АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ»
(АО «ВНИИАЭС)

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
Генерального директора,
директор ВНИИАЭС-НТП

_____А.Н. Лупишко

"___"_____2015г.

БЕЛОЯРСКАЯ АЭС. ЭНЕРГОБЛОК № 4
РАЗРАБОТКА, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ПОСТАВКА ПОЛНОМАСШТАБНОГО ТРЕНАЖЕРА БН-800
ЧАСТНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

№590 85 090.012.015.ЧТЗ.01

На 90 листах

СОГЛАСОВАНО

Заместитель исполнительного
директора – технический
директор АО «ДЕЗ»

_____ А.Н. Гречаный

"___"_____ 2015 г.

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер филиала
ОАО «Концерн Росэнергоатом»
«Белоярская атомная станция»
Согласовано письмом
от 30.03.2015
№ 41-21-88

_____ Ю.В. Носов

"___"_____ 2015 г.

Москва, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения 4
1.1 Общие сведения 4
1.2 Термины, определения и сокращения 5
1.3 Нормативные ссылки 10
2 Назначение ПМТ БН-800 12
3 Категории персонала АС, обучение которого планируется проводить на ПМТ . 14
4 Требования к ПМТ БН-800 15
4.1 Общие требования к ПМТ БН-800 15
4.2 Исходные данные для разработки ПМТ БН-800 15
5 Требования к математической модели ПМТ БН-800 17
6 Пределы и объемы моделирования в ПМТ БН-800 19
7 Перечень моделируемых режимов 28
8 Перечень исходных состояний ПМТ БН-800 35
9 Требования к точности и достоверности моделирования 36
10 Требования к функциям управления ПМТ БН-800 40
10.1 Общие требования 40
10.2 Функции управления ПМТ БН-800 42
11 Требования к составу, внешнему виду и взаимному расположению панелей и пультов управления ПМТ БН-800 44
12 Требования к комплексу технических средств ПМТ БН-800 45
12.1 Комплекс технических средств. Общие требования 45
12.2 Требования к моделирующему компьютерному комплексу 45
12.3 Требования к полномасштабному имитатору БПУ/РПУ 46
12.4 Требования к КТС системы управления ПМТ БН-800 (РМИ) 48
12.5 Требования к системе аудио- и видеоконтроля и регистрации действий обучаемых 50
12.6 Требования к системе электропитания ПМТ БН-800 50
13 Требования к общесистемному и специальному программному обеспечению ПМТ БН-800 52
14 Требования к организации работ 53
14.1 Общие требования 53
14.2 Требования к испытаниям на первом этапе 55
14.3 Требования к испытаниям на втором этапе 56
14.4 Требования к испытаниям на третьем этапе 58
15 Требования к составу документации, поставляемой с ПМТ БН-800 61
16 Перечень учебно-методических материалов 63
ПРИЛОЖЕНИЕ А Перечень документации, необходимой для создания математической модели ПМТ БН-800 65

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Перечень моделируемых технологических систем 67
ПРИЛОЖЕНИЕ В Требования к объёму моделирования активной зоны 74
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Объем моделирования типовых элементов теплогидравлического оборудования 75
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Детализированная спецификация поставки ПМТ БН-800 (уточняется на стадии технического проекта) 79

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Общие сведения

1.1.1 Наименование работ:

Полное наименование работ: «Разработка, изготовление и поставка полномасштабного тренажера БН-800».

Сокращенное наименование работ: «ПМТ БН-800».

1.1.2 Энергоблок-прототип:

Энергоблок №4 Белоярской АЭС.

1.1.3 Основания для выполнения работ:

– договор от 19.05.2014 №253/752-Д/2014-Бр4-12/2590/14 на разработку, изготовление и поставку полномасштабного тренажера БН-800, программно-аппаратного комплекса компьютерной обучающей системы, тренажерно-стендового комплекса АСУТП, тренажеров местных пультов управления для энергоблока №4 Белоярской АЭС (далее – Договор);

– техническое задание на разработку, изготовление и поставку полномасштабного тренажера БН-800, программно-аппаратного комплекса компьютерной обучающей системы, тренажерно-стендового комплекса АСУТП, тренажера систем контроля и управления противопожарной защиты, тренажера центрального пульта управления и тренажера местного пульта управления водоподготовкой № 59085090.012.015.ТЗ.

1.1.4 Покупатель

Открытое акционерное общество «Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (ОАО «Концерн Росэнергоатом»). В рамках настоящего ЧТЗ представителями Покупателя считаются специалисты филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция».

1.1.5 Заказчик работ по ПМТ БН-800:

Акционерное общество «Дирекция единого заказа оборудования для АЭС» (АО «ДЕЗ»).

1.1.6 Исполнитель работ по разработке, изготовлению и поставке технических средств обучения (Поставщик ТСО):

Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций» (АО «ВНИИАЭС»).

