



**IMPULSE**

**СНВО «ІМПУЛЬС»**

**ВИСОКОНАДІЙНІ СИСТЕМИ  
КОНТРОЛЮ І УПРАВЛІННЯ  
ДЛЯ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**

## ЗМІСТ

3.ПРО ПІДПРИЄМСТВО

8.ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА ВЕРХНЬОГО БЛОЧНОГО РІВНЯ

10.СИСТЕМА ВНУТРІШНЬОРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЮ

12.АПАРАТУРА КОНТРОЛЮ НЕЙТРОННОГО ПОТОКУ

14.КОМПЛЕКС ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ І ЗАХИСТУ

15.СИСТЕМА ГРУПОВОГО І ІНДИВІДУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

16.АВТОМАТИЧНИЙ РЕГУЛЯТОР ПОТУЖНОСТІ

18.КЕРУЮЧА СИСТЕМА БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЧНА

20 СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ РЕЗЕРВНОЮ ДИЗЕЛЬНОЮ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЄЮ САУ РДЕС

22.СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ АВАРІЄЮ «ТЕЧА ТЕПЛОНОСІЯ З ПЕРШОГО КОНТУРУ У ДРУГИЙ ЕКВІВАЛЕНТНИМ ПЕРЕЧЕННЯМ  $Dy 100$ »

23.КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РЕАКТОРНОГО ТА ТУРБІННОГО ВІДДІЛЕНЬ

24.АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ТУРБІННОГО ВІДДІЛЕННЯ

26.СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ТУРБІНИ

28.КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ ОБЛАДНАННЯ ПЕРШОГО КОНТУРУ РЕАКТОРНОЇ УСТАНОВКИ

34.СИСТЕМА ЗБЕРІГАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В УМОВАХ ПРОЕКТНИХ І ЗАПРОЕКТНИХ АВАРІЙ «ЧОРНИЙ ЯЩИК»

36.ЦЕНТР ТЕХНІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ОПЕРАТОРІВ

37.СИСТЕМА АВАРІЙНОГО ТА ПІСЛЯАВАРІЙНОГО МОНІТОРИНГУ

39.СИСТЕМА КОНТРОЛЮ КОНЦЕНТРАЦІЇ ІЗОТОПУ БОР-10 (БОРНОЇ КИСЛОТИ)

44.ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

44.ПРОМИСЛОВІ КОНТРОЛЕРИ МСКУ-3

47.ПРОМИСЛОВІ КОНТРОЛЕРИ МСКУ-4

50.ПРИСТРІЙ ЗВ'ЯЗКУ З ПАНЕЛЬЮ ОПЕРАТОРА ПЗПО

52.АПАРАТУРА УПРАВЛІННЯ ВИКОНАВЧИМИ МЕХАНІЗМАМИ – ШАФА ДИСКРЕТНИХ СИГНАЛІВ ШДС

54.РЕЗЕРВОВАНИЙ ЦЕНТРАЛЬНИЙ КОНТРОЛЕР – ШАФА УПРАВЛІННЯ ТА КОМУТАЦІЇ ШУК

55.РОБОЧІ СТАНЦІЇ ПС5140

57.НИЗКОВОЛЬТНІ КОМПЛЕКТНІ ПРИСТРОЇ НКУ РТЗО-І

60.ПРИСТРОЇ ПЛАВНОГО ПУСКУ ІА-3, ІА-4

61.ЩИТОВИЙ ЕЛЕКТРОННИЙ БАГАТОКАНАЛЬНИЙ РЕЄСТРАТОР РЩ-1

63.ПЕРЕТВОРЮВАЧ СИГНАЛІВ ПрС

64.ШЛЕЙФИ ЕНЕРГОВИДІЛЕННЯ І ТЕРМОКОНТРОЛЮ

65.ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СКУ

69.ЛІЦЕНЗІЇ, СЕРТИФІКАТИ



## ПРО ПІДПРИЄМСТВО

СНВО «Імпульс» – розробник, виробник та постачальник високонадійних систем контролю та управління (СКУ), лідер ринку СКУ для атомної енергетики України.

Компанія заснована в 1956 як базове підприємство з розробки програмно-технічних комплексів для автоматизації технологічних процесів. За більш ніж шістдесятп'ятирічну історію підприємством було розроблено та введено в експлуатацію десятки тисяч систем контролю та управління для атомної та теплової енергетики, залізниць, нафтогазової, хімічної, аерокосмічної промисловості, металургії, машинобудування, геофізики, оборони та ін.



**1** Производство  
288 чел.

**2** НИОКР  
223 чел.

**3** Управление и  
инженерные службы  
162 чел.

**4** Службы обеспечения  
качества  
67 чел.

## ДОСВІД РОБОТИ В АТОМНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ



СНВО «Імпульс» працює в атомній енергетиці з 1976 року. За цей час змінилося кілька поколінь розробників, був сформований і постійно оновлюється колектив професіоналів, які мають досвід та навички роботи в особливо відповідальних галузях. Цей досвід включає всі етапи життєвого циклу систем автоматизації - від обстеження об'єкта та проектування до авторського супроводу та технічної підтримки експлуатації.

Основна продукція СНВО «Імпульс» – СКУ на базі технічних засобів автоматизації та програмного забезпечення власної розробки, які в сукупності забезпечують виконання всіх функцій, важливих для безпеки енергоблоків атомних електростанцій. СНВО «Імпульс» є однією з небагатьох компаній у світі, які мають технічні рішення та технології, що дозволяють реалізувати повнофункціональні цифрові АСУ ТП енергоблоків. Обладнання виробництва СНВО «Імпульс» успішно експлуатується на енергоблоках АЕС України, Вірменії, Болгарії, Словаччини та інших країн.

04073, Україна, м. Київ, вул. Вербова, 17А  
Телефон: +38 (050) 459 40 05  
office@impulse.ua, impulse.ua

## РЕФЕРЕНТНІСТЬ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ АЕС

СИСТЕМА	ОБ'ЄКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
Інформаційно-обчислювальна система верхнього блочного рівня (ІОС)	Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1,2 Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4 Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-6 Південноукраїнська АЕС, енергоблок №3 Кольська АЕС, енергоблоки №№ 1, 2 Балаківська АЕС, енергоблоки №№ 1-4 Ростовська АЕС, енергоблок № 1
Система внутрішньореакторного контролю (СВРК)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-6 Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2 Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4 Південноукраїнська АЕС, енергоблоки №№ 1,2
Апаратура контролю нейтронного потоку(АКНП)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-6 Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2 Південноукраїнська АЕС, енергоблоки №№ 1-3 Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4 Вірменська АЕС, енергоблок №2
Комплекс електрообладнання системи управління та захисту реакторів типу ВВЕР (КЕ СУЗ)	Кольська АЕС, енергоблок №4
Система групового та індивідуального управління(СПУ)	Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-3 Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2, 6 Кольська АЕС, енергоблок № 4 (у складі КЕ СУЗ)
Автоматичний регулятор потужності (АРМ-І)	Кольська АЕС, енергоблок № 4 (у складі КЕ СУЗ)
Керуюча система безпеки енергоблоку на жорсткій логіці (КСБ)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№3-5 Хмельницька АЕС, енергоблоки №№1,2
Цифрова керуюча система безпеки технологічна (КСБТ)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-5 Хмельницька АЕС, енергоблок № 2
Система автоматичного управління резервною дизельною електростанцією (САУ РДЕС)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-6
Система автоматичного регулювання систем безпеки (САР УСБ)	Хмельницька АЕС, енергоблок №2
Керуюча система нормальної експлуатації енергоблоку на жорсткій логіці (СНЕ)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№3, 4 Хмельницька АЕС, енергоблоки №№1,2
Цифрова керуюча система нормальної експлуатації реакторного та турбінного відділень (СНЕ РВ, ТВ)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№1-5 Хмельницька АЕС, енергоблок №2
Автоматична система регулювання турбінного відділення (АСР ТВ)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1,2
Система регулювання турбіни (СРТ)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1,2
Комплексна система діагностики реакторної установки (КСД)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-5 Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4 Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2 Південноукраїнська АЕС, енергоблоки №№ 1-3 АЕС «Козлодуй», енергоблоки №№ 5, 6
Система реєстрації важливих параметрів експлуатації (СРВПЕ, «Чорний ящик»)	Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4 Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2 Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-5
Центр технічної підтримки операторів в аварійних ситуаціях (ЦТП)	Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 3, 4 Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1,2
Система післяаварійного моніторингу реакторної установки (ПАМС)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1,2 Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4 Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1,2
Система управління аварією «Теча теплоносія з першого контуру в другий» (СУА ТПКВ)	Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1,2 Хмельницька АЕС, енергоблок № 2 Рівненська АЕС, енергоблок № 4
Система контролю концентрації ізотопу бор-10 (борної кислоти)	Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-3 Вірменська АЕС, енергоблок № 2 Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-5 Південноукраїнська АЕС, енергоблоки №№ 1, 3 Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2 АЕС «Моховце», енергоблоки №№ 3, 4

## ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ СКУ АЕС

Сукупність систем контролю та управління виробництва СНВО «Імпульс» забезпечує виконання всіх функцій, важливих для безпеки енергоблоків АЕС:

- формування та видачу сигналів попереджувального та аварійного захисту для зниження потужності та зупинки реакторної установки;
- вимірювання нейтронної потужності та реактивності у різних режимах роботи реакторної установки;
- контроль технологічних параметрів та ідентифікацію вихідних подій, що призводять до порушення нормальної експлуатації та можуть стати причиною порушення умов безпечної експлуатації енергоблоку;
- видачу команд захисних дій на виконавчі механізми технологічних систем безпеки;
- сповіщення персоналу про порушення нормальної експлуатації та порушення умов безпечної експлуатації енергоблоку;
- контроль технічного стану та режимів роботи технологічного обладнання;
- контроль, відображення та документування інформації про параметрах, що характеризують роботу реакторної установки та енергоблока загалом;
- автоматичне та дистанційне керування технологічними системами нормальної експлуатації;
- збирання, оброблення та зберігання інформації про виникнення порушень нормальної експлуатації та аварій, їх розвитку; фактичні алгоритми роботи систем та елементів, важливих для безпеки; діях персоналу щодо усунення виявлених порушень;
- діагностування технічних засобів та програмного забезпечення СКУ, надання персоналу інформації про несправності СКУ.



## ДОВГОСТРОКОВА ТЕХНІЧНА ПІДТРИМКА

Починаючи з ранніх етапів розробки систем, СНВО «Імпульс» активно співпрацює із замовниками для досягнення найкращих результатів, а також забезпечує авторський супровід протягом усього життєвого циклу обладнання та систем.

### Співпраця при проектуванні СКУ

Тісна співпраця розробників з експлуатаційним персоналом, проектними, регулюючими та науково-дослідними організаціями при проектуванні СКУ є гарантією того, що в результаті буде розроблено систему, в якій враховано особливості конкретного об'єкта автоматизації.



### Підтримка під час введення в експлуатацію

Фахівці СНВО «Імпульс» здійснюють шеф-монтаж обладнання та кабельних зв'язків, а також беруть участь у проведенні тестування та введенні в експлуатацію СКУ, гарантуючи економічний, швидкий та безпечний запуск системи.

#### Супровід експлуатації:

- постійна технічна підтримка експлуатаційних служб;
- виконання модифікацій на запит замовника;
- виконання гарантійних та післягарантійних ремонтів.

#### Постійна технічна підтримка експлуатаційних служб:

- інженерно-технічна підтримка персоналу експлуатуючої організації у режимі «24 години/7 днів на тиждень»;
- консультації з експлуатації та проведення технічного обслуговування СКУ у міжремонтний період роботи енергоблоку, періоди ППР та пуску енергоблоку.



## ПАРТНЕРИ СНВО «ІМПУЛЬС» В АТОМНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ



ДП «НАЕК «Енергоатом»



Державна інспекція ядерного регулювання України



Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки



Національний науковий центр «Інститут метрології»



Інститут ядерних досліджень НАН України



ПАТ «Київський науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут "Енергопроект"»



ВАТ «Харківський науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут "Енергопроект"»



ПАТ «ТУРБОАТОМ»



Framatome GmbH, Німеччина



Компанія «Photonis», Франція



VUJE, a.s., Словаччина

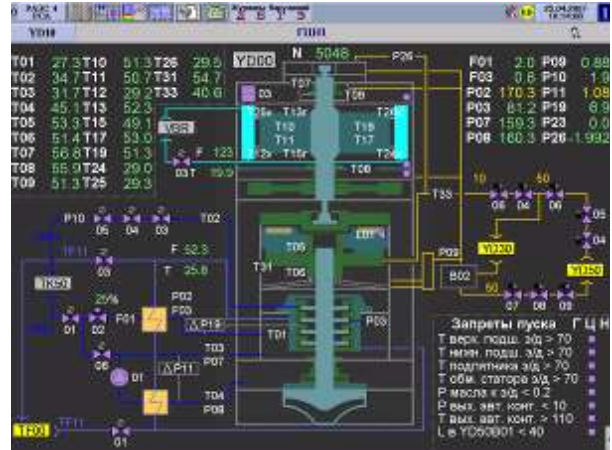
# СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ І УПРАВЛІННЯ

## ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА ВЕРХНЬОГО БЛОЧНОГО РІВНЯ

Інформаційно-обчислювальна система верхнього блочного рівня ІОС є одним з основних компонентів АСУ ТП енергоблоків з реакторами ВВЕР-440, ВВЕР-1000.

### Функції ІОС:

- надання інформації персоналу в оперативному контурі блочного щита управління та локальних постах управління;
- реєстрація та документування параметрів технологічного процесу у всіх режимах роботи блоку;
- контроль критичних функцій безпеки;
- контроль основних параметрів безпеки;
- видача рекомендацій щодо управління обладнанням у перехідних режимах роботи енергоблоку;
- розрахунок та аналіз техніко-економічних показників обладнання енергоблоку;
- надання довідкової інформації про технологічне обладнання та засоби АСУ ТП енергоблоку;
- метрологічне калібрування вимірювальних каналів.

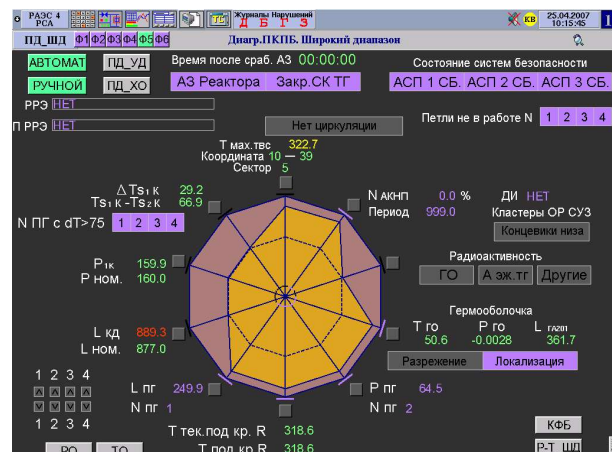


### Склад ІОС:

- нижній рівень - реалізовано на базі відмовостійких промислових контролерів МСКУ-4;
- верхній рівень - реалізовано з урахуванням промислових робочих станцій ПС5140.

### Переваги системи:

- можливість поетапної модернізації діючих ІОС із збереженням проектних функцій;
- вбудовані функції підсистеми представлення параметрів безпеки СППБ;
- застосування уніфікованих протоколів інформаційного обміну із суміжними системами;
- широкий перелік додаткових функцій, адаптація ергономіки управління під вподобання експлуатаційного персоналу;
- високий рівень апробації технічних рішень завдяки багаторічному досвіду експлуатації на енергоблоках АЕС;
- наявність вбудованих автоматизованих засобів калібрування вимірювальних каналів.





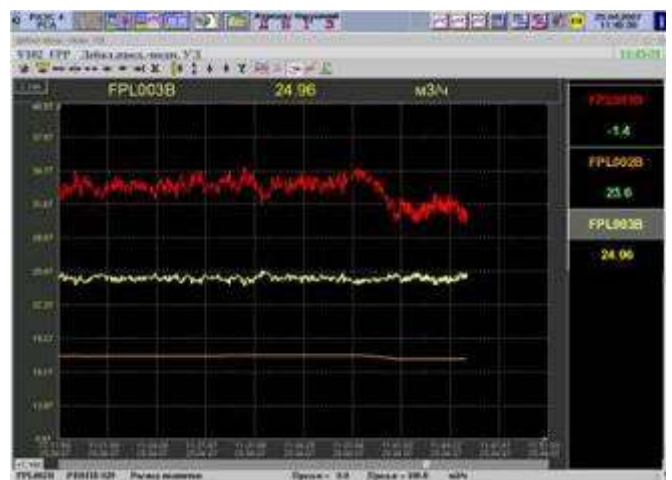
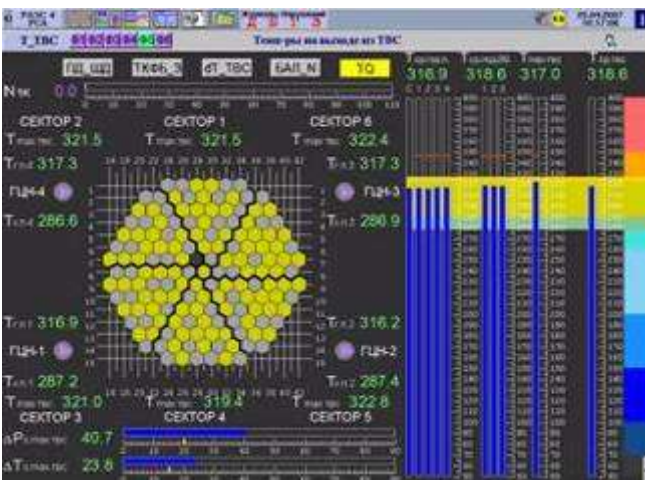
Клас безпеки – 3.  
Категорія безпеки – С.

**Об'єкти впровадження:**

- Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1,2
- Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4
- Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-6
- Південноукраїнська АЕС, енергоблок № 3
- Кольська АЕС, енергоблоки №№ 1, 2
- Балаківська АЕС, енергоблоки №№ 1-4
- Ростовська АЕС, енергоблок № 1



*Устаткування ІОС, підготовлене для постачання на Запорізьку АЕС*



*Відеокадри PMOT ІОС*

## СИСТЕМА ВНУТРІШНЬОРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЮ

Система внутрішньореакторного контролю СВРК-М забезпечує контроль нейтронно-фізичних та теплогідрравлічних параметрів першого контуру реакторної установки (РУ), а також інформаційну підтримку оператора для оптимізації протікання технологічних процесів РУ.

### Функції СВРК-М:

- циклічний збір даних від внутрішньореакторних та загальнотехнологічних датчиків РУ;
- коригування інерційності сигналів датчиків прямого заряду;
- розрахунки нейтронно-фізичних та теплогідрравлічних параметрів активної зони та першого контуру РУ;
- контроль поточних параметрів та формування сигналів про відхилення від меж технологічних уставок;
- відображення параметрів стану активної зони та РУ у формі відеограм, протоколів та графіків;
- ведення архіву виміряних та обчислених параметрів, а також дискретних подій та ознак відхилення від меж уставок;
- оперативна оцінка параметрів розподілу енерговиділення за висотою активної зони та порівняння їх із уставками, що залежать від ступеня вигорання палива;
- передача сигналу ПЗ-2 у систему управління та захисту при перевищенні меж уставок локального енерговиділення та/або запасу до кризи теплообміну;
- поточний безперервний прогноз розподілу енерговиділення;
- прогноз розподілу енерговиділення на запит оператора при заданих керуючих впливах;
- контроль якості оперативного відновлення поля енерговиділення.



