text{реал}} = \frac{\ln D_{\text{ож}}}{2\gamma_{\text{пр}} \sqrt{D_{\text{ож}}}} = \frac{\ln 5}{2 \cdot 0,041 \cdot \sqrt{5}} = 8,9.$$

$$N_{\text{екв}}^{\text{ідеал}} = \frac{\ln D_{\text{ож}}}{2\gamma_{\text{пр}}} = \frac{\ln 5}{2 \cdot 0,041} = 19,6.$$

Імовірність реєстрації сигналу з  $D_{\text{ож}} 5$  за допомогою каналу з  $D_{\text{ож}} e^2$ :

$$P_{D_0} = \frac{N_{\text{екв}}^{\text{реал}}}{N_{\text{екв}}^{\text{ідеал}}} = \frac{8,9}{19,6} = 0,454 ,$$

Імовірність реєстрації сигналу з  $D_{\text{ож}} 5$  системою з  $n$  вимірювальних каналів.

$$P_{D_c} = 1 - (1 - P_{D_0})^n .$$

Таблиця 3.1 - Імовірність реєстрації сигналу

n	1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---	---

$P_{Dc}$	0,454	0,702	0,837	0,911	0,951	0,974	0,986	0,992
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Для розрахунку характеристик надійності необхідно визначити інтенсивність відмовлення. Наробіток елементів інформаційного каналу на відмовлення  $\bar{\Lambda}$  (технічна документація):

$$T_{д.д.} = 15000 \text{ год}$$

$$T_{ашп} = 10000 \text{ год}$$

$$\lambda_{CP} = \lambda_{д.д.} + \lambda_{ашп} = \frac{1}{T_{д.д.}} + \frac{1}{T_{ашп}}$$

$$T_{CP} = \frac{1}{\lambda_{д.д.} + \lambda_{ашп}} = \frac{1}{6,7 \cdot 10^{-5} + 3,3 \cdot 10^{-5}} = 10000 \text{ год.}$$

Інтенсивність відмовлення ІВК  $\lambda_{CP} = \frac{1}{T_{CP}}$ ,

$$\lambda_{CP} = 10^{-4}$$

Надійність для одного піддіапазона:

$$P_{H_0} = e^{-\lambda \cdot t_{ан}} = e^{-\frac{1}{T_{CP}} \cdot t_{ан}} = 0,999$$

де  $t_{ан} = 7$  – час роботи на автономному джерелі живлення.

Надійність системи для n-го кількості ІВК визначається по формулі:

$$P_H = (P_{H_0})^n$$

Таблиця 3.2 - Надійність системи

N	1	2	3	4	5	6	7	8
$P_H$	0,999	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992

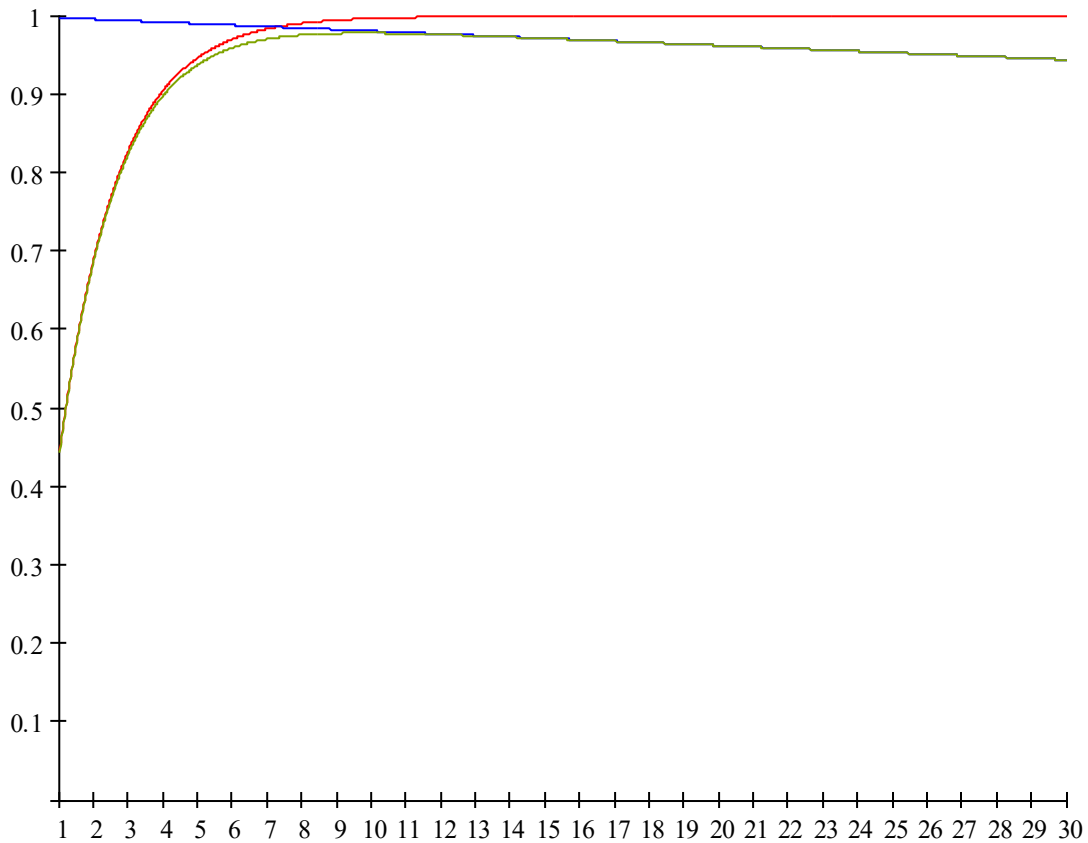


Рисунок 3.5 - Вірогідність (червона крива), надійність (синя крива) і показник ефективності (фіолетова крива)

Ефективність для n- го кількості датчиків:

$$W_{эф} = P_{H_0}^n \cdot [1 - (1 - P_{D_0})^n]$$

Занесемо дані в таблицю:

Таблиця 3.3 - Ефективність для n- го кількості датчиків

N	1	2	3	4	5	6	7	8
$W_{эф}$	0,426	0,700	0,83	0,90	0,94	0,96	0,97	0,98
			5	7	7	8	9	8

Аналізуючи отримані залежності графоаналітичним способом визначимо оптимальна кількість ІВК,  $n_{опт}=8$ .

### 3.3.3 Розрахунок енергетичних характеристик багатоканального ІВС

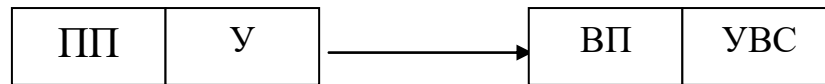


Рисунок 3.6 - Схема багатоканального ІВС

Первинним перетворювачем у нашій схемі служить Сапфір 22-ДД. Сапфір містить у собі підсилювач. Наближений розрахунок сигналу надходить із тензодатчика сапфіра на підсилювач показав, що величина сигналу складає 0,3 мка. Від первинного перетворювача сигнал подається на вторинний перетворювач. Вторинний перетворювач і УВС технологічно виконані в одному корпусі і являють собою теплорахунок на мікропроцесорній основі типу 2AP1600. У первинному перетворювачі відбувається посилення сигналу ( $3 \cdot 10^{-7}$ ) до рівня, сприйманого УВС ( $4 \div 20$  ма). Вхідний опір дорівнює  $R_{\text{вх}}=250$  Ом.

