

Державне підприємство  
«Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»

ДП НАЕК "ЕНЕРГОАТОМ"  
ФОНД  
НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

**СТАНДАРТ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА  
«НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ  
«ЕНЕРГОАТОМ»**

---

---

Управління кваліфікацією персоналу  
**ВИМОГИ ДО ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ ПЕРСОНАЛУ  
ВП АЕС**

**СОУ НАЕК 244:2021**

НА НАЕК  
ОРИГІНАЛ

Київ  
2021


**ПЕРЕДМОВА**

1. РОЗРОБЛЕНО: департамент управління кваліфікацією персоналу виконавчої дирекції з персоналу, ВП АЕС
2. РОЗРОБНИКИ: В. Прилепський, В. Іваницький, М. Павлюк, Д. Шаміс, І. Абрамів, І. Колісніченко, Є. Ізотов
3. ЗАТВЕРДЖЕНО: наказ ДП «НАЕК «Енергоатом» від *25.11.2021 № 01-1130-н*
4. ДАТА ВВЕДЕННЯ В ДІЮ: 01.01.2022
5. НА ЗАМІНУ: СТІ 0.18.023-2003 «Система підготовки персонала «НАЭК «Энергоатом». Требования к техническим средствам обучения персонала АЭС»
6. ПЕРЕВІРКА: 31.12.2026
7. КОД КНДК: 4.20.40
8. ПІДРОЗДІЛ, ЩО ЗДІЙСНЮЄ ВЕДЕННЯ НД: відділ технічних та програмних засобів навчання департаменту управління кваліфікацією персоналу виконавчої дирекції з персоналу
9. МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОРИГІНАЛУ НД: відділ стандартизації департаменту з управління документацією та стандартизації дирекції з якості та управління

## АРКУШ ПОГОДЖЕННЯ СОУ НАЕК 244:2021

Управління кваліфікацією персоналу. Вимоги до технічних засобів навчання персоналу ВП АЕС

Тимчасово виконуючий обов'язки  
першого віце-президента – технічного  
директора

  
«17» 08 2021

О. Остаповець

Генеральний інспектор – директор з  
безпеки

«17» 08 2021

Д. Білей

Виконавчий директор з виробництва та  
ремонтів

«17» 08 2021

Ю. Шейко

Виконавчий директор з персоналу

«17» 08 2021

О. Бояринцев

Директор з якості та управління

«12» 08 2021

Ю. Гашева

*П. Остаповець*

Начальник відділу стандартизації  
ДУДС ДЯУ

«12» 08 2021

С. Широкова

ВП ЗАЕС

лист від 04.08.2021

№ 01-22119-вх

ВП РАЕС

лист від 02.08.2021

№ 01-21933-вх

ВП ЮУАЕС


лист від 03.08.2021

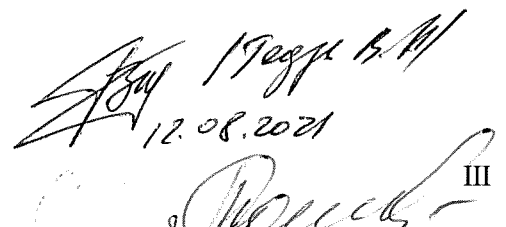
№ 01-22050-вх

ВП ХАЕС

лист від 04.08.2021

№ 01-22190-вх

  
О. Остаповець (В. Призначений)

  
19 серпня 2021  
12.08.2021  
III

## ЗМІСТ

1	СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ .....	1
2	НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ .....	1
3	ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ .....	1
4	ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ .....	6
5	ВИМОГИ ДО СТВОРЕННЯ ПОВНОМАСШТАБНИХ ТРЕНАЖЕРІВ .....	8
	5.1 Загальні положення .....	8
	5.2 Часовий масштаб моделювання .....	9
	5.3 Обсяг моделювання .....	10
	5.4 Початкові стани ПМТ .....	15
	5.5 Межі експлуатації ПМТ .....	17
	5.6 Імітатор БЩУ, РЩУ .....	18
	5.7 Критерії достовірності моделювання .....	20
	5.8 Функції управління тренажером .....	23
	5.9 Технічні засоби ПМТ .....	24
	5.10 Програмне забезпечення ПМТ .....	25
	5.11 Випробування ПМТ перед введенням в експлуатацію .....	26
	5.12 Приймання тренажера в експлуатацію .....	26
6	ПІДТРИМАННЯ КОНФІГУРАЦІЇ ПМТ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ .....	31
	6.1 Загальні положення .....	31
	6.2 База даних і документів .....	31
	6.3 Контроль зміни конфігурації енергоблока-прототипа .....	32
	6.4 Супровід програмних завантажень .....	33
	6.5 Організація проведення модифікацій тренажера .....	35
	6.6 Періодичні випробування і перевірки ПМТ .....	39
	6.7 Звіти про результати підтримання конфігурації тренажера .....	41
7	УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ПМТ ДЛЯ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ ЕНЕРГОБЛОКІВ АЕС, ЯКІ МАЮТЬ ВІДМІННОСТІ ВІД ЕНЕРГОБЛОКА-ПРОТОТИПА .....	41
8	ВИМОГИ ДО АНАЛІТИЧНИХ ТА ЛОКАЛЬНИХ ТРЕНАЖЕРІВ .....	42
	8.1 Загальні вимоги .....	42
	8.2 Інформаційно-керуючий інтерфейс .....	42
	8.3 Випробування АТ і ЛТ перед введенням в експлуатацію .....	43
	8.4 Приймання АТ і ЛТ в експлуатацію .....	43
	8.5 Підтримання конфігурації АТ і ЛТ .....	45
9	ВИМОГИ ДО КОМП'ЮТЕРНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ І СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ .....	45
10	ГАРАНТІЇ І ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЗН .....	47
11	МАКЕТ-ТРЕНАЖЕР .....	48
12	ІНФОРМАЦІЙНІ НАВЧАЛЬНІ СИСТЕМИ .....	48
	ДОДАТОК А ПРИКЛАД ТАБЛИЦІ «ПРОТОКОЛ НЕВІДПОВІДНОСТІ ТРЕНАЖЕРА» .....	49
	ДОДАТОК Б ПЕРЕЛІК ПЕРІОДИЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ І ПЕРЕВІРОК ПМТ .....	51
	АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН .....	54

**СТАНДАРТ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА  
«НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ  
«ЕНЕРГОАТОМ»**

---

---

**Управління кваліфікацією персоналу  
ВИМОГИ ДО ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ ПЕРСОНАЛУ  
ВП АЕС**

---

## **1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

1.1 Цей стандарт встановлює вимоги до технічних засобів навчання, що проектуються, виготовляються і знаходяться в експлуатації для підготовки і підтримання кваліфікації персоналу ВП АЕС.

1.2 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для персоналу структурних підрозділів Дирекції та відокремлених підрозділів ДП «НАЕК «Енергоатом», які здійснюють розробку, проектування, виготовлення, експлуатацію технічних засобів навчання ДП «НАЕК «Енергоатом».

1.3 Вимоги стандарту є обов'язковими для включення їх до тендерної документації та/або договору з організаціями, які здійснюють розробку, проектування, виготовлення, експлуатацію технічних засобів навчання.

## **2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

НП 306.2.141-2008 «Загальні положення безпеки атомних станцій»

СОУ НАЕК 101:2021 «Управління кваліфікацією персоналу. Підготовка персоналу ДП «НАЕК «Енергоатом». Терміни та визначення»

СОУ НАЕК 102:2015 «Управління кваліфікацією персоналу. Вимоги до навчально-методичних матеріалів. Порядок розроблення, погодження, введення в дію, внесення змін і перегляду»

## **3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

У цьому стандарті використано терміни, встановлені у **НП 306.2.141-2008**: блоковий щит управління, резервний щит управління; **СОУ НАЕК 101**: енергоблок-прототип, комп'ютерна навчальна система, макет-тренажер, навчально-методичні матеріали, навчально-тренувальне заняття, технічні засоби навчання, тренажер аналітичний, тренажер локальний, тренажер повномасштабний.

Нижче подано інші терміни, використані у цьому стандарті, та визначення позначених ними понять

### **3.1 базис тренажера**

Затверджена і підтримувана власником тренажера сукупність документів, норм і даних, які визначають, яким повинен бути тренажер протягом всього життєвого циклу. Базис змінюється при модернізаціях енергоблока-прототипа та/або тренажера (використовується у цьому стандарті)

### **3.2 базові початкові стани**

Мінімальний набір початкових станів, що входить в обсяг проектної поставки тренажера (використовується у цьому стандарті)

### **3.3 база даних і документів**

Систематизована база даних і документів, у якій зберігається вся інформація про експлуатацію і модифікації тренажера і тренажерне навчання (використовується у цьому стандарті)

### **3.4 імітатор БЩУ**

Повномасштабна копія панелей і пультів БЩУ (РЩУ) енергоблока-прототипа з встановленими засобами контролю, управління і зв'язку (використовується в цьому стандарті)

### **3.5 випробувальна сесія**

Період проведення регулярних випробувань і перевірок тренажера для визначення відповідності його конфігурації поточній конфігурації енергоблока-прототипа і вимогам нормативної і технічної документації (використовується у цьому стандарті)

### **3.6 початковий стан**

Сукупність значень параметрів, станів модельованих технологічних систем, обладнання та органів управління, що представляють конкретний стан енергоблока-прототипа, з якого може початися процес моделювання на тренажері. Початковий стан, з присвоєним йому унікальним номером, зберігається в пам'яті тренажера для забезпечення відповідної навчальної задачі (використовується у цьому стандарті)

### **3.7 комплексні випробування тренажера**

Процедура випробувань технічних засобів і програмного забезпечення тренажера як єдиного комплексу, по всьому спектру модельованих режимів і функцій, що реалізуються на предмет відповідності вимогам технічного завдання, проекту і цього стандарту (використовується у цьому стандарті)

### **3.8 конфігурація тренажера**

Сукупність контрольованих елементів програмно-апаратного комплексу тренажера, навчально-методичної і технічної документації тренажера, що визначають його відповідність енергоблоку-прототипу (використовується у цьому стандарті)

### **3.9 конфігурація енергоблока-прототипа**

Сукупність найбільш важливих технологічних і оперативних властивостей блока і регламенту його експлуатації (характеристик, параметрів, взаємозв'язків, процедур і документів), що характеризують його, як об'єкт оперативного управління (використовується у цьому стандарті)

### **3.10 критичні параметри**

Параметри енергоблока-прототипа, важливі для оперативного управління і забезпечення безпеки АЕС, якість відтворення яких в тренажері унормовано і контролюється при створенні тренажера і підтримці його конфігурації при експлуатації (використовується у цьому стандарті)

### **3.11 комплекс технічних засобів тренажера**

Комплекс обладнання тренажера і засобів його обслуговування та ремонту (використовується у цьому стандарті)

### **3.12 місцевий щит управління**

Щит контролю і управління окремими технологічними системами АЕС, розташований за межами БЩУ (використовується у цьому стандарті)

### **3.13 неоперативний контур БЩУ**

Панелі і пульти оперативного управління, розташовані поза зоною постійного контролю з робочих місць операторів БЩУ (поза зоною прямої видимості) (використовується у цьому стандарті)

### **3.14 обсяг моделювання тренажера**

Склад технологічних систем і устаткування, засобів управління і контролю, панелей і пультів БЩУ, а також режимів експлуатації енергоблока, відмов і функцій місцевого управління, що підлягають моделюванню (використовується у цьому стандарті)

### **3.15 оперативний контур БЩУ**

Панелі і пульти оперативного управління, розташовані в зоні постійного контролю з робочих місць операторів БЩУ (в зоні прямої видимості) (використовується у цьому стандарті)

### **3.16 відмова**

Задавана інструктором вихідна подія, яка призводить до порушення нормального функціонування модельованого тренажером обладнання (або його елементів) (використовується у цьому стандарті)

### **3.17 відмова індивідуальна (системна)**

Відмова окремого конкретного елемента устаткування, специфічного за функціональним призначенням (наприклад - розрив головного парового колектора, порушення щільності гермооболонки) (використовується у цьому стандарті)

### **3.18 відмова типова (компонентна)**

Відмова (набір відмов) для певного типу стандартного (однотипного) обладнання (відцентровий насос з електроприводом, засувка з пневмоприводом тощо), що виконує ідентичні функції, яку можна застосовувати до будь-якої одиниці обладнання даного типу безвідносно до приналежності цього обладнання до тієї чи іншої технологічної системи (використовується у цьому стандарті)

### **3.19 відмова відновна**

Відмова, яка може бути видалена інструктором в процесі проведення на тренажері навчального заняття. Причини виникнення такої відмови можуть бути усунені діями оперативного персоналу або зникнути спонтанно в процесі проведення на тренажері навчального заняття (наприклад - несправність АРП). При видаленні відмови функції об'єкта відновлюються повністю (використовується у цьому стандарті)

### **3.20 відмова невідновна**

Відмова, яка не може бути видалена інструктором без переведення тренажера в початковий стан. Причини виникнення такої відмови не можуть бути усунені діями оперативного персоналу або зникнути спонтанно в процесі проведення на тренажері навчального заняття (наприклад – розрив трубопроводу, обрив торсіона головного циркуляційного насоса) (використовується у цьому стандарті)

### **3.21 відмова змінна**

Відмова, при введенні якої задана функція обладнання може бути змінена в певних межах (наприклад - розрив трубопроводу заданим перетином, заклинювання засувки в заданому положенні) (використовується у цьому стандарті)

### **3.22 відмова дискретна**

Відмова, при введенні якої певна функція обладнання змінюється дискретним чином (наприклад - коротке замикання в обмотці електродвигуна, обрив торсіона головного циркуляційного насоса) (використовується у цьому стандарті)

### **3.23 перехідний режим**

Режим роботи моделі тренажера між двома стаціонарними станами (використовується у цьому стандарті)

### **3.24 підтримання конфігурації тренажера**

Процес підтримання відповідності конфігурації тренажера поточній конфігурації енергоблока-прототипа і вимогам нормативної і технічної документації (використовується у цьому стандарті)

### **3.25 межі моделювання**

Граничні значення розрахункових параметрів, до яких на тренажері забезпечується достовірність моделювання технологічних процесів в системах АЕС, що входять в обсяг моделювання (використовується у цьому стандарті)

### **3.26 протокол невідповідності тренажера**

Документ, в якому зазначається розбіжність між спостережуваною характеристикою або властивістю тренажера, порядком його використання і заданою нормою, а також відображаються всі стадії процесу обробки і усунення невідповідності (використовується у цьому стандарті)

### **3.27 приймально-здавальні випробування тренажера**

Підсумкові випробування тренажера на підтвердження його відповідності вимогам технічного завдання, проекту і цього стандарту, що виконуються приймально-здавальною комісією перед введенням тренажера в експлуатацію (використовується у цьому стандарті)

### **3.28 робоче місце інструктора**

Спеціально обладнане робоче місце, оснащене засобами контролю і управління тренажером і документами навчального заняття (використовується у цьому стандарті)

### **3.29 реальний масштаб часу**

Моделювання динамічних режимів в тих же самих часових взаємовідносинах, послідовності, тривалості, швидкості і прискорення, як і на енергоблоці-прототипі (використовується у цьому стандарті)



### **3.30 система підтримання конфігурації**

Адміністративно-технічна система планування та нагляду за своєчасністю і якістю робіт з підтримання конфігурації ТЗН (використовується у цьому стандарті)

### **3.31 стаціонарний стан**

Режим роботи моделі тренажера при постійному рівні теплової та електричної потужності, проектній роботі технологічних захистів та блокувань і автоматичних регулюючих пристроїв (використовується у цьому стандарті)

### **3.32 експерт**

Особа з оперативного, інженерного або інструкторського персоналу, призначена керівництвом ВП АЕС для проведення періодичних перевірок і випробувань тренажера (використовується у цьому стандарті)

### **3.33 еталонні дані**

Дані щодо функціонування енергоблока-прототипа, сформовані на основі (в порядку пріоритетності) технічних звітів випробувань енергоблока-прототипа, проектно-експлуатаційних матеріалів енергоблока-прототипа та експертної оцінки і затверджені керівництвом НТЦ як еталонні, з якими повинні порівнюватися результати періодичних випробувань на весь період експлуатації тренажера (використовується у цьому стандарті)

### **3.34 інформаційні навчальні системи**

Програмні або програмно-технічні засоби, призначені для навчання персоналу з використанням сучасних інформаційних технологій (використовується у цьому стандарті)

### **3.35 система дистанційного навчання**

Система навчання, яка забезпечує інтерактивну взаємодію учасників навчального процесу, які навчаються у віддаленому режимі (використовується у цьому стандарті)