### Склад СВРК-М:

- нижній рівень - реалізовано на базі відмовостійких промислових контролерів МСКУ-4;
- верхній рівень - реалізовано на базі промислових робочих станцій ПС5140 із застосуванням резервованих комутаторів Ethernet для зв'язку з нижнім рівнем.

### Переваги системи:

- можливість контролю нейтронно-фізичних та теплогідрравлічних параметрів активної зони у стаціонарних та перехідних режимах, у тому числі в режимах роботи енергоблоку на підвищеній потужності;
- можливість контролю активних зон з паливом ТВС-WR виробництва компанії Westinghouse, включаючи активні зони зі «змішаними» завантаженнями (модифікація СВРК-М з інтеграцією програмних та технічних засобів підсистеми фізичних розрахунків «BEACON» експлуатується на Запорізькій, Рівненській та Південноукраїнській АЕС);
- інформаційна підтримка оператора для експлуатації АЕС у маневрових режимах;
- можливість запровадження нових паливних циклів;

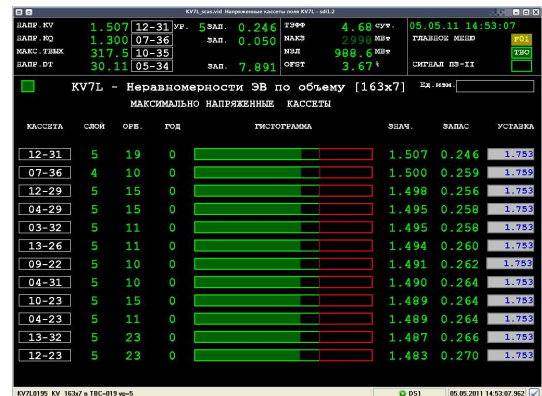
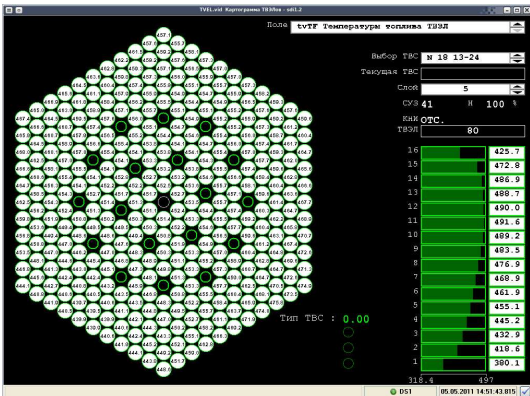
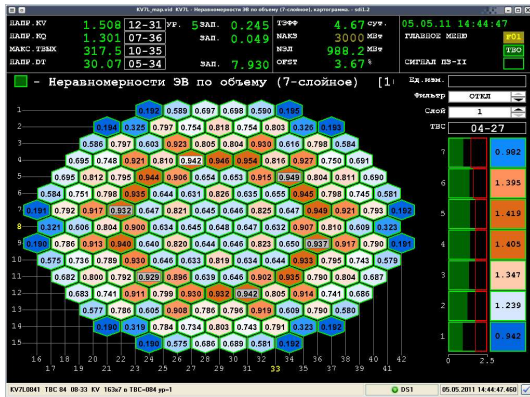
- високий рівень апробації технічних рішень завдяки багаторічному досвіду експлуатації на енергоблоках АЕС.

Клас безпеки – 3.

Категорія безпеки – В.

### Об'єкти впровадження:

- Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-6
- Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1,2
- Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4
- Південноукраїнська АЕС, енергоблоки №№ 1,2



Видеокадры РМОТ СВРК

## АПАРАТУРА КОНТРОЛЮ НЕЙТРОННОГО ПОТОКУ



Апаратура контролю нейтронного потоку АКНП-ИФ входить до складу системи управління та захисту (СУЗ) енергоблоків АЕС.

### Функції АКНП-ИФ:

- контроль, безперервна реєстрація та архівування поточних значень відносної фізичної потужності реактора, швидкості (періоду) її зміни та реактивності;
- формування дискретних сигналів перевищення уставок аварійного та попереджувального захисту, уставок управління та регулювання за відносною фізичною потужністю та періодом для СУЗ та підсистем АСУ ТП енергоблока;
- подання в оптичному та акустичному вигляді аналогових та дискретних сигналів операторам блочного, резервного щитів управління та перевантажувальної машини, обслуговуючому персоналу;
- автоматичне коригування вимірювань нейтронної потужності з урахуванням теплофізичних та інших параметрів, що характеризують стан реакторної установки;
- контроль фіксації внутрішньокорпусних пристроїв за результатами аналізу флуктуацій сигналів нейтронних детекторів;
- контроль підкритичності реакторної установки.

### Склад АКНП-ИФ:

- два комплекти АКНП-ИФ АПЗ-СКП для СУЗ та блочного щита управління;
- один комплект АКНП-ИФ РЩУ для резервного щита управління.

У кожен комплект входить три незалежні канали контролю нейтронного потоку. Кожен канал контролю нейтронного потоку включає:

- пристрої детектування у складі:
  - блоки детектування на базі іонізаційних камер (для пускового та робочого діапазонів), борних або гелієвих коронних радіаційностійких високочутливих лічильників нейтронів (для системи контролю перевантаження палива СКП);
  - блоки посилення та перетворення сигналів у цифровий код;
- пристрій накопичення та обробки;



- пристрій введення уставок потужності;
- пристрої реєстрації та відображення на блочному щиті управління та пульті перевантажувальної машини для відображення та архівування поточних параметрів, а також для передачі інформації у суміжні системи енергоблоку - загальні для трьох каналів контролю нейтронного потоку.



*Блок детектування для пускового і робочого діапазонів*



*Блок детектування для СКП*

### **Переваги АКНП-ИФ:**

- автоматизація калібрування каналів контролю густини нейтронного потоку в процесі експлуатації АКНП-ИФ за допомогою метрологічно атестованого імітатора кінетики реактора, розробленого СНВО «Імпульс» (імітація сигналів здійснюється у всьому діапазоні контролю нейтронного потоку без необхідності доступу до датчиків у зоні обмеженого доступу);
- висока точність завдяки застосуванню високочутливих борних та гелієвих датчиків нейтронів;
- інтеграція системи контролю навантаження палива до складу АКНП;
- відсутність впливу залишкових показань пристроїв детектування після роботи на потужності завдяки використанню флуктуаційного режиму іонізаційної камери;
- можливість оперативного тарування показань потужності на БЦУ з автоматичним перерахуванням коефіцієнтів тарування;
- висока відмовостійкість системи завдяки застосуванню резервованих технічних засобів та диверсного програмного забезпечення.

Клас безпеки – 2.

Категорія безпеки – А.

### **Об'єкти впровадження:**

- Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-6
- Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2
- Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4
- Південноукраїнська АЕС, енергоблоки №№ 1-3
- Вірменська АЕС, енергоблок № 2

## КОМПЛЕКС ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СУЗ

Комплекс електрообладнання системи управління та захисту КЕ СУЗ поєднує в собі функції СГІУ та АРМ-І та є виконавчою частиною СУЗ енергоблоків АЕС.



### Функції КЕ СУЗ:

- функції СГІУ - автоматичне керування переміщенням органів регулювання (ОР) СУЗ за сигналами захисту, дистанційне керування переміщенням ОР СУЗ за командами оператора, АРМ-І, індикація поточного стану та стану ОР СУЗ на БЩУ та РЩУ;
- функції АРМ-І - автоматичне регулювання потужності РУ та тиску в ГПК;
- гарантоване електроживлення приводів СУЗ та апаратури КЕ СУЗ;
- реєстрація та візуалізація параметрів, їх змін та порушень;
- передача інформації у суміжні системи.

### Склад КЕ СУЗ:

- виконавча частина аварійного захисту, що складається із двох резервованих диверсних комплектів;
- система групового та індивідуального управління органами регулювання СГІУ;
- автоматичний регулятор потужності АРМ-І;
- підсистема електроживлення;
- інформаційно-діагностичне обладнання.

### Переваги КЕ СУЗ:

- виключення помилкового спрацьовування АЗ завдяки застосуванню трьох незалежних каналів аварійних команд на "жорсткій" логіці;
- застосування принципу диверсності (блоки захисту, проміжні реле та силові контактори першого та другого комплексу виконавчої частини АЗ-ПЗ виконані з використанням різної елементної бази);
- можливість оперативного перемикання будь-якого приводу та датчика положення ОР СУЗ на резервні канали силового управління та контролю положення;
- автоматизована підтримка проведення фізичних експериментів.

Клас безпеки – 2.

Категорія безпеки – А.

### Об'єкти впровадження:

Кольська АЕС, енергоблок № 4

## СИСТЕМА ГРУПОВОГО І ІНДИВІДУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

Система групового та індивідуального управління СГІУ є виконавчою частиною СУЗ енергоблоків АЕС.

### Функції СГІУ:

- автоматичне керування переміщенням ОР за сигналами захисту, автоматичного регулятора потужності або за командами оператора;
- індикація поточного стану та стану ОР на блочному та резервному щитах управління;
- реєстрація, візуалізація та архівування параметрів;
- передача інформації до суміжних систем енергоблоку.



### Склад СГІУ:

- підсистема групового та індивідуального управління;
- підсистема формування команд захисту на «жорсткій» логіці;
- підсистема контролю положення ОР СУЗ та індивідуального електроживлення датчиків положення;
- підсистема керування приводами з пристроями силового живлення приводів;
- підсистема електроживлення, що забезпечує гарантоване силове, резервне та оперативне електроживлення;
- обладнання щитів керування (пульт ручного керування, комп'ютеризований пульт оперативного спостереження та комплект індикаторів положення для щитів керування);
- сервер контролю та діагностування.

### Переваги системи:

- дубльоване виконання кожного каналу силового керування приводом із забезпеченням «гарячого» резервування функцій захисту та управління за рахунок автоматичного безударного переходу управління приводом з каналу, що відмовив, на резервний із збереженням усіх функцій управління;
- керування приводами різних типів з можливістю перемикання;
- можливість управління ОР у всіх режимах ручного та автоматичного керування, а також режимах захисту РУ;
- електроживлення силового обладнання постійним струмом, що дозволяє виключити механічний АВР та забезпечити ненаголошений перехід з основного введення електроживлення на резервний при відмові або зниженні напруги на основному введенні;
- автоматизована підтримка проведення фізичного експерименту з перевірки ефективності ОР СУЗ;
- розвинена система діагностування з визначенням та реєстрацією пропуску кроків, прослизання, заклинювання кластера;
- включення до комплекту постачання стенду для випробувань приводів СУЗ.

Клас безпеки – 2.

Категорія безпеки – А.

### Об'єкти впровадження:

- Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-3
- Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2, 6
- Кольська АЕС, енергоблок № 4 (у складі КЕ СУЗ)

## АВТОМАТИЧНИЙ РЕГУЛЯТОР ПОТУЖНОСТІ

Автоматичний регулятор потужності АРМ-І призначений для автоматичного регулювання потужності реактора.

### Функції АРМ-І:

- автоматичне регулювання потужності РУ та обмеження потужності РУ залежно від тиску в головних парових колекторах (ГПК);
- автоматичне регулювання тиску в ГПК;
- введення та архівування значень технологічних параметрів та поточних даних (режими роботи та регулювання, керуючі та інформаційні сигнали у зовнішні системи, технічний стан обладнання АРМ-І тощо);
- відображення на екрані пристрою реєстрації та відображення (УРО) даних про перебіг технологічного процесу;
- візуальна сигналізація формування керуючих впливів АРМ-І, зміни умов експлуатації, режимів роботи та регулювання, зміни технічного стану каналів АРМ-І;
- відображення трендів параметрів, протоколів перевірки стану та налаштувань каналів АРМ-І;
- підтримка дій персоналу при зміні налаштувань каналів АРМ-І;
- відображення на дисплеї робочого місця експлуатаційного персоналу поточних технологічних та діагностичних даних про стан АРМ-І у текстовій, цифровій та графічній формі.

### Склад АРМ-І:

- підсистема автоматичного регулювання - формує керуючі дії для підтримки технологічних параметрів відповідно до заданих алгоритмів регулювання (складається з трьох каналів автоматичного регулювання потужності, реалізованих на базі промислових контролерів серії МСКУ);
- підсистема зв'язку з оператором - служить для вибору режиму роботи та регулювання, сигналізації стану АРМ-І (реалізована на базі ключа вибору режиму роботи та блоку ключів та індикаторів, що розміщуються на блочному щиті управління);
- підсистема технічного діагностування та архівування - служить для зберігання, відображення та архівування технологічної та діагностичної інформації, а також для зміни параметрів функціонування АРМ-І (реалізована на базі УРО, вбудованого в пристрій автоматичного регулювання потужності, та віддаленої робочої станції);



*Пристрій автоматичного регулювання потужності*



*Пристрій реєстрації та відображення*



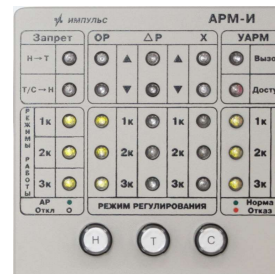
*Ключ вибору режиму роботи*



- підсистема комутації - служить для організації внутрішньосистемних обмінів повідомленнями між каналами АРМ, УРО та віддаленою робочою станцією (реалізована на базі мережевого обладнання пристрою автоматичного регулювання потужності (УАРМ) - комутатора та перетворювача локальної мережі).

### Переваги АРМ-І:

- формування керуючих впливів за мажоритарним принципом "2 із 3";
- можливість автоматичного регулювання потужності реактора у трьох режимах - підтримання заданого значення щільності нейтронного потоку, підтримання заданого значення тиску в ЦПК, обмеження потужності в залежності від тиску у ГПК;
- автоматизація виконання неоперативних перевірок працездатності та калібрування вимірювальних каналів УАРМ.



*Блок ключів та індикаторів*

Клас безпеки – 3.

Категорія безпеки – В.

### Об'єкти впровадження:

Кольська АЕС, енергоблок № 4 (у складі КЕ СУЗ)

## КЕРУЮЧА СИСТЕМА БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЧНА

Цифрова система безпеки керування технологічна КСБТ енергоблоків АЕС призначена для ініціювання спрацьовування та управління системами безпеки.

### Функції КСБТ:

- контроль технологічних параметрів та ідентифікація вихідних подій за допомогою первинної обробки вхідних сигналів та формування струмових сигналів у трьох взаємно резервуючих каналах МСКУ;
- формування послідовності команд захисних дій за логікою «2/4», передбачених для виявленої вихідної події (захисту САОЗ, ІПК компенсатора тиску, розхолодження (БРУ-А), захисту ІПК САОЗ, алгоритми ступінчастого пуску дизель-генератора та ін.);
- формування команд технологічних захистів і блокувань за логікою «2/3», «2/2», «1/2», «1/1» (захисту та блокування систем паропроводів та поживних трубопроводів, БЗОК, системи технічної води, газодувок, вентиляційних систем та кондиціювання, маслонасосів та ін.);
- автоматичне регулювання технологічних параметрів;
- автоматичне керування виконавчими механізмами (ВМ);
- дистанційне управління та індикація стану ВМ на БЩУ, РЩУ;
- формування технологічної та викликальної сигналізації на БЩУ, РЩУ;
- передача в ЮС енергоблоку даних про значення технологічних параметрів, стан захисту, блокувань та ВМ, діагностичних даних;
- візуалізація, архівування та протоколювання поточних даних.



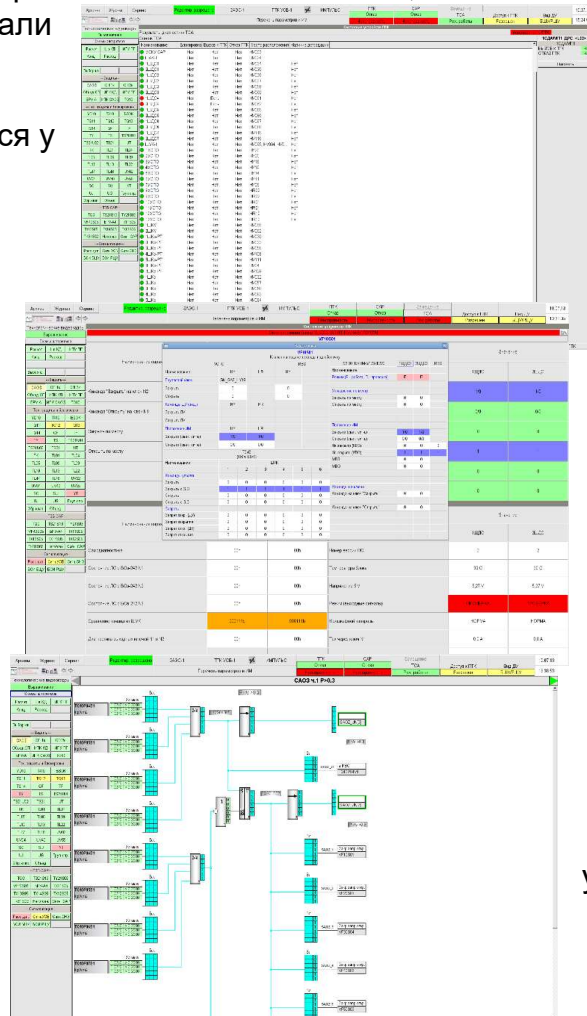
### Склад КСБТ:

- підсистема контрольно-вимірювальних приладів та розподільників струмових сигналів - виконує первинну обробку вхідних сигналів із забезпеченням резервованого живлення первинних перетворювачів, формує струмові сигнали для зовнішніх споживачів (реалізована на базі промислових контролерів серії МСКУ);
- підсистема управління та комутації - забезпечує видачу послідовності команд захисних дій, команд технологічних захистів, блокувань та сигналізації, а також організацію внутрішньосистемних обмінів інформацією між компонентами УСБТ із цифрових радіальних оптоволоконних ліній зв'язку (реалізована на базі шаф ШУК);
- підсистема автоматичного регулювання - забезпечує формування керуючих впливів для підтримки технологічних параметрів (тиску в парогенераторах, швидкості розхолодження першого контуру, рівня в парогенераторах в аварійних



режимах та ін.) відповідно до заданих алгоритмів регулювання, контроль справності каналів введення аналогових сигналів та реалізацію заданих алгоритмів управління за наявності відмов (включає МСКУ САР, реалізований на базі промислового контролера МСКУ, та інженерну станцію ІС САР, реалізовану на базі робочої станції ПС5140). Підсистема САР, доповнена обладнанням зв'язку з панеллю оператора, може постачатися окремо як системи САР УСБ;

- підсистема управління ВМ - формує сигнали управління та стану ВМ запірної, пневмовідсічної, регулюючої арматури, дискретні вихідні сигнали, що передаються у суміжні підсистеми (реалізована на базі шаф ШДС та ШКр);
- підсистема зв'язку з оператором - забезпечує виконання функцій дистанційного управління ВМ, індикації стану ВМ, технологічної сигналізації та викликової сигналізації (реалізована на базі пристроїв зв'язку з панеллю оператора (виносні контролери УСПО на БЩУ) та панелей сигналізації з проектно-компонованим набором табло);
- підсистема технічного діагностування та архівування - забезпечує прийом, обробку, візуалізацію, архівування та протоколювання даних про стан технологічних параметрів, ВМ та даних технічного діагностування УСБТ, настроювання оперативних змінюваних параметрів та передачу поточних даних мережу верхнього рівня ІОС енергоблоку (включає сервери діагностування та архівування, реалізовані на базі робочої станції ПС5140).



