

IMPULSE

СНВО «ІМПУЛЬС»

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

2026



Ріст світової економіки вимагає все більших обсягів енергоспоживання. Підвищену роль у структурі генеруючих потужностей займають низьковуглецеві джерела енергії, до яких належать АЕС. Світова ядерна енергетика також відіграє найважливішу роль у сталому пом'якшенні наслідків зміни клімату. Згідно останніх прогнозів МАГАТЕ за оптимістичного сценарію обсяг атомних потужностей у світі до 2025 року подвоїться.

Основна продукція СНВО «Імпульс» – системи контролю та управління (СКУ) енергоблоками АЕС на базі технічних засобів автоматизації та програмного забезпечення власної розробки. СКУ у сукупності забезпечують виконання всіх функцій управління й забезпечення безпеки енергоблоків АЕС, таких, як:

- автоматичне і дистанційне керування технологічними системами нормальної експлуатації;
- контроль нейтронно-фізичних і теплогідравлічних параметрів першого контуру реактора;
- вимірювання нейтронної потужності й реактивності реактора;
- ідентифікація вихідних подій, що призводять до порушень нормальної експлуатації, і керування системами безпеки енергоблоків;
- зниження потужності і зупинка реактора за сигналами попереджувального та аварійного захисту;
- контроль технічного стану і режимів роботи технологічного обладнання;
- контроль параметрів безпеки і стану систем реактора під час проектних і запроектованих аварій (в тому числі пов'язаних з тяжким пошкодженням палива);
- збір, обробка і зберігання інформації про: виникнення порушень нормальної експлуатації, аварій і їхнього розвитку; фактичні алгоритми роботи систем, важливих для безпеки; дії персоналу з усунення виявлених порушень.

СКУ реалізовані на основі апаратно-програмної платформи МСКУ 4М, що включає: робочі станції серій ПС5140, ПС5150; промислові контролери серії МСКУ 4; комунікаційну апаратуру; програмне забезпечення різного функціонального призначення.



СНВО «Імпульс» є однією з небагатьох компаній у світі, які мають технічні рішення та технології, що дозволяють реалізувати повнофункціональні цифрові АСУ ТП енергоблоків.

Основні властивості СКУ

Відповідність чинним українським, міжнародним і національним стандартам в області ядерної безпеки.

Обладнання виготовляється у відповідності з Технічними умовами, узгодженими з НАЕК «Енергоатом» та ДІЯРУ. СКУ проходить увесь комплекс випробувань, передбачений нормативною документацією країни, до якої постачається система.

Масштабованість і надійність.

Забезпечуються за рахунок модульної конфігурації, що дозволяє створювати СКУ, що відповідають конкретним проектам в максимальному ступені.

Стійкість до одиничних, кратних і прихованих несправностей.

Досягається за рахунок резервування і застосування диверсних комплектів технічного і програмного забезпечення.

Захищеність від кіберзагроз.

Програмне забезпечення повністю власної розробки, відсутність прихованих закладок, використання діодів даних тощо.

Мінімум кабельних зв'язків.

Застосовуються цифрові оптичний зв'язок і виносні контролери для дистанційного управління і сигналізації в пунктах управління.

Можливість зміни проєктних налаштувань.

Експлуатаційний персонал може міняти проєктні налаштування відповідно до регламенту і авторизації доступу.

Зручність експлуатації і технічного обслуговування.

Забезпечені завдяки розвиненій самодіагностиці і модульній структурі системи з можливістю «безударної» заміни несправних модулів.

Постійне самовдосконалення і розвиток.

СКУ не тільки розраховані на десятиліття роботи, але й можуть бути гнучко розширені і модернізовані з використанням новітніх технологій завдяки концепції Plug and Produce.

Успішно експлуатуються на енергоблоках АЕС України, Вірменії, Болгарії, Словаччини та інших країн.

Основні SKU виробництва СНПО «Імпульс»:

- інформаційно-обчислювальна система верхнього блочного рівня (ІОС);
- цифрова керуюча система нормальної експлуатації реакторного та турбінного відділень (СНЕ РВ, СНЕ ТВ);
- система внутрішньореакторного контролю (СВРК);
- система контролю концентрації ізотопу бор-10 (СККБ);
- керуюча система безпеки технологічна (КСБТ);
- система контролю нейтронного потоку (СКНП);
- система групового і індивідуального управління (СГІУ);
- комплексна система діагностики обладнання першого контуру реакторної установки (КСД);
- система аварійного и післяаварійного моніторингу (ПАМС);
- система автоматичного управління резервною дизельною електростанцією (САУ РДЕС);
- автоматична система регулювання турбінного відділення (АСР ТВ);
- система регулювання турбіни (СРТ);
- система реєстрації важливих параметрів експлуатації (СРВПЕ);
- центр технічної підтримки операторів в аварійних ситуаціях (ЦТП).

ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА ВЕРХНЬОГО БЛОЧНОГО РІВНЯ

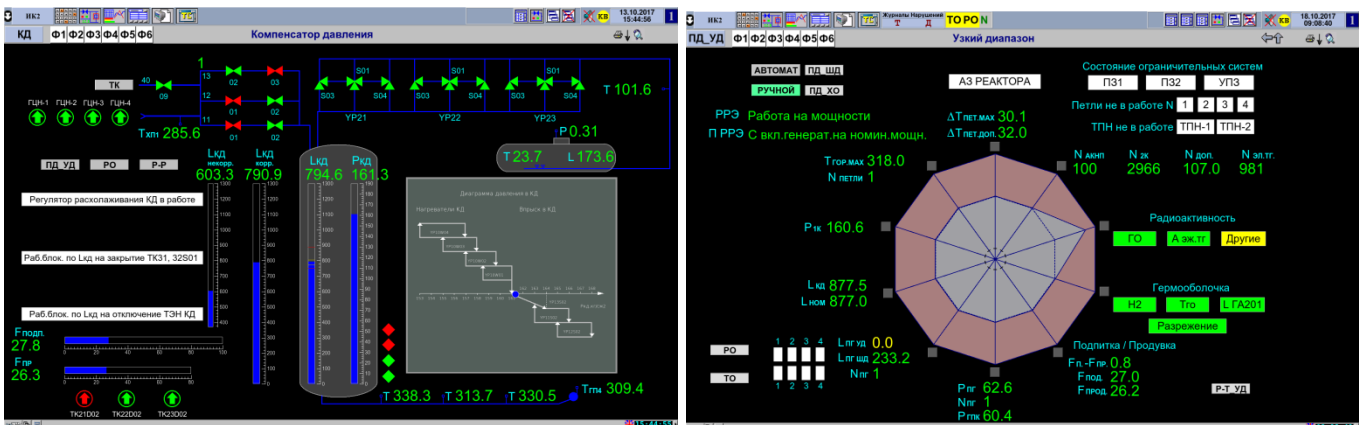
Центральна система управління енергоблоком АЕС. Забезпечує візуалізацію, реєстрацію і документування параметрів технологічного процесу в усіх режимах роботи енергоблоку, контроль критичних функцій і основних параметрів безпеки.

Функції:

- надання інформації персоналу в оперативному контурі БЦУ і локальних постах управління;
- реєстрація і документування параметрів технологічного процесу в усіх режимах роботи енергоблоку;
- контроль основних параметрів і критичних функцій безпеки з раннім попередженням про порушення роботи енергоблоку;
- дистанційне управління з робочого місця оператора;
- видача рекомендацій щодо управління обладнанням в перехідних режимах роботи енергоблоку;
- розрахунок і аналіз техніко-економічних показників обладнання енергоблоку.

Переваги системи:

- можливість поетапної модернізації ІОС у дії зі збереженням проектних функцій;
- вбудовані функції підсистеми представлення параметрів безпеки;
- 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.



КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РЕАКТОРНОГО ТА ТУРБІННОГО ВІДДІЛЕНЬ

Призначені для керування нормальною експлуатацією технологічних систем енергоблоків.

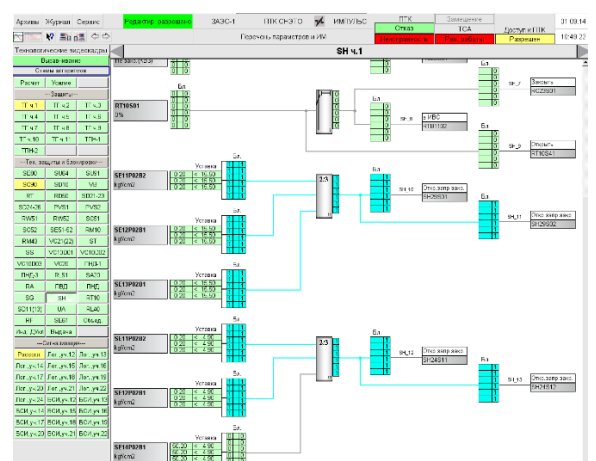
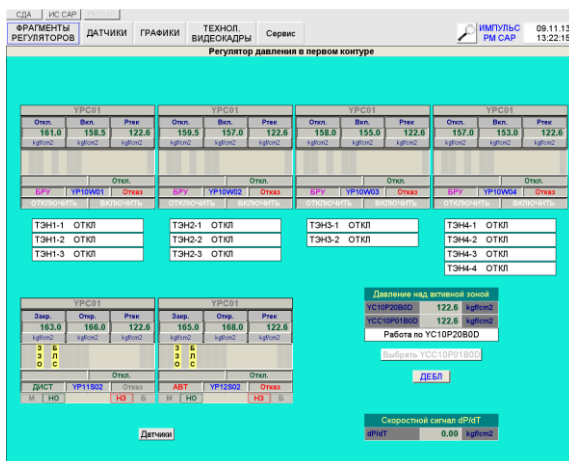
Функції:

- первинна обробка вхідних сигналів і формування струмових сигналів;
- формування команд відповідно до алгоритмів технологічних захистів, блокувань та сигналізації;
- автоматичне регулювання технологічних параметрів з можливістю зміни налаштувань з робочого місця оператора системи автоматичного регулювання на БЦУ;
- дистанційне керування та індикація станів виконавчих механізмів (ВМ);
- візуалізація, архівування та протоколювання поточної технологічної та діагностичної інформації;
- передача в ІОС енергоблоку даних про значення технологічних параметрів, стан захисту, блокувань та ВМ, діагностичних даних.