За законом Ома визначимо напруга:

$$U = R \cdot I = 250 \cdot 3 \cdot 10^{-7} = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ У}$$

Потужність сигналу:

$$P = U \cdot I = 7,5 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

Енергія сигналу  $E_c$  буде визначатися з формули:

$$E_c = \gamma_{\text{дд}}^2 \cdot P \cdot t_u = 10^{-4} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 7,5 \cdot 10^{-12}, \text{ де } \gamma_{\text{дд}}=1 \%,$$

$t_u \geq 5 \cdot 10^{-2}$  з – час циклу для даної системи.

### 3.3.4 Побудова характеристики точності багатоканального ІВС

Точність – кількість розподілів шкали приладу, який можна одержати.

З появою цифрової обчислювальної техніки з'явилася можливість швидкої комутації з однієї межі виміру на іншій. Важливо оцінити відносну похибку діапазону приладу.

$$\frac{\Delta x}{x} = \gamma .$$

Тому що погрішність (клас точності) датчика дорівнює  $\gamma = 1 \%$ , те відносна похибка

$$\frac{\Delta x}{x_2} = 0,01 .$$

Ціна розподілу (квантування)

$$\Delta x = x_2 \cdot \gamma = 1 \cdot 0,01 = 0,01 .$$

З огляду на, що  $\gamma_{\text{ін}} = \gamma_{\text{адд}} + \gamma_{\text{мульти}} = 0,041$ , те

$$A = \frac{1}{2 \cdot \gamma_{\text{пр}}} = \frac{1}{2 \cdot (\gamma_{\text{адд}} + \gamma_{\text{мульти}})} = \frac{1}{2(0,0205 + \frac{\Delta x}{x})} . [3]$$

Складемо таблицю по функції  $A=f(x)$ .

Таблиця 2.5 - Функція  $A=f(x)$

x	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
A	4,149	7,092	9,288	10,99	12,35	13,45	14,37	15,15	15,82	16,40

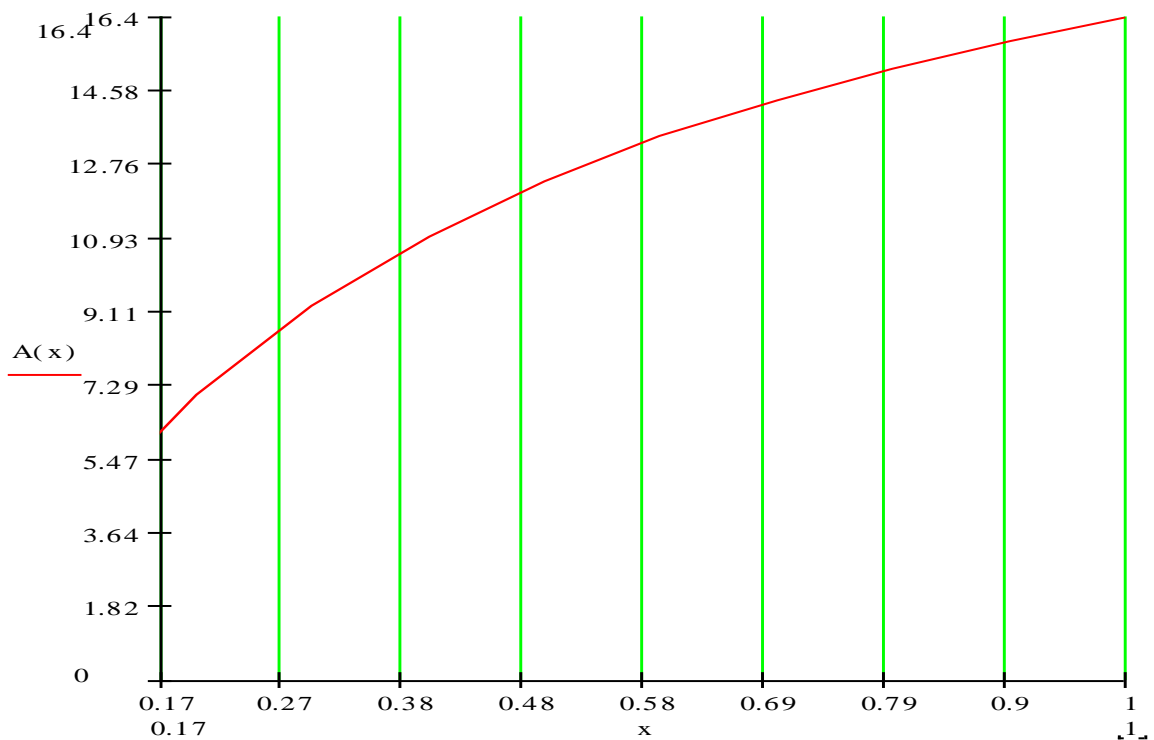


Рисунок 2.9 - Характеристика точності



## 4. САПР

### 4.1 САПР плазово-шаблонних робіт

Раніше в машинобудівному виробництві всі складні деталі виготовляли плазово-шаблонним методом. З упровадженням обчислювальних засобів, як великі, малі і мікро-еом, креслярські автомати, верстати з ЧПУ з'явилася можливість відмовитися від цього трудомісткого з багатьма недоліками методу виробництва. На його зміну прийшов розрахунково-плазовий метод, це комбінований спосіб ув'язки, більш прогресивний, чим плазово-шаблонний метод, але ще не досяг комплексної автоматизації. Расчетно-плазовому методу (РПМ) існують всі риси майбутнього методу автоматизованого формоутворення: широке застосування математичного апарату, комплексна нормалізація і типізація конструкторського і технологічного процесів, їх природне поєднання і розвиток, широке використання різних по потужності обчислювальних засобів і устаткування з ЧПУ у всіх ланках основного виробництва і його підготовки. З другого боку, цілі групи елементів конструкції і оснащення при цьому методі проектують, пов'язують і виготовляють за традиційною, але модернізованою технологією плазово-шаблонного методу. РПМ полягає в такій побудові системи конструкторско-технологічної підготовки виробництва, при якому забезпечується єдність вихідної інформації, використовуваної в процесі проектування керівників програм обробки деталей на верстатах з ЧПУ, з другого боку, і при створенні плазово-шаблонного і об'ємного оснащення, з іншою. Це досягається:

а) розробкою і застосуванням єдиної початкової геометричної інформації у вигляді математичних, інформаційних і графічних моделей колективного користування;

б) більш повним проставлянням розмірів на кресленнях із записом в них відомостей, необхідних і достатніх для однозначного їх читання різними виконавцями;

в) упровадженням широко варіюємої схеми паралельно-послідовного формоутворення об'єктів виробництва і їх геометричної ув'язки, яка дозволяє погоджувати форми і розміри деталей в процесі їх паралельного виготовлення різними способами.