у

### Преимущества системы:

- висока стійкість до відмов завдяки застосування резервованих технічних засобів (триканальні промислові контролери МСКУ, резервовані УСПО, ШДС, ШУК і робочі станції);
- ергономічний та інтуїтивно зрозумілий операторський інтерфейс;
- високий рівень захищеності системи від кіберзагроз;
- зручність експлуатації та технічного обслуговування завдяки застосуванню модульної структури компонентів системи з можливістю швидкої заміни несправних модулів.

Клас безпеки – 2.

Категорія безпеки – А.

### Об'єкти впровадження:

Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1- 5

Хмельницька АЕС, енергоблок № 2

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ РЕЗЕРВНОЮ ДИЗЕЛЬНОЮ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЄЮ (САУ РДЕС)



САУ РДЕС - одна з основних частин систем аварійного електропостачання всіх каналів системи безпеки енергоблоку АЕС. САУ РДЕС спільно з іншими суміжними системами забезпечує керування пуском, підключенням до мережі та роботою на потужності дизель-генераторної установки ДГУ, керування збудженням та захистом генератора, керування обладнанням власних потреб та допоміжним обладнанням.

### Основні функції САУ РДЕС:

- автоматична підтримка у готовності та пуск ДГУ при отриманні команд від керуючої системи безпеки;
- автоматичне, автоматизоване та ручне управління пуском/зупинкою ДГУ від органів управління;
- автоматичне підтримання роботи ДГУ на потужності;
- аварійна або штатна зупинка ДГУ зі спрацьовування захисту;
- управління обладнанням компресорної станції та блоком осушення повітря;
- безперервна автоматична архівація, сигналізація, відображення та реєстрація технологічних та електричних параметрів, подій та станів у процесі роботи САУ РДЕС;
- автоматична аварійна та попереджувальна сигналізація з формуванням узагальнених сигналів на табло БЦУ, РЦУ;
- передача в блочну ІОС даних про значення технологічних параметрів, режими роботи САУ РДЕС, стан захисту, блокувань.

**Переваги системи:**

- резервування устаткування, що забезпечує функції пуску та підтримки ДГУ на потужності;
- реалізація апаратного та програмного забезпечення обладнання контролю та управління САУ РДЕС з використанням власних розробок СНВО «Імпульс», включаючи обладнання контролю та регулювання частоти обертання ДГУ, релейних захистів та автоматики;
- контроль електричних та технологічних параметрів ДГУ, безперервна самодіагностика всіх компонентів системи;
- ергономічний та інтуїтивно зрозумілий операторський інтерфейс.

**Об'єкти впровадження:**

Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1- 6

## СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ АВАРІЄЮ «ТЕЧА ТЕПЛОНОСІЯ З ПЕРШОГО КОНТУРУ У ДРУГИЙ ЕКВІВАЛЕНТНИМ ПЕРЕЧЕННЯМ Ду 100»

Система управління аварією «Теча теплоносія з першого контуру в другий еквівалентним перетином Ду 100» СУА ТПКВ призначена для діагностування течій з першого до другого контуру енергоблоку АЕС, ідентифікації аварійних парогенераторів та автоматизації алгоритму їх локалізації.

### Функції СУА ТПКВ:

- вимірювання активності гострої пари ( $\gamma$ -фону) у парогенераторах;
- прийом та первинна обробка аналогових та дискретних сигналів від суміжних систем (СНЕ, УСБ, АЗ-ПЗ, БЩУ);
- виконання обчислювальних та логічних операцій відповідно до алгоритму управління аварією, погодженого з регулятором у сфері ядерної енергетики;
- формування та видача команд управління (сигналів включення, заборони включення) виконавчими механізмами СНЕ, КСБ;
- сигналізація про роботу системи на щитах керування;
- передача в ІОС даних про значення технологічних параметрів, стан обладнання та результати самодіагностики.

### Склад СУА ТПКВ:

- чотири пристрої збору та обробки даних на базі промислових контролерів серії МСКУ;
- комутатори локальної мережі, інженерно-діагностична станція та віддалена діагностична станція на базі робочих станцій ПС5140.



### Переваги системи:

- зменшення кількості ручних операцій, що виконуються оперативним персоналом, та мінімізація можливих помилкових дій персоналу у разі аварії;
- надійна ізоляція пошкодженого парогенератора;
- виключення можливості роботи пароскидних пристроїв аварійного парогенератора на пароводяній суміші та воді, виключення виходу радіоактивного теплоносія першого контуру в довкілля;
- достовірність результатів вимірювань завдяки використанню трьох блоків детектування для кожного парогенератора;
- можливість автономної перевірки функціонування методом імітації сигналів на входах алгоритмів керування аварією з відображенням ходу перевірки на блок-схемі алгоритму, що перевіряється;
- можливість інтеграції СУА ТПКВ та КСБТ.

Клас безпеки – 3.

Категорія безпеки – В.

### Об'єкти впровадження:

- Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2
- Хмельницька АЕС, енергоблок № 2
- Рівненська АЕС, енергоблок № 4

# КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РЕАКТОРНОГО ТА ТУРБІННОГО ВІДДІЛЕНЬ

Цифрові керуючі системи нормальної експлуатації реакторного та турбінного відділень УСНЕ РВ, УСНЕ ТВ призначені для реалізації функцій управління нормальною експлуатацією технологічних систем енергоблоків АЕС.

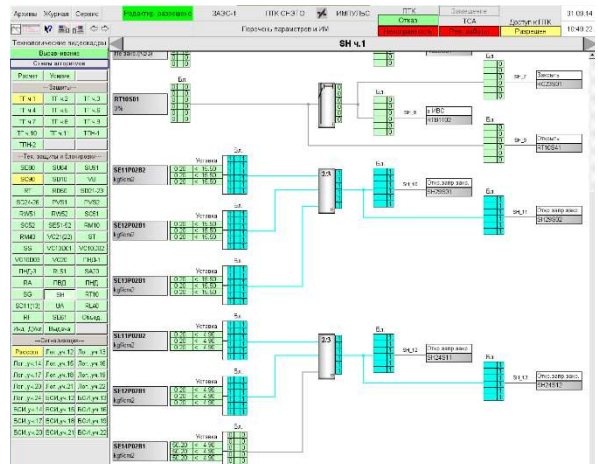
## Функції УСНЕ:

- первинна обробка вхідних сигналів та формування струмових сигналів;
- формування команд згідно з алгоритмами технологічних захистів, блокувань та сигналізації;
- автоматичне регулювання технологічних параметрів з можливістю зміни налаштувань з робочого місця оператора САР на БЩУ;
- дистанційне керування та індикація станів виконавчих механізмів;
- візуалізація, архівування та протоколювання поточної технологічної та діагностичної інформації;
- передача в ІОС енергоблоку даних про значення технологічних параметрів, стан захисту, блокувань та ІМ, діагностичних даних.



## Склад УСНЕ:

- підсистема контрольно-вимірювальних приладів та розподільників струмових сигналів;
- підсистема управління та комутації;
- підсистема автоматичного регулювання;
- підсистема управління ВМ;
- підсистема зв'язку з оператором;
- підсистема технічного діагностування та архівування.



Технічні засоби, на яких побудовані програмно-технічні комплекси УСНЕ РВ та УСНЕ ТВ виробництва СНВО «Імпульс», аналогічні технічним засобам зі складу КСБТ (за винятком диверсних комплектів) і мають ті ж переваги.

Клас безпеки – 3.

Категорія безпеки – В.

## Об'єкти впровадження:

- Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-5
- Хмельницька АЕС, енергоблок № 2

## АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ТУРБІННОГО ВІДДІЛЕННЯ

### Функції АСР ТВ:

- автоматичне регулювання технологічних параметрів турбінного відділення;
- функціонально-групове керування електрогідравлічною системою регулювання турбіни;
- дистанційне керування виконавчими механізмами;
- блокування регуляторів та регулюючих клапанів;
- технологічна та викликова сигналізація;
- візуалізація та архівування даних про значення технологічних параметрів, стан блокувань та виконавчих механізмів;
- передача в ІОС даних про значення технологічних параметрів, стан блокувань та виконавчих механізмів.



### Склад АСР ТВ:

- підсистема управління - забезпечує реалізацію алгоритмів за функціями блокувань та технологічної сигналізації з видачею команд управління в апаратуру управління ВМ, а також передачу технологічних та діагностичних даних у сервер діагностування та архівування (реалізована на базі шаф управління та комутації ШУК);
- підсистема автоматичного регулювання (САР) - забезпечує реалізацію алгоритмів САР та видачу команд САР у підсистему управління (включає МСКУ САР, реалізований на базі промислового контролера МСКУ, інженерну станцію ІС САР, реалізовану на базі робочої станції ПС5140, та робоче місце оператора РМ САР на БЦУ);
- підсистема управління ВМ - служить для управління ВМ запірної та регулюючої арматури (реалізована на базі шаф дискретних сигналів ШДС);
- підсистема зв'язку з оператором - призначена для прийому команд управління індикацією від підсистеми управління, передачі у підсистему управління команд дистанційного управління від ключів, видачі сигналів індикації становища ВМ (реалізована з урахуванням пристроїв зв'язку з панеллю оператора УСПО);



*РМ САР*



- підсистема технічного діагностування та архівування - забезпечує прийом, обробку, візуалізацію, архівування та протоколювання даних про стан технологічних параметрів, ВМ та даних технічного діагностування АСР ТВ, а також налаштування оперативного змінюваних параметрів (включає сервери діагностування та архівування, реалізовані на базі робочої станції ПС5140).



ПС5140 (АСР ТО)

### Преваги системи:

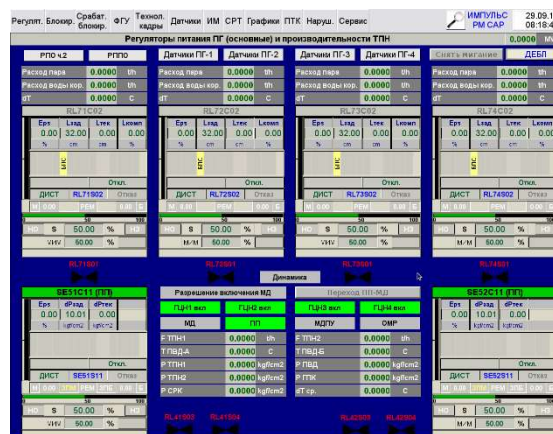
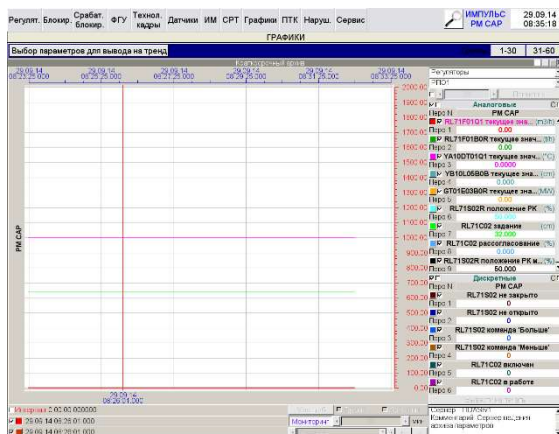
- висока відмовостійкість завдяки застосуванню резервованих технічних засобів (триканальні промислові контролери МСКУ, резервовані УСПО, ШДС, ШУК та робочі станції);
- реалізація обміну даними між підсистемами по резервованих оптоволоконних лініях зв'язку;
- можливість обміну даними з ПТК СНЕ ТВ цифровим каналом;
- ергономічний та інтуїтивно зрозумілий операторський інтерфейс;
- зручність експлуатації та технічного обслуговування завдяки застосуванню модульної структури компонентів системи з можливістю швидкої заміни несправних модулів.

Клас безпеки – 3.

Категорія безпеки – В.

### Об'єкти впровадження:

Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2



Відеокадри PM CAP

## СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ТУРБІНИ



### Функции СРТ:

- автоматичний та напівавтоматичний розворот турбіни;
- синхронізація турбогенератора (ТГ) з електричною мережею;
- навантаження або розвантаження ТГ із заданим оператором темпом;
- підтримка на заданому рівні параметрів турбогенератора (частота обертання - точність регулювання не гірше  $\pm 10$  грт, потужність - точність регулювання не гірше  $\pm 10$  MW, тиск пари в головному паровому колекторі - точність регулювання не гірше  $\pm 0,0,5$  кгс/см<sup>2</sup>) у пускових та експлуатаційних режимах;
- забезпечення розвантаження ТГ в режимах скидання навантаження під час роботи технологічних захистів турбінної, реакторної установки або захисту генератора;
- дистанційне керування регулюючими клапанами турбіни за командами оператора;
- виконання наступних захисних дій:
  - запобігання неприпустимому підвищенню частоти обертання турбіни при скиданні навантаження;
  - переведення турбіни на холостий хід або власні потреби з підтримкою номінальної частоти обертання після скидання навантаження;
  - формування захисту при перевищенні допустимої частоти обертання турбіни;
  - обмеження планових змін потужності.



ШЭРС-1

**Склад СРТ:**

- шафа електронного регулятора швидкості ШЕРС-1, шафа системи регулювання турбіни ШСРТ-1, реалізована на базі МСКУ;
- сервер діагностування та архівування, інженерна станція системи автоматичного регулювання, реалізовані на базі робочих станцій ПС5140;
- робочі місця оператора РМО.

**Переваги системи:**

- надійне виконання функцій електронного автомата безпеки (утримання турбіни на рівні потужності, який був у момент відмови основної електрогідравлічної системи регулювання);
- висока швидкодія (тривалість основного циклу роботи - 10 мс, час реакції на дискретні сигнали від протиаварійної автоматики та сигнали положення вимикача генератора - не більше 5 мс, час формування сигналу «Захист за частотою обертання ротора ТГ» від вихідної події (зміна) - не більше 5 мс);
- можливість постачання у складі СНЕ ТВ, що зменшує кількість обладнання за рахунок застосування у СРТ робочих станцій СНЕ;
- можливість роботи у трьох режимах:
  - із використанням електронної частини електрогідравлічної системи регулювання;
  - із використанням електронного регулятора швидкості;
  - у режимі ручного керування.

Клас безпеки – 3.

Категорія безпеки – В.

**Об'єкти впровадження:**

Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2



*ЩСРТ-1*

## КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ ОБЛАДНАННЯ ПЕРШОГО КОНТУРУ РЕАКТОРНОЇ УСТАНОВКИ



### Функції КСД:

- поглиблене комплексне технічне діагностування основного обладнання першого контуру РУ шляхом зіставлення та аналізу діагностичної інформації, отриманої від систем контролю та управління енергоблоку, локальних систем діагностики та власних баз даних;
- забезпечення централізованого доступу інженера-діагноста до оперативної та архівної діагностичної інформації, що надходить від різних джерел (ІОС, ЛМД, АСРК та ін.) та що дозволяє визначати та прогнозувати технічний стан експлуатованого обладнання першого контуру РУ;
- передача до локальної обчислювальної мережі енергоблоку параметрів для надання персоналу.

### Склад КСД:

- система верхнього рівня КСД у складі:
  - дубльований обчислювальний сервер КСД на базі двох взаєморезервуючих робочих станцій;
  - робоче місце інженера-діагноста КСД на базі двох взаєморезервуючих робочих станцій;
- система віброшумової діагностики СВРШД;
- система виявлення вільних та слабозакріплених предметів СОСП;
- система контролю протікання теплоносія першого контуру РУ СКПТ;
- система віброконтролю та діагностики головних циркуляційних насосів СВКД ГЦН;
- система діагностування залишкового ресурсу обладнання РУ СДОР;
- система контролю переміщення трубопроводів СКПТр.



*Робоча станція*

## Система віброшумової діагностики СВРШД

Система призначена для моніторингу та діагностування вібраційного стану обладнання першого контуру РУ, контролю:

- траєкторії теплового переміщення основного обладнання першого контуру РУ в режимах розігріву-розхолодження для виявлення непроєктних траєкторій переміщень, спричинених дефектами опор контрольованого обладнання;
- вібраційного стану основного обладнання першого контуру РУ, включаючи корпус реактора, з метою виявлення аномальних вібрацій, викликаних зміною жорстких характеристик опор, ослабленням вузлів кріплення обладнання або зростанням сил, що змушують вібрацію сил;
- вібраційного стану ТВС з метою виявлення аномальних вібрацій, викликаних ослабленням вузлів кріплення або зростанням впливу з боку теплоносія;
- вібраційного стану шахти реактора з метою виявлення аномальних вібрацій, спричинених зносом вузлів кріплення або збільшеним впливом з боку теплоносія.

Об'єкт діагностування		Управління діагностуванням		Результати діагностування		
Сценарій	Текущий режим	Выполнить	Период по запросу автоматически (мин)	Отчет	По группам	Диагнозы
Корпус РУ	Зальнається/Від	Выполнить	Стоп	15	Отчет	Тип: Матр. Не сформирован
ТВС	Остановлен	Выполнить	Стоп	16	Отчет	Слой: Центр 1 2 3 4 5 6 4 1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 5 6 Тип: Норма
ВКУ	Остановлен	Выполнить	Стоп	16	Отчет	Тип: Крив. Матр. Обод. Соуд. Норма
Оборудование пеллеты	Остановлен	Выполнить	Стоп	16	Отчет	Петля 1 2 3 4 Тип: Норма
АСВ	Остановлен	Выполнить	Стоп	16	Отчет	АСВК1,АСВК2,АСВК11,К1(Пар) Норма

### Функції СВРШД:

- введення, перетворення та порівняння зі уставками сигналів від датчиків вібрації, вібропереміщення, блоків детектування нейтронів і датчиків прямого заряду (можливість прийому шумових сигналів від усіх датчиків ДПЗ РУ - 448 сигналів);
- прийом інформації про технологічні параметри РУ від ІОС енергоблоку;
- архівування даних моніторингу та діагностики;
- розрахункове діагностування вібраційного стану з урахуванням поточних та архівних даних, формування звітів;
- передача в обчислювальний сервер КСД інформації про стан обладнання, що діагностується.

### Склад СВРШД:

- віброперетворювачі п'єзоелектричні, датчики відносних переміщень, блоки детектування;
- перетворювачі сигналів детекторів нейтронів ПСДН-3;
- вимірювальна техніка на базі апаратури комплексної системи діагностики АКСД.2;
- обчислювальний сервер СВРШД з урахуванням робочої станції ПС5140.



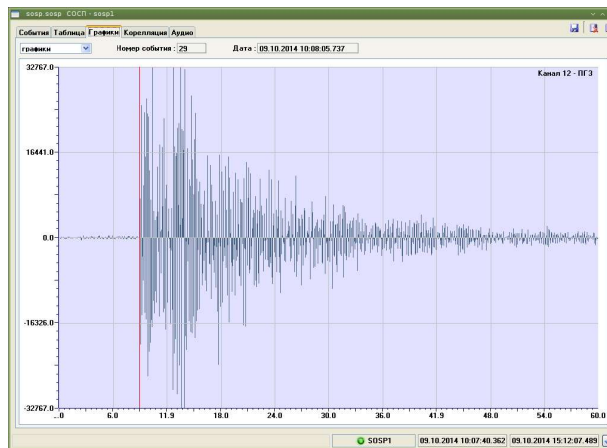
АКСД.2

## Система виявлення вільних та слабозакріплених предметів СОСП

Система призначена для раннього виявлення та визначення місця знаходження в потоці теплоносія предметів, що вільно переміщуються, і деталей обладнання з ослабленим кріпленням з використанням акустичних датчиків, встановлених на поверхні обладнання першого контуру РУ.