Переваги:

- висока відмовостійкість завдяки застосуванню резервованих технічних засобів;
- 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.



СИСТЕМА ВНУТРІШНЬОРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЮ

Забезпечує контроль нейтронно-фізичних, теплогідрравлічних параметрів першого контуру реактора й інформаційну підтримку оператора.

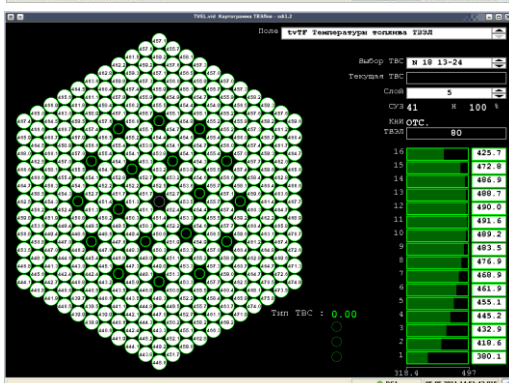
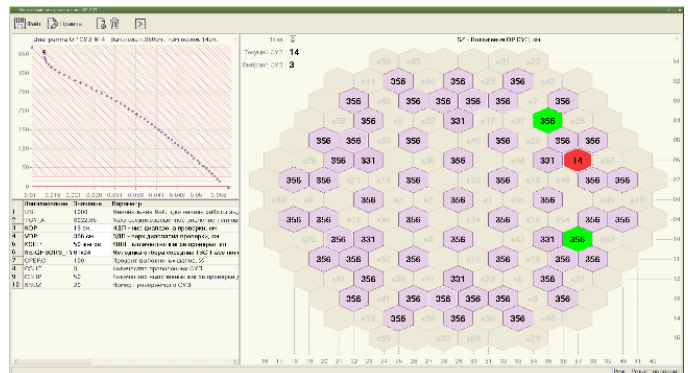
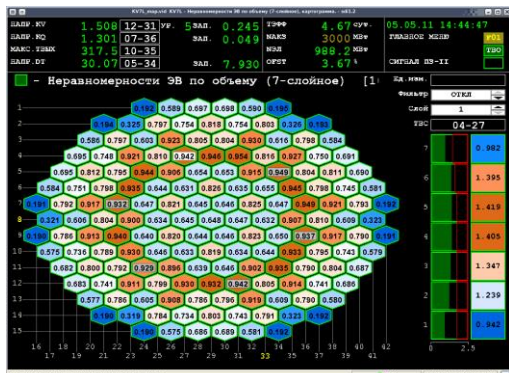
Остання модифікація (СВРК-М2) виконує диверсифікований розрахунок нейтронно-фізичних параметрів активної зони з використанням двох програмних пакетів: Національного розрахункового комплексу "ImCore" (СНПО "Імпульс") та "Beacon-TSM" (Westinghouse).

Функції:

- контроль змішаних завантажень з паливом будь-яких постачальників та ТВС з різною висотою паливного стовпа;
- профілювання палива і в аксіальному, і в радіальному плані;
- можливість прямого контролю лінійного енерговиділення на рівні тепловидільних елементів;
- електронний альбом нейтронно-фізичних характеристик на основі предиктивних функцій системи;
- інформаційна підтримка оператора в режимах маневрування потужністю.

Переваги системи:

- можливість контролю нейтронно-фізичних і теплогідрравлічних параметрів активної зони у стаціонарних та перехідних режимах, в тому числі в режимах роботи енергоблоку на підвищеній потужності;
- можливість контролю активних зон з паливом ТВС-WR виробництва компанії Westinghouse, включно з активними зонами зі «змішаними» завантаженнями (в модифікації СВРК-М2 на основі комплексу «ImCore»);
- інформаційна підтримка оператора для експлуатації енергоблоку в маневрових режимах;
- можливість запровадження нових паливних циклів;
- високий рівень апробації технічних рішень завдяки багаторічному досвіду експлуатації на енергоблоках АЕС.



КЕРУЮЧА СИСТЕМА БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЧНА

Призначена для ініціювання спрацьовування та управління системами безпеки енергоблоків.

Функції КСБТ:

- контроль технологічних параметрів та ідентифікація вихідних подій за допомогою обробки вхідних сигналів та струмових сигналів у трьох взаємно резервуючих каналах МСКУ;
- формування послідовності команд захисних дій за логікою «2/4», передбачених для виявленої вихідної події (захисту системи аварійного охолодження активної зони (CAOЗ), імпульсного запобіжника клапана (ІПК) компенсатора тиску, розхолдження, захисту ІПК CAOЗ, реалізація алгоритмів 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 і трубопроводів живлення, запірно-відсічного клапана швидкої дії, 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 БЦУ, РЦУ;
- формування технологічної та викликальної сигналізації на БЦУ, РЦУ;
- передача в ІОС енергоблоку даних про значення технологічних параметрів, стан захисту, блокувань та ВМ, діагностичних даних;
- візуалізація, архівування та протоколювання поточних даних.