Особливості проектування і завдання поверхонь при РПМ полягає перш за все в широкому застосуванні для цих цілей сучасних обчислювальних і технічних засобів, що дозволяє видати у виробництво

будь-яке число точних і повноцінних за об'ємом інформації розрахункових таблиць. Важливою ланкою процесу формоутворення деталей є ув'язка поверхонь, яка представляє собою їх взаємне узгодження по геометричних параметрах. Ув'язка є одним з основних чинників моделювання геометричних об'єктів, які забезпечують отримання правильної інформації. Графоаналітична ув'язка при РПМ є найбільш поширеним і раціональним способом узгодження форм і розмірів елементів конструкцій. При розрахунково-плазовому методі важливим джерелом узгодження зєднаних ділянок поверхонь є інформаційні моделі. Інформаційну модель звичайно представляють у вигляді таблиці координат крапок і інших геометричних параметрів. При РПМ широко застосовується можливість отримання з ЕОМ і розрахункових таблиць, і управляючій інформації для викреслювання геометричної моделі на креслярському інструменті. При розрахунково-плазовому методі скорочується загальне число операцій по перенесенню форм і розмірів, тим самим зменшуються втрати точності, неминучі при графічних і візуальних способах передачі і оцінки геометричної інформації. Крім того, автоматизується процес виготовлення основних обводоутворюючих шаблонів на базі математичних моделей, ЕОМ і верстатів з ЧПУ, що також скорочує кількість допоміжного оснащення. Точність виготовлення шаблонів якість їх взаємної ув'язки все більше залежать від об'єктивних чинників, які піддаються обліку і регулюванню. РПМ створює широкі перспективи для автоматизації технологічних процесів не тільки в області підготовки виробництва, але і у сфері основного виробництва-

заготівельного, складального і особливо механообробці. При РПМ технічний і економічний ефекти досягаються дякуючи:

- а) скороченню термінів підготовки виробництва;
- б) зменшенню технологічного циклу виготовлення досвідчених і серійних деталей;
- в) підвищенню якості ув'язки і точності відтворення зовнішніх форм всіх елементів каркаса;
- г) поліпшенню геометричної взаємозамінності деталей і вузлів агрегату.

Скорочення термінів підготовки виробництва і зменшення виробничого циклу обумовлюється не тільки застосуванням високопродуктивного обладнання, але і можливістю наперед, ще до запуску чергового виробу, провести велику роботу по підготовці прикладного програмного забезпечення. Разом з вищепереліченим упровадження розрахунково-плазового методу дозволяє отримати і інші позитивні результати:

- а) послідовну ліквідацію важких робіт і скорочення загальної частки фізичної праці в процесі підготовки основного виробництва;
- б) стирання грані між фізичною і розумовою працею, що знаходить виражені в появі змішаних спеціальностей, наприклад, інженера-налагоджувальника, техника-оператора і др.;
- в) різносторонній інтелектуальний розвиток робочого, зайнятого обслуговуванням новітньої програмно-керуючої і електронно-обчислювальної техніки;
- г) створення більш високої культури виробництва, кращих умов праці на ділянках, оснащених новим автоматичним устаткуванням.

Однією з характерних особливостей РПМ є можливість широкої кооперації на всіх стадіях проектування і виробництва нових зразків техніки, а також гнучкість, можливість широко варіювати організацію технологічного процесу в цілях максимального використання виробничих потужностей і в першу чергу - сучасного устаткування з ЧПУ. РПМ є зв'язуючою ланкою між двома різними принципами формоутворення і базою для послідовного переходу від традиційного

але застарілого плазаво-шаблонного методу до методу автоматизованого формоутворення.

Програмне забезпечення регуляторів рівня в ПГ і продуктивності ПТН розроблено на мові символічного кодування мікроЕОМ. Програми поставляються на гнучких магнітних носіях у вигляді завантажувальних модулів. Програмне забезпечення підготовлено на базі системи корекції програмного забезпечення і розташовується в стійці УВК И231.

Регулятори рівня в ПГ і продуктивності ПТН реалізуються виконанням наступної послідовності програм (в порядку їх виконання)

Таблиця 4.1 – Послідовність виконання програми

№ в паспорті задач	Ідентифікатор	Найменування програми
1	2	3
6	ОВNМАС	ОБНУЛЕННЯ МАСИВУ
7	МКТD	КОНТРОЛЬ ТРОЇРОВАННИХ ДАТЧИКІВ
12	РРРGO	РППГО
13	РТNO	ПТНО
14	PDGPER	ПІДГОТОВКА ПЕРЕПИСУ
15	PEREP	ПЕРЕПИС (RL71C02)
16	TZRPO	ФТЗІ РПО (RL71C02)
17	RVRPO	РРВІ РПО (RL71C02)
18	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР (RL71C02)
19	PEREP	ПЕРЕПИС (RL72C02)
20	TZRPO	ФТЗІ РПО (RL72C02)
21	RVRPO	РРВІ РПО (RL72C02)

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
22	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР (RL72C02)
23	PEREP	ПЕРЕПИС (RL73C02)
24	TZRPO	ФТЗІ РПО (RL73C02)
25	RVRPO	РРВІ РПО (RL73C02)
26	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР (RL73C02)
27	PEREP	ПЕРЕПИС (RL74C02)
28	TZRPO	ФТЗІ РПО (RL74C02)
29	RVRPO	РРВІ РПО (RL74C02)
30	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР (RL74C02)
31	FTZO	ФТЗО
32	PEREP	ПЕРЕПИС (RL71C04)
33	TZRPP0	ФТЗІ РППО (RL71C04)
34	RVRPP0	РРВІ РППО (RL71C04)
35	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР (RL71C04)
36	PEREP	ПЕРЕПИС (RL72C04)
37	TZRPP0	ФТЗІ РППО (RL72C04)
38	RVRPP0	РРВІ РППО (RL72C04)
39	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР (RL72C04)
40	PEREP	ПЕРЕПИС (RL73C04)
41	TZRPP0	ФТЗІ РППО (RL73C04)
42	RVRPP0	РРВІ РППО (RL73C04)
43	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР (RL73C04)
44	PEREP	ПЕРЕПИС (RL74C04)
45	TZRPP0	ФТЗІ РППО (RL74C04)
46	RVRPP0	РРВІ РППО (RL74C04)

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
47	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР (RL74C04)
48	PEREP	ПЕРЕПИС
49	TZRPR1	ФТЗІ П1
50	RVRPR1	РРВІ П1
51	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР
52	KIM51	КИМ51
53	PEREP	ПЕРЕПИС
54	TZRPR2	ФТЗІ П2
55	RVRPR2	РРВІ П2
56	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР
57	KIM52	КИМ52
58	PEREP	ПЕРЕПИС
59	TZRMR1	ФТЗІ Р1
60	RVRMR1	РРВІ Р1
61	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР
62	PEREP	ПЕРЕПИС
63	TZRMR2	ФТЗІ Р2
64	RVRMR2	РРВІ Р2
65	UR	УНІВЕРСАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР
67	KIM	КОНТРОЛЬ ЖИВЛЕННЯ НИМ
68	SIGN	СИГН

## 4.2 ОПИС БЛОК-СХЕМ ПРОГРАМ

### 4.2.1 ОПИС БЛОК-СХЕМИ ПРОГРАМИ РППГО

Програма РППГО реалізує загальні для РПО і РППО розрахунки, а також готує додаткову інформацію для інших програм. Вхідна інформація програми РППГО приведена в таблиці 4.2., внутрішньопрограмні змінні - в табл.1.2, інформація виходу - в табл. 4.3.