#### 4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

<b>АЕС</b>	- атомна електрична станція
<b>АРП</b>	- автоматичний регулятор потужності реактора
<b>АТ</b>	- аналітичний тренажер
<b>БДД</b>	- база даних і документів
<b>БЩУ</b>	- блоковий щит управління
<b>ВП АЕС</b>	- відокремлені підрозділи ДП «НАЕК «Енергоатом»: «Запорізька АЕС», «Рівненська АЕС», «Хмельницька АЕС», «Южно-Українська АЕС»
<b>ГІС</b>	- головний інженер станції
<b>ГПК</b>	- головний паровий колектор
<b>ГЦН</b>	- головний циркуляційний насос
<b>ГЦТ</b>	- головний циркуляційний трубопровід
<b>ЕЧСР-М</b>	- електрична частина системи регулювання
<b>ЗГД</b>	- заступник генерального директора
<b>ЗК</b>	- запобіжний клапан
<b>ІНС</b>	- інформаційні навчальні системи
<b>КВПіА</b>	- контрольні вимірювальні прилади і автоматика
<b>КНС</b>	- комп'ютерна навчальна система
<b>КТ</b>	- компенсатор тиску
<b>ЛТ</b>	- тренажер локальний
<b>МКР</b>	- мінімальний контрольований рівень
<b>МТ</b>	- макет-тренажер
<b>ОР</b>	- орган регулювання
<b>ПВТ</b>	- підігрівач високого тиску
<b>ПЗ</b>	- програмне забезпечення
<b>ПМТ</b>	- повномасштабний тренажер
<b>ПНТ</b>	- підігрівач низького тиску
<b>ПРБ</b>	- пристрій прискореного розвантаження блоку
<b>РМІ</b>	- робоче місце інструктора
<b>РУ</b>	- реакторна установка
<b>РЩУ</b>	- резервний щит управління
<b>САОЗ</b>	- система аварійного охолодження активної зони
<b>СВО</b>	- спецводоочищення
<b>СДН</b>	- система дистанційного навчання
<b>СПП</b>	- сепаратор-пароперегрівач
<b>СТЗ</b>	- сценарій тренажерного заняття
<b>СУЗ</b>	- система управління і захисту реактора
<b>ТГ</b>	- турбогенератор
<b>ТЖН</b>	- живильний насос з турбоприводом

<b>ТЗ</b>	- технічне завдання
<b>ТЗН</b>	- технічні засоби навчання
<b>ТРБЕ</b>	- технологічний регламент безпечної експлуатації енергоблока
<b>НММ</b>	- навчально-методичні матеріали
<b>НТЗ</b>	- навчально-тренувальне заняття
<b>НТЦ</b>	- навчально-тренувальний центр
<b>ЦН</b>	- циркуляційний насос
<b>ШРУ</b>	- швидкодіюча редуційна установка

## 5 ВИМОГИ ДО СТВОРЕННЯ ПОВНОМАСШТАБНИХ ТРЕНАЖЕРІВ

### 5.1 Загальні положення

5.1.1 Основним призначенням ПМТ БЦУ ВП АЕС є:

- підготовка, підтримання кваліфікації та перепідготовка оперативного персоналу АЕС;
- відпрацювання взаємодії операторів БЦУ АЕС в складі зміни;
- проведення протиаварійних тренувань;
- валідація програм і методик підготовки оперативного персоналу АЕС;
- розробка сценаріїв нових навчально-тренувальних занять;
- підготовка інструкторського персоналу НТЦ, підтримання та підвищення його кваліфікації.

5.1.2 Цей розділ стандарту встановлює функціональні вимоги до повномасштабних тренажерів БЦУ АЕС. У розділі встановлюються критерії для ступеня імітації систем і устаткування енергоблока-прототипа, виконання та функціональних можливостей апаратури та органів управління імітатора БЦУ ПМТ.

5.1.3 Вимоги до змісту і побудови навчальних матеріалів для проведення занять на ПМТ викладені в СОУ НАЕК 102.

5.1.4 ПМТ складається з таких компонентів:

- системного програмного забезпечення;
- прикладного програмного забезпечення (математичні моделі систем і устаткування АЕС);
- технічних засобів (комп'ютери з периферією, пристрої введення-виведення, імітатор БЦУ);
- навчально-методичних матеріалів.

5.1.5 ПМТ повинен відповідати енергоблоку-прототипу і забезпечувати моделювання в реальному масштабі часу всіх режимів нормальної експлуатації, режимів порушення умов нормальної експлуатації та аварійних режимів експлуатації (проектних і запроектованих), оперативне управління якими здійснюється з БЦУ.

5.1.6 ПМТ і організація занять на ньому повинні забезпечувати у навчаних в складі зміни оперативного персоналу формування практичного досвіду, навичок та вмінь, а також професійного ставлення до управління системами і обладнанням енергоблоків АЕС в режимах нормальної експлуатації і в режимах з порушеннями нормальної експлуатації, аварійних ситуацій і аварій.

5.1.7 Перелік модельованих режимів визначається виходячи з аналізу потреб в навчанні персоналу АЕС на основі нормативної документації, проектної та експлуатаційної документації енергоблока-прототипа, а також на основі накопиченого досвіду експлуатації АЕС.

5.1.8 Перелік режимів є основою для визначення необхідних обсягів моделювання систем і устаткування АЕС, переліку модельованих відмов, меж моделювання (визначається проектом і складом БЦУ) і необхідних характеристик технічних засобів (пристрої введення/виводу і комп'ютерного комплексу).

5.1.9 За результатами визначення обсягу моделювання всі технологічні системи енергоблока-прототипа необхідно класифікувати за такими категоріями:

- повністю модельовані системи - системи, повністю включені в обсяг моделювання, за винятком керованих за місцем повітряників (повітряскідних патрубків), дренажів, ремонтної арматури тощо;
- частково модельовані системи – системи, включені в обсяг моделювання без окремих функціональних підсистем, ефект від впливу яких, при необхідності, моделюється за допомогою функцій місцевого управління;
- системи, що не моделюються - системи, виключені з обсягу моделювання.

5.1.10 Реакція ПМТ на поставлені інструктором вихідні події, автоматичні дії систем управління, на правильні чи неправильні дії оператора, прийняття або неприйняття заходів повинна бути аналогічна реакції енергоблока-прототипа і не повинна суперечити фізичним законам (збереження маси, імпульсу, енергії) в межах встановлених цим стандартом критеріїв достовірності.

5.1.11 Для організації навчання операторів потрібно передбачити функції управління тренажером, що дозволяють інструктору створювати необхідні початкові стани та сценарії навчальних занять, здійснювати демонстрацію досліджуваних режимів, контролювати хід процесу при самостійній роботі операторів, виконувати необхідні операції з обладнанням, керованим за місцем, проводити аналіз дій персоналу, що навчається.

5.1.12 Програмні засоби ПМТ повинні дозволяти вносити зміни в математичні моделі систем і устаткування для приведення конфігурації ПМТ у відповідність до поточної конфігурації енергоблока-прототипа.

5.1.13 Технічним засобам ПМТ необхідно мати достатні резерви з продуктивності і пам'яті комп'ютерного комплексу, пристроїв введення-виведення і надійного електропостачання для можливості внесення змін до програмного і апаратного забезпечення тренажера.

5.1.14 Комплекс ПМТ повинен задовольняти вимогам діючих нормативних документів з охорони праці, електро- і пожежної безпеки.

5.1.15 Клас безпеки обладнання ПМТ згідно з НП 306.2.141-2008 - не класифікують.

## **5.2 Часовий масштаб моделювання**

5.2.1 ПМТ повинен забезпечувати моделювання всіх режимів, що входять в обсяги і межі моделювання в реальному масштабі часу.

5.2.2 На ПМТ повинна бути передбачена можливість зупинення процесу моделювання, прискорення і уповільнення масштабу часу протікання процесів.

5.2.3 Вимога до прискорення масштабу часу моделювання стосується тільки певних, заздалегідь вибраних процесів, таких як: розігрів обладнання під час пуску, розхолодження, ксенонові коливання, набір вакууму тощо.

5.2.4 Програмне забезпечення ПМТ має включати в себе функцію контролю за веденням розрахунку модельованого процесу в реальному масштабі часу. У разі невиконання цієї умови, процес моделювання має бути зупинений з видачою відповідного повідомлення інструктору.

5.2.5 Час реакції ПМТ на дії операторів на прилади керування імітатора БЦУ не повинен перевищувати час проходження сигналу ланцюгами управління енергоблока-прототипа більше ніж на 0,25 секунди.

### 5.3 Обсяг моделювання

#### 5.3.1 Принципи формування модельованих режимів

5.3.1.1 Головною характеристикою, що визначає функціональні можливості ПМТ, є перелік режимів моделювання, який включає в себе всі режими нормальної експлуатації, режими порушення нормальних умов експлуатації та аварійні режими експлуатації, зазначені в нормативній документації, проектній та експлуатаційній документації енергоблока-прототипа, а також на основі накопиченого досвіду експлуатації АЕС.

5.3.1.2 Критерієм відбору при формуванні переліку режимів моделювання є умова здійснення контролю і оперативного управління режимом з БЦУ енергоблока-прототипа.

5.3.1.3 ПМТ повинен забезпечувати безперервне виконання процедур нормальної експлуатації енергоблока-прототипа з будь-якого базового вихідного стану шляхом технологічних переключень, виконуваних операторами на ПМТ аналогічно їх здійсненню на БЦУ енергоблока-прототипа, без необхідності внесення будь-яких змін в програмне забезпечення ПМТ і/або ініціалізації інших початкових станів.

5.3.1.4 Якщо процедури нормальної експлуатації можуть виконуватися при різному складі технологічного обладнання в автоматичному або ручному режимах управління, то на ПМТ необхідно забезпечити можливість моделювання їх комбінацій.

5.3.1.5 В обсяг моделювання ПМТ не обов'язково включати режими, управління та основний контроль за якими здійснюється з місцевих щитів управління.

5.3.1.6 Операції, що виконуються за місцем оперативним персоналом, що працює за межами БЦУ, які чинять істотний вплив на хід режимів, оперативно керованих з БЦУ, підлягають включенню в обсяг моделювання і повинні бути реалізовані за допомогою функцій місцевого управління. При цьому допускається моделювати лише результат впливу цієї операції на хід процесу, що відображається на БЦУ, якщо робота самої підсистеми, що спричиняє цей вплив не контролюється з БЦУ.

5.3.1.7 Допускається виключення з обсягів моделювання режимів дренажу трубопроводів і обладнання технологічних систем (для виведення в ремонт) і заповнення робочим середовищем (при введенні в роботу після ремонту), якщо ці операції виконуються і контролюються за місцем.

5.3.1.8 Слід передбачати можливість накладення аварійних подій або відмов на режими з течами теплоносія, передбаченими проектом енергоблока-прототипа.

5.3.1.9 Для режимів течі теплоносія необхідно моделювати зворотні течі і надходження контактної середовища в теплоносій, а також її вплив на теплогідравлічні і нейтронно-фізичні процеси, якщо в ході модельованого режиму тиск навколишнього середовища або в суміжній системі перевищить тиск теплоносія.

5.3.1.10 Можливості ПМТ повинні дозволяти визначати розмір течі в межах від мінімального до повного розриву, в т.ч. з двостороннім витіканням.

5.3.1.11 Для режимів течі теплоносія слід моделювати перенесення і поширення з теплоносієм радіоактивності в навколишнє середовище або суміжні системи, в обсязі наявних засобів радіаційного контролю на енергоблоці-прототипі.

5.3.1.12 На ПМТ необхідно передбачати моделювання характерних станів вигорання активної зони: початок, середина і кінець кампанії.

5.3.1.13 Стан вигорання активної зони повинен реалізовуватися записом необхідних вихідних станів з різним ступенем вигорання палива.

5.3.1.14 Для тренажерів, які забезпечують підготовку персоналу для енергоблоків з нестационарним завантаженням, необхідно передбачати моделювання стану вигорання активної зони «перше завантаження». Стан вигорання активної зони «перше завантаження» має реалізовуватися записом необхідних початкових станів.

5.3.1.15 Остаточний перелік режимів моделювання з порушенням умов нормальної експлуатації і аварій слід визначати на основі нормативної документації, проектного обґрунтування безпеки для конкретного типу реакторів і режимів, розглянутих в інструкції з ліквідації аварій, що діє на енергоблоці-прототипі, а також на основі накопиченого досвіду експлуатації АЕС.

### 5.3.2 Обсяг режимів моделювання нормальної експлуатації

5.3.2.1 В обсяг моделювання повинні бути включені такі режими нормальної експлуатації:

- розігрів з «холодного стану» до стану «гаряче зупинення»;
- вивід реакторної установки в критичний стан і набір потужності;
- поштовх турбогенератора(-ів) та його (їх) синхронізація з енергосистемою;
- підйом потужності енергоблока до номінальних параметрів;
- маневрування навантаженням енергоблока;
- розвантаження енергоблока з номінальних параметрів до стану «гаряче зупинення»;
- розхолодження зі стану «гаряче зупинення» до «холодного стану»;
- режим ремонтного розхолодження з підтриманням рівня в холодних або гарячих нитках петель (якщо передбачений проектом енергоблока-прототипа);
- повторний пуск реакторної установки після спрацювання аварійного захисту;
- включення в роботу основного обладнання після його відключення в процесі експлуатації, що не призвело до зупинки енергоблока;
- регламентні випробування і періодичні випробування обладнання і систем, що виконуються персоналом БЩУ;
- вимірювання нейтронно-фізичних характеристик активної зони, що виконуються персоналом за допомогою штатної апаратури БЩУ;
- переходи на резервне обладнання технологічних систем, включених в обсяг моделювання.

5.3.3 Обсяг режимів моделювання з порушенням умов нормальної експлуатації і аварій

5.3.3.1 В обсяг моделювання повинні бути включені малі, середні та великі течії теплоносія з реакторної установки:

- в межах і за межами герметичних приміщень, які відключаються і не відключаються;
- через контрольовані роз'єми обладнання реакторної установки;
- в суміжні системи;
- через запобіжні клапани.

5.3.3.2 В обсяг моделювання повинні бути включені режими з порушенням роботи систем, що впливають на реактивність:

1) порушення в роботі органів регулювання СУЗ реактора:

- некероване виведення ОР СУЗ з активної зони реактора;
- падіння ОР СУЗ;
- застрявання ОР СУЗ;
- розчеплення ОР СУЗ із приводом;
- зникнення індикації положення ОР СУЗ.

2) порушення в системі управління і захисту реактора:

- відмови в роботі системи автоматичного регулювання потужності реактора;
- відмови в роботі систем попереджувального і аварійного захистів реактора;
- відмови в роботі системи автоматичного контролю нейтронного потоку.

3) неконтрольоване збільшення реактивності за рахунок зміни уповільнюючих або поглинаючих властивостей теплоносія, викликаних швидкими перехідними процесами внаслідок відмов або включення/вимикання обладнання:

- підключення непрацюючої петлі;
- неконтрольоване зниження концентрації поглиначів в теплоносії.

5.3.3.3 В обсяг моделювання повинні бути включені режими з порушенням циркуляції теплоносія через активну зону:

1) при аварійному відхиленні частоти в енергосистемі;

2) відключення в різних комбінаціях насосів циркуляції теплоносія реакторної установки внаслідок відмов їх допоміжних систем;

3) зупинення насоса циркуляції теплоносія реактора без вибігу внаслідок його заклинювання або обриву (розчеплення) приводного валу;

4) часткове або повне перекриття прохідного перетину в петлі теплоносія внаслідок відмов запірно-регулюючої арматури або зворотних клапанів (якщо передбачено проектом на енергоблоці-прототипі);

5) порушення умов циркуляції теплоносія внаслідок втрати електропостачання енергоблока:

- перерва в електроживленні насосів циркуляції теплоносія, пов'язана з переходом на резервне електроживлення;
- часткове знеструмлення секцій електроживлення власних потреб енергоблоку з втратою частини насосів циркуляції теплоносія;
- повна втрата основного і резервного електропостачання власних потреб енергоблоку з переходом на тепловідвід в режимі природної циркуляції теплоносія.

6) порушення умов природної циркуляції теплоносія через активну зону:

- поява парогазового пузиря під кришкою реактора;
- поява парогазової суміші в циркуляційних петлях;
- порушення умов тепловідведення від реакторної установки.

7) порушення в роботі системи відводу залишкових тепловиділень активної зони;

8) порушення в роботі систем аварійного розхолодження активної зони:

- відмови насосів аварійного підживлення і аварійного розхолодження;



- блокування трубопроводів подачі теплоносія в активну зону внаслідок відмов запірно-регулюючої арматури або зворотних клапанів;
- вихід з ладу теплообмінників аварійного розхолодження;
- витік теплоносія через нещільності або розриви в системі аварійного розхолодження;
- зниження тиску в гідроємностях аварійного охолодження активної зони або заклинювання арматури на лініях подачі технологічного середовища з гідроємностей в реактор.

5.3.3.4 В обсяг моделювання повинні бути включені режими з порушенням умов тепловідведення від реакторної установки:

- 1) неконтрольований скид пари з парогенеруючих пристроїв:
  - розрив головних паропроводів і головного парового колектора в межах і за межами герметичних приміщень реакторної установки;
  - заклинювання в відкритому положенні пароскидних пристроїв (ЗК, ШРУ).
- 2) порушення умов відведення пари від парогенеруючих пристроїв:
  - відключення турбогенератора (турбогенераторів);
  - помилкове закриття відсічної або запірної арматури на головних паропроводах;
  - невідкриття (заклинювання в закритому положенні) пароскидних пристроїв (ЗК, ШРУ).
- 3) порушення умов подачі живильної води в парогенеруючі пристрої:
  - часткове і повне припинення подачі основної живильної води;
  - припинення подачі аварійної живильної води.