Переваги:

- висока відмовостійкість завдяки застосуванню резервованих технічних засобів;
- ергономічний та інтуїтивно зрозумілий операторський інтерфейс;
- високий рівень захищеності системи від кіберзагроз.

Регулятори розслаблення 1-го контура через ТАР											
Т.гид. 2-го контура			Т.гид. 3-го контура			Т.гид. 4-го контура			Т.гид. 5-го контура		
YK1111081	266.3	C	YK2111081	266.3	C	YK3111081	266.3	C	YK4111081	266.3	C
YK1111081	266.3	C	YK2111081	266.3	C	YK3111081	266.3	C	YK4111081	266.3	C
YK1111081	266.3	C	YK2111081	266.3	C	YK3111081	266.3	C	YK4111081	266.3	C
YK1111082	266.3	C	YK2111082	266.3	C	YK3111082	266.3	C	YK4111082	266.3	C
YK1111082	266.3	C	YK2111082	266.3	C	YK3111082	266.3	C	YK4111082	266.3	C
YK1111082	266.3	C	YK2111082	266.3	C	YK3111082	266.3	C	YK4111082	266.3	C
Т.гид. макс. СД	24.9	C	Т.гид. с.к.	0.0	C	ТОСОД авар.	0.0	%			

Параметр	Значення	Ед. вим.	1-ий канал (пробит)	2-ий канал (пробит)	3-ий канал (пробит)	Шкала	НЕС
Значення		мА	3.000	3.000	3.000	0.5	
Масштаб даних/параметра							
Значення	0.000	кВт	4.000	4.000	4.000	0.000	
Попередн.		кВт				4100.4100	
0.5кВ	Теп. датчик	0.5кВ	0.5кВ	0.5кВ	0.5кВ		
Значення (кВт)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Попередн. (кВт)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Вимір даних (кВт)	+	2.0	2.0	2.0	2.0	0.10	
1 ШДК	4 ШДК	2 ШДК	5 ШДК	3 ШДК	6 ШДК		
Значення (кВт)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Попередн. (кВт)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Вимір даних (кВт)	+	2.0	2.0	2.0	2.0	0.10	
1 ШДК	4 ШДК	2 ШДК	5 ШДК	3 ШДК	6 ШДК		
Значення (кВт)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Попередн. (кВт)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Вимір даних (кВт)	+	2.0	2.0	2.0	2.0	0.10	
1 ШДК	4 ШДК	2 ШДК	5 ШДК	3 ШДК	6 ШДК		

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ НЕЙТРОННОГО ПОТОКУ



Входить до складу системи управління та захисту (СУЗ) енергоблоків АЕС.

Функції:

- 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 енергоблоку;
- 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.

Містить два комплекти АПЗ-СКП для СУЗ та БЩУ, один комплект для РЩУ.

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.

Переваги:

- автоматизація калібрування каналів контролю густини нейтронного потоку в процесі експлуатації за допомогою імітатора кінетики реактора, розробленого СНВО «Імпульс»;
- висока точність завдяки застосуванню високочутливих борних та гелієвих датчиків нейтронів;
- інтеграція системи контролю навантаження палива до складу системи;
- відсутність впливу залишкових показань пристроїв детектування після роботи на потужності завдяки використанню флуктуаційного режиму іонізаційної камери;
- можливість оперативного тарування показань потужності на БЩУ з автоматичним перерахуванням коефіцієнтів тарування.

СИСТЕМА ГРУПОВОГО І ІНДИВІДУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

СГІУ є виконавчою частиною СУЗ енергоблоків АЕС.

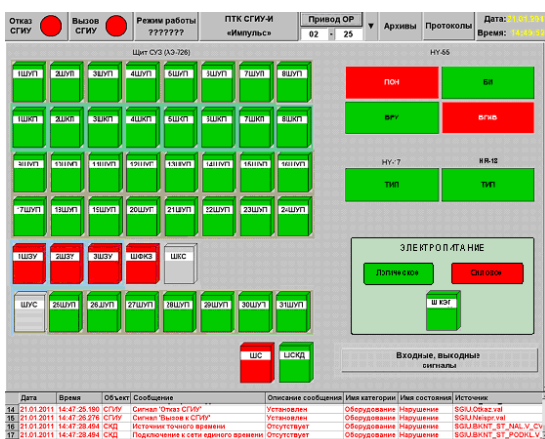
Функції СГІУ:

- автоматичне керування переміщенням органами регулювання (ОР) за сигналами захисту, автоматичного регулятора потужності або за командами оператора;
- індикація поточного стану та стану ОР на БЦУ та РЦУ;
- реєстрація, візуалізація та архівування параметрів.