**Таблиця 4.2 - Вхідна інформація програми РППГО**

Найменування змінни	Ідентифікатор	Діапазон зміни	Звідки передається
1	2	3	4
Регулятор RL7iC02 включений (i=1÷4)	RL7iC02 вкл	0;8000	ОД
Температура води за ПВД-А	Тпв1	0÷1.0	ОД
Температура води за ПВД-Б	тпв2	0÷1.0	ОД
Тиск пару за СРК	РСРК	0÷1.0	ОД
Тиск пару перед ПТН	РПТН	0÷1.0	ОД
Тиск пару в ГПК	РГПК	0÷1.0	ОД
Постійна диференціювання Ргпк	Кд	0÷1.0	Таблиці настройок
Час диференціювання Ргпк	Тдн	0÷1.0	Таблиці настройок
Ознака динаміки	ДИН	0; 1	ФТЗІ РПО, РРВІ П1
Лічильник часу ознаки динаміки	ТАУ1	0÷600	ФТЗІ РПО, РРВІ П1

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4
Ознака розвантаження блоку по сигналах тих. захистів	ТЗ розгр	0;8000	ОД
Витрата води за ПТН-1	W1	0÷1.0	ОД
Витрата води за ПТН-2	W2	0÷1.0	ОД
Отказ датчиків тиску в ГПК	OD РГПК	0;8000	КТД
Ознака відключеного стану ГЦНі (i=1÷4)	ГЦНі	0;8000	ФТЗІ РПО
*Засувка RL61S05 не закрита"	RL61S05 н/з	0;8000	ОД
*Засувка RL62S05 не закрита"	RL62S05 н/з	0;8000	ОД
*Засувка RL61S12 не закрита"	RL61S12 н/з	0;8000	ОД
*Засувка RL62S12 не закрита"	RL62S12 н/з	0;8000	ОД
*Засувка RL61S13 не закрита"	RL61S13 н/з	0;8000	ОД
*Засувка RL62S13 не закрита"	RL62S13 н/з	0;8000	ОД
*Підвищення рівня в ПВД-А до І межі	ПВДА-Іпр	0;8000	ОД
*Підвищення рівня в ПВД-Б до І межі	ПВДБ-Іпр	0;8000	ОД

\*Тільки для бл. 6.



Таблиця 4.3 - Внутрішньопрограмні змінні програми РППГО

Найменування змінни	Ідентифікатор	Діапазон зміни
1	2	3
Демпфований сигнал тпв1	тпв1д	0÷1.0
Демпфований сигнал тпв2	тпв2д	0÷1.0
Демпфований сигнал РПТН	РПТНд	0÷1.0
Демпфований сигнал РГПК	РГПКд	0÷1.0
Демпфований сигнал РСРК	РСРКд	0÷1.0
Сигнал "РПТНд" затриманий на один такт	РПТНд*	0÷1.0
Сигнал "РГПКд" затриманий на один такт	РГПКд*	0÷1.0
Сигнал "РСРКд" затриманий на один такт	РСРКд*	0÷1.0
Сигнал "W1" затриманий на один такт	W1*	0÷1.0
Сигнал "W2" затриманий на один такт	W2*	0÷1.0
Лічильник часу ознаки динаміки	TAU1	0÷600
Лічильник часу обнулення змінни dРГПК	TAU8	0÷96
Швидкість зміни параметрів	D1,D2,D4,D5	0÷1.0
Робочі змінні	R4, R7	0÷1.0
Робоча змінна	i	0÷4
Ознака відключення ПВД-А	ДД1	0;1
Ознака відключення ПВД-Б	ДД2	0;1
Лічильник кількості відключаються ГЦН	Сч1	0÷4
Лічильник кількості відключених ГЦН	Сч2	0÷4

Таблиця 4.4 - Вихідная інформація програми РППГО

Найменування змінни	Ідентифікатор	Діапазон зміни	Куди передається
1	2	3	4
Відключити SE51C01	Відключити SE51C01	0; 8000	БК
Відключити SE52C01	Відключити SE52C01	0; 8000	БК
Похідна сигналу "РГПК"	dРГПК	-1.0÷1.0	РРВІ РПО
Ознака перехідних режимів	ДИН	0; 1	ФТЗІ РПО, РРВІ ПІ, КИМ51
Демпфований сигнал tпв1	tпв1д	0÷1.0	ПТНО
Демпфований сигнал tпв2	tпв2д	0÷1.0	ПТНО
Демпфований сигнал РСРК	РСРКд	0÷1.0	ФТЗІ РПО
Демпфований сигнал РПТН	РПТНд	0÷1.0	РРВІ ПІ
Демпфований сигнал РГПК	РГПКд	0÷1.0	ПТНО
Ознака включення ГЦНі (i=1÷4)	ВГЦНі	0;1	ФТЗІ РПО, ФТЗО
Ознака відключення ГЦНі (i=1÷4)	ОГЦНі	0;1	ФТЗІ РПО
Сигнал "Відмова датчика tпв1"	Отпв1	0;8000	ЛБД
Сигнал "Відмова датчика tпв2"	Отпв2	0;8000	ЛБД
Сигнал "Відмова датчика РПТН"	ОРтпн	0;8000	ЛБД
Сигнал "Відмова датчика РСРК"	ОРсрк	0;8000	ЛБД
Сигнал "Ознака динаміки"	Пр ДИН	0;8000	ЛБД
Сигнал "Ознака відключеного	И232 викл	0;8000	БК

Найменування змінни	Ідентифікатор	Діапазон зміни	Куди передається
1	2	3	4
стану любого ГЦН"	ГЦН		
Поправка сигналу різниці температур теплоносія на ПГ по температурі води	ALFA	0.5351÷ 0.7276	РРВІ РПО,РРВІ ПІ
Формування ознаки динаміки по зміні Рсрк	DSRK	0;8000	ЛБД
Формування ознаки динаміки по зміні витрати за ТПН1	DF1	0;8000	ЛБД
Формування ознаки динаміки по зміні витрати за ТПН2	DF2	0;8000	ЛБД
Формування ознаки динаміки по зміні тиску пару до ТПН	DPTPN	0;8000	ЛБД
Формування ознаки динаміки по розвантаженню блоку по сигналах тих. захистів	PTZ	0;8000	ЛБД
Формування ознаки динаміки по відключенню ПВД	DPVD	0;8000	ЛБД

В бл. 1-8, 17-20 при відключенні всіх чотирьох РПО ряду змінних привласнюються початкові значення. Цим забезпечується правильне функціонування програми після перезапуску УВК. В бл. 9, 28-31 за допомогою підпрограм демпфування виробляється демпфування вхідних аналогових сигналів. В бл. 10-16, 21-27 формується похідна сигналу "РГПКд". Група блоків 32÷47 призначена для ідентифікації перехідних режимів, викличних великі обурення для РПО. Факт виникнення будь-якого з цих режимів запам'ятовується

за допомогою змінни ДИН (бл.47). При цьому запускається лічильник ТАУ1 (бл. 33, 36, 37, 47). Після відліку 10 мін ознака ДИН, а також ознаки ВГЦНі, ОГЦНі ( $i=1\div 4$ ) і пам'ять причин формування ознаки динаміки обнуляються (бл. 34,34а,35). Ознака ДИН використовується для відключення контролю справності РПО по розбалансу (програма ФТЗІ.РПО). В бл. 39-42а по швидкості зменшення витрати води за ПТН ідентифікуються режими відключення ПТН. В бл. 43, 44а по швидкості зміни тиску пару перед ПТН ідентифікуються режими переключення живлення ПТН паром з 3-го відбору на КСН і назад. В бл.45, 46а по швидкості зміни тиску за СРК ідентифікуються режими “сброса-наброса” навантаження ТГ. В блоках 48÷66 контролюється справність датчиків тиску в ГПК, тиску за СРК, тиску пару перед ПТН і температури живильної води. Датчики РГПК потроєні. Їх контроль виробляється також в програмі контролю потроєних датчиків. Контроль виробляється шляхом порівняння свідчень датчика з технологічно можливими значеннями. При виході свідчень з допустимої зони формується відповідний сигнал для відображення в СМІТТЯ. При відмові датчиків температури живильної води для розрахунку поправки використовується середнє значення температури 187.5°C (бл. 57,60).