### Функції СОСП:

- ведення, перетворення та порівняння зі уставками шумових сигналів від акустичних датчиків;
- контроль корпусного шуму основного обладнання та трубопроводів першого контуру РУ, визначення наявності в потоці теплоносія вільних та слабозакріплених предметів масою від 0,05 кг і більше на відстані 1 м від первинного перетворювача;
- архівування даних, прослуховування та запис акустичних сигналів;
- контроль працездатності каналів прийому та обробки сигналів датчиків;
- надання результатів діагностування оператору та передача в обчислювальний сервер КСД.



### Склад СОСП:

- акустичні датчики (п'єзоелектричні віброперетворювачі);
- імпульсні молотки;
- станція електроживлення імпульсних молотків;
- вимірювальна техніка на базі апаратури комплексної системи діагностики АКСД.2;
- обчислювальний сервер СОСП на базі робочої станції ПС5140.

### Система контролю протікання теплоносія першого контуру СКПТ

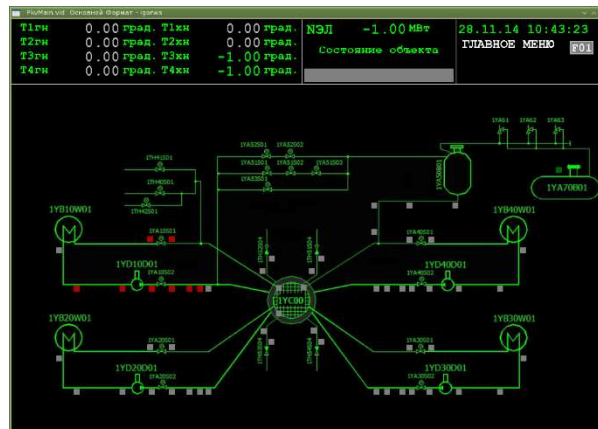
Система призначена для контролю герметичності обладнання та трубопроводів головного циркуляційного контуру РУ, своєчасного виявлення місця течі теплоносія першого контуру РУ, оцінки її величини в режимах нормальної експлуатації, з порушеннями нормальної експлуатації та в режимі "мала течя".

### Функції СКПТ:

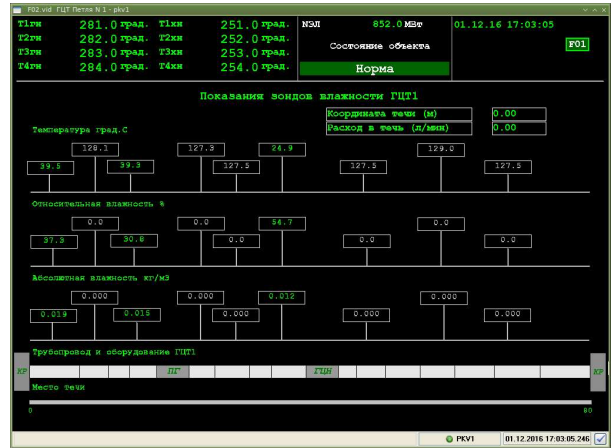
- прийом інформації від інформаційно-обчислювальної системи енергоблоку;
- комплексний аналіз з визначення місця (з відхиленням не більше  $\pm 2$  м) та величини течі з мінімальною реєстрованою витратою теплоносія на протязі 1 л/мін за час не більше 10 мін від моменту її фактичного виникнення;
- архівування даних;
- надання результатів діагностування оператору та передача в обчислювальний сервер КСД;
- формування попереджувальної сигналізації.

### Состав СКПТ:

- підсистема акустичного контролю (ПАК) у складі:
  - датчики акустичні;



- вимірювальна техніка на базі апаратури комплексної системи діагностики АКСД.2;
- обчислювальний сервер СКПТ ПАК на базі робочої станції ПС5140;
- підсистема контролю вологості (ПКВ) у складі:
  - датчик відносної вологості та температури;
  - вимірювальна техніка на базі апаратури комплексної системи діагностики АКСД.2;
  - обчислювальний сервер СКПТ ПКВ на базі робочої станції ПС5140.



### Система віброконтролю та діагностики головних циркуляційних насосів СВКД ГЦН

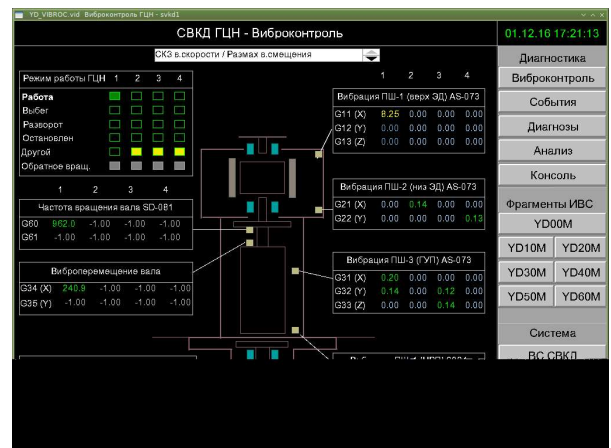
Система призначена для моніторингу вібраційних параметрів ГЦН з метою раннього виявлення аномальних станів механічної та електричної частини, прогнозування технічного стану на підставі комплексного аналізу вібраційних характеристик та теплотехнічних параметрів.

#### Функції СВКД ГЦН:

- введення, перетворення та порівняння зі уставками сигналів від датчиків віброконтролю;
- безперервний контроль вібраційного стану ГЦН та ідентифікація дефектів, що повільно розвиваються;
- контроль вібраційних характеристик у різних режимах роботи ГЦН, включаючи режим вибігу ротора при відключенні живлення електродвигуна;
- аналіз, архівування та протоколювання даних;
- діагностика стану ГЦН з наданням результатів інженеру-діагносту та формуванням сигналізації.

#### Склад СВКД ГЦН:

- датчики віброконтролю;
- первинні перетворювачі сигналів датчиків ГЦН;
- вимірювальна техніка на базі апаратури комплексної системи діагностики АКСД.2;
- обчислювальний сервер СВКД ГЦН на базі робочої станції ПС5140..

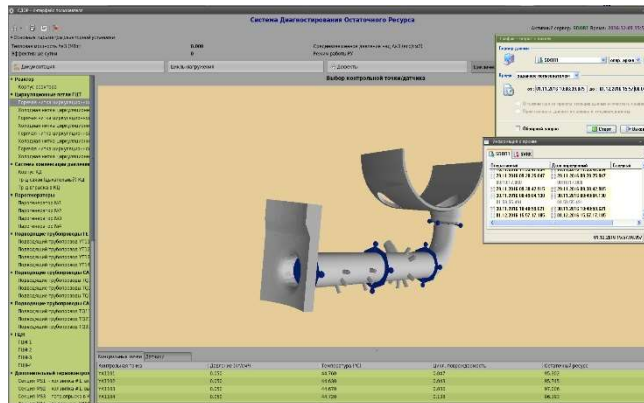


### Система діагностування залишкового ресурсу СДЗР

Система призначена для розрахунку накопиченого втомного пошкодження металу в найбільш напружених точках конструкції та оцінки залишкового ресурсу елементів основного обладнання першого контуру РУ (реактор з кришкою без внутрішньокорпусних пристроїв, компенсатор тиску, парогенератори, головні циркуляційні трубопроводи, трубопроводи САОЗ та КД) на основі безперервного контролю параметрів у різних режимах експлуатації РУ.

## Функції СДЗР:

- введення та перетворення сигналів від датчиків термоконтролю (контроль термопульсацій та стратифікації теплоносія), збір та накопичення інформації, що надходить від обчислювального сервера КСД;
- розрахунок втомного пошкодження та залишкового ресурсу в контрольних (найбільш навантажених) точках;
- оцінка залишкового ресурсу металу обладнання та трубопроводів;
- ведення баз даних, реєстрація сигналів, отриманих від ІОС, КСД та власних датчиків;
- надання інформації оперативному персоналу.



## Склад СДЗР:

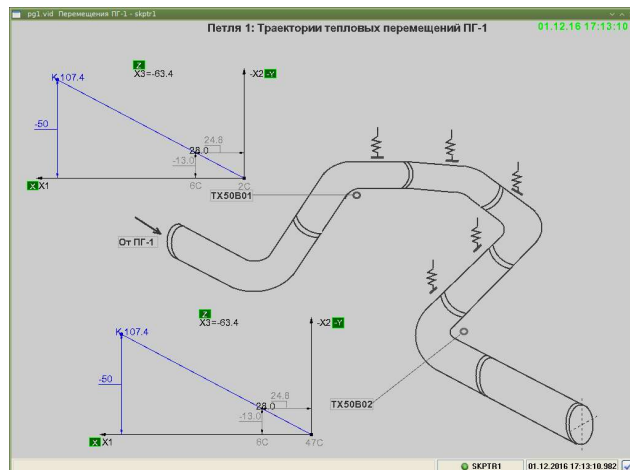
- датчики температури (термопари);
- комплекс керуючий обчислювальний на базі промислового контролера МСКУ;
- обчислювальний сервер СДОР з урахуванням робочої станції ПС5140.

## Система контролю переміщення трубопроводів СКПТр

Система СКПТр призначена для постійних вимірів та фіксації максимальних переміщень трубопроводів в умовах нормальної експлуатації енергоблоку та в перехідних режимах (пуск, зупинка, часткове скидання навантаження) для надання інформації оперативному та технічному персоналу.

## Функції СКПТр:

- прийом та обробка сигналів від датчиків трикоординатного переміщення, прийом технологічних сигналів тиску та температури в ПГ;
- постійний дистанційний контроль переміщення трубопроводів по трьох взаємно перпендикулярних осях та ведення бази даних;
- надання оператору інформації про переміщення трубопроводів у вигляді відеограм;
- передача інформації про переміщення та порушення допустимих меж переміщень у суміжні системи;
- подання інформації персоналу енергоблоку про несправності та збої, формування сигналізації про неприпустимі переміщення трубопроводів.



## Склад СКПТр:

- датчик трьохкоординатного переміщення ДТП;
- комплекс керуючий обчислювальний на базі промислового контролера МСКУ;
- обчислювальний сервер СКПТр з урахуванням робочої станції ПС5140.



**Переваги системи:**

- централізація широкого спектра функцій діагностики обладнання першого контуру РУ в єдиній системі за збереження автономності локальних систем діагностики;
- комплексне та достовірне визначення пошкодженого чи зношеного обладнання РУ завдяки наявності локальних систем діагностики, в яких застосовані різні методи оцінки контрольованих параметрів;
- апробовані діагностичні алгоритми КСД дозволяють оцінювати інтенсивність впливу пошкоджуючих факторів та обґрунтовано рекомендувати проведення робіт з поглибленої оцінки технічного стану елементів енергоблоку та виконання ремонтних процедур за поточним технічним станом обладнання РУ;
- конструкція та розташування на трубопроводах вузлів кріплення датчиків забезпечують зручність монтажу, а також безперешкодний періодичний контроль металу трубопроводів без супутнього демонтажу вузлів кріплення;
- зручність експлуатації завдяки ергономічному операторському інтерфейсу та наявності розвиненої системи надання поточної та ретроспективної інформації експлуатаційному персоналу;
- застосування уніфікованих технічних засобів.

Клас безпеки КСД – 4.

Категорія безпеки КСД - не класифіковано.

**Об'єкти впровадження КСД:**

- Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-5
- Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4
- Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2
- Південноукраїнська АЕС, енергоблоки №№ 1-3
- АЕС «Козлодуй», енергоблоки №№ 5, 6

## СИСТЕМА ЗБЕРІГАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В УМОВАХ ПРОЕКТНИХ І ЗАПРОЕКТНИХ АВАРІЙ «ЧОРНИЙ ЯЩИК»

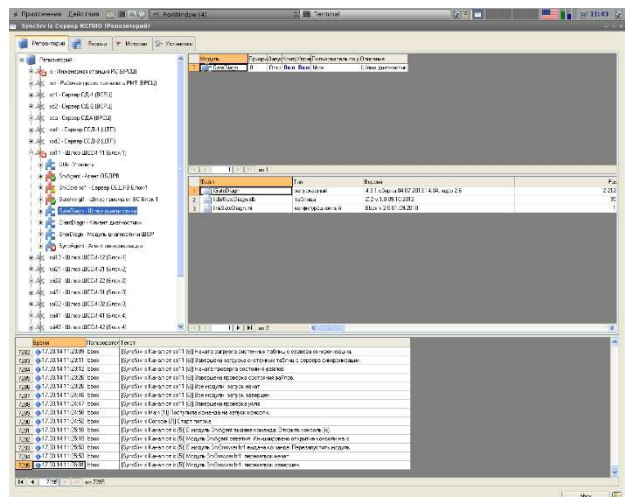
Система «Чорний ящик» призначена для зберігання та подання персоналу інформації про параметри енергоблоків АЕС в аварійних та післяаварійних умовах проектних та запроектних аварій.

### Функції системи «Чорний ящик»:

- збір інформації від систем джерел даних;
- реєстрація та збереження інформації в довгостроковому архіві;
- надання персоналу інформації про параметри енергоблоків АЕС у вигляді графіків та відеограм.

### Склад системи «Чорний ящик»:

- комплекс реєстрації та подання даних, що приймаються від підсистеми концентрації даних (КРПД), у складі:
  - дубльовані сервери даних;
  - сервер довгострокового архіву;
  - робоче місце технолога;
  - інженерна станція;
  - технічні засоби, що утворюють радіоканал передачі даних;
- комплекс концентрації даних, що приймаються від підсистеми введення даних (ККД), у складі:
  - дубльовані сервери збору даних;
  - технічні засоби, що утворюють радіоканал передачі даних до КРПД;
- комплекс введення даних від систем-джерел даних енергоблоків у складі:
  - дубльовані шлюзи оптичного розгалуження та зв'язку, що складаються зі шлюзу зв'язку з системами-джерелами та шафи оптичного розгалуження, що забезпечує прийом даних від зовнішніх систем та передачу сигналів в ІОС та СРВПЕ (розгалуження);
  - технічні засоби, що утворюють радіоканал передачі даних до ККД.



## Переваги системи:

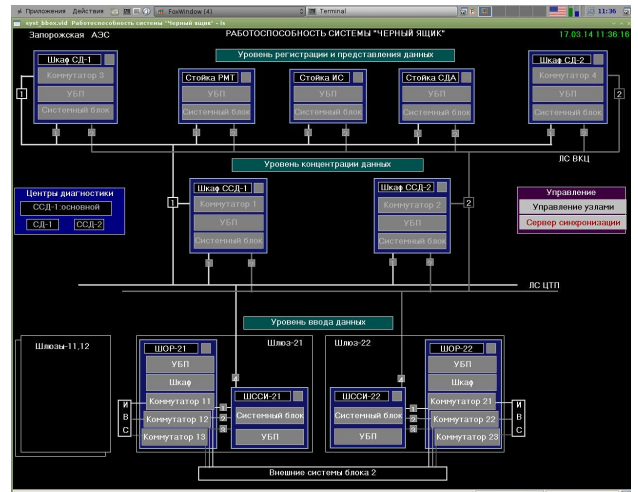
- застосування високонадійного апробованого радіоканалу для передачі даних;
- реалізація обміну даними між компонентами за резервованими оптоволоконними лініями зв'язку;
- висока відмовостійкість системи завдяки застосуванню резервованих технічних засобів.

Клас безпеки – 3.

Категорія безпеки – С.

## Об'єкти впровадження:

- Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2
- Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4
- Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-5



## ЦЕНТР ТЕХНІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ОПЕРАТОРІВ

### Функції ЦТП:

- експертна підтримка дій оперативного персоналу БЦУ з управління енергоблоками в аварійному режимі та при ліквідації наслідків аварії;
- контроль за веденням технологічного режиму та видача рекомендацій щодо його оптимізації при нормальній експлуатації;
- отримання та обробка інформації від суміжних діагностичних та інформаційних систем;
- надання експлуатаційному персоналу необхідної інформації.

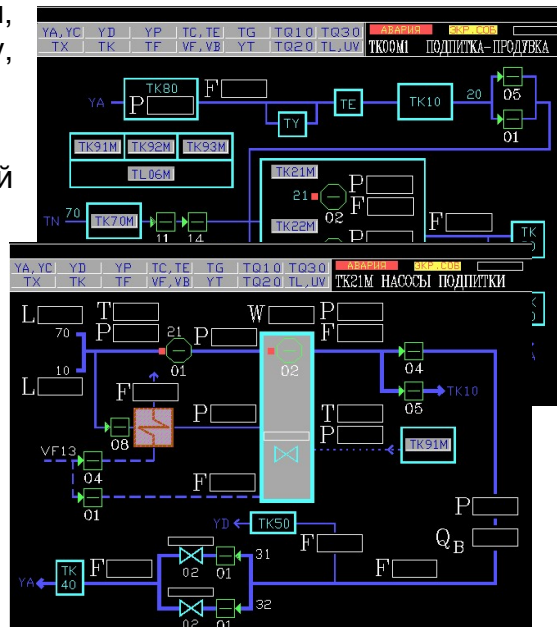
### Склад ЦТП:

- програмно-технічний комплекс інформаційного зв'язку ЦТП із суміжними системами та подання стану параметрів енергоблоків у складі:
  - інженерні станції;
  - операторські станції;
  - сервери архівування ЦТП;
  - шлюз зв'язку з внутрішнім кризовим центром;
  - переносні робочі місця;
  - екран колективного користування;
- комплекс засобів забезпечення безпеки у складі:
  - обладнання контролю радіаційної обстановки (дозиметр-радіометр);
  - обладнання відеоспостереження діями операторів блочного та резервного щитів управління (відеокамери, відеореєстратор, апаратура зв'язку, монітори відеоспостереження).



### Переваги системи:

- ергономічний та інтуїтивно зрозумілий операторський інтерфейс;
- застосування апробованих технічних та програмних рішень;
- висока відмовостійкість системи завдяки застосуванню резервованих технічних засобів;
- безперервна самодіагностика всіх компонентів системи глибиною до змінного блоку з формуванням сигналізації про несправність.



Клас безпеки – 4.

Категорія безпеки - не класифіковано.

- **Об'єкти впровадження:**
- Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2
- Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 3, 4

## СИСТЕМА АВАРІЙНОГО ТА ПІСЛЯАВАРІЙНОГО МОНІТОРИНГУ

Система аварійного та післяаварійного моніторингу ПАМС призначена для контролю параметрів безпеки та стану систем реакторної установки під час проектних та запроектних аварій на АЕС.

ПАМС забезпечує функції аварійного та післяаварійного моніторингу при будь-яких вихідних подіях, що враховуються проектом, а також при запроектних аваріях (у тому числі пов'язаних з тяжким пошкодженням палива).