Переваги системи:

- дубльоване виконання кожного каналу силового управління 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 перемикавання;
- можливість управління ОР у всіх режимах ручного та автоматичного керування, а також у режимах захисту РУ;
- електроживлення силового обладнання постійним струмом, що дозволяє забезпечити безударний перехід з основного введення електроживлення на резервне у випадку відмови або зниження 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 комплексу постачання стенду для випробувань приводів СУЗ.



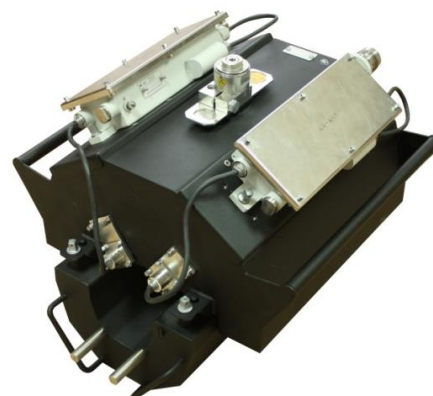
Пристрій детектування підвісного типу УДт-1Н

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 відбору проб до технологічних систем АЕС.

Розроблено два виконання: УДт-2Пр1 (одноканальний варіант) и 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 ізооту бор-10 (борної кислоти) у робочих еталонах розчинів, що використовуються для калібрування робочих бормерів навісного, занурювального та проточного типів;
- вимірювання концентрації ізооту бор-10 (борної кислоти) у розчинах з невідомою концентрацією;
- визначення атомної частки ізооту бор-10 у борній кислоті.



Пристрій перетворення та обробки УПО

Функції:

- розрахунок концентрації ізооту 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).



Переваги системи:

- висока точність під час безперервного аналізу концентрації бору-10 (борної кислоти) у технологічних контурах АЕС;
- відсутність додаткових похибок під впливом: гама-випромінювання потужністю поглиненої дози 0,22 Гр/г; температури зовнішнього середовища до 90 °С; температури вимірюваного розчину до 110 °С;
- можливість комплектування америцій-берилієвими джерелами швидких нейтронів із терміном служби 20 років;
- може експлуатуватися в аварійних умовах за температури зовнішнього середовища та розчину до 150 °С (для навісних датчиків за температури розчину до 265 °С).

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, АСРК та ін.) та 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;
- система віброшумової діагностики СВРШД ;
- система виявлення вільних та слабозакріплених предметів СОСП;
- система контролю протікання теплоносія першого контуру СКПТ;
- система віброконтролю та діагностики головних циркуляційних насосів СВКД ГЦН;
- система діагностування залишкового ресурсу обладнання реактора СДЗР;
- система контролю переміщення трубопроводів СКПТр.

Система віброшумової діагностики СВРШД

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

- траєкторії теплового переміщення основного обладнання першого контуру в режимах розігріву-розхолодження для виявлення непроєктних траєкторій

Вибірочне вібродіагування (кнопка)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
T2лн	град.	T2кн	град.	вРпц1	втсм2	Мощность	СВРШД ЮУЛЭС блок 3 01.12.15 17:01:29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
T3лн	град.	T3кн	град.	вРпц2	втсм2	Управление системой																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
T4лн	град.	T4кн	град.	вРпц3	втсм2	Режим СВРШД																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
				вРпц4	втсм2	Режим КИОП																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
						Вибродиагностирование																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
						Вибрация(5-10)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ВИБРОДИАГНОСТИРОВАНИЕ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Объект диагностирования		Управление диагностированием				Результаты диагностирования																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Сценарий	Текущий режим	Выполнить	Период до задержки автоматического (мин)	Отчет	Па группы	Диагнозы																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Корпус РУ	Выполняется(в)	Выполнить	Стоп	Стоп	13	Отчет	Верг.	Мяг.	Не сформирован																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
							Слой	Сектор																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
ТВС	Остановлен	Выполнить	Стоп	Стоп	16	Отчет	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
Оси оборудования петля	Остановлен	Выполнить	Стоп	Стоп	16	Отчет	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348</																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

- переміщень, спричинених дефектами опор контрольованого обладнання;
- вібраційного стану основного обладнання першого контуру, включно з корпусом реактора, з метою виявлення аномальних вібрацій, викликаних зміною жорсткісних характеристик опор, ослабленням вузлів кріплення обладнання або зростанням сил, що спричинюють вібрацію;
- 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.

Функції СВРШД:

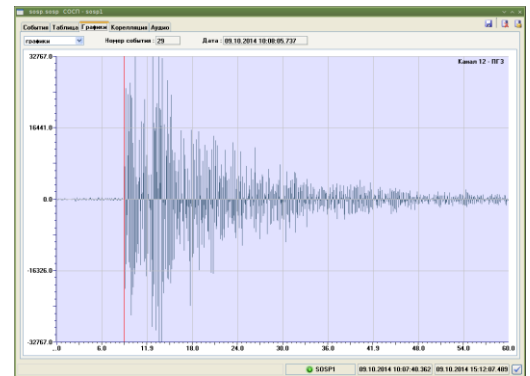
- введення, перетворення та порівняння з уставками сигналів від датчиків вібрації, вібропереміщення, блоків детектування нейтронів і датчиків прямого заряду;
- прийом інформації про технологічні параметри реактора від ІОС енергоблоку;
- архівування даних моніторингу та діагностики;
- розрахункове діагностування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

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 реактора.