При відмові датчика тиску в ГПК обнуляється похідна  $dP_{гпк}$ . Це обнулення виробляється також в течії 96 сік після відновлення свідчень датчика (бл. 51÷54). В бл.67,103 формуються значення показників відповідних датчиків із затримкою на один такт. В бл. 68÷70 розраховується поправка ALFA сигналу перепаду температур теплоносія на ПГ для розрахунку витрати пару, як лінійна функція усередненої по двох нитках температури живильної води. В бл. 71-86 формується ознака перехідних режимів при відключенні ПВД-А, ПВД-Б або розвантаженні турбіни по сигналах технологічних захистів. В бл. 87-100 при відключенні одного з 4-х, або одного з 3-х ГЦН інформація про відключення ГЦН передається в стійку УВК И232. В бл. 101, 102 за наявності перехідних режимів формується ознака динаміки для відображення на технологічному відеокадрі регуляторів живлення і продуктивності.

## 5 ОХОРА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Охорона праці

Основна мета заходів щодо охорони праці - ліквідація виробничого травматизму і професійних захворювань. Проведення заходів щодо поліпшення умов праці дає відчутний економічний ефект - підвищується продуктивність праці, знижуються витрати на відновлення втраченої працездатності. Міри безпеки праці повинні передбачатися при проектуванні, будівництві, виготовленні і впровадженні в дію об'єктів і устаткування. Усі заходи щодо охорони праці проводяться з метою захисту учасників трудового процесу від впливу небезпечних і шкідливих факторів, що характеризують умови його проведення.

Основні небезпечні та шкідливі фактори в цехах водопостачання:

- елементи обладнання що рухається (насосного, механізованим решіток, шкребків, мішалок);
- небезпечний рівень напруги в електричному колі;
- понижена температура повітря в виробничих приміщеннях спорудах;
- підвищена вологість повітря (у відстійниках);
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена запиленість повітря в робочій зоні.

Крім вказаних шкідливих і небезпечних факторів, є небезпека ураження людей електричним струмом, отруєння при роботі з хімічними речовинами. Тому черговий персонал цеху очищення стічних вод отримує спецодяг (костюм, черевики, рукавиці, захисна каска), спецвзуття (чоботи) та індивідуальні засоби захисту по встановлених нормах. В приміщеннях для обслуговуючого персоналу передбачені роздягалки, умивальники, мило, рушники, аптечки. Крім того, на робочому місці повинні бути індивідуальні засоби захисту: захисний фартух, протигаз марки В, БКФ.

Для забезпечення електробезпеки застосовують наступні технічні способи: захисне заземлення, занулення, захисне відключення, ізоляція струмоведучих частин, огорожувальні пристрої, блокування, знаки безпека попереджувальні плакати, елекрозахисні засоби. При роботі в діючих електроустановках користуються основними і додатковими захисними засобами. Основними є ізолюючі захисні засоби, здатні надійно витримувати робочі напруги електроустановки. Це оперативні штанги, струмовимірвальні кліщі, діелектричні рукавички, інструмент з ізолюючими ручками і показниками напруги. Додатковими є ізолюючі захисні засоби, не розраховані на напругу електроустановки, і що самостійно не забезпечують безпеку персоналу. Тому ці засоби застосовують разом з основними у виді додаткового заходу захисту. До них відносяться діелектричні калоші, килимки, а також ізолюючі підставки.

Усі прилади, апарати і пристосування, які застосовуються як захисні засоби, повинні бути тільки заводського виконання, виконані і випробувані відповідно до діючих нормативно-технічних документів.

Захисне заземлення повинно забезпечувати захист людей від ураження електричним струмом при дотиканні до металевих частин обладнання, які не є провідниками струму, але можуть бути під напругою внаслідок порушення електроізоляції. Його виконують, з'єднуючи металевим провідником відповідні елементи електроустановок з «землею» або її еквівалентом.

Принцип дії захисного заземлення (ЗЗ) – зниження до безпечних значень напруги дотику і крокової напруги, що виникають при замиканні фази на корпус. Цього досягають шляхом зменшення потенціалу заземленого обладнання (через малий опір пристрою заземлення 4...10 Ом),  $R_{зз, доп} = 4$  Ом, а також вирівнюванням потенціалів заземленого обладнання і основи (за рахунок підвищення потенціалу основи, на якій стоїть людина).

Як заземлюючі пристрої в першу чергу використовуються металеві і залізобетонні конструкції будівель, які повинні влаштовувати неперервний електричний ланцюг по металу.

При організації штучних заземлюючих пристроїв використовують стержень довжиною 2,5 м (круглу сталь і т.п.) З'єднання окремих заземлювачів виконують сталевією половою 4x40 мм або профілем круглого перерізу діаметром 6 мм і більше.

Для захисту персоналу від ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції за даним проектом передбачене занулення та заземлення. Усі металеві частини електроустановок, що в нормальних умовах не знаходяться під напругою, заземлюються через нульові та спеціально прокладені провідники, через труби електропроводки, електрообладнання електролізної і приєднуються до контурів заземлення, що прокладаються всередині приміщень та до зовнішнього контуру. Усі електромонтажні роботи виконувати згідно з ПУЭ-86. Питомий опір ґрунту  $\rho=100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ , для суглинку.

Розрахунковий опір ґрунту визначається за формулою:

$$\rho_{\text{роз}} = \rho \times K_{\text{п}} = 100 \times 1.4 = 140, \text{ Ом}\cdot\text{м},$$

де  $K_{\text{п}}$  - коефіцієнт, що враховує властивості ґрунту.

Приймаємо стержневий заземлювач довжиною  $l=2.5$ , діаметром  $d = 0,08 \text{ м}$ .

Його опір визначається за формулою:

$$R_{\text{ел}} = \frac{\rho_{\text{роз}}}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right), \text{ Ом},$$

де  $t=2,0 \text{ м}$  - відстань від поверхні ґрунту до середини заземлювача.

$$R_{\text{ел}} = 40 \text{ Ом}.$$

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлюючих елементів у груповому заземлюючому пристрої:

$$n_{\text{ел}} = R_{\text{ел}} / (R_{\text{зз, доп}} \times \eta_{\text{ел}}) = 40 / (4 \times 0,66) = 15 \text{ шт.}$$

Опір полоси відомий  $R_{\text{п}} = 21 \text{ Ом}$ .

Визначаємо опір заземлюючої установки:

$$R_{\text{зз}} = \frac{R_{\text{ел}} \times R_{\text{п}}}{R_{\text{ел}} \eta_{\text{г}} + R_{\text{п}} \eta_{\text{в}}} = \frac{40 \times 20}{40 \times 0,39 + 21 \times 0,66 \times 15} = 3,8 \text{ Ом},$$

де  $\eta_{\text{г}}$   $\eta_{\text{в}}$  - коефіцієнти використання.

Практично визначено, що при  $R_3 = 4$  Ом в електромережах з напругою до 1000 В напруга дотику менша 12 В. Струм, який при цьому проходить через тіло людини, визначається напругою дотику і не перевищує 12 мА. Цей струм є безпечним для людини.

Захисним заземленням необхідно обладнувати всі провідні частини обладнання, що можуть потрапити під напругу в результаті пошкодження електроізоляції. У всіх випадках необхідно заземлювати електроустановки з напругою 380 В змінного струму і вище, а також 440 В і вище постійного струму. У приміщеннях підвищеної небезпеки необхідно заземлювати всі установки з напругою вищою 42 В змінного і 110 В постійного струму.