5.3.3.5 В обсяг моделювання повинні бути включені режими з порушеннями в роботі систем локалізації аварій:

- 1) помилкове закриття локалізуючої арматури герметичних приміщень;
- 2) розгерметизація приміщень внаслідок високого тиску або відмови локалізуючої арматури, вихід радіоактивних речовин за межі герметичних приміщень;
- 3) порушення в роботі підсистем зниження тиску в герметичних приміщеннях РУ в режимах з течами (відмови в роботі спринклерних насосів, барботажних пристроїв тощо).

5.3.3.6 В обсяг моделювання повинні бути включені режими з порушеннями в роботі допоміжних систем РУ:

- 1) порушення в роботі систем підживлення /продувки РУ теплоносієм і його хімічної очистки;
- 2) порушення в роботі оливосистем реакторної установки;
- 3) порушення в роботі систем технічної води і спеціальних проміжних контурів охолодження обладнання реакторної установки;
- 4) порушення в роботі вентиляційних систем реакторної установки;
- 5) порушення в роботі систем спецгазоочистки і допалювання водню;
- 6) порушення в роботі інших систем РУ, важливих для безпеки, розглянуті в проектній та експлуатаційній документації енергоблока-прототипа.

5.3.3.7 В обсяг моделювання повинні бути включені режими з порушеннями в роботі допоміжних систем турбогенератора:

- 1) збільшення тиску в конденсаторі турбіни;
- 2) припинення витрати основного конденсату;
- 3) нещільність трубної поверхні підігрівачів високого/низького тисків, сепараторів пароперегрівачів тощо;
- 4) припинення паропостачання власних потреб турбоустановки;
- 5) порушення в роботі систем охолодження генератора і збудника;
- 6) порушення в роботі систем техводопостачання машзалу;
- 7) порушення в роботі оливосистем турбоустановки.

5.3.3.8 В обсяг моделювання повинні бути включені режими з порушеннями в роботі систем контролю, управління і автоматичного регулювання:

- 1) порушення в роботі приладів контролю і управління БЦУ;
- 2) відмови вимірювальних каналів;
- 3) відмови спрацьовування/помилкові спрацьовування основних технологічних захистів і блокувань;
- 4) відмови автоматичних регуляторів, що підтримують основні технологічні параметри.

5.3.3.9 В обсяг моделювання повинні бути включені режими з порушенням умов електропостачання споживачів власних потреб енергоблока:

- 1) знеструмлення груп збірок електроживлення механізмів, в тому числі КВПіА, внаслідок несправності джерел їх електроживлення;
- 2) знеструмлення окремих секцій (групи секцій) 6 кВ або 0.4 кВ основного або резервного електроживлення механізмів власних потреб (відмови трансформаторів, короткі замикання на секціях тощо);
- 3) відключення енергоблока від мережі з переведенням турбогенератора (турбогенераторів) на рівень власних потреб (якщо передбачено проектом);
- 4) припинення електроживлення власних потреб внаслідок відмови системи основного електропостачання і переведення на резервну систему;
- 5) повне знеструмлення енергоблока з втратою основного і резервного джерел електропостачання;
- 6) порушення в роботі систем аварійного електропостачання:
  - відмови дизель-генераторів;
  - знеструмлення окремих секцій або підсистем аварійного (безперебійного) електропостачання;
  - відмова або повна розрядка акумуляторної батареї окремих підсистем аварійного (безперебійного) електропостачання.

#### 5.3.4 Обсяг модельованих відмов

5.3.4.1 Перелік відмов ,необхідних для включення в обсяг моделювання ПМТ, слід формувати на основі переліку модельованих режимів.

5.3.4.2 Набір відмов (системних і компонентних) повинен забезпечувати реалізацію всіх режимів з порушенням умов нормальної експлуатації і аварій, включених в обсяг моделювання.

5.3.4.3 Технічні засоби ПМТ, програмне забезпечення та структурна схема відмов повинні передбачати можливість збільшення загальної кількості відмов мінімум на 20%.

5.3.4.4 Для кожної відмови необхідно визначити таку інформацію:

- формулювання причини (найменування) відмови;
- тип відмови відповідно до прийнятої структурної схеми відмов: індивідуальний, груповий, типовий, дискретний або змінний, відновні події або невідновні;
- опис характеру відмови, її розташування і викликаний нею ефект;
- для групових і типових відмов - перелік обладнання, на яке вони можуть впливати;
- для змінної відмови - межі зміни її жорсткості;
- для відновлюваної відмови - ефект, спричинений її видаленням.

### 5.3.5 Обсяг моделювання технологічних систем і устаткування АЕС

5.3.5.1 В обсяг моделювання технологічних систем і устаткування енергоблока-прототипа необхідно включати всі технологічні системи та обладнання, оперативний контроль і управління якими здійснюється з панелей оперативного контуру БЦУ.

5.3.5.2 Функції управління обладнанням або контролю за його станом, необхідні для моделювання відповідно до вимог попереднього пункту, але які знаходяться за межами БЦУ, слід реалізовувати за допомогою функцій місцевого управління.

5.3.5.3 З технологічних систем, включених в обсяг моделювання, може бути виключено обладнання, призначене тільки для використання в операціях, що не входять в перелік модельованих режимів, і не кероване з БЦУ.

## 5.4 Початкові стани ПМТ

5.4.1 ПМТ повинен мати набір початкових станів, що зберігаються в пам'яті, необхідних для здійснення моделювання всіх режимів, що забезпечують швидке переведення тренажера у потрібний для навчального заняття стан енергоблока-прототипа.

5.4.2 Функціональні можливості ПМТ повинні дозволяти готувати і запам'ятовувати в процесі моделювання режимів не менше 100 початкових станів.

5.4.3 В обсяг проектної поставки ПМТ повинен входити такий мінімальний набір базових початкових станів, необхідний для проведення тренажерного навчання:

- «холодний стан» - енергоблок в стані «холодне зупинення», всі технологічні системи енергоблока розхолоджені, заповнені робочими середовищами і знаходяться в стаціонарному стані, в роботі система відводу залишкових тепловиділень;

- «гарячий стан» - енергоблок в стані «гаряче зупинення», виконаний розігрів енергоблока до параметрів, які дозволяють початок операцій з виведення реакторної установки в критичний стан, всі системи енергоблока в стаціонарному стані;

- «мінімально-контрольований рівень потужності» - енергоблок в стані «реактор на мінімально-контрольованому рівні потужності», рівень нейтронної потужності на початку діапазону вимірювальних приладів БЦУ, всі системи енергоблока в стаціонарному стані;

- «номінальний рівень потужності енергоблока» - енергоблок працює на номінальному рівні потужності, всі системи енергоблока в стаціонарному стані;

- «готовність до пуску ГЦН» - реактор заповнений, парогенератори заповнені, тиск в першому контурі на рівні, що дозволяє пуск ГЦН, електроживлення відбувається від зовнішньої мережі і готово до пуску енергоблока, всі системи енергоблока знаходяться в стаціонарному стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «розігрів першого контуру» - температура першого контуру 120 °С, в роботі кількість ГЦН, передбачена ТРБЕ для цього стану РУ, в компенсаторі тиску азотна подушка, всі системи енергоблока знаходяться в стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «готовність до переходу на парову подушку КТ» - енергоблок в режимі розігріву, перший контур і КТ розігрітий до температури, що дозволяє перехід на парову подушку, в роботі кількість ГЦН, передбачена ТРБЕ для цього стану РУ, всі системи енергоблока знаходяться в стані, відповідному цьому рівню потужності РУ;

- «потужність 5%» - реакторна установка на рівні потужності 5% ± 2%, усі ГЦН в роботі, всі системи енергоблока знаходяться в стаціонарному стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «готовність до поштовху турбіни» - потужність реакторної установки на рівні, що дозволяє поштовх турбогенератора, і підтримується автоматичним регулятором потужності, турбогенератор підготовлений до поштовху, всі системи енергоблока знаходяться в стаціонарному стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «готовність до синхронізації генератора» - потужність реакторної установки на рівні, що дозволяє синхронізацію турбогенератора, і підтримується автоматичним регулятором потужності, всі допоміжні системи турбіни і генератора готові до синхронізації генератора, швидкість обертання турбіни номінальна, всі системи енергоблока знаходяться в стаціонарному стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «потужність 50%» - реакторна установка на рівні потужності 50%, усі ГЦН в роботі, система живильної води в роботі з двома працюючими живильними насосами, всі системи енергоблока знаходяться в стаціонарному стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «потужність 75%-80%» - реакторна установка на рівні потужності 75%-80%, усі ГЦН в роботі, всі системи енергоблока знаходяться в стаціонарному стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «стан максимального отруєння ксеноном після спрацьовування аварійного захисту реакторної установки» - енергоблок в стані «гаряче зупинення» через 8 годин після спрацьовування аварійного захисту і готовий до виходу на МКР, усі ГЦН в роботі, всі системи енергоблока знаходяться в стаціонарному стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «розхолодження першого контуру» - енергоблок в процесі розхолодження зі швидкістю 30 °С/год, перший контур розхолоджено до температури 185 °С – 195 °С, компенсатор тиску розхолоджено до температури 240 °С – 250 °С, в роботі кількість ГЦН, передбачена ТРБЕ для цього стану РУ, всі системи енергоблока знаходяться в стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «готовність до переведення компенсатора тиску на азотну подушку» - енергоблок в режимі розхолодження, перший контур і компенсатор тиску

розхолоджено до температури, що дозволяє перехід на азотну подушку, в роботі кількість ГЦН, передбачена ТРБЕ для цього стану РУ, всі системи енергоблока знаходяться в стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «стан готовності до розхолодження через систему САОЗ низького тиску» - енергоблок в режимі розхолодження і готовий до переходу на розхолодження через систему САОЗ низького тиску, всі системи енергоблока знаходяться в стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «розхолодження через систему САОЗ низького тиску» - енергоблок в кінці процесу розхолодження через систему САОЗ низького тиску, всі системи енергоблока знаходяться в стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «МКР, позитивний температурний коефіцієнт реактивності» - енергоблок в стані «реактор на мінімально-контрольованому рівні потужності», усі ГЦН в роботі, всі системи енергоблока знаходяться в стаціонарному стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки;

- «гарячий стан, позитивний температурний коефіцієнт реактивності» - енергоблок в стані «гаряче зупинення», виконаний розігрів енергоблоку до параметрів, які дозволяють початок операцій з виведення реакторної установки в критичний стан, усі системи енергоблока знаходяться в стаціонарному стані, відповідному цьому рівню потужності реакторної установки.

5.4.4 Базові початкові стани ПМТ повинні враховувати різний стан вигорання палива: початок, середина і кінець кампанії; і відмінність завантажень палива: перше завантаження, стаціонарне завантаження.

5.4.5 Стан вигорання палива «Перше завантаження» (позитивний температурний коефіцієнт реактивності) необхідно створювати тільки для ПМТ, що забезпечують підготовку персоналу для енергоблоків з нестаціонарною завантаженням.

5.4.6 Конкретні технологічні параметри, що визначають перераховані вище стани, встановлюються на основі технологічного регламенту експлуатації та реальних даних енергоблока-прототипа.

5.4.7 Базові стани слід створювати зі стаціонарного проміжного стану, включаючи стан підйому/зниження потужності РУ (енергоблока).

5.4.8 Допускається створення базових початкових станів не з стаціонарного проміжного стану для режимів розігріву/розхолодження РУ.

5.4.9 Базові початкові стани повинні мати захист від їх випадкової зміни або знищення.

## **5.5 Межі експлуатації ПМТ**

5.5.1 Повномасштабний тренажер слід використовувати для підготовки персоналу АЕС тільки в межах зміни основних технологічних параметрів реакторної установки, підтверджених проектним технологічним обґрунтуванням безпеки енергоблока-прототипа.

5.5.2 В проекті ПМТ повинні бути визначені граничні значення основних розрахункових параметрів, що визначають досягнення меж експлуатації ПМТ, і передбачена процедура контролю і сповіщення інструктора при їх перевищенні.

5.5.3 Межі експлуатації ПМТ повинні перекривати межі, до яких виконано проектне обґрунтування безпечної експлуатації енергоблока-прототипа.

5.5.4 ПМТ повинен забезпечувати моделювання всіх режимів, включених в обсяг моделювання, відповідно до прийнятих цим стандартом критеріїв достовірності, до моменту перевищення меж експлуатації.

5.5.5 Граничні значення параметрів, які визначають межі експлуатації, визначаються:

- тиском в герметичній оболонці;
- тиском в першому контурі;
- температурою палива;
- ступенем пошкодження палива;
- потужністю активної зони реактора;
- тиском в парогенераторах;
- рівнем в парогенераторах при  $K_{сф} \geq 1$ ;
- частотою струму генератора.

5.5.6 Значення граничних параметрів, які визначають межі експлуатації, і умови їх досягнення, повинні бути визначені в технічному завданні на розробку ПМТ.

5.5.7 Встановлені межі експлуатації повинні бути підтверджені при комплексних випробуваннях ПМТ.

## 5.6 Імітатор БЩУ, РЩУ

### 5.6.1 Вимоги до панелей і пультів оперативного контуру імітатора БЩУ

5.6.1.1 Склад і взаємне розташування панелей і пультів управління оперативного контуру на імітаторі БЩУ повинні відповідати складу і взаємному розташуванню панелей і пультів управління оперативного контуру БЩУ енергоблока-прототипа.

5.6.1.2 Фронтальні вигляди панелей і пультів управління імітатора БЩУ повинні бути повномасштабними копіями відповідних панелей і пультів БЩУ енергоблока-прототипа.

5.6.1.3 Допускається збільшувати внутрішню глибину панелей для розміщення пристроїв введення/виводу.

5.6.1.4 Колір забарвлення зовнішньої сторони панелей і пультів імітатора БЩУ повинен бути ідентичний БЩУ енергоблока-прототипа.

5.6.1.5 Допускається відмінність у відтінку кольору забарвлення панелей і пультів імітатора БЩУ, якщо це не впливає на розрізнення написів і приладів, розташованих на них.

5.6.1.6 Розміщення приладів контролю і управління на панелях і пультах оперативного контуру імітатора БЩУ має відповідати розміщенню приладів контролю і управління на панелях і пультах оперативного контуру БЩУ енергоблока-прототипа.

5.6.1.7 Допускається заміна приладів, що не моделюються, розташованих на імітаторі БЩУ, на макети або фотографії.

5.6.1.8 Панелі та пульти імітатора БЩУ повинні мати всі технологічні написи, табло сигналізації і мнемосхеми, виконані на БЩУ енергоблока-прототипа.

5.6.1.9 На імітаторі БЩУ повинні бути встановлені пристрої, що забезпечують звукову сигналізацію, яка використовується на БЩУ енергоблока-прототипа, а також кнопки і ключі випробування і знімання звукової і світлової сигналізації.

5.6.1.10 Імітатор БЩУ (РЩУ) повинен бути обладнаний системою аудіо- та відеоспостереження тренажерних занять.

5.6.1.11 Імітатор БЩУ (РЩУ) повинен бути обладнаний системою, яка імітує зміну освітлення, та системою, що імітує звукові ефекти, характерні для БЩУ енергоблока-прототипа.

5.6.2 Вимоги до панелей і пультів імітатора РЩУ і неоперативного контуру імітатора БЩУ

5.6.2.1 Цей стандарт не вимагає включення панелей РЩУ в обов'язковий обсяг моделювання ПМТ.

5.6.2.2 Склад необхідних панелей управління імітатора РЩУ і неоперативного контуру імітатора БЩУ визначається наявністю на них приладів контролю і управління, необхідних для управління режимами, що моделюються.

5.6.2.3 Допускається моделювання однієї системи безпеки на панелях РЩУ.

5.6.2.4 Допускається заміна приладів, що не моделюються, розташованих на панелях імітатора РЩУ і неоперативного контуру імітатора БЩУ, на макети або фотографії.

5.6.2.5 Допускається об'єднання табло технологічної сигналізації, приладів і ключів управління на одній панелі або перенесення їх на вільні місця інших панелей, включених до складу неоперативного контуру імітатора БЩУ та імітатора РЩУ.

5.6.2.6 Допускається зміна взаємного розташування панелей неоперативного контуру і їх розташування по відношенню до панелей оперативного контуру. При цьому необхідно, по можливості, залишати однаковими маршрути проходження операторів до панелей неоперативного контуру.

5.6.2.7 Фронтальні розміри панелей імітатора РЩУ та неоперативного контуру імітатора БЩУ і колір забарвлення їх зовнішньої сторони повинні відповідати панелям РЩУ та неоперативного контуру БЩУ енергоблока-прототипа.

5.6.2.8 Допускається відмінність у відтінку кольору панелей імітатора РЩУ і неоперативного контуру імітатора БЩУ, якщо це не впливає на розрізнення написів і приладів, розташованих на них.

5.6.2.9 Панелі імітатора РЩУ і неоперативного контуру імітатора БЩУ повинні мати всі технологічні написи, табло сигналізації і мнемосхеми, виконані на панелях РЩУ і неоперативного контуру БЩУ енергоблока-прототипа, в обов'язку, моделюємого обладнання.

5.6.2.10 На імітаторі РЩУ повинні бути встановлені пристрої, що забезпечують звукову сигналізацію, яка використовується на РЩУ енергоблока-прототипа, а також кнопки і ключі випробування і знімання звукової і світлової сигналізації.