### Функції ПАМС:

- моніторинг за допомогою аварійних контрольно-вимірювальних приладів (АКВП) наступних параметрів РУ:
  - рівня теплоносія в реакторі - для визначення рівня застосовуються термоелектричні перетворювачі, що розміщуються всередині корпусу складання внутрішньореакторних детекторів прямого заряду;
  - рівня у басейні витримки - для вимірювання рівня застосовуються чутливі елементи на основі методу імпульсної рефлектметрії;
  - температури у басейні витримки - для вимірювання температури застосовуються термоперетворювачі з діапазоном вимірювання 0 - 300°C;
  - температури в гермооболонці (ГО) - для вимірювання температури застосовуються термометри опору з діапазоном виміру 0 - 300°C;
  - потужності дози випромінювання в ГО - для контролю потужності дози випромінювання застосовуються блоки детектування (іонізаційні камери) з діапазоном вимірювання  $10^{-4}$  -  $10^5$  Гр/ч;
  - тиску над активною зоною - для вимірювання тиску застосовуються датчики тиску 0 - 25 МПа;
  - тиску в ЗЛА - для вимірювання тиску застосовуються датчики тиску 0 - 1 МПа;
  - рівня у прямках ГО - для вимірювання рівня застосовуються датчики різниці тисків 0 - 70 кПа;
- забезпечення оперативного персоналу АЕС та штабу аварійних робіт інформацією про стан основних функцій безпеки та систем реакторної установки за допомогою технічних засобів ПАМС, стійких до аварійних умов, а також даних, що отримуються від штатних систем, за умови збереження їхньої працездатності;
- надання інформації про стан та ефективність захисних бар'єрів за безпосередніми показаннями АКВП при відмові штатних систем контролю у запроектних аваріях;
- передача даних ПАМС в систему «Чорний ящик» та кризові центри.

**Склад ПАМС:**

- верхній рівень ПАМС - промислові контролери МСКУ та панельні комп'ютери, кваліфіковані за умовами застосування;
- нижній рівень ПАМС - аварійні контрольно-вимірювальні прилади, кваліфіковані для умов проектних та заprojektних аварій.

**Переваги системи:**

- висока відмовостійкість завдяки застосуванню розподіленої дворівневої структури з використанням двох незалежних каналів вимірювання, обробки та подання даних;
- застосування технічних засобів, кваліфікованих для умов проектних та заprojektних аварій, у тому числі аварій із втратою теплоносія (LOCA);
- застосування АКВП з розширеним діапазоном вимірювань контрольованих технологічних параметрів РУ;
- забезпечення працездатності ПАМС в умовах максимального розрахункового землетрусу та повного знеструмлення енергоблоку (blackout);
- надійне електроживлення обладнання ПАМС завдяки застосуванню пристрою безперебійного живлення УБП-15, що забезпечує живлення ПАМС при повному знеструмленні енергоблоку на час до 8 годин.

Клас безпеки – 3.

Категорія безпеки – В.

**Об'єкти впровадження:**

- Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2
- Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-4
- Хмельницька АЕС, енергоблоки №№ 1, 2

## СИСТЕМА КОНТРОЛЮ КОНЦЕНТРАЦІЇ ІЗОТОПУ БОР-10 (БОРНОЇ КИСЛОТИ)

Основна функція системи контролю концентрації бору на базі нейтронних аналізаторів розчинів НАР-I - автоматичний безперервний вимір концентрації бору-10 (борної кислоти) у теплоносії на енергоблоках АЕС з реакторами типу ВВЕР.

### Склад НАР-I:

- основне обладнання - пристрої детектування (датчики) та пристрої перетворення та обробки інформації (УПО), що компонуються в наступних виконаннях:
  - НАР-I-Н - укомплектований датчиком навісного типу УДт-1Н (встановлюється на технологічних трубопроводах);
  - НАР-I2-Н - укомплектований датчиком навісного типу УДт-1Н із меншим рівнем випромінювання;
  - НАР-I2-НЕ - укомплектований датчиком навісного типу УДт-2Н (включає водневмісний матеріал, що екранує від нейтронного випромінювання);
  - НАР-I-П - укомплектований датчиком занурювального типу (встановлюється в баках та ємностях);
  - НАР-I-Пр1 - укомплектований одноканальним датчиком проточного типу УДт-2Пр1 з однією кюветою, підключеною лінією проботбору до технологічної системи;
  - НАР-I-Пр2 - укомплектований двоканальним датчиком проточного типу УДт-2Пр2 із двома кюветами, підключеними лініями проботбору до технологічних систем.
  - НАР-I-К - укомплектований датчиком контрольного типу УДт-2К (встановлюється у лабораторному приміщенні);
  - НАР-I-Н-ІС - укомплектований датчиком навісного типу та символічним індикатором, що індикує концентрацію борної кислоти на щитах управління;
  - НАР-I-П-ІВ - укомплектований датчиком занурювального типу та символічним індикатором, що індикує концентрацію борної кислоти на щитах управління;
- додаткове обладнання (входить до складу постачання опціонально):
  - америцій-берилієві та плутоній-берилієві джерела швидких нейтронів;
  - індикатор символічний ІНС;
  - пристрій реєстрації та відображення УРО;
  - шафа технологічна ШТ для встановлення УПО, УРО;
  - контейнер для зберігання та транспортування джерел швидких нейтронів.



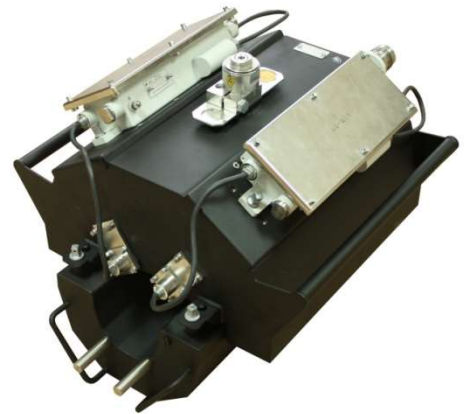
### Пристрій детектування підвісного типу УДт-1Н

Забезпечує вимірювання концентрації ізоотопу бор-10 (борної кислоти) у трубопроводах діаметрами 89, 108, 133, 159, 325, 630 мм.



### Пристрій детектування підвісного типу УДт-2Н

Забезпечує вимірювання концентрації ізоотопу бор-10 (борної кислоти) у трубопроводах діаметрами 108, 159, 325 мм (окремі виконання УДТ для різних діаметрів).



### Пристрій детектування занурювального типу УДт-1П

Забезпечує вимірювання концентрації ізоотопу бор-10 (борної кислоти) у технологічних баках та ємностях з охоронною гільзою діаметром 120 мм.





## Пристрій детектування проточного типу УДТ-2Пр

УДТ-2Пр виконує вимірювання концентрації ізоотопу бор-10 (борної кислоти) у гільзах, що підключаються лініями проботбору до технологічних систем АЕС.

Розроблено два виконання: УДТ-2Пр1 (одноканальний варіант) та УДТ-2Пр2 (двоканальний варіант).

Технологічна частина забезпечує регулювання витрати розчину, вимірювання параметрів протікає розчину (тиск, витрата).



## Пристрій детектування контрольного типу УДТ-2К

УДТ-2К забезпечує:

- вимірювання концентрації ізоотопу бор-10 (борної кислоти) у робочих еталонах розчинів, що використовуються для калібрування робочих боромерів навісного, занурювального та проточного типів;
- вимірювання концентрації ізоотопу бор-10 (борної кислоти) у розчинах з невідомою концентрацією;
- визначення атомної частки ізоотопу бор-10 у борній кислоті.



## Пристрій перетворення та обробки УПО

Функції:

- розрахунок концентрації ізоотопу бор-10 (борної кислоти);
- індикація значень у цифровому та графічному видах;
- передача інформації у зовнішні системи по дубльованих лініях зв'язку інтерфейсу RS-485 та у вигляді струмового сигналу (0-5 мА або 4-20 мА).



## Індикатор символний ІНС

Функції:

- індикація у цифровій формі поточної концентрації ізотопу бор-10 (борної кислоти) на панелях щитів керування;
- формування дискретного сигналу попереджувальної сигналізації.



## Контейнер для зберігання та транспортування джерел

Сертифікований за потужністю поглиненої дози контейнер, призначений для зберігання та транспортування одного джерела швидких нейтронів (америцій-берилієвого або плутоній-берилієвого).

Контейнер виконаний у вигляді візка з жорстко закріпленим на ньому каркасом, який встановлюється знімний контейнер.

Знімний  
контейнер



Контейнер



Джерело

## Пристрій реєстрації та відображення УРО

Функції:

- формування архіву НАР-I;
- контроль працездатності всіх НАР та енергоблоку;
- відображення на сенсорному екрані панельного комп'ютера архівних даних, у тому числі концентрацій бору-10 (борної кислоти) у будь-якій технологічній точці;
- перевірка (калібрування) НАР-I проточного типу.

Для живлення панельного комп'ютера застосовується модуль живлення МПт.

Панельний комп'ютер



Модуль живлення МПт



## Шафа технологічна ШТ

Забезпечує можливість встановлення та підключення зовнішніх зв'язків до УПО або УРО. Підключення кабелів живлення та сигнальних кабелів УПО проводиться до клемників шафи ШТ (кабелі від клемників до УПО входять до складу системи).

Споживана потужність ШТ із чотирма встановленими ППО не перевищує 160 W.

Ступінь захисту ШТ - IP23.

### Основні метрологічні характеристики НАР-I

Виконання	Значення концентрації, г/кг		Абсолютна похибка, г/кг		Значення концентрації, г/кг		Відносна похибка, %
	бор-10	борна кислота	бор-10	борна кислота	бор-10	борна кислота	
НАР-I-H	0÷0,192	0÷6	0,0048	0,15	0,192÷1,6	6÷50	2,5
НАР-I-П			0,0048	0,15			2,5
НАР-I2-HE			0,0058	0,18			3,0
НАР-I2-H			0,0067	0,21			3,5
НАР-I-Пр1	0÷0,32	0÷10	0,0032	0,1	0,32÷1,6	10÷50	1,0
НАР-I-Пр2			0,0032	0,1			1,0
НАР-I-K			0,00192	0,06			0,6

#### Переваги системи:

- висока точність при безперервному аналізі концентрації бору-10 (борної кислоти) у технологічних контурах АЕС;
- малий час готовності обладнання після включення живлення (не більше 20 min) та час встановлення значення вихідного сигналу при одноразовій стрибкоподібній зміні концентрації (не більше 20 с);
- відсутність додаткових похибок НАР-I від впливу зовнішніх факторів (гама-випромінювання потужністю поглиненої дози 0,22 Гр/г, температури зовнішнього середовища до 90 °С, температури вимірюваного розчину до 110 °С);
- можливість комплектування боромерів америцій-берилієвими джерелами швидких нейтронів, що мають термін служби 20 років;
- забезпечення можливості експлуатації НАР-I в аварійних умовах при температурі зовнішнього середовища та розчину до 150 °С (для навісних датчиків при температурі розчину до 265 °С);
- підтверджена випробуваннями відповідність жорстким вимогам промислових стандартів з електромагнітної сумісності, стійкості до впливу навколишнього середовища, сейсмостійкості, вібраційним та ударним навантаженням.

Клас безпеки – 2.

Категорія безпеки – А.

#### Об'єкти впровадження:

- Рівненська АЕС, енергоблоки №№ 1-3
- Вірменська АЕС, енергоблок № 2
- Запорізька АЕС, енергоблоки №№ 1-5
- Південноукраїнська АЕС, енергоблоки №№ 1, 3
- Хмельницька АЕС, енергоблок № 1, 2
- Моховце АЕС, енергоблок №№ 3, 4

## ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Технічні засоби автоматизації (ТЗА), що розробляються та виробляються СНВО «Імпульс», є основою для проектування СКУ.

Розробка та виготовлення ТЗА для постачання на АЕС у складі СКУ виконуються з дотриманням норм та правил національних та міжнародних стандартів, у виробі застосовується елементна база провідних світових виробників, при цьому всі комплектуючі проходять ретельний вхідний контроль.

ТЗА виробництва СНВО «Імпульс», що використовуються у складі СКУ, мають такі основні характеристики:

- висока стійкість до відмов завдяки застосування резервованої модульної структури з можливістю заміни функціональних блоків і модулів без відключення живлення («гаряча» заміна);
- застосування в ТЗА програмного забезпечення та інструментальних засобів програмування власної розробки, що верифіковані та пройшли апробацію у складі систем, важливих для безпеки АЕС;
- підтверджена випробуваннями відповідність жорстким вимогам промислових стандартів з електромагнітної сумісності, стійкості до впливу навколишнього середовища, сейсмостійкості, вібраційним та ударним навантаженням;
- глибока безперервна самодіагностика обладнання з локалізацією несправностей до змінного блоку та формуванням сигналізації;
- висока надійність обладнання завдяки застосуванню промислових серійних компонентів та високоякісних технологій розробки та виготовлення технічних та програмних засобів;
- можливість довгострокової експлуатації (середній термін служби - щонайменше 30 років).

### ПРОМИСЛОВІ КОНТРОЛЕРИ МСКУ-3

Мікропроцесорні керуючі обчислювальні комплекси МСКУ-3 - сімейство проектно-компонованих, гнучко програмованих промислових контролерів, призначених для застосування як:

- підсистем нижнього рівня АСУ ТП;
- інтелектуальних автономних систем контролю та управління;
- промислових контролерів відмовостійких систем автоматизації особливо відповідальних об'єктів.

#### Функції МСКУ-3:

- введення та обробка даних від датчиків аналогових та дискретних сигналів;
- реалізація алгоритмів контролю та управління, різних законів регулювання, захистів, блокувань, пуску та зупинки обладнання;
- формування та видача аналогових та дискретних сигналів, команд управління;
- взаємозв'язок із зовнішніми абонентами, що здійснюється за інтерфейсами на основі оптоволоконних ліній зв'язку:
  - Ethernet;
  - UART.



### **Склад МСКУ-3:**

Склад конкретного МСКУ-3 визначається особливостями його застосування у системі контролю та управління.

Складові частини МСКУ-3:

- мікропроцесорні контролери КМп, оснащені портами інтерфейсу Ethernet і що функціонують під управлінням системного програмного забезпечення (ПЗ) реального часу, розробленого в СНВО «Імпульс»;
- модулі зв'язку з об'єктом МСО, призначені для введення/виведення дискретних та аналогових сигналів;
- модулі зв'язку БПСв, призначені для організації цифрових зовнішніх зв'язків МСКУ-3;
- модулі контролю обладнання МКО, призначені для контролю працездатності та стану обладнання, розміщеного у шафі МСКУ-3;
- панелі кросові ПКр, призначені для підключення об'єктових кабелів;
- панелі з'єднувальні ПСд, призначені для зв'язку кросових панелей з модулями зв'язку з об'єктом та для захисту від електромагнітних перешкод;
- каркаси монтажні, призначені для встановлення контролерів та модулів зв'язку з об'єктом.

### **Основні характеристики:**

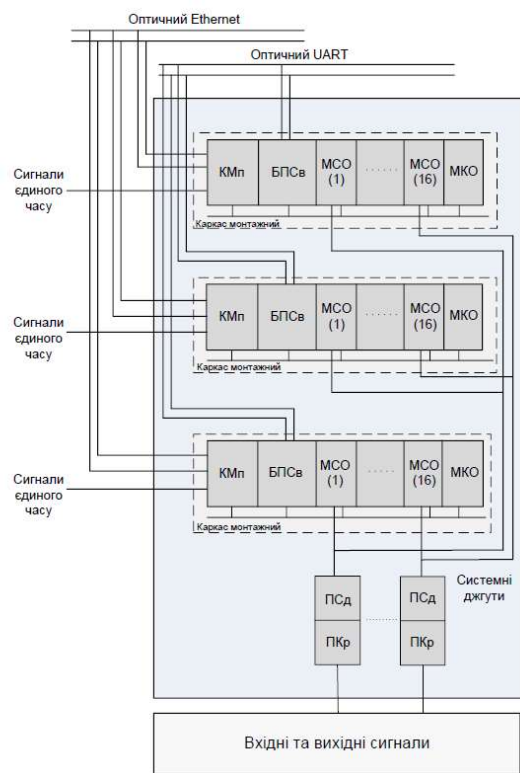
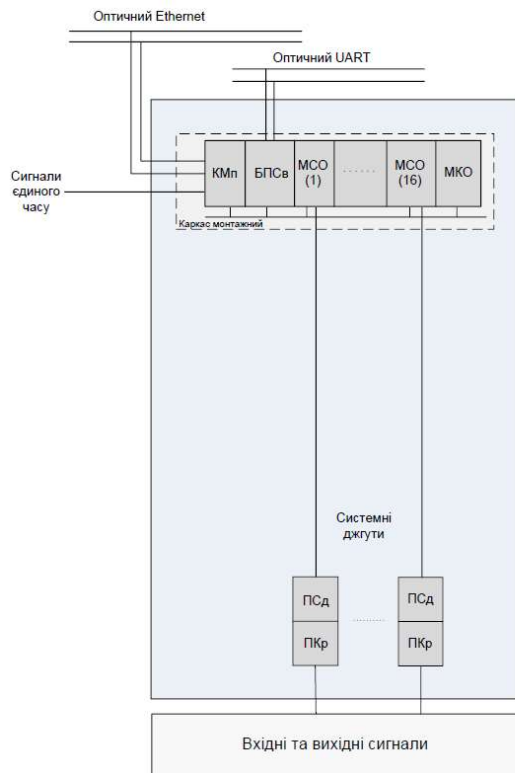
- можливість застосування МСКУ-3 нерезервованого виконання або виконання з триразовим резервуванням контролерів та модулів зв'язку з об'єктом;
- застосування системного програмного забезпечення реального часу та інструментальних засобів програмування МССБ власної розробки, що верифіковані та пройшли апробацію у складі систем, важливих для безпеки АЕС;
- МСКУ-3 є зареєстрованими засобами вимірювань, метрологічне калібрування та атестація забезпечується за допомогою сервісного ПЗ, розробленого в СНВО «Імпульс»;
- відсутність примусової вентиляції (охолодження здійснюється шляхом природної циркуляції повітря через вентиляційні ґрати);
- висока надійність електроживлення завдяки застосуванню резервованої системи живлення шафи як змінним, так і постійним струмом.

Клас безпеки – 2.

Категорія безпеки – А.

### Основні технічні характеристики МСКУ-3

Характеристика	Значення
Кількість каналів вводу/виводу:	256
Параметри вхідних аналогових сигналів постійного струму та напруги: - напруга середнього рівня / похибка..... - постійний струм / похибка..... - напруга низького рівня / похибка..... - опір / похибка.....	0-2,5; 0-10 В / $\pm 0,025$ % 0-5, 0-20 мА / $\pm 0,1$ % $\pm 10, \pm 20, \pm 40$ мВ / $\pm 0,05$ % 0-100, 0-200, 0-400 Ом / $\pm 0,05$ %
Параметри вхідних дискретних сигналів: - опір замкнутого контакту..... - опір розімкнутого контакту..... - напруга постійного струму.....	менше 500 Ом більше 10 кОм 0-4,8 В / 19,2-28,8 В
Параметри вихідних аналогових сигналів: - струм / похибка.....	0-5, 0-20 мА / $\pm 0,2$ %
Параметри вихідних дискретних сигналів: - електромагнітне реле..... - твердотільне реле.....	0,5 А / 50 В до 0,5 А / 12-36 В
Тип процесора контролера	Intel Atom
Інтерфейси зв'язку	Ethernet 100BASE-FX, RS-422, UART
Фізичне середовище каналу зв'язку: - Ethernet 100BASE-FX, UART..... - RS-422.....	оптоволоконний кабель "вита пара"
Умови експлуатації: - діапазон температур..... - відносна вологість.....	5-50 °С до 95 %
Споживана потужність, не більше.....	300 Вт
Електроживлення	до 6 фідерів змінного та/або постійного струму 220 В
Конструкція - підлогова шафа (висота×ширина×глибина).....	1942×610×862 мм
Маса, не більше.....	350 кг



*Структурні схеми МСКУ-3 без резервування та з триразовим резервуванням*

## ПРОМИСЛОВІ КОНТРОЛЕРИ МСКУ-4

Мікропроцесорні керуючі обчислювальні комплекси МСКУ-4 близькі за функціональними можливостями до промислових контролерів МСКУ-3. При цьому в МСКУ-4 забезпечено програмну та апаратну диверсність по відношенню до МСКУ-3, що дозволяє використовувати їх для побудови диверсних СКУ.