## 5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Наявність в Україні розвинутої промисловості, надзвичайно висока її концентрація в окремих регіонах, існування великих промислових комплексів, велика частина яких потенційно небезпечні, концентрація на них агрегатів і установок великої і найбільшої потужності, розвита мережа транспортних комунікацій, а також нафто-, газо- і продуктопроводів, велике кількість енергетичних об'єктів, використання у виробництві в значних кількостях потенційно небезпечних речовин – усе це збільшує імовірність виникнення техногенних НС, що несуть у собі погрозу для людини, економіки і природного середовища.

У зв'язку з високим техногенним навантаженням на навколишніх в Україні, що перевищує цей показник у сусідніх країнах у 5 – 15 разів, сумарні ризики техногенних НС значно перевищують сумарні ризики природних НС.

Майже третина всіх промислових об'єктів складають підприємства., зв'язані з виробництвом, переробкою і збереженням потенційно небезпечних сильнодіючих отруйних, вогне- і пожежнобезпечних речовин. В умовах економічної кризи, відсутності засобів дуже повільно і несвоєчасно здійснюється чи відновлення заміна застарілих основних виробничих фондів, рівень зносу



устаткування яких наближається до критичного. Усе це збільшує імовірність виникнення техногенних небезпек.

Техногенні небезпеки виявляються при аваріях, катастрофах на потенційно небезпечних виробництвах, до яких відносяться радіаційно-, хімічно-, вогне-, пожежно-, гідрологічно небезпечні об'єкти (РОО, ХОО, ВПОО і ГЛОО відповідно).

У зв'язку з постійною погрозою виникнення НС техногенного характеру зростає роль з'єднань, частин і підрозділів ЦО в проведенні заходів щодо захисту населення від наслідків ЧС і проведенні рятувальних і інших невідкладних робіт.

Ускладнення задач, розв'язуваних підрозділами хімічного захисту, зміни в оснащенні їхньою технікою й озброєнням, підвищення їхніх можливостей і ролі в хімічному забезпеченні дій військ ГО, проведенні СІДР викликає необхідність постійного удосконалювання засобів і способів керування підрозділами хімічного захисту.

У сучасних умовах стан і розвиток «керування» справедливо розцінюється як один з найважливіших показників дієздатності і бойової готовності з'єднань, частин і підрозділів ЦО, рівня їх організаційної і технічної досконалості.

Стан енергетики і промисловості і транспорту на нинішньому етапі не гарантує повної радіаційної і хімічної безпеки. Експлуатація об'єктів з ядерними і хімічно небезпечними компонентами супроводжуються аваріями, витоком радіоактивних і високотоксичних речовин, що наносить значний політичний, економічний, екологічний і психологічний збиток.

Потенційно можливі аварії на об'єктах з ядерними і хімічно небезпечними компонентами в мирний час і навмисне їхнє руйнування у воєнний час необхідно розглядати як додаткове серйозне джерело небезпеки поразки людей і зараження техніки, озброєння і навколишнього середовища.

В умовах застосування супротивником ОМП особовий склад, озброєння і техніка, речове майно, спорядження, індивідуальні засоби захисту, спорудження і місцевість можуть бути заражені РВ, ОВ, і БС.

З метою захисту л/с , збереження боєздатності частин (підрозділів) ЦО і створення їм необхідних умов для виконання поставлених задач в обстановці РХБ зараження організується і здійснюється спеціальна обробка військ, а також дегазація, дезактивація, дезінфекція ділянок місцевості, доріг і споруджень.

Ці задачі покладаються на підрозділи хімічного захисту військ ЦО.

У складі сил цивільної оборони основна роль приділяється військам. Вони виконують задачі по захисту населення від наслідків аварій, катастроф, стихійних лих, воєнних дій, а також проводять рятувальні й інші невідкладні роботи.

Правильне використання з'єднань (частин, підрозділів) цивільної оборони у вогнищах поразки, при ліквідації наслідків аварій на радіаційно- і хімічно небезпечних об'єктах можливо тільки при наявності достовірних даних про сформовану там радіаційній і хімічній обстановці. Такі дані командири, штаби з'єднань (частин, підрозділів) можуть одержати від підрозділів радіаційної і хімічної розвідки.

Результати радіаційної і хімічної розвідки є основою для прийняття рішень по захисту особового складу частин (підрозділів) і формувань ЦО, що приймають участь у ліквідації наслідків радіаційно і хімічно небезпечних аварій, проведенні рятувальних і інших невідкладних робіт у вогнищах поразки.

Робота з радіоактивними речовинами і джерелами іонізуючих випромінювань без відповідної організації контролю несе небезпеку не тільки для тих хто її проводить, але і для навколишніх. Там де проводяться роботи з радіоактивними речовинами і джерелами іонізуючого випромінювання зроблені служби дозиметрії і радіаційної безпеки.

Робота радіографування і реїнеографії відноситься до робіт з особливо-шкідливими умовами робіт.

До роботи радіографування допускаються робочі не менше 18 років. Людина, яка працює безпосередньо з радіоактивними речовинами, допускається після навчання і проходження атестації по правилам безпеки проведення робіт і особистої гігієни.

Регістрацію результатів перевірки записують в спецжурнал. Перед початком роботи необхідно:

- ознайомитися з особливостями роботи, яка буде робитися і отримати наряд-допуск;
- отримати заряджені індивідуальні дозиметри;
- отримати необхідний допоміжний інвентар;
- визначити зону, де буде походити робота і позначити знаками радіаційної небезпеки.

Під час роботи з гамма-дефектоскопами забороняється виконувати які-небудь операції, які непередбачені інструкціями.

Забороняється передача гамма-дефектоскопів стороннім лицам для доставки їх до місця роботи і навпаки, залишати дефектоскоп без нагляду.

Передавати гамма-джерела іншим лицам можна тільки з дозволу начальника і під розписку з послідуочим оформленням в спецжурналі.

Категорично забороняється залишати гамма-дефектоскопи для тимчасового зберігання в робочих приміщеннях, кладовках, щоб запобігти краді.

## Висновок

У даній роботі проведена модернізація АСУ ТП. Дана робота містить розрахунок багатоканальної адаптивної інформційно– вимірювальної системи. Дана багатоканальна ІВС призначена для виміру витрати пари на турбіну за допомогою ІТАВАР-зонда. Розраховані вірогідність, надійність і ефективність АІВС, а також визначена характеристика точності.

Робота дозволяє спроектувати таку АІВС на основі розроблених принципових схем, розрахунку АЦП і енергетичних характеристик, що буде володіти розрахованими характеристиками точності і надійності, і впровадити в систему представлення параметрів на АЕС для керування технологічними процесами АЕС.

Побудована характеристика точності багатоканального ІВС розбита на вісім піддіапазонів. Кожен піддіапазон у робочій області перекриває витрата пари 175 кг/з, точність у даному піддіапазон складає 91,6 %.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стахів П.Г., Коруд В.І., Гамола О.Є. Основи електроніки. Підручник. Львів, Новий світ 2000, 2003. –205с.
2. Мандзій Б.А., Желяк Р.І. Основи теорії сигналів. Навчальний посібник /за редакцією д.т.н., проф. Мандзія Б.А. / Львів, ЛДКФ “АТЛАС”, 2003. – 152с.
3. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.– Кременчук, 2001. – 410 с.
4. Захаров И.П. Кукуш В.Д. Теория неопределенности в измерениях – Харьков.: Консум, 2002 – 256 с.
5. Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей. - Киев: Техніка, 1976. - 200 с.
6. Рего К. Г. Метрологическая обработка результатов технических измерений : Справочное пособие .- К.: Техника , 1987.- 128с.
7. Моделювання в електроніці : навчальний посібник / К. В. Огородник, Б. П. Книш, П. М. Ратушний, О. О. Лазарєв. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 118 с.
8. Надійність та технічна діагностика відмов електронної апаратури, що мають випадковий характер / І. Р. Брикайло, Т. Т. Бартош, В. М. Матвіїшин, Т. С. Дубиняк // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 1. — С. 42–43. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).
9. Розрахунок надійності й імовірність безвідмовної роботи елементів проєктованого виробу / Б. А. Чуй, Д. П. Білостоцький, Я. В. Зерук, Т. С. Дубиняк // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 1. — С. 144–145. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).