5.6.3 Вимоги до приладів контролю і управління

5.6.3.1 Елементи управління, встановлені на пультах і панелях управління імітатора БЩУ (РЩУ), повинні бути ідентичними за зовнішнім виглядом і виконуваними функціями приладам БЩУ (РЩУ) енергоблока-прототипа.

5.6.3.2 Допускаються несуттєві відхилення зовнішнього вигляду приладів імітатора БЩУ (РЩУ), якщо вони не впливають на сприйняття інформації та на процес навчання.

5.6.3.3 Клас точності приладів, що первинно встановлюються на імітаторі БЩУ (РЩУ), повинен бути не нижче класу точності приладів на БЩУ (РЩУ) енергоблока-прототипа.

5.6.3.4 Допускається переводити встановлені на імітаторі БЩУ (РЩУ) прилади в розряд індикаторних, точність показань яких забезпечується програмним шляхом.

5.6.3.5 Шкали показуючих приладів імітатора БЩУ (РЩУ) повинні бути ідентичні шкалам приладів БЩУ (РЩУ) енергоблока-прототипа (межі вимірювання, ціна розподілу і одиниці вимірювання).

5.6.3.6 Імітатор БЩУ (РЩУ) необхідно оснащувати моніторами інформаційних систем з клавіатурами управління в повній відповідності з БЩУ (РЩУ) енергоблока-прототипа.

5.6.3.7 Допускаються несуттєві відмінності за розміром і зовнішнім оформленням моніторів імітатора БЩУ (РЩУ), якщо вони не впливають на сприйняття інформації, що представляється.

5.6.3.8 Формат, склад і швидкість оновлення представленої на моніторах імітатора БЩУ (РЩУ) інформації, а також функції управління клавіатур повинні відповідати енергоблоку-прототипу.

5.6.3.9 Засоби зв'язку імітатора БЩУ (РЩУ) повинні забезпечувати той самий обсяг оперативних переговорів, що й засоби зв'язку БЩУ (РЩУ) енергоблока-прототипа.

#### 5.6.4 Вимоги до приміщення і зовнішніх ефектів імітатора БЩУ

5.6.4.1 Приміщення, де розташований імітатор БЩУ, необхідно ізолювати від оточуючих шумових впливів, нехарактерних для БЩУ енергоблока-прототипа, які можуть ускладнювати переговори операторів в ході занять або чинити відволікаючий вплив.

5.6.4.2 Колір і виконання підлоги і стелі, а також освітлення повинні, по можливості, імітувати їх виконання на БЩУ енергоблока-прототипа.

5.6.4.3 Рекомендується включати в обсяг проекту ПМТ відтворення тимчасових змін освітлення імітатора БЩУ в режимах, що моделюють знеструмлення відповідних джерел живлення енергоблока, а також звукові ефекти, що відтворюються при роботі обладнання, чутні на БЩУ.

### 5.7 Критерії достовірності моделювання

Достовірність моделювання ПМТ оцінюється за такими критеріями:

- точність моделювання при роботі в стаціонарному стані;
- стійкість моделювання стаціонарних станів;
- точність моделювання при виконанні процедур нормальної експлуатації;
- точність моделювання перехідних і аварійних режимів;
- відтворюваність модельованого процесу;
- адекватність алгоритмів роботи захистів, блокувань і сигналізації.

#### 5.7.1 Точність моделювання при роботі в стаціонарному стані

5.7.1.1 Точність моделювання при роботі в стаціонарному стані необхідно оцінювати при трьох станах вигорання активної зони: початок кампанії - 5% вигорання, середина кампанії - 40% вигорання і кінець кампанії - 80% вигорання на



номінальному рівні потужності і двох проміжних рівнях потужності –  $75\% \pm 5\% N_{\text{ном}}$  і  $35\% \pm 5\% N_{\text{ном}}$ . Допускається вибирати проміжні рівні потужності з відхиленням від зазначених значень залежно від наявності розрахункових і фактичних даних енергоблока-прототипа.

5.7.1.2 Початкові стани для перевірки параметрів стаціонарних станів слід отримувати шляхом виконання операцій зі зниження/набору навантаження відповідно до процедур енергоблока-прототипа.

5.7.1.3 Точність перерахованих нижче трьох груп параметрів, що моделюються комп'ютерним комплексом ПМТ, у порівнянні з параметрами енергоблока-прототипа, повинна бути в межах встановлених нижче значень відхилень:

1) I група:

- середня температура теплоносія першого контуру;
- температура гарячих ниток петель теплоносія першого контуру;
- температура холодних ниток петель теплоносія першого контуру;
- тиск першого контуру;
- тиск в парогенераторах;
- тиск пари в головному паровому колекторі.

Точність моделювання параметрів I групи при роботі моделі в стаціонарному стані повинна бути в межах  $\pm 1\%$  від діапазону вимірювального каналу (без урахування похибки вимірювальних приладів енергоблока-прототипа).

2) II група:

- теплова потужність реакторної установки;
- нейтронна потужність реакторної установки;
- потужність турбогенератора;
- перепад тиску в активній зоні;
- рівень в компенсаторі тиску;
- температура в компенсаторі тиску;
- витрата основної живильної води в парогенераторі;
- тиск пари після блоку регулюючих клапанів турбіни;
- концентрація розчину борної кислоти в теплоносії першого контуру;
- рівень в парогенераторах;
- витрата пари кожного парогенератора;
- витрата теплоносія першого контуру;
- витрата підживлювальної води першого контуру;
- витрата продувальної води першого контуру;
- положення ОР СУЗ;
- тиск в герметичній оболонці;
- тиск пари на вході в СПП;
- температура пари на виході з СПП;
- тиск в конденсаторах турбіни;
- рівень конденсату в конденсаторах турбіни;
- температура конденсату на вході в деаератори турбіни;
- витрата конденсату на деаератори турбіни;
- рівень в деаераторах турбіни;
- тиск в деаераторах турбіни;

- температура живильної води на вході в парогенератори;
- тиск гріючої пари в ПВТ;
- температура гріючої пари в ПВТ;
- температура циркуляційної води на вході / виході з конденсаторів

турбіни.

Точність моделювання параметрів II групи при роботі моделі в стаціонарному стані повинна бути в межах  $\pm 2\%$  від діапазону вимірювального каналу (без урахування похибки вимірювальних приладів енергоблока-прототипа).

### 3) III група.

Для параметрів, що не перелічені в I і II групах, точність моделювання в порівнянні з параметрами енергоблока-прототипа повинна бути в межах  $\pm 10\%$  від діапазону вимірювального каналу (без урахування похибки вимірювальних приладів енергоблока-прототипа).

## 5.7.2 Стійкість моделювання стаціонарних станів

5.7.2.1 Перевірку стійкості моделювання стаціонарних станів необхідно проводити на рівні потужності 100%.

5.7.2.2 Відхилення параметрів I і II групи, визначених у 5.7.2.3, що обчислюються комп'ютерним комплексом ПМТ, не повинно перевищувати, відповідно, 1% і 2% від початкового значення протягом 60 хвилин при постійному рівні потужності.

## 5.7.3 Точність моделювання при виконанні процедур нормальної експлуатації.

5.7.3.1 При виконанні процедур пуску-зупинення енергоблока на ПМТ повинні досягатися результати і стани, отримані на енергоблоці-прототипі.

5.7.3.2 Реакція ПМТ на виконання помилкових дій або невиконання регламентних дій персоналом повинна бути аналогічною реакції енергоблока-прототипа.

5.7.3.3 При виконанні на ПМТ планових випробувань або перемикачів на обладнанні відповідно до процедур енергоблока-прототипа, повинні виконуватися критерії успішності, встановлені в цих процедурах.

5.7.3.4 Спостережувані за показаннями приладів і за допомогою штатних систем контролю зміни параметрів на ПМТ повинні відповідати зміни параметрів на енергоблоці-прототипі в ідентичних умовах і не виходити за регламентні межі.

## 5.7.4 Точність моделювання перехідних і аварійних режимів

5.7.4.1 Реакція ПМТ на правильні чи неправильні дії персоналу, на виконання або невиконання необхідних операцій при перехідних режимах, при ліквідації порушень і аварій повинна призводити до таких же наслідків, як на енергоблоці-прототипі.

5.7.4.2 Спостережувані за показаннями приладів і за допомогою штатних систем зміни параметрів на ПМТ повинні за значенням і тенденціями зміни відповідати даним по енергоблоку-прототипу, встановленим на основі (в порядку пріоритету) технічних звітів випробувань енергоблока-прототипа, проектних матеріалів енергоблока-прототипа чи експертної оцінки.

5.7.4.3 Точність моделювання для всіх трьох груп параметрів, визначених «згідно з п. 5.7.2.3», в перехідних режимах повинна бути в межах  $\pm 10\%$ .

### 5.7.5 Відтворюваність модельованого процесу

5.7.5.1 При повторних пусках ПМТ з того ж самого початкового стану і використанні тієї ж самої комбінації автоматичних дій, що виконуються з інструкторської станції, зміни модельованих аналогових і дискретних параметрів кожного разу повинні бути ідентичними.

5.7.5.2 Умови відтворюваності модельованого процесу не поширюються на ручні дії на інструменти управління імітатора БЦУ, оскільки їх неможливо виконати точно в ті ж самі проміжки часу.

### 5.7.6 Адекватність алгоритмів роботи захистів, блокувань і сигналізації

5.7.6.1 Алгоритми спрацьовування аварійної сигналізації, захистів і блокувань або автоматичних дій на ПМТ повинні відбуватися в логічній і часовій послідовності так само, як це відбувається на енергоблоці-прототипі.

5.7.6.2 Не повинно відбуватися спрацьовування сигналізації, захистів і блокувань або автоматичних дій на ПМТ, якщо в ідентичних умовах це не відбувається на енергоблоці-прототипі.

## 5.8 Функції управління тренажером

5.8.1 ПМТ повинен мати обладнане робоче місце інструктора з усіма необхідними засобами контролю та управління тренажером і навчальними матеріалами.

5.8.2 РМІ необхідно розташовувати в місці найкращого огляду імітатора БЦУ, але за межами зони роботи і переміщень операторів.

5.8.3 РМІ слід відокремлювати від імітатора БЦУ для забезпечення його звукоізоляції і виключення можливості спостереження навчаними за діями інструктора.

5.8.4 РМІ повинно бути обладнане засобами гучномовного і телефонного зв'язку в обсязі, необхідному для імітації оперативних переговорів.

5.8.5 РМІ слід обладнати засобами аудіо- та відеоспостереження і записів для реєстрації дій персоналу, що навчається, в процесі проведення тренажерних занять.

5.8.6 РМІ повинно бути обладнане системою управління освітленням і звуковими ефектами імітатора БЦУ.

5.8.7 З РМІ повинні бути доступні такі функції управління ПМТ:

- РОБОТА / ЗУПИНЕННЯ – включення/зупинення процесу моделювання на ПМТ;
- ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ – запам'ятовування поточного стану моделі ПМТ за командою інструктора з можливістю подальшої ініціалізації моделі ПМТ в цей стан як початковий;
- ІНІЦІАЛІЗАЦІЯ – встановлення ПМТ в потрібний початковий стан;
- ПОВЕРНЕННЯ – повернення моделі ПМТ за завданням інструктора в проміжний стан між поточним і початковим;
- ВІДТВОРЕННЯ – автоматичне відтворення процесу моделювання разом з діями інструктора і навчаних з проміжного стану, що задається функцією повернення;
- ВВЕДЕННЯ/ВИДАЛЕННЯ ВІДМОВИ – введення і видалення модельованих відмов, задавання їх значення та інших умов;

- МІСЦЕВЕ УПРАВЛІННЯ – виконання операції з модельованим обладнанням, яке керується вручну або з місцевих щитів, або задавання параметрів в межах модельованих систем;
- КОНТРОЛЬ МЕЖ МОДЕЛЮВАННЯ – контроль за встановленими для ПМТ межами моделювання та повідомлення інструктора при їх перевищенні;
- УПРАВЛІННЯ ЧАСОВИМ МАСШТАБОМ МОДЕЛЮВАННЯ – задавання реального, уповільненого або прискореного часу моделювання;
- РЕЄСТРАЦІЯ ДІЙ – автоматична реєстрація дій навчаних і інструктора в ході навчального заняття;
- РЕЄСТРАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ – реєстрація зміни технологічних модельованих параметрів енергоблока відповідно до переліку параметрів, який формується інструктором;
- ПРЯМИЙ ВПЛИВ – прямий вплив з РМІ на прилади контролю та управління імітатора БЩУ з пріоритетом над діями комп'ютера тренажера чи операторів;
- ТРИГЕР ПОДІЙ – задавання логічних умов введення/видалення відмов, прямих впливів, зміна станів управління за місцем тощо;
- ДІАГРАМИ МОДЕЛЬОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ – схематичні зображення всього модельованого обладнання, на яких показані технологічні (логічні - для логічних діаграм) зв'язки, точки КВПіА, органи управління, що моделюються, відмови, мішені місцевого управління тощо. Діаграми модельованого обладнання повинні дозволяти здійснювати введення/видалення відмов, прямих впливів на обладнання, змінювати стан функцій місцевого управління;
- ЗАВАНТАЖЕННЯ /ВИВАНТАЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ – завантаження / вивантаження програмного забезпечення ПМТ;
- АВАРІЙНЕ ВІДКЛЮЧЕННЯ – можливість аварійного знеструмлення технічних засобів ПМТ;
- ВІДКЛЮЧЕННЯ ЗВУКОВОЇ СИГНАЛІЗАЦІИ – можливість повного відключення звукової сигналізації ПМТ;
- ДРУКУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ – можливість друкування цифрової, текстової та графічної інформації по модельованому режиму, діям операторів та інструкторів.

5.8.8 При введенні ПМТ в експлуатацію програмне забезпечення і технічні засоби РМІ повинні мати, як мінімум, 20% резерву для можливості збільшення або модифікації функцій управління інструктора (відмови, функції управління за місцем тощо).

## 5.9 Технічні засоби ПМТ

5.9.1 Функціонально технічні засоби ПМТ складаються з таких складових:

- імітатор БЩУ (РЩУ);
- пристрої вводу-виводу для зв'язку між комп'ютерним комплексом і приладами імітатора БЩУ (РЩУ);
- пристрої електропостачання;
- комп'ютерний комплекс;
- робоче місце інструктора.

5.9.2 Вимоги до імітатора БЩУ (РЩУ) і робочого місця інструктора наведені в розділах 5.6 і 5.8 відповідно.

5.9.3 Цей стандарт не встановлює специфічних вимог до типу і характеристик використовуваних комп'ютерів, пристроїв вводу-виводу і пристроїв електропостачання, за винятком того, що в цілому ПМТ повинен задовольняти вимогам цього стандарту і наведеним нижче вимогам загального характеру.

5.9.3.1 Технічні засоби ПМТ повинні задовольняти вимогам діючої нормативної документації з охорони праці, пожежної безпеки та електробезпеки.

5.9.3.2 Технічні засоби ПМТ повинні забезпечувати працездатність ПМТ (використання з метою навчання) протягом не менше 16 годин на добу, при шестиденному робочому тижні і загальній річній тривалості навчання, як мінімум, 9 місяців.

5.9.3.3 Тривалість зупинень ПМТ через відмови технічних засобів не повинна перевищувати 5% від обумовленої вище загальної тривалості навчального часу.

5.9.3.4 У технічних засобах ПМТ слід передбачати можливість заміни компонентів, що вийшли з ладу, та наявність діагностичних систем, що дозволяють діагностувати їх відмови так, щоб час, необхідний на технічне обслуговування і ремонти ПМТ, не виходив за межі вимог щодо працездатності ПМТ.

5.9.3.5 При введенні ПМТ в експлуатацію технічні засоби повинні мати резерв не менше 20% по продуктивності і пам'яті комп'ютерного комплексу, 10% – за пристроями вводу-виводу і електропостачання.

5.9.3.6 Комп'ютерний комплекс ПМТ повинен мати, як мінімум, два робочих місця для розробників програмного забезпечення.

5.9.3.7 При використанні імпортних технічних засобів, інтерфейси, призначені для використання інструкторським персоналом і учнями, повинні бути русифіковані.

## **5.10 Програмне забезпечення ПМТ**

5.10.1 Програмне забезпечення ПМТ функціонально поділяється на такі категорії:

- операційна система, яка використовується в комп'ютерному комплексі ПМТ;
- системне програмне забезпечення тренажера (тренажерна оболонка), що забезпечує функціонування ПМТ як єдиного комплексу, а також його розробку і наступні модифікації;
- програмне забезпечення робочого місця інструктора;
- програмне забезпечення, яке виконує моделювання процесів технологічних систем енергоблока-прототипа;
- програмне забезпечення системи підтримання конфігурації ПМТ.

5.10.2 Цей стандарт не встановлює специфічних вимог щодо структури і типів використовуваного ПЗ, за винятком того, що в цілому ПМТ повинен задовольняти вимогам цього стандарту і наведеним нижче вимогам загального характеру.

5.10.2.1 Програмне забезпечення ПМТ має забезпечувати працездатність ПМТ (використання з метою навчання) протягом не менше 16 годин на добу, при шестиденному робочому тижні і загальній річній тривалості навчання мінімум 9 місяців.