### Функції МСКУ-4:

- введення та обробка даних від датчиків аналогових та дискретних сигналів;
- реалізація алгоритмів контролю та управління, різних законів регулювання, захистів, блокувань, пуску та зупинки обладнання;
- формування та видача аналогових та дискретних сигналів, команд управління;
- взаємозв'язок із зовнішніми абонентами, що здійснюється за інтерфейсами на основі оптоволоконних ліній зв'язку:
  - Ethernet;
  - UART.

### Склад МСКУ-4:

Склад конкретного МСКУ-4 визначається особливостями його застосування у системі контролю та управління.

#### Складові частини МСКУ-4:

- мікропроцесорні контролери КМп, оснащені портами інтерфейсу Ethernet і що функціонують під управлінням системного програмного забезпечення реального часу, розробленого в СНВО «Імпульс»;



- модулі зв'язку з об'єктом МСО, призначені для введення/ виведення дискретних та аналогових сигналів;
- модулі зв'язку МСв, призначені для організації обміну даними між КМп та МСО, а також забезпечують зовнішні зв'язки МСКУ-4;
- модулі контролю обладнання МКО, призначені для контролю працездатності та стану обладнання, розміщеного у шафі МСКУ-4;
- панелі кросові ПКр, призначені для підключення об'єктових кабелів;
- панелі сполучні ПСд, призначені для зв'язку кросових панелей з модулями зв'язку з об'єктом та для захисту від електромагнітних перешкод;
- каркаси монтажні, призначені для встановлення контролерів та модулів зв'язку з об'єктом.

#### Основні характеристики:

- більш гнучка адаптація до вимог замовника з допомогою наявності різних схем резервування як центральної частини (контролерів КМп), так і каналів вводу/ виводу (модулів зв'язку з об'єктом МСО);
- застосування системного та інструментального ПЗ власної розробки, диверсного по відношенню до ПЗ МСКУ-3;
- МСКУ-4 є зареєстрованими засобами вимірювань, метрологічне калібрування та атестація забезпечується за допомогою сервісного ПЗ, розробленого в СНВО «Імпульс»;
- відсутність примусової вентиляції (охолодження здійснюється шляхом природної циркуляції повітря через вентиляційні ґрати);
- висока надійність електроживлення завдяки застосуванню резервованої системи живлення шафи як змінним, і постійним струмом.

Клас безпеки – 2.

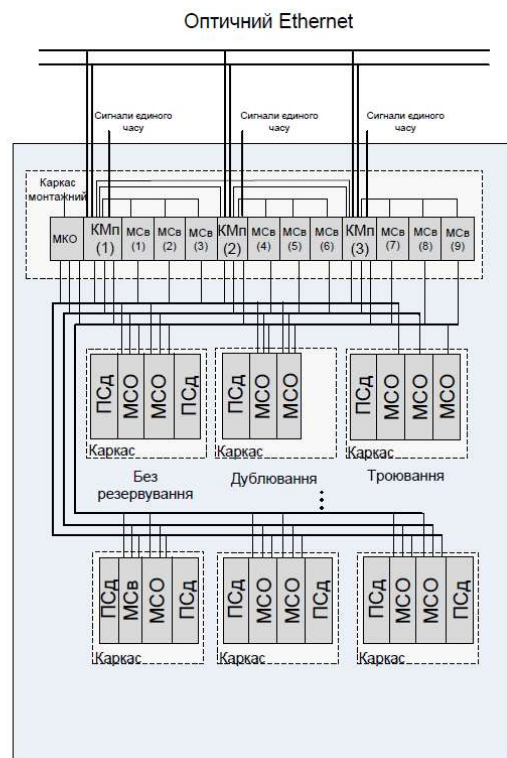
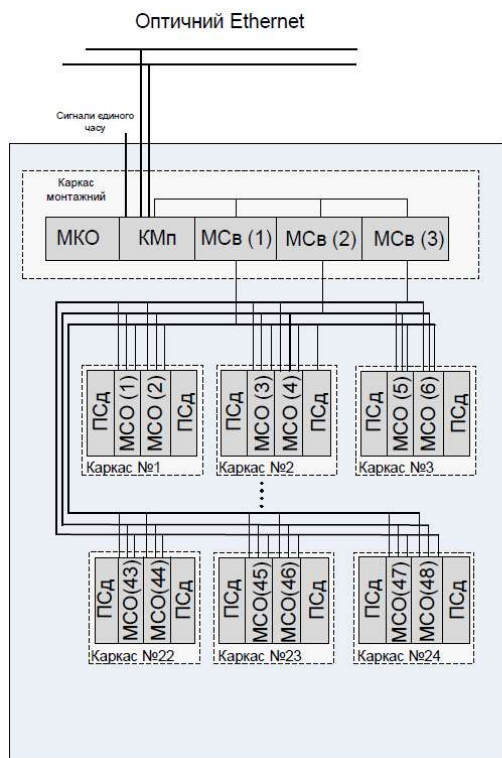
Категорія безпеки – А.

#### Основні технічні характеристики МСКУ-4

Характеристика	Значення
Кількість каналів вводу/виводу (включаючи ведені шафи):	до 10 944
Параметри вхідних аналогових сигналів постійного струму та напруги:	
- напруга середнього рівня / похибка.....	0-2,5; 0-10 В / $\pm 0,025$ %
- постійний струм / похибка.....	0-5, 0-20 мА / $\pm 0,05$ %
- напруга низького рівня / похибка.....	$\pm 10, \pm 20, \pm 40, \pm 80$ мВ / $\pm 0,025$ %
- опір / похибка.....	0-50-150, 0-50-250, 0-100-300, 0-100-500 Ом / $\pm 0,025$ %
- постійний струм низького рівня / похибка.....	0-5 мкА / $\pm 0,05$ %; -0,5...0,5 мкА / $\pm 0,25$ %
- частота / похибка.....	від 45 до 55 Гц / $\pm 4 \cdot 10^{-3}$ % від 50 Гц
Параметри вхідних дискретних сигналів:	
- опір замкнутого контакту.....	менш 650 Ом
- опір розімкнутого контакту.....	більш 4,84 кОм
- напруга рівня «0».....	0-15, 0-20, 0-40 В
- напруга рівня «1».....	15-30, 79-120, 164-253 В



Характеристика	Значення
Параметри вихідних аналогових сигналів: - струм / похибка .....	0-20 мА / ±0,025 %
Параметри вихідних дискретних сигналів: - електромагнітне реле..... - твердотільне реле.....	постійний струм – 0,1 А / 250 В змінний струм – 0,5 А / 250 В постійний струм – 0,4 А / 12-36 В змінний струм – 0,2 А / 187-242 В
Тип процесора контролера:	Intel Atom
Інтерфейси зв'язку: - тип.....  - кількість: - Ethernet 100BASE-FX, не більше..... - RS-422, RS-485, , не більше .....	Ethernet 100BASE-FX, RS-485, RS-422  14 418
Фізичне середовище каналу зв'язку: - Ethernet 100BASE-FX .....	оптоволоконний кабель «вита пара»
Потужність, що споживається, не більше.....	400 Вт
Електроживлення:	до 2 фідерів змінного та/або постійного струму 220 В
Перетин об'єктових кабелів, що підключаються на пружинні клемники:	Від 0,35 до 2,5 мм <sup>2</sup>
Умови експлуатації: - діапазон робочих температур..... - вологість	0-50 °С до 95 %
Конструкція - підлогова шафа (висота×ширина×глибина).....	2056×610×900 мм
Маса шафи, не більше.....	500 кг



Структурні схеми МСКУ-4 без резервування та з резервуванням

## ПРИСТРІЙ ЗВ'ЯЗКУ З ПАНЕЛЮ ОПЕРАТОРА ПЗПО

Пристрій зв'язку з панеллю оператора ПЗПО є виносний контролер, що встановлюється в панелях щитів управління і призначений для взаємодії з органами управління та сигналізації (ключі, лампи, табло), розташованими на панелях.

### Функції ПЗПО:

- прийом сигналів типу «сухий контакт» з командами від ключів дистанційного управління виконавчими механізмами (у тому числі від ключів із надмірним кодуванням), ключів вибору режиму, ключів та кнопок випробування, знімання миготіння та звуку;
- видача потенційних сигналів керування індикаторами положення виконавчих механізмів;
- видача потенційних сигналів керування табло технологічної сигналізації та потенційних сигналів керування звуковими сигналізаторами.



### Склад ПЗПО:

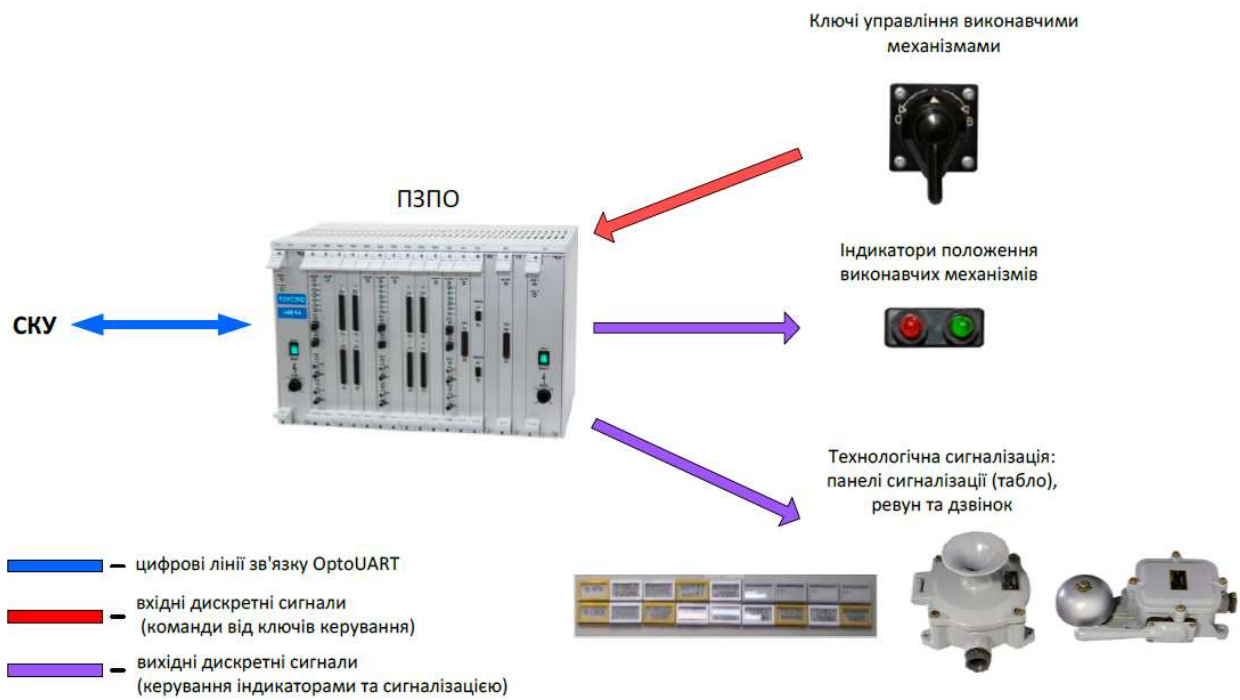
- монтажний каркас 6U 19”;
- блоки живлення;
- блоки зв'язку, що забезпечують обмін даними з іншими пристроями зі складу СКУ з оптоволоконних ліній зв'язку;
- функціональні збирання наступних типів:
  - зборка блоків прийому інформації БПІ для опитування кодованих ключів;
  - зборка блоків прийому інформації БПІ для опитування ключів без кодування;
  - зборка блоків індикації БІД для управління індикаторами положення виконавчих механізмів;
  - зборка блоків сигналізації БС для управління табло технологічної сигналізації та звуковими сигналізаторами.

### Основні характеристики:

- висока стійкість до відмов завдяки застосування резервованих структур функціональних збірок (блоки в складі збірок дубльовані) і системи електроживлення;
- передача сигналів від ключів, ламп і табло сигналізації проводиться в цифровому вигляді за резервованими оптичними лініями зв'язку, що значно зменшує кабельні зв'язки між СКУ і панелями управління.

Клас безпеки – 2.

Категорія безпеки – А.



*Схема взаємодії ПЗПО з обладнанням, що підключається*

## АПАРАТУРА УПРАВЛІННЯ ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ - ШАФА ДИСКРЕТНИХ СИГНАЛІВ ШДС

Шафи дискретних сигналів ШДС у складі СКУ призначені для реалізації функції управління виконавчими механізмами.

### Функції ШДС:

- формування сигналів управління та контролю стану виконавчими механізмами запірної, пневмовідсічної, регулюючої арматури та електродвигунами;
- формування дискретних вихідних сигналів у суміжні системи;
- введення дискретних сигналів із суміжних систем.

### Склад ШДС:

- розподільники живлення від двох вводів;
- блоки живлення (по два на кожен пристрій формування сигналів);
- пристрої формування сигналів на базі монтажних каркасів 6U 19", в яких встановлені:
  - функціональні блоки (максимальна кількість функціональних блоків, що встановлюються у ШДС, становить 72 шт.);
  - блоки зв'язку, що забезпечують обмін даними з іншими пристроями зі складу СКУ з оптоволоконних ліній зв'язку;
  - блок контролю.



Шафи дискретних сигналів ШДС можуть бути встановлені попарно з ідентичним компонуванням для їх взаємного резервування.

Для приєднання ланцюгів двох взаємно резервуючих ШДС до виконавчих механізмів за схемою «АБО» (паралельне підключення) застосовується шафа кросова ШКр. До складу ШКр входять 72 пасивні сполучні панелі ПСд, що забезпечують об'єднання сигналів від двох взаємно резервуючих ШДС (з'єднувачі з одного боку ШКр) для підключення до виконавчих механізмів (клемні масиви з іншого боку ШКр).

### Основні характеристики:

- можливість дублювання функціональних блоків (у складі пари ШДС) та системи електроживлення (дублювання блоків та розподільників живлення);
- значна кількість можливих підключень (до 72 виконавчих механізмів на одну шафу ШДС).

Клас безпеки – 2.

Категорія безпеки – А.

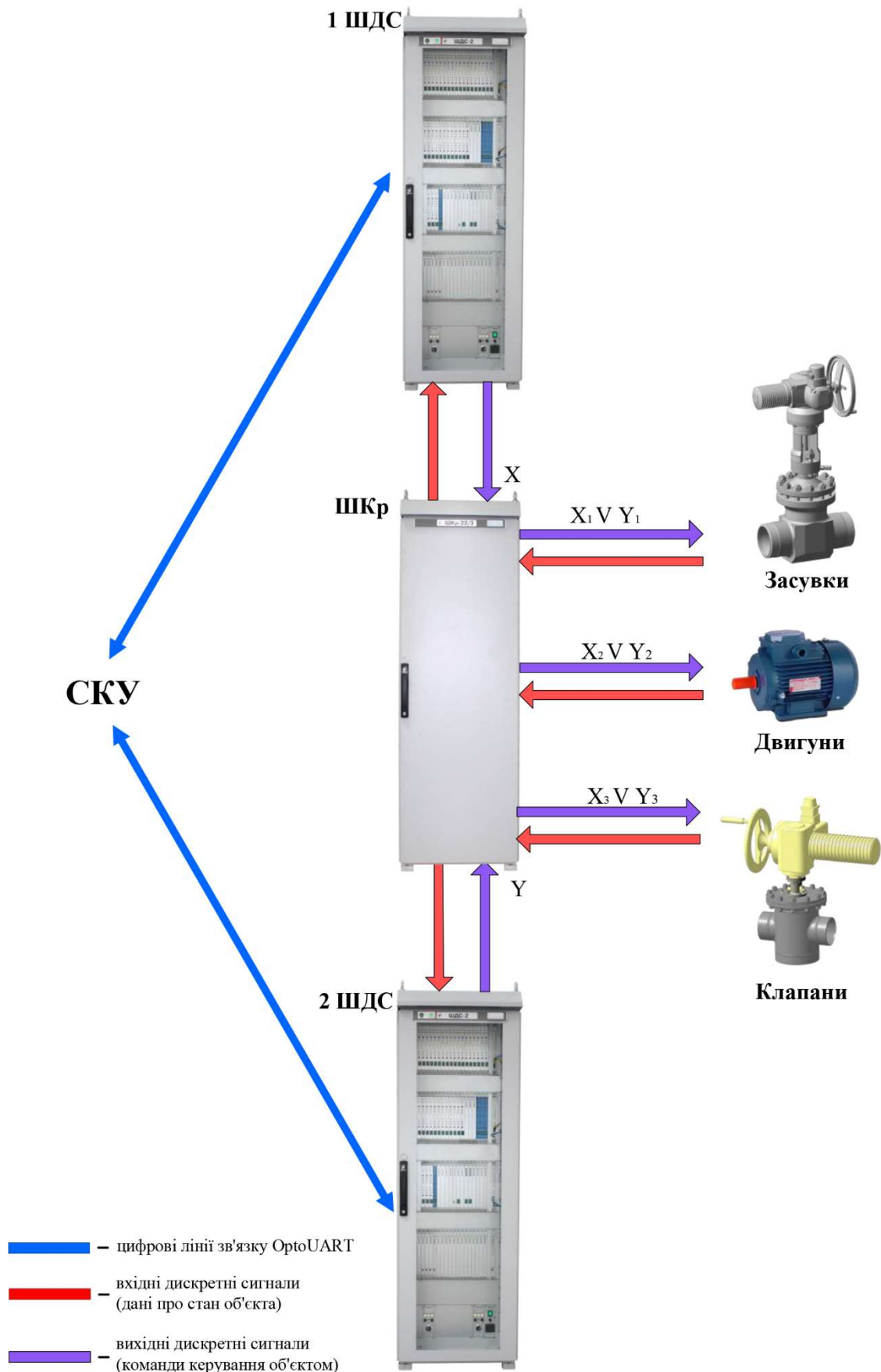


Схема взаємодії ШДС і ШКр з обладнанням, що підключається

## РЕЗЕРВОВАНИЙ ЦЕНТРАЛЬНИЙ КОНТРОЛЕР - ШАФА УПРАВЛІННЯ ТА КОМУТАЦІЇ ШУК

Шафа управління та комутації ШУК призначена для реалізації технологічних алгоритмів та обміну даними між компонентами СКУ у керуючих системах безпеки та системах нормальної експлуатації. ШУК може застосовуватися для компонування резервованих підсистем управління та комутації шляхом встановлення взаємно резервуючих шаф, що виконують ідентичні функції та реалізують ідентичні алгоритми.

### Функції ШУК:

- реалізація алгоритмів за функціями захисних дій (алгоритми захисту з логічними схемами «2оо4»), технологічних захистів та блокувань (алгоритми з логічними схемами «2оо3», «2оо2», «1оо2», «1оо1») та сигналізації;
- комутація цифрових даних між пристроями системи контролю та керування через цифрові оптичні канали зв'язку.