10. Тестування розрахованого каскаду мостового випрямляча в системі MICROCAP-8 / Мирослава Іванівна Яворська, Тарас Степанович Дубиняк, В. Невожай, М. Пошивак // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“, 10-11 листопада 2022 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. — С. 142–144. — (Нові та сучасні матеріали та технології).

11. С. Цюпа, О. Мосійчук, В. Невожай, М. Яворська ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАДІЙНОСТІ ЙОГО ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 6-7 грудня 2023 року 4 А43 Actual problems of modern technologies: book of abstracts of the XII International scientific and practical conference of young researchers and students, (Ternopil, December, 6th-7th, 2023) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical University [and other.]. – Ternopil: PE Palianytsia V.A., 2023. – 500. ISBN 978-617-7875-71-9

## Умовні позначення на технологічних схемах

**1 Структура побудови маркірування устаткування блоку.**

1	2 3	4 5	6	7 8	9	10 11
---	-----	-----	---	-----	---	-------

Ц	Б Б	Ц Ц	Б	Ц Ц	Б	Ц Ц
---	-----	-----	---	-----	---	-----

1 – N блоку (0-загальностанційне);

2,3 – технологічне позначення системи (перелік дивися нижче);

0V – вентиляція;

RR – резерв;

PP – КГО;

XA – система іспиту гермооболочки на щільність;

DJ – система пожежегасіння.

**2 Технологічне позначення систем турбінного відділення:**

RA – паропроводи гострої пари;

RB – СПП;

RC – головні паропроводи;

RD – ПВД;

RE – БОУ;

RF – конденсат на ущільнення;

RH – ПНД-1,2,3,4;

RL – деаератор/ трубопроводи живильної води, ТПН-1,2;

RM – трубопроводи конденсату з ПНД-4 до деаераторів;

RN – конденсатозбірник;

RQ – пароежекторна машина;

RT – дренажні баки;

RU – конденсатні насоси;

RV – установка дозування гідрозину й аміаку;

RX	– хімконтроль водяного режиму;
SA	– зовнішній корпус ЦВД і ЦНД;
SB	– механічні величини (підшипники турбіни);
SC	– маслорегулювання турбіни;
SD	– конденсатор турбіни;
SF	– стопорно-регулюючі клапана;
SG	– ущільнення ЦВД і ЦНД (турбіна);
SH	– паропроводи від СПП;
SM	– система маслостачання трансформатора;
SQ	– мастилопровід від підшипників генератора;
SS	– водяне охолодження генератора;
SU	– маслостачання ущільнень вала генератора;
ST	– трубопровід охолодження води від насосів ОГЦ;
UA	– трубопровід знесолоної води підживлення 11-го контуру;
UM	– трубопровід мережної води;
UX	– пароежекторна машина, випарник;
UB	– трубопроводи техводи невідповідальних споживачів;
VF	– трубопроводи техводи відповідальних споживачів;
VC	– теплообмінник ПГУ (охолоджувач генератора цирк. води);
VD	– замкнуті системи охолодження;
SF	– система байпасування турбіни (БРОУ);
SO	– гідравлічна система регулювання;
SN	– система обігріву фланців і шпильок, загальна частина турбіни і генератора;
GE	– порушення генератора;
GT	– водень генератора;
RU	– конденсатні насоси;
RW	– конденсат ТПН;
SK	– маслостачання генератора;



- SL – температурний контроль підшипників ТПН;
- VJ – пожежегасіння машзала;
- 3 Технологічне позначення систем реакторного відділення
- YC – реактор;
- YP – компенсатор тиску;
- YB – парогенератор;
- YA – петлі;
- YD – ГЦН;
- YT – гідроємності САОЗ;
- TX – живильна вода, паропроводи;
- TK – продувка - підживлення 1-го контуру;
- TN – система дистиляту;
- TU – організовані протічки;
- TC – установка очищення 1-го контуру СВО-1;
- TI – установка очищення органічна. протічок;
- TB – бакове господарство;
- TU – система дезактивації устаткування;
- TV – система добору проб 1-го контуру;
- TA – маслопостачання 1-го контуру;
- TZ – спец. каналізація;
- TP – система стиснутого повітря;
- TF – промисловий. контур;
- TL – вентиляція;
- TS – система дожигання водню й очищення газів;
- TQ – САОЗ;
- TG – система розхолодження басейну витримки і перевантаження;
- UT – повітропостачання пневмоприладів;
- UG – підведення азоту в реакторне відділення;
- UE – система гідроіспитів 1-го контуру;
- UD – система продувки датчиків;

- VF – тех. вода гр. "А";
- RY – продувка ПГ;
- UX – холодопостачання;
- VB – тех. вода гр. "В";

#### 4 Технологічне позначення систем спецкорпуса.

- ТВ – подача хімреагентів;
- TR – система «рапных вод СВО-3»;
- ТМ – очищення вод басейну витримки СВО-4;
- TW – ХТО;
- ТХ – бітумування;
- TV – добір проб;
- ТТ – обробка твердих радіоактивних відходів;
- TU – система дезактивації;
- TZ – спецканалізація;
- TS – система очищення газів;
- UG – очищення вод спецрозчином СВО-7;
- VB – техвода;
- UN – спецпрачечная "чиста";
- RQ – пара власних нестатків;
- RV – конденсатор пари власних нестатків;
- RY – продувка парогенераторів і очищення СВО-5;
- VD – вода, що ущільнює;
- ТД – регенерація борної кислоти.

#### 5 Технологічне позначення допоміжних споруджень.

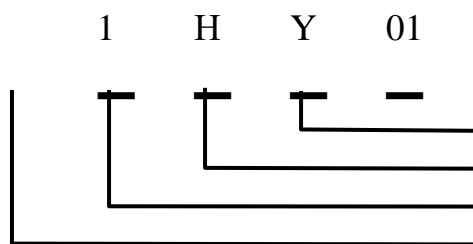
- US – компресорна іспитів гермооболочки;
- UL – очисні спорудження побутової каналізації "брудної" зони;
- UW – блокова насосна станція №2;
- PF – склад дизельного палива.

#### 6 Технологічне позначення систем радіаційного контролю.

- XQ – система спостережень за радіаційною обстановкою приміщень;

- XR – контроль опромінення персоналу;
- XS – зовнішня дозиметрія.
- 4,5 – технологічний номер устаткування в системі;
- 6 – найменування параметра;
- F – витрата;
- G – вібрація, механічні величини;
- K – споживачі радіохімічної лабораторії;
- L – рівень;
- M – вологість, шум;
- Q – хіміко-фізичні виміри;
- P – тиск і перепад тиску;
- R – радіаційні виміри;
- S – швидкість, частота обертання;
- T – температура;
- V – в'язкість;
- X – вимір потоку.
- 7,8 – порядковий номер виміру даного параметра в межах даного T B
- 9 – буквенний код функціонального значення елемента:
- B – датчик, первинний прилад, перетворювач;
- D – функціональний прилад динамічних перетворень;
- F – електровимірювальний прилад, покажчик положення, балансу ;
- Y – допоміжний прилад (задатчик, перемикач);
- L – регулюючий, коригувальний прилад;
- M – виконавчий механізм;
- P – вторинний прилад;
- Q – функціональний прилад алгебраїчних перетворень;
- S – підсилювач, пускач;
- V – функціональний прилад нелінійних і алгебраїчних перетворень.
- 10, 11 – порядковий номер приладу, зв'язаного з даним виміром.