5.10.2.2 Тривалість зупинень ПМТ через відмови програмного забезпечення не повинна перевищувати 5% від обумовленої вище загальної тривалості навчального часу.

5.10.2.3 Програмне забезпечення ПМТ повинно мати системи діагностики, що дозволяють діагностувати порушення в його роботі і повідомляти про це на робоче місце інструктора або монітор комп'ютерного комплексу.

5.10.2.4 Програмне забезпечення ПМТ має забезпечувати можливість налагодження моделі в автономному режимі без впливу на працездатність робочого завантаження тренажера.

5.10.2.5 Необхідно, щоб програмне забезпечення ПМТ забезпечувало захист від несанкціонованого доступу.

5.10.2.6 Програмне забезпечення ПМТ має забезпечувати можливість збереження резервної копії завантаження моделі тренажера на зовнішній носій і повне відновлення моделі тренажера з зовнішнього носія.

5.10.2.7 Необхідно, щоб програмне забезпечення ПМТ забезпечувало можливість внесення змін до системи, що моделюється, з метою приведення ПМТ у відповідність з модифікаціями, які виконуються на енергоблоці-прототипі.

## **5.11 Випробування ПМТ перед введенням в експлуатацію**

5.11.1 Перед введенням ПМТ в експлуатацію необхідно проводити комплексні випробування.

5.11.2 Комплексні випробування ПМТ виконуються за програмою, що містить перелік усіх необхідних випробувань.

5.11.3 Для проведення комплексних випробувань повинні бути розроблені процедури приймального тестування з покроковим описом виконання випробувань і критеріями успішності їх виконання.

5.11.4 У програму комплексних випробувань ПМТ включаються такі види випробувань і тестування:

- комплектація і тестування технічних засобів тренажера;
- тестування комп'ютерних систем;
- тестування інструкторської станції;
- тестування моделі в режимах нормальної експлуатації;
- тестування активної зони реактора;
- тестування всіх системних відмов, включених в обсяг моделювання;
- тестування компонентних відмов;
- тестування моделі тренажера в стаціонарних станах і перехідних процесах;
- тестування меж моделювання тренажера;
- тестування базових вихідних станів.

5.11.5 До проведення комплексних випробувань ПМТ слід залучати експертів, які мають практичний досвід роботи на БЦУ енергоблока-прототипа або енергоблоках аналогічного проекту.

5.11.6 За результатами комплексних випробувань ПМТ складається акт випробувань, до якого повинен додаватися звіт, що містить аналіз результатів комплексних випробувань на предмет відповідності ПМТ технічному завданню, проектній документації і вимогам цього стандарту.

## **5.12 Приймання тренажера в експлуатацію**

5.12.1 Приймання тренажера в експлуатацію (приймально-здавальні випробування) проводиться відповідно до «Програми про приймання тренажера в

експлуатацію». Положення розробляється ВП АЕС, затверджується Дирекцією ДП «НАЕК «Енергоатом».

5.12.2 Встановлюються три стадії приймання ПМТ в експлуатацію:

- приймання в дослідну експлуатацію;
- дослідна експлуатація;
- приймання в промислову експлуатацію.

5.12.3 Приймання ПМТ в дослідну експлуатацію

5.12.3.1 Приймання ПМТ в дослідну експлуатацію здійснюється за програмою, розробленою ВП АЕС і затвердженою головним інженером ВП АЕС.

5.12.3.2 Приймання ПМТ в дослідну експлуатацію здійснює приймальна комісія, що призначається наказом генерального директора ВП АЕС. До складу комісії повинні входити представники ВП АЕС, представники розробника ПМТ, представники Дирекції ДП «НАЕК «Енергоатом» і представники Держатомрегулювання (за згодою).

5.12.3.3 Приймальна комісія з приймання ПМТ в дослідну експлуатацію визначає:

- відповідність тренажера технічному завданню, проектній документації і вимогам цього стандарту;
- фізичну відповідність імітатора БЩУ повномасштабного тренажера БЩУ енергоблока-прототипа;
- готовність до експлуатації обладнання тренажера із засобами його обслуговування, ремонту та супровідною документацією;
- відповідність процесів, що моделюються на тренажері, реальним процесам енергоблока-прототипа;
- укомплектованість ПМТ навчальною документацією для проведення тренажерного навчання;
- готовність персоналу НТЦ проводити дослідне навчання, технічне обслуговування і ремонт обладнання тренажера, виконувати супровід і коригування програмного забезпечення відповідно до змін на енергоблоці-прототипі;
- тривалість дослідної експлуатації ПМТ.

5.12.3.4 Приймання повномасштабного тренажера в дослідну експлуатацію оформляється актом і наказом генерального директора АЕС, що встановлює програму дослідної експлуатації, персонал і розподіл відповідальності на етапі дослідної експлуатації.

5.12.4 Дослідна експлуатація ПМТ

5.12.4.1 Дослідна експлуатація ПМТ проводиться з метою:

- перевірки надійності роботи комплексу технічних засобів тренажера;
- проведення тренажерного навчання персоналу АЕС з метою отримання зворотного зв'язку і набуття інструкторським персоналом навичок роботи на ПМТ;
- набуття технічним персоналом ПМТ досвіду експлуатації тренажера;
- усунення виявлених недоліків і доопрацювання експлуатаційної документації тренажера за результатами дослідної експлуатації;
- створення необхідної матеріально-технічної бази для проведення навчання персоналу АЕС (обладнані класи, бібліотека, оргтехніка тощо);
- підготовки і атестації інструкторського і технічного персоналу тренажера;

- доопрацювання існуючих навчально-методичних матеріалів і, при необхідності, розробки нових матеріалів;
- створення необхідних початкових станів тренажера для реалізації НТЗ;
- створення і затвердження еталонних даних щодо функціонування енергоблока-прототипа;
- розробки системи підтримання конфігурації ПМТ при експлуатації;
- усунення виявлених невідповідностей тренажера енергоблока-прототипа;
- підготовки документації для приймання в промислову експлуатацію тренажера.

5.12.4.2 Дослідна експлуатація ПМТ здійснюється відповідно до програми, розробленої ВП АЕС і затвердженої головним інженером АЕС.

5.12.4.3 Зміст робіт, включених до програми дослідної експлуатації ПМТ, визначається цілями дослідної експлуатації і результатами приймання тренажера в дослідну експлуатацію.

5.12.4.4 У програму дослідної експлуатації повинно бути включено проведення випробувань і перевірок ПМТ, визначених у згідно з п. 6.6.2 цього стандарту. За випробування, що визначені в п. 6.6.2, можуть бути зараховані результати комплексних випробувань, проведених перед введенням ПМТ в дослідну експлуатацію, до яких не було пред'явлено зауважень.

5.12.4.5 До приймання тренажера в промислову експлуатацію повинна бути проведена перевірка готовності комплексу ПМТ до використання для підготовки та підтримання кваліфікації персоналу АЕС.

5.12.4.6 Перевірка готовності комплексу ПМТ до використання для підготовки та підтримання кваліфікації персоналу АЕС проводиться фахівцями Держатомрегулювання за заявою ВП АЕС про готовність до проведення зазначеної перевірки.

5.12.4.7 Заява ВП АЕС на проведення перевірки готовності комплексу ПМТ має бути направлена до Держатомрегулювання в комплекті з документами, що підтверджують готовність ПМТ до використання для підготовки та підтримання кваліфікації персоналу АЕС.

5.12.4.8 В обсяг перевірки готовності комплексу ПМТ до використання для підготовки та підтримання кваліфікації персоналу АЕС включається:

- перевірка усунення зауважень за протоколами невідповідностей ПМТ;
- перевірка технічних характеристик ПМТ;
- перевірка повноти та достатності комплексу НММ для проведення навчання на ПМТ;
- перевірка наявності та атестації інструкторського персоналу ПМТ;
- перевірка функціонування системи підтримання конфігурації ПМТ при експлуатації.

5.12.4.9 Дослідна експлуатація повинна завершуватися поданням ВП АЕС заяви та супровідної документації в Дирекцію ДП «НАЕК «Енергоатом» про готовність ПМТ до приймання в промислову експлуатацію.

5.12.4.10 До складу зазначеної документації входять:

- заява ВП АЕС про готовність ПМТ до приймання в промислову експлуатацію;
- акт про виконання програми дослідної експлуатації ПМТ;



- акт про усунення зауважень, виявлених в ході перевірки готовності комплексу ПМТ до використання для підготовки та підтримання кваліфікації персоналу;
- програма приймання ПМТ в промислову експлуатацію;
- акт про укомплектованість та готовність інструкторського персоналу і персоналу технічного обслуговування ПМТ;
- акт про наявність на ПМТ технічної документації БЩУ енергоблока-прототипа;
- акт про наявність НММ для проведення навчання на ПМТ із зазначенням відповідності навчально-тренувальних занять, курсів і тем, визначених типовими програмами підготовки.

#### 5.12.5 Приймання ПМТ в промислову експлуатацію

5.12.5.1 Умовою готовності ПМТ до приймання в промислову експлуатацію є виконання програми дослідної експлуатації і готовність всіх організаційно-розпорядчих документів, обумовлених «Програмою про приймання тренажера в експлуатацію».

5.12.5.2 Приймання ПМТ в промислову експлуатацію здійснює приймальна комісія, яка формується ДП «НАЕК «Енергоатом».

5.12.5.3 Для пред'явлення приймальній комісії ДП «НАЕК «Енергоатом» має бути підготовлена така документація:

- технічне завдання на повномасштабний тренажер;
- програма дослідної експлуатації ПМТ;
- звіт про виконання програми дослідної експлуатації ПМТ;
- акт про виконання програми дослідної експлуатації ПМТ;
- акт про укомплектованість та готовність інструкторського персоналу і персоналу технічного обслуговування ПМТ;
- акт про наявність на ПМТ технічної документації БЩУ енергоблока-прототипа;
- акт про наявність НММ для проведення навчання на ПМТ із зазначенням відповідності навчально-тренувальних занять курсів і тем, визначених типовими програмами підготовки;
- комплект навчально-методичних матеріалів, достатній для проведення навчання персоналу на ПМТ;
- акт про усунення зауважень, виявлених в ході перевірки готовності комплексу ПМТ до використання для підготовки та підтримання кваліфікації персоналу;
- акти про випробування пристроїв пожежної сигналізації;
- санітарно-технічний паспорт приміщення;
- програма приймання ПМТ в промислову експлуатацію;
- регламент техобслуговування ПМТ.

5.12.5.4 Приймання ПМТ в промислову експлуатацію здійснюється відповідно до програми, розробленої ВП АЕС на стадії дослідної експлуатації і затвердженої першим віце-президентом – технічним директором ДП «НАЕК «Енергоатом».

5.12.5.5 У програму приймання ПМТ в промислову експлуатацію включається:

- перевірка експлуатаційних характеристик;
- перевірка фізичної відповідності імітатора БЩУ повномасштабного тренажера БЩУ енергоблока-прототипа;

- перевірка системи управління ПМТ і комплексне випробування ПМТ в узгоджених з приймальною комісією навчально-тренувальних заняттях;
- перевірка навчально-методичних матеріалів для проведення навчання на ПМТ;
- перевірка наявності та атестації інструкторського персоналу і персоналу технічного обслуговування ПМТ.

5.12.5.6 Під час приймання комплексу ПМТ в промислову експлуатацію комісії необхідно переконатися в фактичній готовності комплексу до використання його як технічного засобу для підготовки і підтримання кваліфікації персоналу АЕС на заявлені посади.

5.12.5.7 За відсутності зауважень, що перешкоджають використанню ПМТ як технічного засобу, оформляється акт приймання в промислову експлуатацію, в якому повинна бути констатована можливість використання комплексу ПМТ для підготовки і підтримання кваліфікації відповідного персоналу АЕС.

## **6 ПІДТРИМАННЯ КОНФІГУРАЦІЇ ПМТ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

### **6.1 Загальні положення**

6.1.1 Цей розділ стандарту описує діяльність персоналу АЕС, спрямовану на забезпечення відповідності конфігурації тренажера поточній конфігурації енергоблока-прототипа, нормативним і технічним вимогам, і визначає порядок контролю за комплексом програмних і технічних засобів тренажера, навчальними, організаційними і технічними документами.

6.1.2 Конфігурація тренажера включає в себе:

- конфігурацію технічних і програмних засобів тренажера;
- конфігурацію навчально-методичних матеріалів;
- конфігурацію технічної документації тренажера.

6.1.3 Метою підтримання конфігурації тренажера є забезпечення відповідності поточної конфігурації тренажера встановленому базису, що включає:

- поточну конфігурацію енергоблока-прототипа;
- нормативні та технічні вимоги.

6.1.4 Контроль за конфігурацією тренажера повинен забезпечувати збір, аналіз і зберігання всіх даних про використання та модифікації тренажера протягом всього строку його експлуатації.

6.1.5 Відповідальність персоналу

6.1.5.1 Контроль за якістю тренажерного навчання на АЕС, як діяльності, безпосередньо пов'язаної з безпекою АЕС, здійснює головний інженер ВП АЕС, відповідальний за професійний рівень персоналу АЕС.

6.1.5.2 Загальний контроль за ефективністю роботи системи підтримання конфігурації тренажера здійснює начальник НТЦ.

6.1.5.3 У НТЦ повинні бути призначені особи, відповідальні за:

- підтримання конфігурації тренажера;
- контроль змін в конфігурації енергоблока-прототипа і підтримання бази даних і документів тренажера;
- супровід програмних завантажень;
- організацію проведення модифікацій тренажера;
- випробування і перевірки тренажера.

6.1.6 Встановлюється така періодичність звітності про результати підтримання конфігурації тренажера:

- НТЦ перед керівництвом ВП АЕС (ГІС, ЗГД за напрямом) - щорічна;
- ВП АЕС перед Дирекцією ДП «НАЕК «Енергоатом» - один раз на три роки.

### **6.2 База даних і документів**

6.2.1 Повномасштабний тренажер повинен бути обладнаний комп'ютерною БДД колективного користування, призначеною для систематизації та зберігання всієї інформації про проектування, модифікації, експлуатації та навчальне використання тренажера, важливої для підтримання його конфігурації.

6.2.2 БДД будується на основі проектної бази даних тренажера, систематизованої, русифікованої і адаптованої до потреб експлуатації тренажера і виконання його модифікацій.

6.2.3 Разом з комп'ютерними файлами в БДД необхідно зберігати і тверді копії документів, важливі для експлуатації та навчального використання тренажера.

6.2.4 До складу БДД повинна входити, як мінімум, така документація:

- проектна, експлуатаційна та інша документація енергоблока-прототипа, на основі якої була виконана розробка тренажера і його наступні модифікації;
- проект технічних засобів тренажера, включаючи імітатор БЩУ (РЩУ), з внесенням всіх виконаних змін;
- проекти модельованих систем енергоблока відповідно до їх поточного стану на ПМТ;
- контрольні копії програмного забезпечення ПМТ;
- настанови з експлуатації та технічного обслуговування ПМТ і інша документація, що передається розробником ПМТ;
- документація про зміни умов оперативної експлуатації енергоблока-прототипа;
- документація з модифікацій ПМТ;
- результати періодичних перевірок і випробувань ПМТ;
- звіти про результати підтримання конфігурації тренажера;
- навчально-методичні матеріали для проведення тренажерних занять;
- протоколи проведення тренажерних занять;
- комплект технічної документації БЩУ енергоблока-прототипа.

6.2.5 Усі дані, які надходять до НТЦ, і документи для тренажера, що потрапляють під вимоги «згідно з п. 6.2.4», вносяться до БДД.

6.2.6 У НТЦ повинен бути встановлений порядок введення в дію нових документів тренажера, виключення з БДД старих версій документів при будь-яких модифікаціях апаратури, програмного забезпечення або навчально-методичної та технічної документації тренажера, а також даних про зміну умов експлуатації енергоблока-прототипа.

6.2.7 В електронній БДД кожному документу тренажера, який вводиться вперше, слід присвоювати шифр, номер редакції і дату випуску.

6.2.8 Будь-які модифікації програмно-апаратного комплексу та навчальних матеріалів тренажера вводяться в дослідну експлуатацію одночасно з новою редакцією документів в БДД тренажера.

### **6.3 Контроль зміни конфігурації енергоблока-прототипа**

6.3.1 У процесі експлуатації ПМТ необхідно проводити контроль модернізацій і змін в умовах експлуатації енергоблока-прототипа.

6.3.2 Забезпечення НТЦ даними про зміни умов оперативної експлуатації енергоблока-прототипа повинно проводитися на підставі наказу по ВП АЕС, в якому зазначаються особи, відповідальні за передачу в НТЦ копій відповідної документації про зміни.

6.3.3 В НТЦ повинні передаватися копії такої документації:

- зміни в технологічних системах і устаткуванні енергоблока-прототипа;
- зміни в системах контролю і управління енергоблоком-прототипом;
- зміни в конструкції та ергономіці БЩУ енергоблока-прототипа;

- приписи органів вищого рівня стосовно експлуатації енергоблока-прототипа;
- накази та розпорядження керівництва ВП АЕС стосовно експлуатації енергоблока-прототипа;
- зміни в регламентах експлуатації енергоблока-прототипа;
- зміни в експлуатаційних інструкціях енергоблока-прототипа;
- звіти про розслідування порушень в роботі АЕС;
- повідомлення про події на інших АЕС.