### Склад ШУК:

- розподільники живлення;
- блоки живлення;
- оптоволоконні кроси;
- контролер мікропроцесорний, що функціонує під управлінням системного програмного забезпечення реального часу, розробленого в СНВО «Імпульс»;
- блок керування;
- блоки зв'язку;
- блок контролю.

### Основні характеристики:

- забезпечення високої відмовостійкості центральної частини та керуючої мережі завдяки використанню резервованих шаф ШУК у складі СКУ;
- застосування системного ПЗ реального часу та інструментальних засобів програмування МССБ власної розробки, що верифіковані та пройшли апробацію у складі систем, важливих для безпеки АЕС;
- висока надійність живлення завдяки застосуванню незалежних дубльованих блоків та розподільників первинного електроживлення постійного чи змінного струму.

Клас безпеки – 2.

Категорія безпеки – А.



## РОБОЧІ СТАНЦІЇ ПС5140

Робочі станції ПС5140 являють собою проектно-компоновані промислові комп'ютери, що використовуються як сервери діагностування та архівування, інженерних станцій, робочих місць операторів та шлюзів, що функціонують під управлінням програмного забезпечення операторських станцій, розробленого в СНВО «Імпульс» на базі ОС Linux.

### Функції ПС5140:

- як робоче місце оператора - збирання та надання інформації оператору про хід технологічного процесу;
- як сервер діагностування та архівування - збір технологічної та діагностичної інформації від усіх пристроїв СКУ, архівування та надання оператору актуальної та ретроспективної інформації;
- як інженерна станція - збирання, архівування та надання інформації оператору, можливість зміни функціональних налаштувань СКУ;
- як шлюз - збір та передача інформації.

### Склад ПС5140:

- модуль процесорний у складі:
  - сталевий високоміцний корпус із алюмінієвою лицьовою панеллю;
  - блок витяжних вентиляторів;
  - три відсіки для накопичувачів 5.25",
  - два відсіки для накопичувачів 3.5" або 2.5" у кошику на протиударній підвісці;
  - PICMG-генмонтажна плата на 14 слотів PCI/PCI-e;
  - блок процесорний із процесором Intel Core I5/I7;
  - оперативна пам'ять DDR3;
  - відеоконтролер;
  - накопичувачі інформації на жорстких магнітних дисках HDD та на твердотільних дисках SSD;
  - резервоване джерело живлення з можливістю «гарячої» заміни;
- пристрій безперебійного живлення;
- пристрої відображення - широкоформатні монітори;
- пристрій аварійного включення резерву;
- мережеве обладнання;
- конструктив з такими можливими елементами компоновання:
  - стіл - робоче місце оператора;
  - тумба-підставка - розміщення моніторів операторських робочих станцій;
  - тумба-розміщення модуля процесорного пристрою безперебійного живлення;
  - шафа-тумба - розміщення модуля процесорного пристрою безперебійного живлення, мережевого або іншого додаткового обладнання;
  - шафа - розміщення промислових моніторів, модулів процесорних і мережевого обладнання.



### Основні характеристики:

- можливість універсального використання у системах контролю та управління;
- застосування високонадійних пристроїв безперебійного живлення промислового виконання з резервованими блоками живлення та акумуляторними батареями, що працюють паралельно по виходу, що дозволяє проводити заміну блоків живлення та акумуляторних батарей без відключення робочої станції;
- застосування програмного забезпечення операторських станцій власної розробки, що верифіковано та пройшло апробацію у складі систем, важливих для безпеки АЕС;
- можливість підключення до чотирьох моніторів до однієї робочої станції;
- можливість використання для безперервної роботи;
- конструкція, що забезпечує зручність експлуатації та технічного обслуговування.

Клас безпеки – 3.

Категорія безпеки – В.

### Умови експлуатації

Впливаючий фактор	Значення впливаючих факторів	
	Робочі	Граничні
Температура, °С: – нижнє значення – верхнє значення	18 27	- 50
Відносна вологість, %: – нижнє значення – верхнє значення	20 80	- 90 (тривалість дії 2 год )
Барометричний тиск, кПа: – нижнє значення – верхнє значення	86 108	- -



*Варіанти конструктивних виконань робочих станцій*



## НИЗКОВОЛЬТНІ КОМПЛЕКТНІ ПРИСТРОЇ НКУ РТЗО-І

Низьковольтні комплектні пристрої - розподільники трифазного змінного струму закритого виконання, одностороннього обслуговування НКУ РТЗО-І призначені для розподілу електроенергії споживачам невеликої потужності.

### Склад НКУ РТЗО-І:

- шафа ввідна (ШВ);
- шафа функціональна управляюча (ШФНУ) з наступними типами блоків: БУЗ - блок керування запірною арматурою; БУД - блок керування двигуном; БУК - блок керування клапаном; БРС - розподільний блок. У ШФНУ можуть встановлюватися до 12 блоків БУЗ, БУК, БУД або до 36 блоків БРС.

У складання РТЗО можуть бути об'єднані до семи ШФНУ з одним ШВ.

### Функції НКУ РТЗО-І:

- ШВ призначений для виконання функцій:
  - прийом по двох вводах трифазного змінного струму;
  - розподіл електроенергії змінного струму в головні кола шаф ШФНУ та захист головних кіл від струмів перевантаження та короткого замикання;
  - автоматичне включення резерву, що забезпечує подачу вхідного електроживлення з можливістю налаштування наступних параметрів:
    - $U_{min}$ - при значенні вхідної напруги будь-якої фази менше  $U_{min}$  здійснюється перехід на резервне введення;
    - $U_{max}$ - при значенні вхідної напруги будь-якої фази більше  $U_{max}$  здійснюється перехід на резервне введення;
    - автоматичний перехід із резервного введення на основний;
    - часу затримки переходу з основного введення резервний; часу затримки переходу із резервного введення на основний;
  - збирання та передача діагностичної інформації в модуль введення-виведення ШФНУ по електричних лініях зв'язку;
  - контроль наявності напруги та відображення параметрів робочої напруги головного кола, формування сигналізації у разі його відхилення від норми чи несправності;
- ШФНУ призначений для виконання наступних функцій:
  - розподіл через БРС електроенергії трифазного змінного струму напругою 400/230 В, частотою 50 Гц, з контролем струмів споживання;
  - управління виконавчими механізмами (ВМ) за допомогою блоків БУЗ, БУК та БУД, що мають програмне забезпечення, що налаштовується під конкретний тип ВМ;
  - транслявання трифазного змінного струму до 100 А по кожній фазі та напругою 400/230 В до інших ШФНУ зборки РТЗО;
  - видача команд управління приводами;



**Збірка РТЗО-І**

- діагностування працездатності обладнання ВМ та передача діагностичної інформації за цифровим інтерфейсом;
- формування сигналізації за результатами діагностування.

#### Основні характеристики:

- значне зменшення обладнання порівняно з РТЗО-69 та РТЗО-88 за рахунок збільшення числа приєднань в одній шафі (до 12 приєднань залежно від виконання);
- зменшення до 8 разів кабельних зв'язків порівняно з існуючими РТЗО-69 та РТЗО-88 за рахунок цифрового оптичного інтерфейсу з верхнім рівнем керування;
- швидка зміна конфігурації шафи для забезпечення взаємодії з різними типами ВМ, що визначаються замовником;
- можливість швидкого відновлення працездатності без знеструмлення шафи чи збирання РТЗО;
- зручність експлуатації та технічного обслуговування за рахунок застосування уніфікованих змінних модулів;
- введення силового кабелю в шафу ШВ може здійснюватися як зверху, так і знизу шафи;
- тип з'єднання блоків управління (БУЗ, БУД, БУК) та БРс - висувний;
- зміна налаштувань блоків керування здійснюється з лицьової панелі;
- наявність вбудованої функції діагностування арматури, що дозволяє оперативно оцінювати поточний стан арматури та її окремих вузлів;
- у блоках управління реалізовано режим перевірки, що забезпечує імітацію виконання команди управління без її фізичної видачі;
- блоки управління можуть перебувати у трьох станах: робочому, тестовому та відключеному. У тестовому стані здійснюється перевірка та налаштування, при цьому відключені силові, вхідні та вихідні кола;
- діапазон потужності навантаження - від 0,1 до 22 кВт;
- робочі напруги -  $\sim 230$ ,  $\sim 400$  В;
- робочі напруги кіл управління -  $\sim 230$ ,  $\text{—}24$  В;
- номінальний струм збірки РТЗО - 100 А;
- міцність ізоляції силових кіл - 2100 В постійного струму;
- міцність ізоляції кіл управління - 1500 В постійного струму.



**Сборка РТЗО-И  
с открытым ШФНУ**

#### Діагностичні функції:

- контроль електроживлення;
- контроль струмів навантаження за трьома фазами;
- контроль стану кінцевих вимикачів;
- контроль виконання команд управління із визначенням джерела команд;

- визначення  $\cos \varphi$ ;
- контроль симетричності напруги живлення та струмів споживання ВМ;
- контроль чергування фаз;
- збір та передача діагностичної інформації.

Сейсмостійкість: кат. I з ПНЕГ-5-006 (7 балів).

EMC: група IV по СОУ НАЕК 100:2016.

Види захисту електродвигуна:

- теплова;
- від струмів короткого замикання.

Діапазон температури навколишнього середовища - від плюс 5 до плюс 60 °С.

Клас безпеки - 2.

Категорія безпеки - А.

Ступінь захисту - IP31.

Строк служби - 30 років.

**Об'єкти впровадження:**

Запорізька АЕС

## ПРИСТРОЇ ПЛАВНОГО ПУСКУ IA-3, IA-4

### Функції IA-3, IA-4:

- керування електроприводами регулюючої арматури;
- плавний запуск електродвигуна;
- електродинамічний гальмування електродвигуна.

### Технічні характеристики IA-3:

- потужність керованих електродвигунів - від 3 до 15 кВт;
- діапазон робочих температур навколишнього повітря - від +5 до +75 °С;
- команди управління ДУ-О та ДУ-3 характеризуються постійною або пульсуючою напругою 24 В;
- живлення IA-3 - трифазна напруга 220/380 В.



### Технічні характеристики IA-4:

- потужність керованих електродвигунів - від 0,06 до 3,5 кВт;
- діапазон робочих температур навколишнього повітря - від +5 до +50 °С;
- команди управління ДУ-О та ДУ-3 характеризуються діапазоном постійної або пульсуючої напруги від 18 до 34 В;
- живлення IA-4 - трифазна напруга 220/380 В.

### Основні характеристики:

- конструктивне виконання (виносний прилад для настінного або щитового монтажу) забезпечує зручність монтажу та технічного обслуговування;
- можливість реалізації різних варіантів управління виконавчими автоматами:
  - від місцевих регуляторів;
  - від контролерів систем контролю та управління;
  - від пульта оператора-технолога (вручну);
- використання кількох режимів роботи:
  - безперервного;
  - короткочасного;
  - повторно-короткочасного з частотою до 630 включень за годину..



Клас безпеки - 3.

Категорія безпеки - В.

Ступінь захисту: IP 54.

### Об'єкти впровадження:

- Хмельницька АЕС
- Запорізька АЕС
- Рівненська АЕС
- Південноукраїнська АЕС
- АЕС «Козлодуй» (Болгарія)

# ЩИТОВИЙ ЕЛЕКТРОННИЙ БАГАТОКАНАЛЬНИЙ РЕЄСТРАТОР РЦЦ-1

## Функції РЦЦ-1:

- введення та обробка сигналів термоелектричних перетворювачів, термоперетворювачів опору, датчиків напруги, датчиків струмового сигналу, датчиків опору, а також дискретних сигналів;
- реєстрація та архівування значень вхідних аналогових та дискретних сигналів;
- лінеаризація характеристик термоелектричних перетворювачів та термоперетворювачів опору;
- вилучення квадратного кореня із значення вхідного сигналу струму;
- формування вихідних дискретних сигналів як функцій від значень та ознак переходів за уставки вхідних аналогових сигналів, значень вхідних дискретних сигналів, ознак стану РЦЦ-1;
- формування вихідних дискретних сигналів як функцій від значень та уставок вхідних аналогових та дискретних сигналів, ознак стану РЦЦ-1;
- видача результатів вимірювань та діагностичної інформації на вбудований TFT-дисплей у вигляді цифрових значень, графіків та гістограм;
- контроль підключення датчиків.



## Технічні характеристики РЦЦ-1:

- виконання з 4, 8, 12 та 16 гальванічно розв'язаними універсальними вхідними аналоговими каналами;
- виконання з 8, 16 та 24 гальванічно розв'язаними вихідними аналоговими каналами;
- час опитування 16 каналів – трохи більше 200 мс;
- обмін даними здійснюється за інтерфейсом RS-485;
- похибка виміру вхідних аналогових каналів 0,1 %;
- час архівування даних – від 2 діб до 1 року (залежно від інтервалу архівування);
- можливість збереження інформації архіву на USB-накопичувач;
- температура навколишнього середовища – від +5 до +60 °С.



## Основні характеристики:

- конструктивне виконання, що забезпечує зручність монтажу та технічного обслуговування, а також встановлення на місця показуючих приладів, які раніше використовувалися на щитах управління енергоблоками АЕС;
- зручність експлуатації завдяки інтуїтивно зрозумілому операторському інтерфейсу;
- використання універсальних гальванічно розв'язаних аналогових вхідних каналів;

- широка номенклатура сигналів, що приймаються від датчиків;
- два варіанти дисплея з розмірами 6,4" та 10,4".

Клас безпеки - 2.

Категорія безпеки - А.

Ступінь захисту: лицьова панель IP 54, корпус - IP 20.

**Об'єкти впровадження:**

Запорізька АЕС

## ПЕРЕТВОРЮВАЧ СИГНАЛІВ ПрС

Перетворювач сигналів ПрС - прилад для щитового монтажу, призначений для заміни вимірювальних перетворювачів ЕП 4700 АС, ЕП 4701 АС та блоків вилучення кореня ЕП 4710 АС.

### Функції ПрС:

- перетворення сигналу термоелектричного перетворювача або термоперетворювача опору в уніфікований сигнал постійного струму або напруги постійного струму з можливістю лінеаризації номінальної статичної характеристики датчика;
- перетворення вхідного сигналу постійного струму на уніфікований сигнал постійного струму або напруги з можливістю виконання функції вилучення квадратного кореня;
- живлення первинних вимірювальних перетворювачів типу «Сапфір-22»;
- видача результатів вимірювань на магістраль RS-485;
- видача результатів вимірювань та діагностичної інформації на вбудований РК-індикатор;
- видача дискретного сигналу типу «сухий контакт» при виході контрольованого параметра за верхню чи нижню межу.



### Основні характеристики:

- контроль справності вхідного та вихідного каналу;
- видача всієї необхідної інформації (значення вхідного аналогового сигналу, діапазон вхідного аналогового сигналу, значення температури холодного спаю, значення вихідного аналогового сигналу, індикація несправності) на РК-індикатор;
- захист від короткого замикання в колі навантаження аналогового виходу;
- можливість проведення налаштування на вибраний тип датчика та діапазон роботи, а також калібрування в автоматичному режимі;
- гальванічна розв'язка кіл живлення, вхідного аналогового сигналу, вихідного аналогового сигналу, виходу на магістраль RS-485, вхідних дискретних та вихідного дискретного сигналів;
- можливість оперативної заміни пристрою без перекомутації живильних, інформаційних та керуючих кіл.

Ступінь захисту - IP31.

### Об'єкти впровадження:

- Хмельницька АЕС
- Запорізька АЕС
- Рівненська АЕС
- Південноукраїнська АЕС

## ШЛЕЙФИ ЕНЕРГОВИДІЛЕННЯ І ТЕРМОКОНТРОЛЮ

Шлейфи енерговиділення (ЕВ) та термоконтролю (ТК) призначені для застосування в системах внутрішньореакторного контролю.

**Функція шлейфів** - передача електричних сигналів до вузла з'єднання:

- шлейфи ЕВ - від роз'ємів складання внутрішньореакторних детекторів (СВРД) до вузла електричного з'єднання на бетонній шахті;
- шлейфи ТК - від роз'ємів пристроїв компенсаційних типу КК 82, УТ 0186, сполучної коробки термоконтролю чохлів приводів ГР СУЗ або їх аналогів.



### Склад шлейфів:

- високотемпературна вставка у шлейфах ЕВ;
- термо- та вологозахищений кабель, укладений у нержавіючу оплетку;
- роз'єм для приєднання до СВРД або пристроїв компенсаційних;
- пристрій для герметизації роз'єму після його приєднання до СВРД;
- елементи захисту від механічних пошкоджень;
- комплект монтажних частин.



### Основні характеристики:

- висока стійкість до температури та радіації;
- вологозахищеність, можливість роботи в умовах пароповітряної суміші;
- збереження працездатності в аварійних та післяаварійних умовах, у тому числі при аварії із втратою теплоносія (ЛОСА);
- збереження працездатності при локальних

перегрівах до рівня температури теплоносія

першого контуру.



### Об'єкти впровадження:

- Запорізька АЕС
- Хмельницька АЕС



## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СКУ

Сукупність програмних продуктів, розроблених у СНВО «Імпульс», створює спільно з технічними засобами основу для проектування СКУ.

Розробка програмного забезпечення виконана за технологією, рекомендованою стандартами IEC 60880, IEC 62138, кожна фаза розробки завершується формуванням документації, верифікацією і документуванням процесу верифікації.

Склад системного програмного забезпечення:

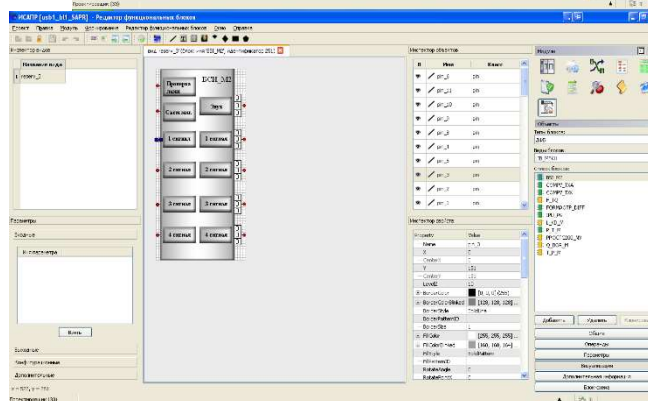
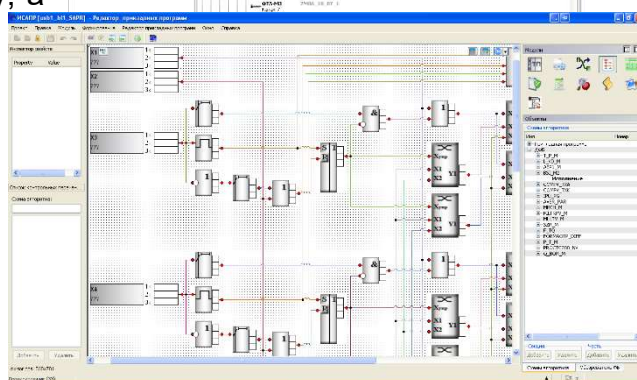
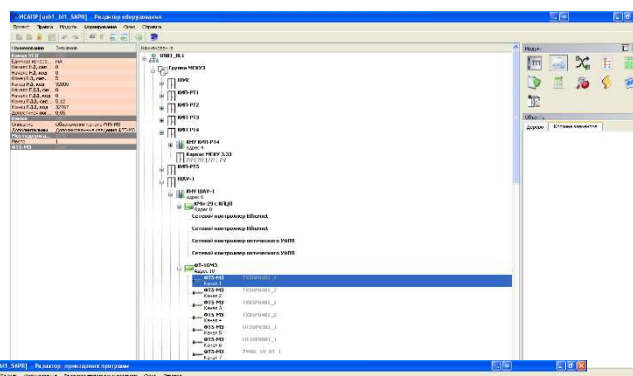
- інструментальне ПЗ для підготовки та налагодження прикладного програмного забезпечення;
- системне програмне забезпечення реального часу;
- ПЗ операторських станцій;
- тестове та сервісне ПЗ.

## ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

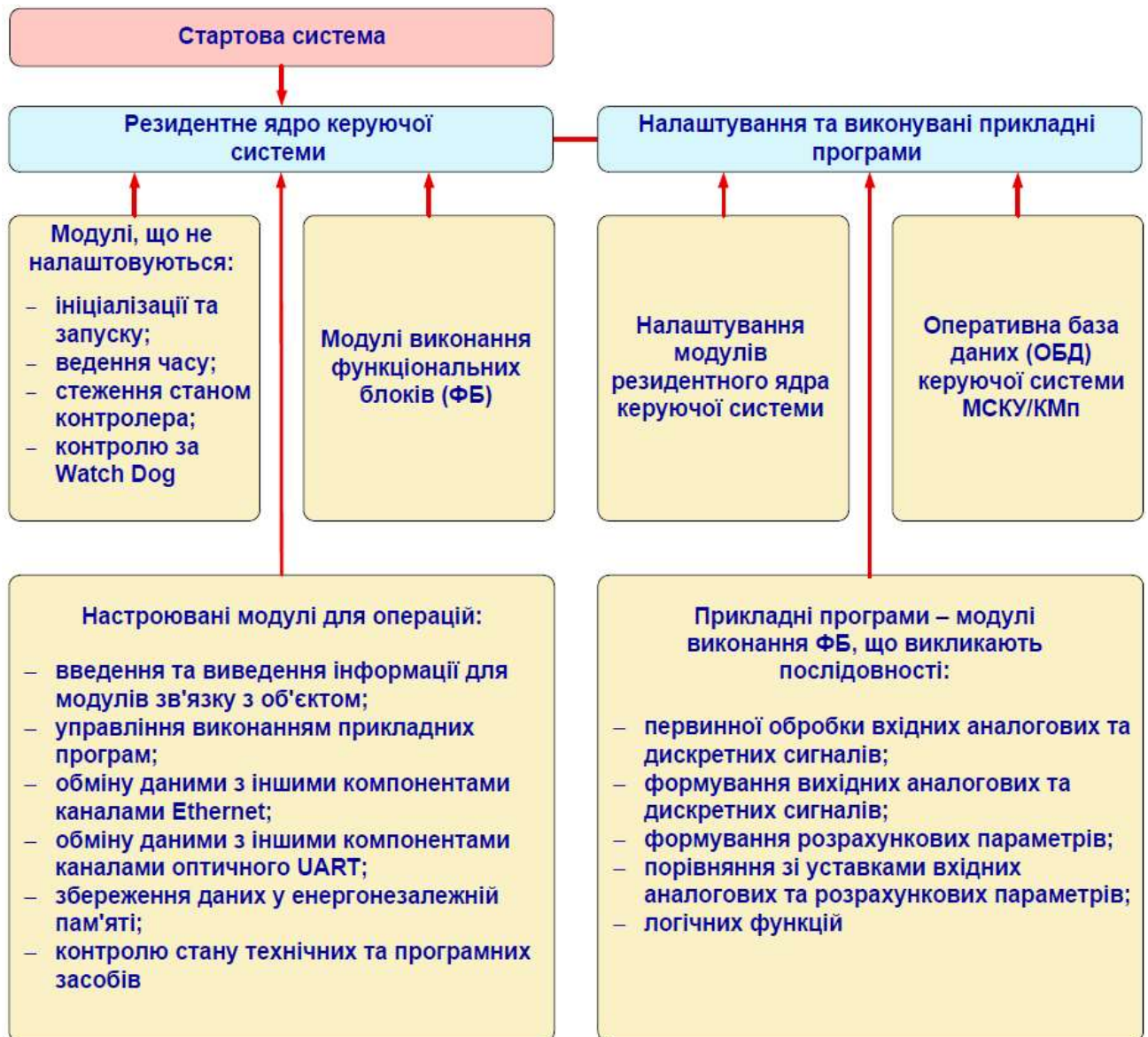
Як інструментальне програмне забезпечення для підготовки, налагодження та супроводу прикладного програмного забезпечення в СНВО «Імпульс» розроблено та застосовується комплекс програм ІСАПР.

ІСАПР забезпечує створення та редагування налаштувань та прикладних програм системного ПЗ реального часу, а також налаштувань відображення ПЗ операторських станцій за допомогою графічної мови функціональних блок-схем (мова FBD). При цьому користувач може застосовувати логічні функціональні блоки з вже існуючої великої бібліотеки або створити власний блок у спеціальному редакторі.

ІСАПР забезпечує створення та редагування налаштувань та прикладних програм системного ПЗ реального часу, а також налаштувань відображення ПЗ операторських станцій за допомогою графічної мови функціональних блок-схем (мова БВО). При цьому користувач може застосовувати логічні функціональні блоки з вже існуючої великої бібліотеки або створити власний блок у спеціальному редакторі.



## СИСТЕМНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ



Системне ПЗ реального часу представлено такими компонентами:

- стартової системою контролера;
- ядром керуючої системи.

Основні функції стартової системи контролера:

- початкове тестування контролера;
- ініціалізація контролера;
- запуск системи керування.

Стартова система записується у Flash-пам'ять системних програм під час виробництва та недоступна користувачеві. Запуск стартової системи з Flash-пам'яті здійснюється автоматично при включенні контролера.

Основні функції резидентного ядра керуючої системи:

- введення, виведення та обробка даних через модулі введення-виведення сигналів;
- синхронізація контролерів;
- взаємний контроль даних між резервованими контролерами;
- підтримка єдиного часу у контролерах;
- обмін інформацією між компонентами СКУ лініями зв'язку локальної мережі;

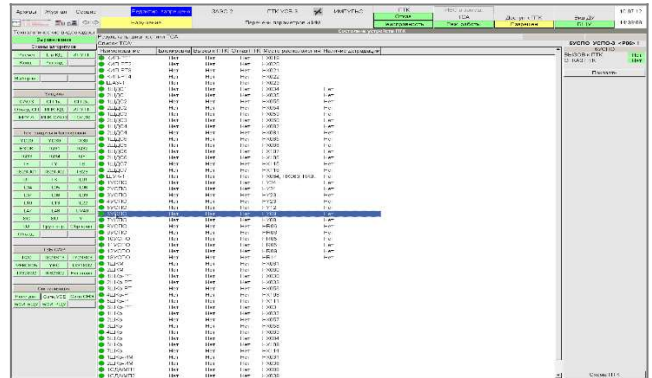
- моніторинг стану обладнання та передача даних про стан обладнання на сервер діагностування та архівування;
- керування запуском прикладних програм.

Налаштування модулів ядра керуючої системи та прикладні програми, що викликають послідовності модулів виконання функціональних блоків, формуються за допомогою інструментального ПЗ ІСАПР.

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПЕРАТОРСЬКИХ СТАНЦІЙ

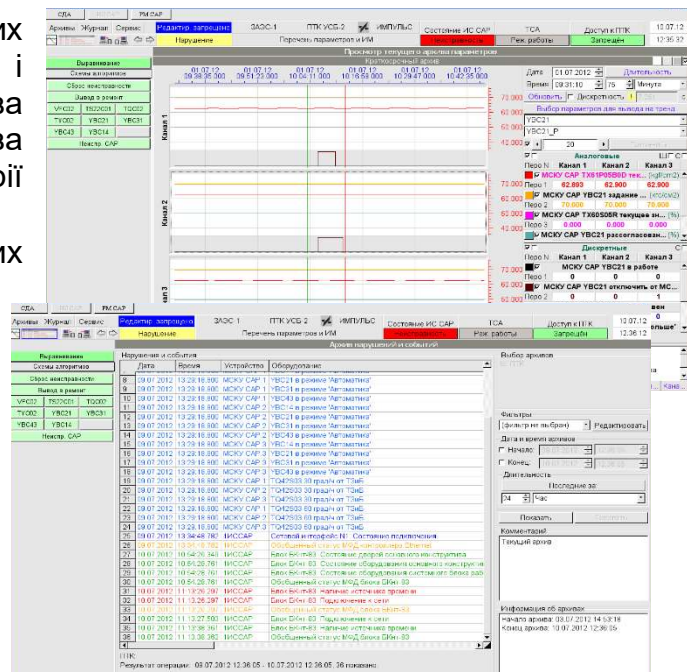
Програмне забезпечення операторських робочих станцій представлено комплексом програм прийому, обробки, відображення та архівування даних, який призначений для виконання наступних функцій:

- прийом та обробка даних від компонентів SKU, формування оперативної бази даних параметрів;
- створення відеокادрів і візуалізації поточної інформації про технологічний процес;
- ведення журналу подій;
- архівування поточної інформації про технологічне процесі, подіях, протоколювання роботи SKU;
- фоновий контроль стану обладнання SKU;
- передача даних по інформаційній мережі іншим SKU енергоблоку.



Кіберзахищеність програмного забезпечення операторських станцій забезпечується:

- відповідністю застосовуваних методів захисту вимогам і рекомендаціям керівництва МАГАТЕ NS-G-1.1, керівництва RG 5.71, стандартів серії ISO/IEC 27001:2013 і т. д.;
- контролем цілісності інсталюваних програм з повідомленням про виявлені помилки;
- періодичним контролем цілісності даних у архівах параметрів, подій та протоколів;
- контролем використаних архівами ресурсів стосовно встановлених ресурсів;
- взаємодією між серверами за допомогою спеціалізованих TCP/IP портів;
- авторизацією та розмежуванням рівня доступу користувачів до технологічних параметрів бази даних;
- взаємодією з абонентами через мережу з використанням спеціалізованого протоколу;
- періодичним контролем виконання мінімально необхідних служб і перезапуском служб, що відмовили.



# ТЕСТОВЕ І СЕРВІСНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Сервісне ПЗ представлено такими компонентами:

- комплекс програм технічного обслуговування промислових контролерів серії МСКУ;
- комплекс програм метрологічного калібрування та атестації вимірювальних каналів СКУ.

Основні функції ПЗ технічного обслуговування промислових контролерів серії МСКУ:

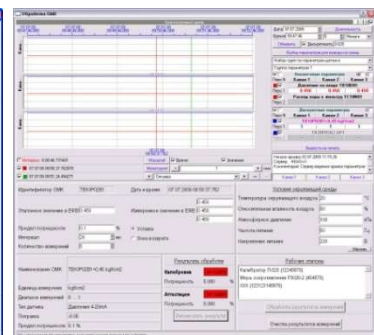
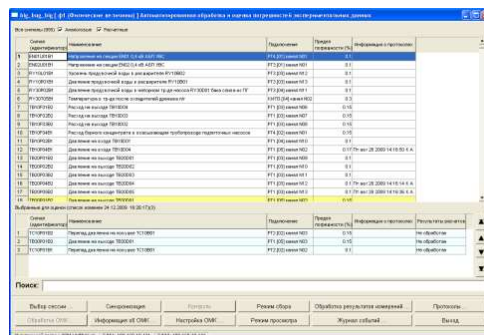
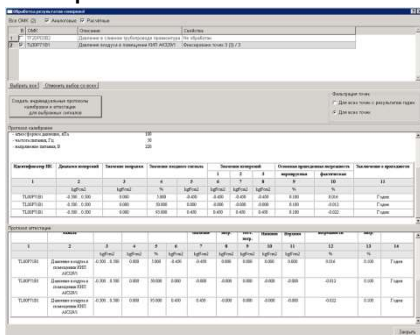
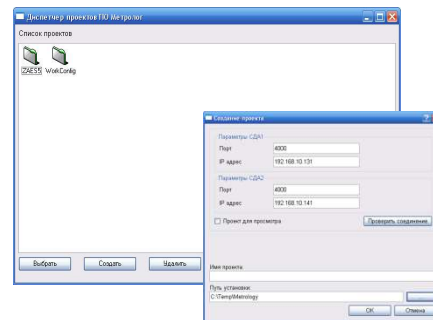
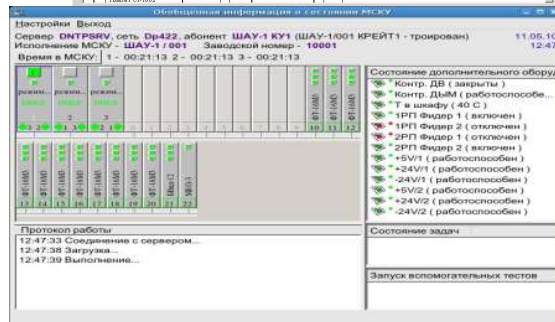
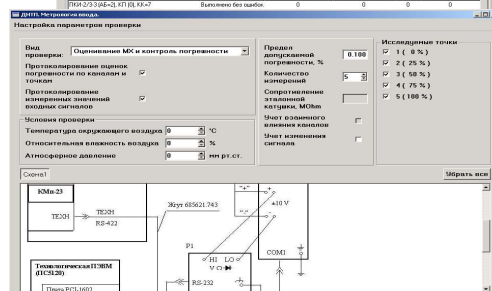
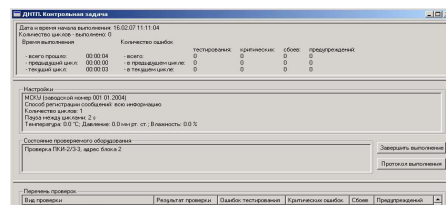
- контроль похибки електричних трактів;
- оцінювання та контроль метрологічних характеристик електричних трактів вимірювальних каналів;
- налаштування електричних трактів вимірювальних каналів;
- моніторинг та відображення поточного стану технічних засобів;
- архівування та протоколювання процесів перевірки та налаштування.

ПЗ технічного обслуговування промислових контролерів серії МСКУ гарантовано забезпечує можливість оцінювання та контролю метрологічних характеристик МСКУ як під час ППР, так і в міжремонтний період.

Основні функції ПЗ метрологічного калібрування та атестації вимірювальних каналів СКУ:

- прийом експериментальних даних від сервера діагностування та архівування згідно із заданим списком вимірювальних каналів;
- обробка експериментальних даних, розрахунок похибки вимірювальних каналів;
- відбраковування вимірювальних каналів у разі невідповідності заданої похибки;
- моніторинг та відображення поточного стану вимірювальних каналів;
- формування протоколів калібрування та атестації вимірювальних каналів.

Даний програмний продукт має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і дозволяє достовірно і в найкоротші терміни провести метрологічне калібрування та атестацію вимірювальних каналів СКУ.



## ЛІЦЕНЗІЇ, СЕРТИФІКАТИ

СНВО «Імпульс» є корпоративним постачальником ДП НАЕК «Енергоатом», а також великих компаній - системних інтеграторів АСУ ТП АЕС.

Система управління якістю продукції сертифікована на відповідність вимогам ДСТУ ISO 9001:2015, ISO 9001:2015, система екологічного управління сертифікована на відповідність вимогам ДСТУ ISO 14001:2015, система управління гігієною та безпекою праці сертифікована на відповідність вимогам ДСТУ ISO 45001:2019, система управління інформаційною безпекою сертифікована на відповідність вимогам BS EN ISO 27001:2013.

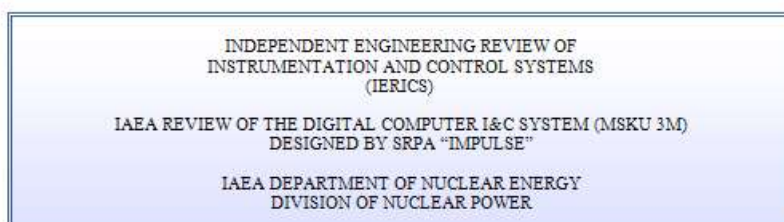
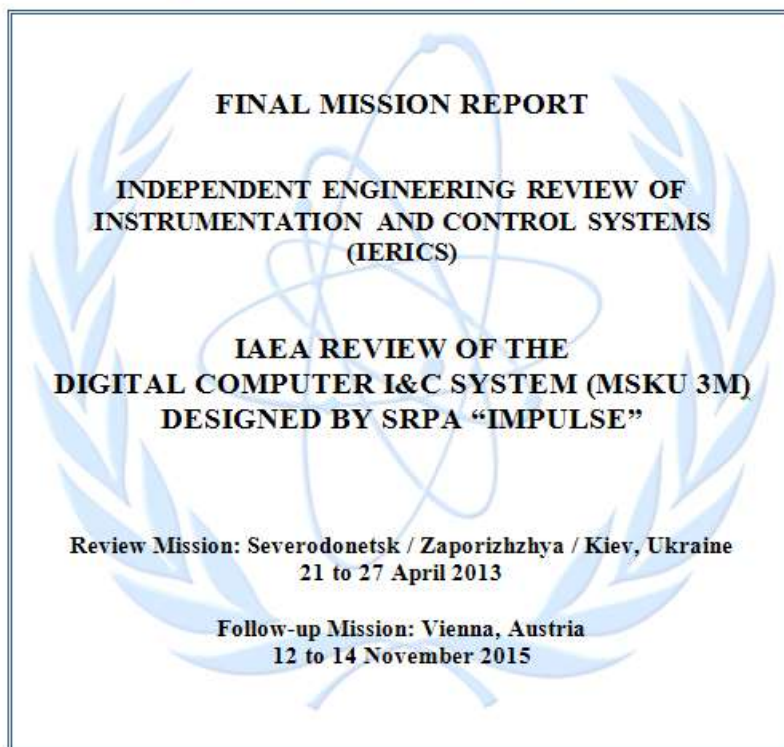
Програмне забезпечення розроблене у суворій відповідності до міжнародних стандартів. Обладнання пройшло випробування та відповідає вимогам стандартів України та міжнародних стандартів з електромагнітної сумісності, стійкості до умов навколишнього середовища та сейсмічним умовам.

Досягнення СНВО «Імпульс» щодо розробки, виготовлення, випробувань та супроводу систем, важливих для безпеки АЕС, підтверджені в офіційному звіті експертної місії МАГАТЕ.



IERICS-UKR-2015  
Final version  
Original: English  
Distribution: Restricted

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY



**Зацікавлені у продукції та послугах СНВО «Імпульс»?  
Будь ласка, зв'яжіться із представниками нашої компанії.**

**СНВО «ІМПУЛЬС»  
вул. Вербова, 17А, м. Київ, 04073  
Тел.: +38 (050) 459 40 05  
E-mail: [office@impulse.ua](mailto:office@impulse.ua)**

*Заборонено використовувати або подавати опубліковані матеріали повністю або частково у будь-якій формі без попереднього узгодження з правовласником. Порушнику цієї заборони може бути пред'явлено судовий позов згідно з чинним законодавством України.  
Інформація в цьому проспекті наведена з рекламною метою і не передбачає пропозиції про укладення контракту. Ця інформація не повинна розглядатися як гарантія якості, надійності чи відповідності конкретним завданням.  
Ця інформація ґрунтується на даних, доступних на момент публікації. Тільки зміст індивідуальних контрактів може надати повні відомості про типи, кількість та властивості пропонованих товарів та послуг.*

**ПрАТ «СНВО «Імпульс»  
[impulse.ua](http://impulse.ua)**