Функції СОСП:

- введення, перетворення та порівняння з уставками шумових сигналів від акустичних датчиків;
- контроль корпусного шуму основного обладнання та трубопроводів першого контуру, визначення наявності в потоці теплоносія вільних та слабозакріплених предметів;
- 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.

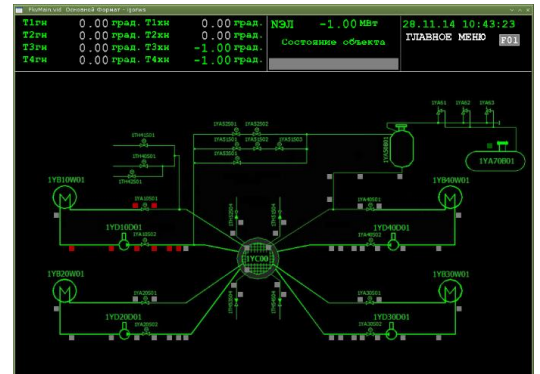


Система контролю протікання теплоносія першого контуру СКПТ

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

Функції СКПТ:

- введення, перетворення та порівняння з уставками сигналів від датчиків вологості та температури, акустичних датчиків;
- прийом інформації від інформаційно-обчислювальної системи енергоблоку;
- комплексний аналіз з визначення місця та величини течії;
- передача результатів діагностування в обчислювальний сервер КСД та оператору;
- формування попереджувальної сигналізації.

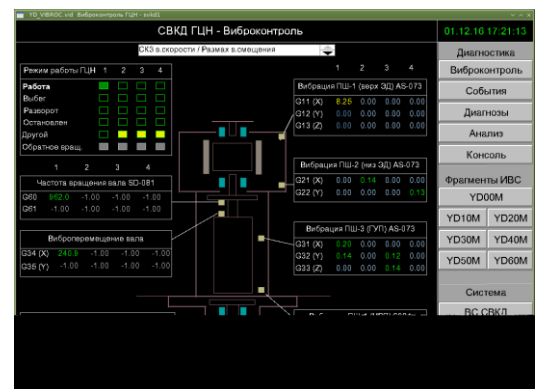


Система віброконтролю та діагностики головних циркуляційних насосів СВКД ГЦН

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:

- безперервний контроль вібраційного стану ГЦН та ідентифікація дефектів, що повільно розвиваються;
- контроль вібраційних характеристик у різних режимах роботи ГЦН, включно з режимом вибігу ротора за відключення живлення електродвигуна;
- аналіз, архівування та протоколювання даних;
- діагностика стану ГЦН з наданням результатів інженеру-діагносту та формуванням сигналізації.

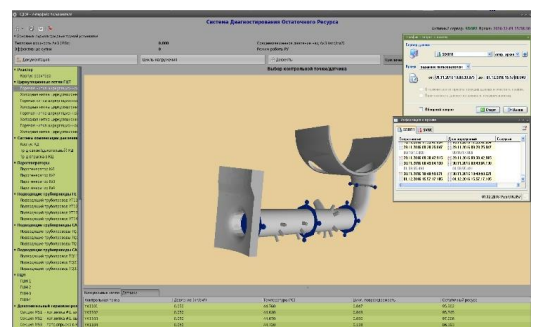


Система діагностування залишкового ресурсу СДЗР

Система призначена для розрахунку накопиченого втомного пошкодження металу в найбільш напружених точках конструкції та оцінки залишкового ресурсу елементів основного обладнання першого контуру реактора на основі безперервного контролю теплотехнічних параметрів у різних режимах експлуатації.

Функції СДЗР:

- введення та перетворення сигналів від датчиків термоконтролю (контроль термопульсацій та стратифікації теплоносія), прийом інформації від обчислювального сервера КСД;
- розрахунок втомного пошкодження та залишкового ресурсу в контрольних (найбільш навантажених) точках;



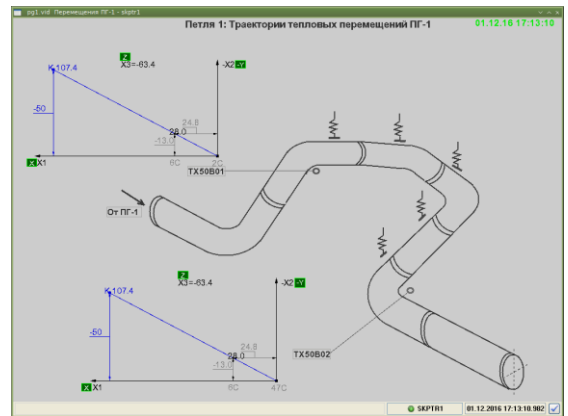
- оцінка залишкового ресурсу металу обладнання та трубопроводів;
- ведення баз даних, реєстрація сигналів, отриманих від ІОС, КСД та власних датчиків.