6.3.4 В НТЦ повинен бути організований такий порядок обробки вхідної документації про зміни в умовах експлуатації енергоблока-прототипа:

- аналіз інформації, що впливає на умови експлуатації енергоблока-прототипа, на предмет її впливу на конфігурацію ПМТ;
- внесення інформації, що впливає на конфігурацію ПМТ, в комп'ютерну БДД тренажера;
- складання протоколу невідповідності тренажера енергоблока-прототипа;
- оцінка пріоритетності визначеної невідповідності;
- підготовка компенсуючих цю невідповідність заходів;
- розробка заходів з усунення невідповідності.

6.3.5 Порядок подальшої обробки протоколів невідповідності визначено в п. 6.5 цього стандарту.

6.3.6 Кожна виявлена невідповідність тренажера енергоблоку-прототипу має бути усунута протягом строку, визначеного привласненням їй пріоритетом:

– I пріоритет - виявлена невідповідність тренажера має ефект, який не компенсується та передбачає погіршення якості навчання персоналу АЕС. НТЗ, в яких проявляється цей ефект, використовуватися не повинні. Така невідповідність має бути усунута протягом одного року.

– II пріоритет - виявлена невідповідність тренажера має ефект, який компенсується (запобігається відповідними діями інструктора або додатковим оснащенням заняття), що погіршує якість навчання персоналу АЕС. НТЗ, в яких проявляється цей ефект, можуть використовуватися тільки в планових тренажерних заняттях. У контрольних заняттях або інших перевірках кваліфікації персоналу АЕС ці НТЗ використовуватися не повинні. Така невідповідність має бути усунута протягом двох років.

– III пріоритет - виявлена невідповідність тренажера не чинить впливу на якість навчання персоналу АЕС. Вона може викликати додаткові трудовитрати і незручності проведення заняття інструктором тренажера або незначні додаткові втрати навчального часу. Строк усунення такої невідповідності не регламентується.

## **6.4 Супровід програмних завантажень**

6.4.1 В НТЦ повинен бути визначений порядок створення, зберігання і знищення копій програмного забезпечення ПМТ для захисту інформації та контролю розвитку моделей.

6.4.2 Встановлюються такі рівні доступу до програмного забезпечення тренажера:

- налагоджувальний, призначений для розробок і налагоджувань модифікацій і роботи програмістів - фахівців з моделювання;

- робочий, призначений для забезпечення навчально-тренувальних занять і дослідної експлуатації модифікацій;
- базисний (офіційний), призначений для періодичної верифікації робочих версій ПЗ;
- архівний, призначений для відновлення даних.

#### 6.4.3 Супровід налагоджувальних модулів (завантажень)

6.4.3.1 Для підготовки і виконання запланованої модифікації ПЗ тренажера необхідно створювати налагоджувальні модулі.

6.4.3.2 Налагодження модулі повинні зберігатися на дисках обчислювального комплексу тренажера до приймання модифікації в дослідну експлуатацію.

6.4.3.3 Переведення налагоджувальних модулів на робочий рівень і інтегрування їх в поточне робоче завантаження тренажера проводиться тільки на підставі рішення про приймання модифікації в дослідну експлуатацію.

#### 6.4.4 Супровід робочих завантажень

6.4.4.1 Робоче завантаження тренажера створюється для обслуговування навчально-тренувальних занять і має статус ПЗ, що знаходиться в дослідній експлуатації.

6.4.4.2 Будь-які зміни в робоче завантаження тренажера можуть бути внесені тільки при наявності підготовлених і документально оформлених «Протоколом невідповідності тренажера» модифікацій «згідно з п. 6.5» цього стандарту.

6.4.4.3 Для гарантії захисту від втрат даних при роботі з робочим завантаженням тренажера періодично слід створювати резервні копії робочого завантаження з відміткою про дату копіювання.

#### 6.4.5 Супровід базисного завантаження

6.4.5.1 Базисним завантаженням тренажера є останнє робоче завантаження звітного року, в яке інтегровані всі модифікації минулого звітного року, що пройшли дослідну експлуатацію і повністю налагоджені, випробувані і затверджені керівництвом НТЦ.

6.4.5.2 Базове завантаження тренажера повинно перебувати під конфігураційним контролем і бути легальною версією використання моделі тренажера, за якою визначається відповідність ПМТ енергоблоку-прототипу і його навчальні якості.

6.4.5.3 Базисне завантаження слід створювати щорічно після закінчення випробувальної сесії тренажера.

#### 6.4.5.4 При створенні базисного завантаження:

- має перевірятися наявність в БДД документів, що обґрунтовують проведені модифікації;
- тренажер повинен вводитися в роботу із завантаженням, призначеним для включення в базис;
- повинні бути проведені щорічні випробування тренажера, встановлені цим стандартом;
- повинно бути проведено приймання в промислову експлуатацію модифікацій, які перебувають у дослідній експлуатації в поточному звітному році.

6.4.5.5 Чергове базисне завантаження тренажера повинно бути зареєстровано в системі підтримання конфігурації, його копію записано з відміткою про дату копіювання.

6.4.5.6 Копія базисного завантаження тренажера підлягає зберіганню протягом одного звітного року, після чого вона повинна бути замінена новою версією базисного завантаження.

6.4.6 Зміст архівних завантажень

6.4.6.1 Копія архівного завантаження тренажера утворюється в результаті заміни чергового базисного завантаження на нове. Копія заміненого базисного завантаження тренажера переводиться в статус копії архівного завантаження тренажера з відміткою про дату її створення.

6.4.6.2 В кожному звітному році повинна з'являтися одна нова копія архівного завантаження тренажера.

6.4.6.3 Копії архівних завантажень тренажера слід зберігати протягом трьох років.

## 6.5 Організація проведення модифікацій тренажера

6.5.1 Організація робіт з протоколювання та усунення невідповідностей

6.5.1.1. Всі претензії до якості тренажера повинні проходити стандартизовані стадії документування, розгляду та усунення.

6.5.1.2. Для контролю за відпрацюванням та усуненням будь-якої виявленої невідповідності тренажера повинна застосовуватися наскрізна єдина форма документів - «Протокол невідповідності тренажера», в якому відображаються всі стадії процесу обробки і усунення невідповідності. Приклад «Протоколу невідповідності тренажера» наведено в додатку А.

6.5.1.3. Зберігання діючих «Протоколів невідповідності тренажера» має бути систематизовано для забезпечення контролю всіх стадій виконання модифікації.

6.5.1.4. У контрольній таблиці «Протоколу невідповідності тренажера» необхідно робити позначки залежно від стадії обробки невідповідності:

- «Зауваження» - формулювання невідповідності, оформлене за заявками експертів;
- «Аналіз» - формулювання рішення про модифікацію;
- «Модифікація» - формулювання виконаної модифікації;
- «Тестування» - висновок за результатами тестування виконаної модифікації;
- «Впровадження» - відмітки про приймання модифікації в дослідну та промислову експлуатацію.

6.5.1.5. «Протокол невідповідності тренажера», всі документи щодо модифікації, зібрані вихідні дані, результати тестування проведеної модифікації повинні складати єдиний пакет документів і зберігатися в БДД тренажера.

6.5.1.6. «Протокол невідповідності тренажера», за яким модифікація пройшла дослідну експлуатацію та введена в базис тренажера, необхідно відмічати як закритий і переводити на архівне зберігання.

6.5.1.7. Усунення невідповідностей, пов'язане з модифікаціями програмного забезпечення, має проходити тестування і дослідну експлуатацію з тим, щоб в базисне програмне завантаження тренажера надходили тільки повністю відпрацьовані і перевірені на практиці рішення.

6.5.1.8. Усунення невідповідностей має супроводжуватися коригуванням технічної та навчальної документації тренажера, а також, у разі необхідності, навчанням (інструктажем) персоналу ПМТ.

6.5.1.9. Переліки відкритих «Протоколів невідповідності тренажера», модифікацій введених в дослідну експлуатацію і промислову експлуатацію необхідно включати до річного звіту про якість тренажера.

6.5.1.10. Документування, розгляд і усунення невідповідностей тренажера повинно проходити такі процедурні кроки:

- протоколювання невідповідності;
- організація робіт з усунення невідповідності;
- розробка і виконання модифікації;
- випробування і приймання модифікації в дослідну експлуатацію;
- включення модифікації в базис тренажера.

## 6.5.2 Протоколювання невідповідності

6.5.2.1 При виявленні будь-яких зауважень до тренажера інструктор або перевіряюча особа, надалі - «експерт», повинен письмово сформулювати претензію і передати її особі, відповідальній за організацію проведення модифікацій тренажера.

6.5.2.2 Особа, відповідальна за організацію проведення модифікацій тренажера, має:

- перевірити однозначність формулювання претензії, переконатися в її правомочності і обґрунтованості;
- встановити відсутність іншого «Протоколу невідповідності тренажера» на цю тему;
- встановити ступінь впливу невідповідності на процес навчання, визначити пріоритетність усунення невідповідності;
- встановити НТЗ, на які може впливати виявлена невідповідність тренажера;
- організувати оформлення «Протоколу невідповідності тренажера».

## 6.5.3 Усунення невідповідності

6.5.3.1 Особа, відповідальна за організацію проведення модифікацій тренажера, має організувати:

- розробку компенсуючих заходів щодо виявленої невідповідності;
- перевірку наявності та достатності вихідних даних для розробки модифікації;
- визначення способу усунення невідповідності;
- складання завдання на розробку модифікації;
- оцінку необхідних ресурсів і визначення виконавців модифікації;
- розробку процедур тестування модифікації;
- модифікацію навчально-методичних матеріалів;
- модифікацію технічної документації;
- додаткове навчання (інструктаж) персоналу ПМТ.

6.5.3.2 Рішення про модифікацію тренажера фіксується в розділі «Аналіз» «Протоколу невідповідності тренажера».



#### 6.5.4 Розробка та виконання модифікації

6.5.4.1 Вихідним документом для виконання модифікації тренажера є рішення про модифікацію в розділі «Аналіз» «Протоколу невідповідності тренажера».

6.5.4.2 У разі трудомістких модифікацій, які потребують залучення сторонніх виконавців, вихідним документом для модифікації тренажера є цільова програма модифікацій тренажера, затверджена керівництвом ВП АЕС.

6.5.4.3 Особа, відповідальна за організацію проведення модифікацій тренажера, має організувати усунення невідповідності тренажера у відповідності до встановленого пріоритету.

6.5.4.4 Після виконання модифікації виконується її опис з підписом відповідального виконавця в розділі «Модифікація» «Протоколу невідповідності тренажера».

#### 6.5.5 Випробування і приймання модифікації в дослідну експлуатацію.

6.5.5.1 Особа, відповідальна за випробування і перевірки тренажера, має організувати тестування виконаної модифікації відповідно до вимог цього стандарту.

6.5.5.2 Тестування модифікацій програмного забезпечення необхідно проводити за процедурами тестування, які повинні входити в єдиний пакет документів, що підтримує цю модифікацію.

6.5.5.3 В якості процедур тестування можуть використовуватися вже наявні в БДД процедури приймальних випробувань тренажера або сценарії тренажерних занять.

6.5.5.4 Якщо в БДД тренажера немає необхідних для випробування процедур, то такі процедури повинні бути розроблені і внесені до БДД.

6.5.5.5 Результати тестування виконаної модифікації оформляються відповідними підписами в процедурі тестування модифікації і в розділі «Тестування» «Протоколу невідповідності тренажера».

6.5.5.6 Приймання модифікації в дослідну експлуатацію повинно завершуватися навчанням (інструктажем) персоналу ПМТ, модифікацією навчально-методичної та технічної документації тренажера.

6.5.5.7 Приймання виконаної модифікації в дослідну експлуатацію здійснюється на підставі позитивних результатів тестування модифікації і оформляється в розділі «Впровадження. Приймання в дослідну експлуатацію» «Протоколу невідповідності тренажера» особою, відповідальною за підтримання конфігурації тренажера.

6.5.5.8 На підставі рішення про приймання модифікації в дослідну експлуатацію виконується інтегрування робочого завантаження тренажера.

#### 6.5.6 Введення модифікації в промислову експлуатацію

6.5.6.1 До введення в промислову експлуатацію виконана модифікація тренажера повинна пройти дослідну експлуатацію в навчальній роботі тренажера.

6.5.6.2 Дослідна експлуатація модифікації повинна тривати до чергової випробувальної сесії ПМТ.

6.5.6.3 Під час чергової випробувальної сесії тренажера, виконана модифікація в складі робочого завантаження повинна пройти встановлені щорічні випробування тренажера.

6.5.6.4 Якщо під час дослідної експлуатації або чергових щорічних випробувань тренажера будуть виявлені зауваження до виконаної модифікації, вони повинні бути оформлені «Протоколом невідповідності тренажера» і пройти всі етапи усунення невідповідності, встановлені згідно п. 6.5.12 цього стандарту.

6.5.6.5 Введення модифікації в промислову експлуатацію проводиться в кінці поточного звітного року при створенні чергового базисного завантаження тренажера.

6.5.6.6 Необхідною умовою приймання модифікації в промислову експлуатацію є:

- успішне проходження встановлених щорічних випробувань тренажера в складі робочого завантаження;
- введення модифікації в комплекс ПМТ (створення базисного завантаження).

6.5.6.7 Приймання модифікації в промислову експлуатацію оформляється підписом особи, відповідальної за підтримання конфігурації тренажера, в розділі «Впровадження. Приймання в промислову експлуатацію» «Протоколу невідповідності тренажера».

6.5.7 Виконання модифікацій одночасно з модифікаціями на енергоблоках-прототипах.

6.5.7.1 Для забезпечення виконання вимог нормативних документів, що регламентують управління кваліфікацією персоналу та конфігурацією АЕС, модифікація тренажерів: усунення невідповідності локальних тренажерів, макетів тренажерів, повномасштабних тренажерів блокових і резервних щитів управління, тренажерів тепломеханічного і електротехнічного устаткування, устаткування автоматичної системи контролю технологічних параметрів в частині відповідності їх фізичної конфігурації діючому устаткуванню енергоблоків повинна виконуватися одночасно з модифікацією на енергоблоці-прототипі (при необхідності модифікація тренажерів повинна виконуватися навіть раніше ніж на енергоблоці-прототипі) у випадках планування та виконання технічного переоснащення (модернізації, реконструкції, заміни, впровадження) устаткування, що призвело до:

- зміни обладнання важливого для безпеки;
- зміни алгоритмів роботи систем важливих для безпеки енергоблоків-прототипів;
- зміни зовнішнього вигляду панелей і пультів БЩУ, РЩУ енергоблоків-прототипів;
- впровадження нового технологічного обладнання.

6.5.7.2 Цехи-замовники модифікацій на енергоблоках-прототипах, що призведуть до зміни конфігурації тренажерів, або впровадження нових тренажерів, повинні в концептуальні рішення або рішення щодо розповсюдження пілотної модифікації додавати пункт рішення про необхідність модифікації тренажерів та закупівлю обладнання для них.

6.5.7.3 Цехи-замовники, при формуванні заявки на закупівлю обладнання для енергоблока-прототипа, повинні враховувати потребу НТЦ з комплектації обладнанням в об'ємах необхідних для модифікації тренажерів.

6.5.7.4 НТЦ повинен планувати виконання модернізації тренажерів одночасно з модернізаціями на енергоблоках, для чого розробляти концептуальні технічні

рішення, ПКД, розробку технічних специфікацій до предмета закупівлі, надавати підрозділу-виконавцю заходу інформацію з обґрунтуванням для включення додаткової комплектації в заявку на закупівлю.

6.5.7.5 Керівництво компанії та ВП АЕС повинно враховувати роботи з підтримання відповідності тренажерів енергоблокам-прототипам у встановленому порядку при плануванні робіт з реконструкції, модернізації, технічного переоснащення та забезпечувати фінансування заходів, необхідних для підтримання конфігурації тренажерів відповідно до діючої виробничої документації ВП АЕС.

## 6.6 Періодичні випробування і перевірки ПМТ

6.6.1 Тренажер повинен проходити регулярні випробування і перевірки для визначення відповідності його конфігурації вимогам нормативної і технічної документації і поточній конфігурації енергоблока-прототипа.

6.6.2 Вимоги до складу випробувань і перевірок

(Приклад переліку випробувань і перевірок тренажера показаний в додатку Б.)

6.6.2.1 Щорічно повинні проводитися:

1) випробування на підтвердження критеріїв достовірності моделювання стаціонарної роботи енергоблоку і режимів порушення умов нормальної експлуатації або аварій, включаючи:

– підтвердження критеріїв достовірності і стійкості моделювання стаціонарної роботи енергоблоку на номінальному рівні потужності для трьох станів вигорання активної зони: початок, середина, кінець компанії;

– підтвердження критеріїв достовірності моделювання, як мінімум, для десяти режимів порушення умов нормальної експлуатації або аварій, для яких є фактичні (еталонні) дані енергоблока-прототипа;

2) випробування всіх модифікацій, впроваджених в тренажер за рік;

3) перевірки та випробування всіх СТЗ, які були введені або модифіковані в звітному періоді;

4) випробування і оцінка функцій управління тренажером;

5) оцінка фізичної відповідності імітатора БЦУ тренажера і БЦУ енергоблока-прототипа;

6) випробування і оцінки, які повинні проводитися один раз протягом трирічного періоду в обсязі однієї третини на рік.