Маркірування основних щитових пристроїв:



Порядковий номер панелі.

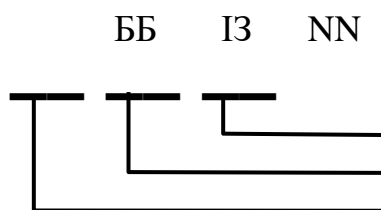
Найменування щита.

Код панелі СТOSCIB "Н".

Номер блоку.

- НУ – панелі БЩУ (оперативний контур);
- НР – панелі РЩУ;
- НУ – панелі першої системи безпеки;
- НМ – панелі другої системи безпеки;
- НХ – панелі третьої системи безпеки;
- НЗ – неоперативні панелі БЩУ;
- НЛ – панелі живлення перетворювачів "САПФІР" РО;
- НQ – панелі попереджувального захисту;
- НG – панелі живлення = 48В, збірки РТЗО;
- НК – шафа керування;
- НМ – панелі АЗ щити СУЗ (перший комплект);
- НН – панелі АЗ щити СУЗ (другий комплект);
- НН – панелі живлення перетворювачів "САПФІР" ТЕ;
- НР – панелі приладів СТOSCIB ТЕ.

### Маркірування стендів РО і СК.



Порядковий номер стенда.

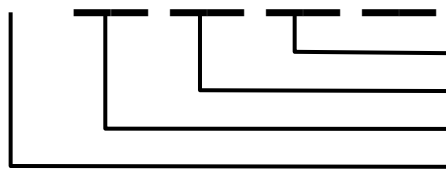
Код стенда датчиків СТOSCIB "З".

Марка технологічної системи.

**Додаток В**

### Маркірування стендів машзала.

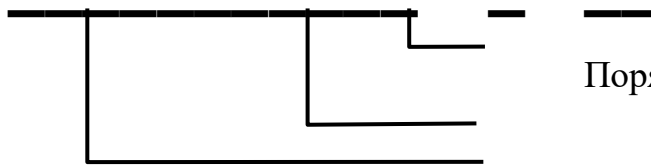
ББ    NN    СК    NN



Порядковий номер стенда машзала.  
Код стенда датчиків СТОСІВ "СК".  
Номер підсистеми.  
Марка технологічної системи.

### Маркірування імпульсних ліній.

ББ ПЦ Б ЦП R ЦП

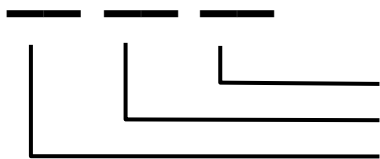


межах

Порядковий номер трубки в технологічного контролю.  
Код імпульсної трубки "R".  
Марка технологічного контролю

### Маркірування щитів СК (оперативний контур).

SP Н Ц



Порядковий номер панелі.  
Код панелі СТОСІВ "Н".  
Ознака оперативного контуру.

### Маркірування неоперативних панелей, пультів і панелей УКТС спецкорпуса.

SH – пульт;

PAU – панелі СТОСІВ неоперативного контуру;

HZ – шафа розмноження уніфікованого сигналу;

HA – панелі сигналізації;

FE01R – панель аварійного висвітлення;

P – панель пожежегасіння;

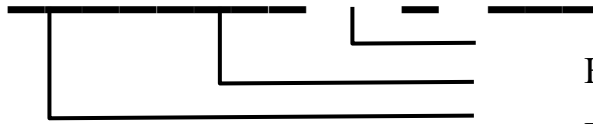
F – вступна шафа харчування;

UD – панель УКТС; UX – кросова шафа.

Маркірування кабелів.

**Маркірування кабелів від датчика до сполучної коробки.**

YA 10 P01 ДО NNN



Номер кабелю (див. нижче).

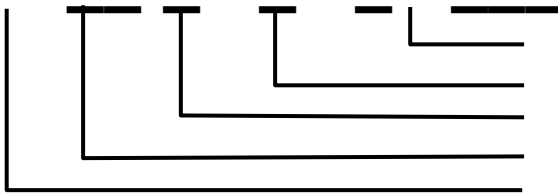
Код кабелю.

Маркірування технологічного

контролю.

**Маркірування кабелю від сполучної коробки до щита.**

YA X 01 ДО NNN



Номер кабелю (див. нижче).

Код кабелю.

Порядковий номер з'єднання

коробки.

Код з'єднання коробки.

Кабелі технологічної системи.

N кабелю

Приєднання кабелю

500-599 від датчика до сполучної коробки систем харчування

600-649 від датчика і від сполучної коробки до РЩУ

630-699 від датчика і від сполучної коробки до щита РК

700-799 від датчика і від сполучної коробки до БЩУ

800-849 від датчика і від сполучної коробки до УВС

850-899 від датчика і від сполучної коробки до ВРК

900-949 від датчика і від сполучної коробки до панелі системи

950-999 від датчика і від сполучної коробки до щита СУЗ

1000 і > перемички між щитами

Марка кожної жили складається з дев'яти розрядів.

АДП – аналого-дискретний перетворювач;

АЗР – автоматичні засоби регулювання;

АСУ ТП – автоматизовані системи керування технологічними процесами;

АТК – автоматизований технологічний комплекс;

БЖ – блок живлення;

БР-Т – блок розмноження токового сигналу;

БЩУ – блоковий щит керування;

ВК – обчислювальний комплекс;

ВП – вторинний прилад;

ГЦН – головний циркуляційний насос;

ІВС – інформаційно-обчислювальні системи;

ВК – вимірювальний канал;

ІК – інформаційний комплекс;

КТ – компенсатор тиску;

СТОСІВ – контрольно-вимірювальні прилади;

КТС – комплекс технічних засобів;

ММ – математична модель;

МЗ – математичне забезпечення;

МПК – мікропроцесорний комплекс;

МЩК – місцевий щит керування;

ОЗП – оперативне запам'ятовуюче пристрій;

ПВТ – підігрівник високого тиску;

ПГ – парогенератор;

РМОТ – робоче місце оператора-технолога;

РВ – реакторне відділення;

РЩК – резервний щит керування;

с/к – сполучна коробка.  
САОЗ – система аварійного охолодження зони;  
СБ – система безпеки.  
СВРК– система внутріреакторного контролю;  
ЗВ – засобу виміру;  
СКЗ – система керування і захисту реактора;  
Т.О. – технічне обслуговування;  
ТВЕЛ– тепловиділяючий елемент;  
ТВ – турбінне відділення;  
ТОК – технологічний об'єкт керування;  
ТП – термопара;  
ТО – термометр опору;  
ТОМ – термометр опору мідний;  
ТОП – термометр опору платиновий;  
ТЕП – техніко-економічні показання;  
УБ0Э– рівнемір буйковий електричний;  
УВС – керуюча обчислювальна система;  
КК – керуючий комплекс;  
УКТЗ– уніфікований комплекс технічних засобів;  
ФГК – функціонально-групове керування;  
ЕОМ – електронна обчислювальна машина;  
ЭКМ – електро-контактний манометр;  
ЕПІ – електронно-променевий індикатор;