Система контролю переміщення трубопроводів СКПТр

Система призначена для постійних вимірів та фіксації максимальних переміщень трубопроводів в умовах нормальної експлуатації енергоблоку та в перехідних режимах.

Функції СКПТр:

- прийом та обробка сигналів від датчиків трикоординатного переміщення, прийом технологічних сигналів тиску та температури в парогенераторі;
- 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.



Переваги КСД:

- централізація широкого спектра функцій діагностики обладнання першого контуру в єдиній системі за збереження автономності локальних систем діагностики;
- комплексне та достовірне визначення пошкодженого чи зношеного обладнання реактора завдяки наявності різних методів оцінки параметрів;
- апробовані діагностичні алгоритми КСД дозволяють оцінювати інтенсивність впливу пошкоджуючих факторів та рекомендувати проведення робіт з поглибленої оцінки технічного стану та виконання ремонтних процедур за поточним технічним станом обладнання реактора;
- 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 персоналу.

СИСТЕМА АВАРІЙНОГО ТА ПІСЛЯАВАРІЙНОГО МОНІТОРИНГУ

ПАМС призначена для контролю параметрів безпеки та стану систем реактора під час проєктних та запроєктних аварій. Забезпечує функції аварійного та післяаварійного моніторингу за будь-яких вихідних подій, що враховуються проєктом, а також за умови виникнення запроєктних аварій (у тому числі пов'язаних з тяжким пошкодженням палива).

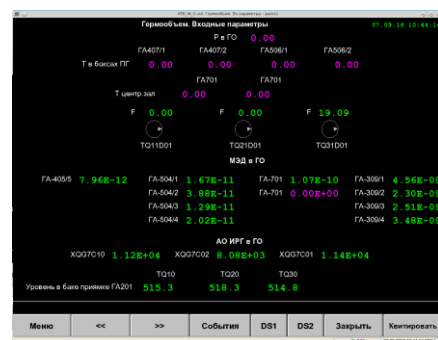
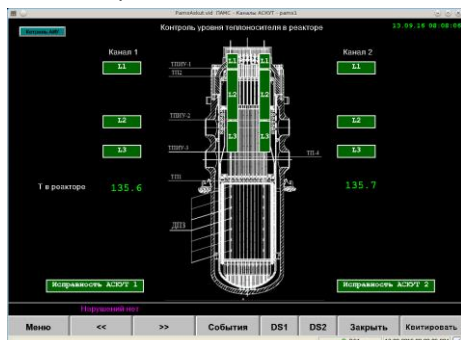


Функції ПАМС:

- моніторинг за допомогою аварійних контрольно-вимірювальних приладів (АКВП) наступних параметрів реактора:
 - рівня теплоносія в реакторі;
 - рівня у басейні витримки;
 - температури у басейні витримки;
 - температури у гермооболонці;
 - потужності дози випромінювання у гермооболонці;
 - тиску над активною зоною;
 - тиску в зоні локалізації аварій;
 - рівня у приямках гермооболонки;
- забезпечення оперативного персоналу АЕС і штабу аварійних робіт інформацією про стан основних функцій безпеки та систем реактора за допомогою технічних засобів, 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 у випадку відмови штатних систем контролю у запроєктних аваріях.

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 проєктних та запроєктних аварій, у тому числі аварій із втратою теплоносія (LOCA);
- застосування АКВП з розширеним діапазоном вимірювань контрольованих технологічних параметрів;
- забезпечення працездатності ПАМС в умовах максимального розрахункового землетрусу та повного знеструмлення енергоблоку (blackout).



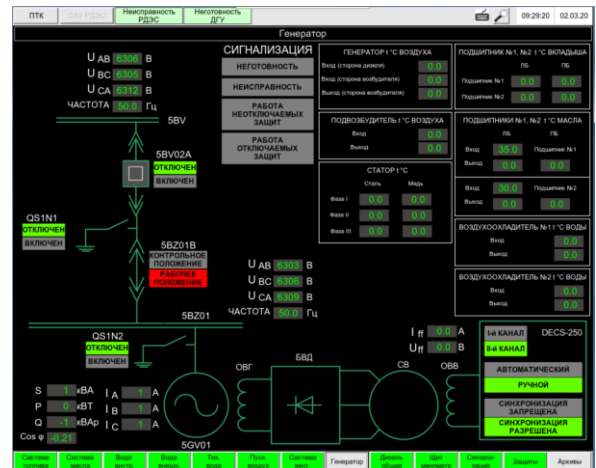
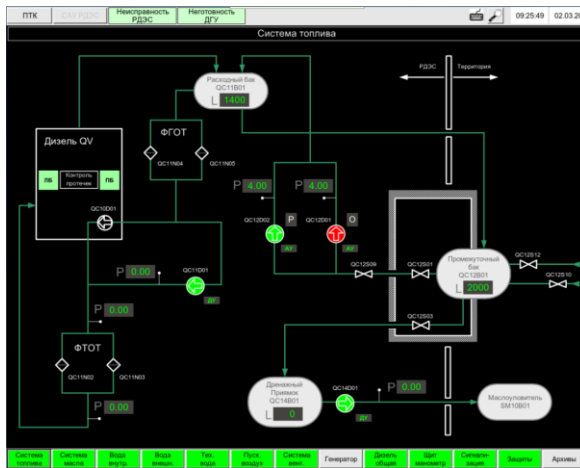
СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ РЕЗЕРВНОЮ ДИЗЕЛЬНОЮ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЄЮ САУ РДЕС