6.6.2.2 Один раз протягом трирічного звітного періоду повинні бути проведені:

1) випробування на підтвердження критеріїв достовірності моделювання при ініціалізації індивідуальних (системних) відмов;

2) випробування на підтвердження критеріїв достовірності моделювання базових вихідних станів тренажера;

3) оцінка достатності обсягу моделювання.

6.6.3 В обсяг випробувань індивідуальних (системних) відмов повинні входити випробування відмов, які використовуються для імітації режимів, включених в обсяг моделювання «згідно з п. 5.3.3» цього стандарту.

6.6.4 В обсяг випробувань функцій управління тренажером повинні входити випробування типових (компонентних) відмов, операцій місцевого управління,

прямих впливів, сервісних функцій РМІ, використовуваних в СТЗ, впроваджених у звітному періоді.

6.6.5 В обсяг оцінки фізичної відповідності імітатора БЩУ тренажера і БЩУ енергоблока-прототипа повинна входити перевірка допустимості і впливу на процес підготовки оперативного персоналу відмінностей фронтального виду панелей, приладів контролю, органів управління, маркування (написів) табло, ключів і інших елементів імітатора БЩУ ПМТ від БЩУ енергоблока-прототипа.

6.6.6 В обсяг оцінки достатності обсягу моделювання повинна входити оцінка достатності модельованих компонентів систем і устаткування, індивідуальних (системних) відмов, а також функцій управління тренажером, для реалізації СТЗ, впроваджених або модифікованих в звітному атестаційному періоді.

6.6.7 Випробування функцій управління тренажером можуть проводитися без реєстрації зміни параметрів і повинні документуватися протоколами.

6.6.8 Випробування на підтвердження критеріїв достовірності моделювання необхідно проводити за спеціально розробленими процедурами з покроковим описом реакції моделі на внесені збурення.

6.6.9 В якості процедур випробування на підтвердження критеріїв достовірності моделювання можуть застосовуватися процедури приймального тестування тренажера, розроблені для проведення комплексних випробувань ПМТ і скориговані з урахуванням виконаних за період попередньої експлуатації тренажера модифікацій.

6.6.10 Випробування на підтвердження критеріїв достовірності моделювання слід проводити з використанням автоматизованих сценаріїв і комп'ютерних програм інструкторської станції, що забезпечують точне багаторазове повторення умов випробування.

6.6.11 Результати випробувань на підтвердження критеріїв достовірності моделювання документуються шляхом заповнення таблиць тестових процедур з реєстрацією графіків зміни критичних параметрів. Графіки повинні додаватися до звітних документів з випробувань.

6.6.12 На ПМТ повинні бути сформовані і затверджені керівництвом НТЦ еталонні дані щодо функціонування енергоблока-прототипа, з якими повинні порівнюватися результати періодичних випробувань за весь період експлуатації тренажера.

6.6.13 Еталонні дані повинні розроблятися інструкторами тренажера і експертами з числа оперативного персоналу або технологів ВП АЕС на підставі технічних звітів випробувань енергоблока-прототипа, проектно-експлуатаційних матеріалів енергоблока-прототипа та експертних оцінок.

6.6.14 Еталонні дані слід переглядати експертам один раз протягом трирічного звітного періоду роботи тренажера для врахування останнього досвіду і змін в умовах оперативної експлуатації енергоблока-прототипа.

6.6.15 У БДД тренажера необхідно реєструвати прийняття і введення нових еталонних даних. Реєстрація нових еталонних даних повинна відображатися в річних звітах про результати підтримання конфігурації тренажера.

6.6.16 Щорічні перевірки і випробування тренажера повинні проводитися під час випробувальної сесії тренажера в період, вільний від навчального навантаження тренажера.

6.6.17 Кожна випробувальна сесія завершується випуском річного звіту про результати підтримання конфігурації тренажера.

6.6.18 Вся звітна документація щодо перевірок та випробувань повинна зберігатися в БДД тренажера.

## **6.7 Звіти про результати підтримання конфігурації тренажера**

6.7.1 Встановлюються два види звітів про результати підтримання конфігурації тренажера: річний і трирічний.

6.7.2 Річний звіт про результати підтримання конфігурації тренажера є засобом контролю на станційному рівні за якістю тренажера, а також засобом планування введення в експлуатацію всіх модифікацій тренажера.

6.7.3 У річний звіт про результати підтримання конфігурації тренажера повинні бути включені такі дані:

- перелік змін в БДД ПМТ, що відбулися в звітному році;
- перелік «Протоколів невідповідності тренажера», відкритих в звітному році, з оцінками їх важливості;
- перелік модифікацій, прийнятих в експлуатацію у звітному році;
- перелік, дати і результати перевірок і випробувань тренажера, проведених у звітному році.

6.7.4 Трирічний звіт про результати підтримання конфігурації тренажера є засобом контролю на галузевому рівні за якістю тренажера. Цей звіт необхідно направляти в Дирекцію ДП «НАЕК «Енергоатом».

6.7.5 В трирічний звіт повинні включатися сумарні дані річних звітів за поточний трирічний звітний період.

## **7 УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ПМТ ДЛЯ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ ЕНЕРГОБЛОКІВ АЕС, ЯКІ МАЮТЬ ВІДМІННОСТІ ВІД ЕНЕРГОБЛОКА-ПРОТОТИПА**

7.1 Допускається використання ПМТ для підготовки і підтримання кваліфікації операторів однотипних енергоблоків, які мають певні відмінності.

7.2 Щоб не допустити отримання учнями помилкових знань і навичок при реалізації підготовки, зазначеної в пункті 7.1, повинен бути розроблений і виконаний комплекс компенсуючих заходів, що включає в себе:

- проведення аналізу відмінностей енергоблоків від ПМТ і оцінка їх впливу на процес навчання;
- для персоналу кожного енергоблоку повинні бути визначені (якщо необхідно) переліки режимів, які не рекомендуються для проведення занять на ПМТ, через наявність принципових відмінностей в їхньому проходженні;
- розробка передтренажерних інструктажів для персоналу інших енергоблоків, що проходить навчання на ПМТ, з метою пояснення наявних відмінностей;
- наявні відмінності енергоблоків від ПМТ повинні бути враховані при розробці сценаріїв тренажерних занять.

## **8 ВИМОГИ ДО АНАЛІТИЧНИХ ТА ЛОКАЛЬНИХ ТРЕНАЖЕРІВ**

### **8.1 Загальні вимоги**

8.1.1 АТ і ЛТ повинні відповідати енергоблоку-прототипу і забезпечувати моделювання в реальному масштабі часу всіх режимів експлуатації, визначених у технічному завданні на розробку тренажера.

8.1.2 Перелік модельованих режимів, операцій або робіт визначається на основі проектної та експлуатаційної документації або обладнання енергоблоку-прототипа, виходячи з функціонального призначення тренажера і поставлених цілей навчання.

8.1.3 Перелік модельованих режимів, операцій або робіт є основою для визначення необхідних обсягів моделювання, переліку модельованих відмов (при необхідності), меж моделювання і необхідних характеристик технічних засобів.

8.1.4 Реакція АТ і ЛТ на поставлені інструктором вихідні події, автоматичні дії систем управління, на правильні чи неправильні дії персоналу, прийняття або неприйняття заходів повинні бути аналогічні реакції енергоблоку-прототипа і не повинні суперечити фізичним законам (збереження маси, імпульсу, енергії) в межах, установлених технічним завданням на розробку тренажера.

8.1.5 Для організації підготовки персоналу повинні бути передбачені функції управління тренажером, що дозволяють інструктору створювати необхідні початкові стани та сценарії навчальних занять, здійснювати демонстрацію досліджуваних режимів, контролювати хід процесу при самостійній роботі учнів, виконувати необхідні операції з обладнанням, керованим за місцем, проводити аналіз дій навчаних.

8.1.6 Надання навчаним інформації і вплив на модельоване обладнання повинні здійснюватися за допомогою інформаційно-керуючого інтерфейсу, реалізованого на графічних моніторах і/або із застосуванням спеціальних апаратних засобів чи частин реального обладнання.

8.1.7 Комплекс АТ і ЛТ повинен задовольняти вимогам діючих нормативних документів з охорони праці, електричної та пожежної безпеки.

### **8.2 Інформаційно-керуючий інтерфейс**

8.2.1 Інформаційно-керуючий інтерфейс АТ і ЛТ - це комбінація різних форм подання інформації і функцій управління модельованим обладнанням на комплексі кольорових графічних моніторів. Ці форми можуть включати в себе:

- мнемосхеми технологічних систем АЕС з поданням динамічної інформації про стан обладнання та параметри модельованих технологічних систем, а також набором мішеней і меню для управління модельованим обладнанням;

- графічні відображення окремих панелей і пультів управління з відповідною динамічною інформацією і набором мішеней для управління;

- формати з поданням зміни обраних модельованих параметрів в графічному вигляді, у вигляді гістограм або в інших формах.

8.2.2 Інформаційно-керуючий інтерфейс повинен відповідати таким вимогам:

- здійснювати надання операторам, що навчаються, інформації про стан модельованого об'єкта (технологічних систем) енергоблоку-прототипа в форматі, що забезпечує можливість її сприйняття в реальному масштабі часу, в тому числі для перехідних і аварійних режимів;

- представляти за допомогою наборів мішеней і меню функції управління модельованим обладнанням і забезпечувати можливість управління в реальному масштабі часу;
- час поновлення динамічної інформації на моніторах, реакції на запити навчаних і їх управлінські дії не повинні перевищувати аналогічного часу поновлення, реакцій і впливів на енергоблоці-прототипі;
- використовувані форми подання інформації та функції управління не повинні створювати в навчаних помилкових навичок і знань.

### **8.3 Випробування АТ і ЛТ перед введенням в експлуатацію**

8.3.1 Перед введенням АТ і ЛТ в експлуатацію проводяться випробування.

8.3.2 Випробування АТ або ЛТ виконуються за розробленою програмою, що містить перелік усіх необхідних випробувань.

8.3.3 У випадку, якщо АТ або ЛТ моделюють роботу енергоблока в цілому або декількох взаємопов'язаних систем енергоблока, то для проведення випробувань повинні бути розроблені процедури приймального тестування з покроковим описом виконання випробувань і критеріями успішності їх виконання.

8.3.4 Випробування АТ або ЛТ включають в себе такі види випробувань і тестування:

- комплектація і тестування технічних засобів тренажера;
- тестування всіх відмов, включених в обсяг моделювання;
- тестування тренажера в стаціонарних станах і перехідних режимах;
- тестування меж моделювання тренажера.

8.3.5 До проведення випробувань АТ або ЛТ слід залучати персонал, що має практичний досвід роботи на модельованих системах або досвід виконання модельованих операцій або робіт.

8.3.6 За результатами випробувань АТ і ЛТ випускається акт, що містить аналіз результатів випробувань на предмет відповідності АТ або ЛТ технічному завданню, проектній документації і вимогам цього стандарту.

### **8.4 Приймання АТ і ЛТ в експлуатацію**

Встановлюються три стадії приймання АТ і ЛТ в експлуатацію:

- приймання в дослідну експлуатацію;
- дослідна експлуатація;
- приймання в промислову експлуатацію.

#### **8.4.1 Приймання АТ або ЛТ в дослідну експлуатацію**

8.4.1.1 Приймання АТ або ЛТ в дослідну експлуатацію здійснюється за програмою, розробленою ВП АЕС і затвердженою головним інженером ВП АЕС (ЗГД за напрямом). Зміст робіт, включених до Програми дослідної експлуатації АТ або ЛТ, визначається цілями дослідної експлуатації.

8.4.1.2 Приймання АТ або ЛТ в дослідну експлуатацію здійснює приймальна комісія, що призначається розпорядженням головного інженера ВП АЕС (ЗГД за напрямом). До складу комісії повинні входити представники ВП АЕС і, в разі розробки АТ і ЛТ підрядною організацією, представники розробника.

8.4.1.3 Приймальна комісія з приймання АТ або ЛТ в дослідну експлуатацію визначає:

- відповідність тренажера технічному завданню, проектній документації і вимогам цього стандарту;
- готовність до експлуатації обладнання тренажера із засобами його обслуговування, ремонту та супровідною документацією;
- відповідність модельованих на тренажері процесів реальним процесам енергоблока-прототипа;
- укомплектованість АТ або ЛТ навчальною документацією для проведення тренажерного навчання;
- готовність персоналу НТЦ АВП ЕС проводити дослідне навчання, технічне обслуговування і ремонт обладнання тренажера, виконувати супровід і коригування програмного забезпечення відповідно до змін на енергоблоці-прототипі;
- тривалість дослідної експлуатації АТ і ЛТ.

8.4.1.4 Приймання АТ або ЛТ в дослідну експлуатацію оформляється актом і розпорядженням головного інженера ВП АЕС (ЗГД за напрямом), яким визначається програма дослідної експлуатації, персонал і розподіл відповідальності на етапі дослідної експлуатації.

#### 8.4.2 Дослідна експлуатація АТ і ЛТ

8.4.2.1 Дослідна експлуатація АТ і ЛТ проводиться з метою:

- перевірки якості роботи комплексу технічних засобів тренажера;
- набуття технічним персоналом досвіду експлуатації тренажера;
- доопрацювання експлуатаційної документації тренажера відповідно до нормативних вимог;
- доопрацювання існуючих навчально-методичних матеріалів і, при необхідності, розробка нових матеріалів;
- усунення виявлених невідповідностей тренажера енергоблоку-прототипу;
- підготовки документації для приймання в промислову експлуатацію тренажера.

8.4.2.2 Дослідна експлуатація АТ або ЛТ здійснюється відповідно до програми, розробленої ВП АЕС та затвердженої головним інженером ВП АЕС (ЗГД за напрямом).

8.4.2.3 Зміст робіт, включених до Програми дослідної експлуатації АТ або ЛТ, визначається цілями дослідної експлуатації і результатами приймання тренажера в дослідну експлуатацію.

#### 8.4.3 Приймання АТ або ЛТ в промислову експлуатацію

8.4.3.1 Умовою готовності АТ або ЛТ до приймання в промислову експлуатацію є виконання програми дослідної експлуатації.

8.4.3.2 Приймання АТ або ЛТ в промислову експлуатацію здійснює приймальна комісія, призначена розпорядженням головного інженера ВП АЕС (ЗГД за напрямом).

8.4.3.3 Приймання АТ або ЛТ в промислову експлуатацію здійснюється відповідно до програми, розробленої ВП АЕС.

8.4.3.4 До програми приймання АТ або ЛТ в промислову експлуатацію повинна бути включена:

- перевірка експлуатаційних характеристик;



- перевірка системи управління тренажером і комплексне випробування тренажера в узгоджених з приймальною комісією навчально-тренувальних заняттях;
- перевірка навчально-методичних матеріалів тренажера.

8.4.3.5 Під час приймання комплексу АТ або ЛТ в промислову експлуатацію комісія повинна переконатися в фактичній готовності комплексу до використання його як технічного засобу для підготовки персоналу АЕС.

8.4.3.6 При відсутності зауважень, що перешкоджають використанню АТ або ЛТ як технічного засобу, оформляється акт приймання в промислову експлуатацію, в якому повинна бути констатована можливість використання АТ або ЛТ для підготовки персоналу ВП АЕС.

## **8.5 Підтримання конфігурації АТ і ЛТ**

Конфігурація АТ і ЛТ повинна підтримуватися відповідно до поточної конфігурації енергоблока-прототипа, нормативних і технічних вимог.

## **9 ВИМОГИ ДО КОМП'ЮТЕРНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ І СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ**

9.1 Вимоги розділу не поширюються на КНС та СДН, розроблені до введення в дію цього стандарту

### **9.2 Інтерфейс КНС та СДН**

9.2.1 Для КНС та СДН необхідно застосовувати простий інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс, заснований на системі меню, який працює в діалоговому режимі та не вимагає спеціальної підготовки для його застосування.

9.2.2 Інтерфейс повинен забезпечуватися, в основному, стандартними пристроями введення: миша, клавіатура і стандартними пристроями виведення: дисплей, звукова карта. При цьому використання клавіатури має бути зведено до мінімуму.

### **9.3 Технічні засоби КНС та СДН**

9.3.1 Цим стандартом спеціальні вимоги до технічних засобів КНС та СДН не встановлюються, за винятком загальних вимог, наведених нижче.

9.3.2 КНС та СДН повинні повністю відповідати таким критеріям:

- забезпечувати високу ступінь надійності і відмовостійкості системи в цілому;
- забезпечувати високу продуктивність і мінімальний час пошуку.

### **9.4 Програмне забезпечення КНС та СДН**

КНС та СДН можуть включати в себе такі модулі:

- модуль адміністрування;
- інформаційний модуль;
- модуль контролю;
- модуль допомоги;
- модуль розробки і редагування навчальних курсів і тестів;
- модуль звітності.

Повинна бути передбачена можливість використання модулів як в комплексі, так і окремо.