Соисполнителями работ являются:

- ООО Экспериментальный научно-исследовательский и методический центр «Моделирующие Системы» (ЭНИМЦ «МС»);
- Федеральное государственное унитарное предприятие «Уральский электромеханический завод» (ФГУП УЭМЗ).

1.2 Термины, определения и сокращения

В настоящих требованиях применены следующие термины с соответствующими определениями:

Валидация: Подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (ГОСТ Р ИСО 9000-2008).

Верификация: Проведение испытаний для подтверждения соответствия математической модели ПМТ требованиям документации энергоблока-прототипа.

Индивидуальный отказ: Отказ отдельного конкретного элемента моделируемого оборудования, специфического по функциональному назначению.

Исходное состояние тренажера: Совокупность значений параметров тренажера, характеризующих конкретное состояние энергоблока-прототипа, с которого может начаться процесс моделирования.

Комплексные испытания полномасштабного тренажера (ПМТ): Процедура испытаний технических средств, математического и программного обеспечения ПМТ как единого комплекса, по всему спектру моделируемых режимов и реализуемых функций с целью установления соответствия ПМТ техническому заданию, выполнения действующих нормативных документов, полноты реализации функций и

обучающих возможностей ПМТ, установления адекватности протекания процессов в ПМТ экспериментальным и расчетным данным энергоблока-прототипа.

Компонентный отказ: Отказ технологического элемента (задвижки, насоса и т.д.) и элемента контрольно-измерительной аппаратуры технологических систем.

Объем моделирования ПМТ: Состав технологических систем и оборудования АС, средств управления и контроля, панелей и пультов БПУ, а также отказов и функций местного управления, реализуемых в тренажере.

Оперативный персонал БПУ: Персонал АС, осуществляющий оперативное управление технологическими процессами энергоблока АС с БПУ и имеющий разрешения Ростехнадзора на право ведения работ этого вида деятельности.

Отказ: Задаваемое инструктором исходное событие, приводящее к нарушению нормального функционирования моделируемого элемента оборудования энергоблока-прототипа.

Перечень моделируемых режимов: Перечень режимов нормальной эксплуатации, режимов с нарушениями пределов и условий нормальной эксплуатации и аварий, включенных в пределы и объемы моделирования ПМТ.

Полномасштабный тренажер: Программно-технический моделирующий комплекс, предназначенный для профессионального обучения оперативного персонала БПУ АС с использованием полномасштабной модели реального БПУ и комплексной всережимной математической модели энергоблока, функционирующей в реальном масштабе времени.

Поставщик ТСО: Организация, являющаяся ответственным исполнителем по изготовлению и поставке ТСО на АС.

Пределы моделирования: Граничные условия состояний энергоблока, от и до которых ведется процесс моделирования работы технологических систем и энергоблока в целом.

Приемо-сдаточные испытания ТСО: Итоговые испытания ТСО перед вводом в эксплуатацию на подтверждение его соответствия требованиям технического задания, проекта, настоящего стандарта и действующих нормативных документов.

Рабочее место инструктора (РМИ): Специально оборудованное рабочее место инструктора, имеющее средства контроля и управления ПМТ и учебным занятием; с рабочего места инструктора реализуются все функции управления тренажером.

Типовой (компонентный) отказ: Отказ для определенного вида однотипного оборудования, выполняющего идентичные функции, применимый к любой единице оборудования данного типа.

Технические средства обучения (ТСО): Комплекс средств, предназначенных для использования в учебном процессе для достижения учебных целей. ТСО включают в себя тренажерные системы различного уровня и объема моделирования, мультимедийные средства, образцы и макеты оборудования АС, стенды, измерительные приборы, инструменты, оснастку и приспособления.

Энергоблок-прототип: Конкретный энергоблок АС, взятый за основу при создании ПМТ или другого технического средства обучения, с использованием его проектной, пуско-наладочной и эксплуатационной документации.

В данном частном техническом задании использованы следующие сокращения:

АЗ	–	аварийная защита
АКНП	–	аппаратура контроля нейтронного потока
АРМ	–	автоматический регулятор мощности
АС	–	атомная станция
АСУ ТП	–	автоматизированная система управления технологическим процессом
АСУТ	–	автоматизированная система управления турбиной
БОС	–	барабан отработавших сборок
БПУ	–	блочный пункт управления
БРОУ-Д	–	быстродействующая редукционно-охладительная установка со сбросом в деаэратор
БРОУ-К	–	быстродействующая редукционно-охладительная установка со сбросом в конденсатор турбины
БРУ-А	–	быстродействующая редукционная установка со сбросом в атмосферу
ВИУБ	–	ведущий инженер по управлению блоком атомной станции
ВИУР	–	ведущий инженер по управлению реактором
ВИУТ	–	ведущий инженер по управлению турбиной
ВПУ	–	валоповоротное устройство
ГЦН	–	главный циркуляционный насос
ДГУ	–	дизель-генераторная установка