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:

- автоматична підтримка у готовності та пуск ДГУ за умови отримання 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 БЩУ, РЩУ;
- передача в блочну ІОС даних про значення технологічних параметрів, режими роботи САУ РДЕС, стан захисту, блокувань.



Преваги системи:

- резервування устаткування, що забезпечує функції пуску та підтримки ДГУ на потужності;
- реалізація апаратного та програмного забезпечення обладнання САУ РДЕС з використанням власних розробок СНВО «Імпульс», включно з обладнанням 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.

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ТУРБІННОГО ВІДДІЛЕННЯ

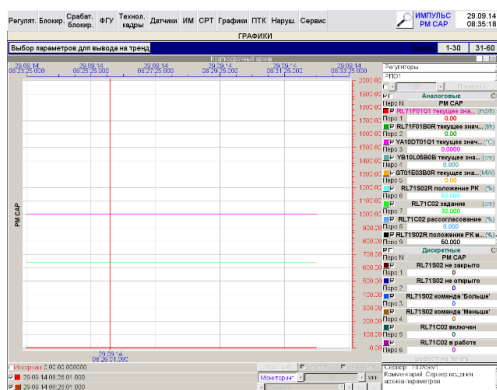
Функції:

- 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.



Переваги системи:

- висока відмовостійкість завдяки застосуванню резервованих технічних засобів;
- реалізація обміну даними між підсистемами по резервованих оптоволоконних лініях зв'язку;
- можливість обміну даними з СНЕ ТВ цифровим каналом;
- ергономічний та інтуїтивно зрозумілий операторський інтерфейс.



СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ТУРБІНИ

Функції:

- 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 у пускових та експлуатаційних режимах;
- забезпечення розвантаження ТГ в режимах скидання навантаження під час роботи технологічних захистів турбіни, реактора або захисту генератора;
- дистанційне керування регулюючими клапанами турбіни за командами оператора;
- виконання наступних захисних дій:
 - запобігання неприпустимому підвищенню частоти обертання турбіни під час скидань 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.



Переваги системи:

- надійне виконання функцій електронного автомата безпеки (утримання турбіни на рівні потужності, який був у момент відмови основної електрогидравлічної системи регулювання);
- висока швидкодія;
- можливість роботи у трьох режимах:
 - із використанням електронної частини електрогидравлічної системи регулювання;
 - із використанням електронного регулятора швидкості;
 - у режимі ручного керування.

СИСТЕМА РЕЄСТРАЦІЇ ВАЖЛИВИХ ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

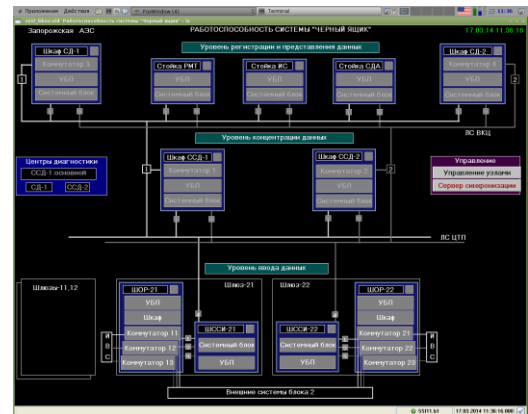
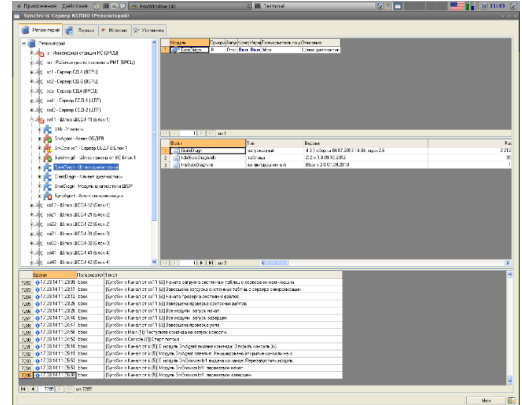
Призначена для зберігання та подання персоналу інформації про параметри енергоблоків АЕС в аварійних та післяаварійних умовах проектних та запроектних аварій.

Функції:

- 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.

Переваги:

- 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.



ЦЕНТР ТЕХНІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ОПЕРАТОРІВ

Функції:

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

Переваги:

- 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.