#### 9.4.1 Модуль адміністрування КНС та СДН.

9.4.1.1 Модуль адміністрування повинен забезпечувати запуск і зупинення системи, реєстрацію користувача і надання йому відповідних прав (захист від несанкціонованого доступу), збереження поточних і фінальних результатів проходження курсу і видачу протоколу заняття в файл і на друк.

9.4.1.2 Заповнення реєстраційної інформації повинно проводитися для кожного користувача тільки один раз - при першому вході в систему. При наступних входах реєстрація повинна проводитися за спрощеною процедурою.

9.4.1.3 Підсистема захисту від несанкціонованого доступу повинна забезпечити однозначну ідентифікацію користувача і надання йому відповідних прав, що реалізуються за допомогою паролів.

9.4.1.4 Підсистема аудиту повинна забезпечувати ведення по кожному користувачеві бази даних, в якій зберігаються дані по кожному входу в систему, досягнутих результатах, протоколи навчання та контролю.

#### 9.4.2 Інформаційний модуль КНС та СДН.

9.4.2.1 Зміст інформаційного розділу повинен відповідати цілі навчання, яка повинна бути досягнута за допомогою конкретної КНС та СДН. Інформація повинна бути структурована за ієрархічним принципом.

9.4.2.2 Структура інформації повинна бути доступна для перегляду у вигляді деревоподібної або мережевої структури всім категоріям користувачів, а для редагування - користувачам, які мають відповідні права. Повинен бути передбачений режим прямого доступу до будь-якого елемента інформації.

9.4.2.3 Навчальну інформацію слід надавати у формі, що забезпечує ефективне засвоєння та запам'ятовування. Для цього повинні застосовуватися сучасні досягнення інформаційних технологій: відеофрагменти, фотографії, анімація рисунків, графіка високої якості, звуковий супровід.

9.4.2.4 Графічне оформлення елементів інформації повинно бути виконано в єдиному стилі, тексти і графіка повинні легко сприйматися. Загальний обсяг інформації повинен бути, як мінімум, достатнім для досягнення цілі навчання та для відповіді на всі запитання контролюючого модуля.

#### 9.4.3 Модуль контролю КНС та СДН.

9.4.3.1 Зміст контролюючого розділу повинен відповідати цілі навчання, яка повинна бути досягнута за допомогою конкретної КНС та СДН.

9.4.3.2 Контролюючі питання (завдання) повинні відповідати змісту інформаційного модуля.

9.4.3.3 Контролюючі питання (завдання) повинні бути структуровані також як елементи інформаційного модуля.

9.4.3.4 Повинна бути передбачена можливість підключення контрольних завдань до інформаційних розділів (навчання) і можливість використання всіх питань або їх частини автономно для реалізації завдань вхідного контролю знань і контролю засвоєння інформаційного модуля в цілому (режим іспиту).

9.4.3.5 Інтерфейс контрольних завдань повинен бути простим, але різноманітним і включати в себе: вибір одного або декількох правильних варіантів

відповіді, вказівку на графічний об'єкт, розташування відповідей у правильному порядку, введення числа або тексту, конструювання складних об'єктів з елементарних. В окремих випадках допускається в якості контрольного завдання використовувати завдання управління локальними динамічними моделями об'єкта.

9.4.3.6 Алгоритм оцінювання має передбачати настройку значущості як окремого контрольного завдання, так і елемента його структури (розділу знань).

9.4.4 Модуль допомоги.

9.4.4.1 Модуль допомоги повинен забезпечувати контекстну допомогу для всіх категорій користувачів.

9.4.5 Модуль звітності.

9.4.5.1 Модуль звітності повинен забезпечувати зручний пошук та перегляд результатів з проходження навчання, протоколів вхідного і вихідного контролю та перевірки знань, банків контрольних запитань та іншої інформації, що стосується навчання або роботи системи.

## **9.5 Підтримання конфігурації КНС та СДН**

9.5.1 Супровід та технічне обслуговування апаратного і програмного забезпечення КНС та СДН виконується згідно з їх експлуатаційною документацією.

9.5.2 Інформаційна та контрольна частина КНС та СДН прирівнюються до навчальних матеріалів і їх супровід здійснюється відповідно до діючих вимог про перегляд і супровід навчально-методичної документації.

## **10 ГАРАНТІЇ І ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЗН**

### **10.1 Гарантії на ТЗН**

10.1.1 Постачальник ТЗН повинен гарантувати, що весь навчальний комплекс, окремі складові частини, запасні частини та обладнання відповідають всім документам і формам, зазначеним у технічному завданні (ТЗ) на розробку цього ТЗН. Крім того, постачальник ТЗН повинен гарантувати, що вся поставлена відповідно до ТЗ продукція вільна від дефектів проектування, дефектів матеріалів і виготовлення, а також буде придатна для використання.

10.1.2 Умови гарантії на ТЗН, заміни або ремонту ТЗН або окремих складових його частин визначаються в ТЗ на розробку кожного ТЗН.

### **10.2 Технічне обслуговування ТЗН**

10.2.1 Одержувач ТЗН повинен проводити регламентні роботи і технічне обслуговування відповідно до вимог цього стандарту, посібників з експлуатації та технічного обслуговування ТЗН в терміни, встановлені відповідними нормами і стандартами, які застосовуються до нього. Регламент технічного обслуговування ТЗН розробляється одержувачем ТЗН з урахуванням рекомендацій розробника і вимог цього стандарту.

## 11 МАКЕТ-ТРЕНАЖЕР

11.1 В якості макет-тренажерів можуть використовуватися вузли, елементи, складові частини реального обладнання, засоби, необхідні для проведення будь-яких операцій. Допускається використання збірок обладнання.

11.2 Перелік навчальних операцій або робіт визначається на основі проектної та експлуатаційної документації, виходячи з функціонального призначення тренажера і поставлених цілей навчання.

11.3 Дії навчаного на МТ контролює інструктор або особа, відповідальна за навчання.

11.4 Макет-тренажер повинен задовольняти вимогам діючих нормативних документів з охорони праці та пожежної безпеки.

11.5 Введення в експлуатацію.

11.5.1 Перед введенням МТ в експлуатацію проводиться тестування.

11.5.2 Тестування МТ виконується за розробленою програмою, що містить перелік усіх необхідних тестів.

11.5.3 До проведення тестування МТ слід залучати персонал, що має практичний досвід роботи на обладнанні, що імітується.

11.5.4 Після успішного проведення тестування МТ приймається в експлуатацію.

11.5.5 Приймання МТ в експлуатацію повинна здійснювати приймальна комісія, що призначається розпорядженням головного інженера ВП АЕС, ЗГД за напрямом або іншим керівником вищої ланки.

11.5.6 Приймальна комісія з приймання МТ в експлуатацію повинна визначити:

- відповідність тренажера технічному завданню, проектній документації і вимогам цього стандарту;
- готовність до експлуатації обладнання тренажера із засобами його обслуговування, ремонту та супровідною документацією;
- відповідність процесів, імітованих на тренажері, реальним процесам;
- укомплектованість МТ навчальною документацією для проведення навчання.

11.5.7 При відсутності зауважень оформлюється акт приймання в експлуатацію, в якому повинна бути констатована можливість використання МТ для підготовки персоналу.

## 12 ІНФОРМАЦІЙНІ НАВЧАЛЬНІ СИСТЕМИ

12.1 Для навчання персоналу АЕС можуть застосовуватися програмні або програмно-апаратні комплекси, які з використанням сучасних технологій (анімація, моделювання та графіка) полегшують розуміння фізичних процесів, улаштування обладнання, вимог документації тощо.

12.2 На відміну від КНС інформаційні навчальні системи можуть складатися тільки з інформаційної частини і не включати до свого складу модулі адміністрування, контролю, допомоги та звітності.

12.3 Розглянуті системи прирівнюються до навчальних матеріалів, і рішення про їх використання і застосування в навчальному процесі перебуває в компетенції керівника навчального центру.

## ДОДАТОК А

(обов'язковий)

## ПРИКЛАД ТАБЛИЦІ «ПРОТОКОЛ НЕВІДПОВІДНОСТІ ТРЕНАЖЕРА»

Повномасштабний тренажер АЕС

Протокол невідповідності

DR № 0001

Пріоритет 2

## Зауваження

Відзначив: <i>Грошев Олег</i>	Посада: <i>ІНСБ</i>	Дата: <i>10.12.97</i>
Тестована система (ID): <i>ТС</i>	№ Вихідного стану (IC): <i>18</i>	№ Процедури: <i>Б02</i>
Зауваження виявлено при: <i>обході БЩУ блока-прототипа, проведенні заняття, інше</i>		
№ Спеціального IC: <i>44</i>	Введені MF, CMF, OR: <i>не було</i>	

Відзначено невідповідність:	<i>Після відключення 1-го (2-х) ЦН відбувається розвантаження ТГ до 80 (60)% зі швидкістю 18 МВт/с На задавачі потужності ЕЧСР-М запам'ятовується потужність на момент переходу АРП в режим Т (850-890МВт)</i>
Повинно бути:	<i>По факту відключення 1-го (2-х) ЦН ЕЧСР-М перемикається в режим РТА-1 (РТА-2) Режим РТА-1 (РТА-2) організовується по ланцюгах режиму РМ ЕЧСР-М наступним чином: – зі швидкістю 4 МВт/с скручується уставка задавача потужності (показання якого контролюються по приладу на панелі НУ-25) до 800 (600) МВт і ЕЧСР-М починає розвантажувати ТГ до заданої уставки; – після розвантаження ТГ до заданої уставки, припиняється дія режиму РТА-1 (2) і ЕЧСР-М включається в режим, що відповідає режиму АРП (при нормальному перебігу процесу АРП по збільшенню тиску в ГПК перемкнеться в режим Т; відповідно, ЕЧСР -М, після припинення дії режиму РТА, перемкнеться в режим РМ, і буде підтримувати поточну електричну потужність ТГ відповідно до уставки - 800 (600) МВт).</i>
Посилання на документ:	<i>ІЕ Електрична частина системи регулювання ТГ ЕЧСР-М. Розділ: Робота ЕЧСР-М в режимах технологічних обмежень</i>
Помічено в режимі при наступних діях:	<i>Відключення 1-го (2-х) ЦН ключем з панелі НУ-28</i>

Перелік процедур тестування і УТЗ, при виконанні яких може проявитися виявлена невідповідність	<i>НТЗ № АТР № АТР №</i>
--	----------------------------------

**Аналіз**

Запропоновано:	<i>Виконати модифікацію відповідно до опису</i>
Компенсуючі дії:	<i>НТЗ з відключенням ЦН не проводити</i>

Автор		Відповідальна особа	
<i>посада</i>	<i>ПІБ дата</i>	<i>посада</i>	<i>ПІБ дата</i>

**Модифікація**

Система (ID): <i>Найменування системи</i>	Опис:	<i>Ім'я модуля і опис модифікації</i>
---	-------	---------------------------------------

Виконавець		Відповідальна особа	
<i>посада</i>	<i>ПІБ дата</i>	<i>посада</i>	<i>ПІБ дата</i>

**Тестування**

Висновок:	<i>Тестування проведено за процедурою ХХХ, зауважень немає</i>
-----------	--

Тест-оператор		Відповідальна особа	
<i>посада</i>	<i>ПІБ дата</i>	<i>посада</i>	<i>ПІБ дата</i>

**Впровадження**

<b>Приймання в дослідну експлуатацію</b>			
Коригування навчальної та технічної документації тренажера	<i>Не потрібно</i>	<i>посада</i>	<i>ПІБ дата</i>
Навчання (інструктаж) персоналу	<i>Не потрібно</i>	<i>посада</i>	<i>ПІБ дата</i>
Модифікація прийнята в дослідну експлуатацію		<i>посада</i>	<i>ПІБ дата</i>

<b>Приймання в промислову експлуатацію</b>		
Модифікація прийнята в промислову експлуатацію	<i>посада</i>	<i>ПІБ дата</i>

**Додатки до «Протоколу невідповідності»:**

*Процедура тестування ХХХ*

## ДОДАТОК Б (обов'язковий)

### ПЕРЕЛІК ПЕРІОДИЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ І ПЕРЕВІРОК ПМТ

#### 1 Щорічно проводяться:

1.1 Перевірки і випробування всіх НТЗ, які були введені або модифіковані в звітному періоді.

1.2 Випробування та оцінка функцій управління тренажером, які використовуються у впроваджених в звітному періоді НТЗ.

1.3 Оцінка фізичної відповідності імітатора БЩУ тренажера і БЩУ енергоблока-прототипа.

1.4 Випробування та оцінки, які повинні проводитися один раз протягом трирічного періоду в обсязі однієї третини в рік.

#### 2 Один раз протягом трирічного звітного періоду проводяться:

2.1 Випробування на підтвердження критеріїв достовірності моделювання базових вихідних станів тренажера

2.2 Оцінка достатності обсягу моделювання

2.3 Випробування на підтвердження критеріїв достовірності моделювання при ініціалізації індивідуальних (системних) відмов, які використовуються для імітації режимів, включених до обсягу моделювання «згідно з п. 5.3.3» цього стандарту:  
(ПРИКЛАД)

2.3.1 (CC) Система промконтура:

- теча теплоносія першого контуру через доохолоджувач продувки;
- теча з промконтура в систему оргпротікань.

2.3.2 (CV) Система підживлення-продувки 1-го контуру, в тому числі бакового господарства, чистий конденсат, оргпротікання, СВО-2, система гідровипробувань 1-го контуру і продувки датчиків КВП, система запасу борного концентрату:

- відмова оливосистеми підживлювального насоса;
- теча з трубопроводу підживлення всередині гермооб'єма.

2.3.3 (CH) Захисна оболонка, включаючи системи вентиляції ЗО і охолодження БВ

- розгерметизація захисної оболонки;
- теча з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива.

2.3.4 (CW) Система циркуляційної води:

- розрив напірного колектора підйомних насосів оливоохолоджувачів;
- засмічення трубочатки оливоохолоджувачів турбіни.

2.3.5 (ED) Системи нормального і аварійного електропостачання:

- відмова секції 6 кВ нормального електропостачання;
- знеструмлення секції 6 кВ системи безпеки;
- знеструмлення секції 0,4 кВ нормального електропостачання.

2.3.6 (EG) Генератор і його допоміжні системи:

- відключення вимикача комплектного апарату генератора (КАГ-24);
- теча водню з генератора.

2.3.7 (FP) Система пожежогасіння: помилковий запуск системи пожежогасіння.

2.3.8 (FW) Конденсатно-живильний тракт, системи аварійної та допоміжної живильної води, ПВТ, ПНТ, блокова знесолювальна установка, система підживлення хімзнесоленою водою:

- теча з трубопроводу рециркуляції ТЖН;
- збільшення тиску в конденсаторі ТЖН;
- засмічення трубчатки ПНТ.

2.3.9 (IA) Система стисненого повітря пневмоприводів, система азоту і газових здувок: розрив колектора стисненого повітря пневмоприводів.

2.3.10 (MS) Система паропроводів:

- розрив паропроводу в гермооболонці;
- розрив колектора власних потреб;
- розрив ГПК;
- відмова закриття швидкодіючого запірного відсічного клапану;
- заклинювання ЗК ПГ.

2.3.11 (NI) Система внутрішнього реакторного контролю:

- відмова каналу енергетичного діапазону апаратури контролю нейтронного потоку;
- відмова системи відображення інформації.

2.3.12 (RC) Технологічні захисти і блокування 1-го контуру: заклинювання ЗК КТ.

2.3.13 (RD) Приводи СУЗ:

- застрягання ОР СУЗ;
- розчеплення ОР СУЗ з приводом.

2.3.14 (RP) Система аварійного захисту і прискореного розвантаження РУ:

- відмова спрацьовування ПРБ в частині скидання групи ОР СУЗ;
- помилкове спрацьовування ПРБ в частині скидання групи ОР СУЗ;
- відмова спрацьовування аварійного захисту реактора.

2.3.15 (RX) Системи управління РУ (АРП, пристрій розвантаження та обмеження потужності, регулятори 1-го і 2-го контурів):

- хибна робота АРП на «менше»;
- хибна робота АРП на «більше».

2.3.16 (SI) Системи САОЗ і спринклерна система:

- теча з бака аварійного запасу борного розчину;
- відмова насоса аварійного розхолодження.

2.3.17 (SW) Система технічної води:

- розрив напірного колектора техводи невідповідальних споживачів;
- засмічення трубчатки теплообмінника аварійного розхолодження.

2.3.18 (TC) Система регулювання турбіни:

- помилкове закриття стопорного клапана циліндру високого тиску;



– помилкове закриття регулюючого клапана циліндру низького тиску.

2.3.19 (ТН) Система 1-го контуру:

- розрив «холодної» нитки ГЦТ;
- розрив «холодного» колектора ПГ по першому контуру;
- теча теплоносія з трубопроводу СВО-1;
- теча внутрішньої прокладки колектора I контуру ПГ.

2.3.20 (ТУ) Система оливопостачання ТГ: відмова оливосистеми основної турбіни.

2.3.21 (WD) Система продувки ПГ, система допалювання водню, система спецгазоочистки, система пробовідбору 1-го контуру, система спецканалізації: розрив трубопроводу продувки ПГ.

2.3.22 (УС) Інформаційно-обчислювальна система: відмова інформаційних систем БЦУ.