ЗИП	–	запасные части, инструмент и принадлежности
ЗКД	–	зона контролируемого доступа
ЗПА	–	запроектная авария
ЗСД	–	зона свободного доступа
ИБП	–	источник бесперебойного питания
ИЛА	–	инструкция по ликвидации аварий на энергоблоке № 4 Белоярской АЭС
ИЛОН	–	инструкция по ликвидации отказов и нарушений нормальной эксплуатации на энергоблоке № 4 Белоярской АЭС
КГО	–	система контроля герметичности оболочек топлива
КИПиА	–	контрольно-измерительные приборы и автоматика
КПД	–	коэффициент полезного действия
КТС	–	комплекс технических средств
КЭН	–	конденсатный электронасос
ЛВС	–	локальная вычислительная сеть
МКК	–	моделирующий компьютерный комплекс
МКУ	–	минимальный контролируемый уровень мощности
н.э.	–	нормальная эксплуатация
НС РЦ-3	–	начальник смены реакторного цеха № 3
НС ТЦ-3	–	начальник смены турбинного цеха № 3
НСС	–	начальник смены атомной станции
ОООБ	–	окончательный отчет по обоснованию безопасности
ОР СУЗ	–	органы регулирования системы управления и защиты
ПА	–	проектная авария
ПВД	–	подогреватель высокого давления
ПГ	–	парогенератор
ПЗ	–	предупредительная защита
ПК	–	предохранительный клапан
ПМТ	–	полномасштабный тренажер
ПНД	–	подогреватель низкого давления
ПО	–	программное обеспечение
ПЭН	–	питательный электронасос
РМИ	–	рабочее место инструктора
РПН	–	регулирование под нагрузкой

РПУ	–	резервный пункт управления
РТСН	–	резервный трансформатор собственных нужд
РУ	–	реакторная установка
РУЗА	–	руководство по управлению запроектными авариями на энергоблоке № 4 Белоярской АЭС
РУСН	–	распределительное устройство собственных нужд
С.Н.	–	собственные нужды
САЗ ПГ	–	система автоматической защиты парогенератора
САПР	–	система автоматизированного проектирования
САПР	–	система автоматизированного проектирования
САРХ ВТО	–	воздушный теплообменник системы аварийного расхолаживания
САЭ	–	система аварийного электропитания
СБ	–	система безопасности
СВБУ	–	система верхнего блочного уровня АСУ ТП
СК	–	стопорный клапан
СКУ	–	система контроля и управления
СПО	–	специальное программное обеспечение
СПП	–	сепаратор пароперегреватель
СУЗ	–	система управления и защиты
ТА	–	турбоагрегат
ТВЭЛ	–	тепловыделяющий элемент
ТГ	–	турбогенератор
ТПТС	–	технологические программно-технические средства
ТРБЭ	–	технологический регламент безопасной эксплуатации энергоблока № 4 Белоярской АЭС
ТСН	–	трансформатор собственных нужд
ТСО	–	технические средства обучения
УММ	–	учебно-методические материалы
УСО	–	устройство связи с объектом
УТЗ	–	учебно-тренировочное занятие
УТП	–	учебно-тренировочное подразделение
ФС	–	файловый сервер
ЦНД	–	цилиндр низкого давления

ЦТАИ – цех тепловой автоматики и измерений

ЧТЗ – частное техническое задание

ЭКП – экран коллективного пользования

1.3 Нормативные ссылки

1.3.1 При проведении работ по созданию ПМТ БН-800 должны выполняться требования следующих нормативных документов:

– ОПБ-88/97 (НП-001-97, ПНАЭ Г-01-011-97). Общие положения обеспечения безопасности атомных станций;

– НП-003-97 (ПНАЭ Г-5-40-97). Требования к полномасштабным тренажерам для подготовки операторов блочного пункта управления атомной станции;

– Административный регламент по предоставлению Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственной услуги по выдаче разрешений на право ведения работ в области использования атомной энергии работникам объектов использования атомной энергии, утвержденный приказом Ростехнадзора от 21.12.2011 № 721;

– Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденные постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 № 390;

– Организация работы с персоналом на атомных станциях, утвержденный приказом Росатома от 15.02.2006 № 60;

– СТО 1.1.1.01.004.0680-2006. Технические средства обучения;

– СТО 1.1.1.01.004.0644-2010. Положение о порядке комплектования и опережающей подготовки персонала для атомных станций;

– ТП 1.3.2.01.999.0073-2010. Типовое положение об учебно-тренировочном подразделении атомной станции;

– Порядок проведения проверки практических навыков оперативного персонала атомных станций для получения разрешения Ростехнадзора на право ведения работ в области использования атомной энергии, утвержденный и введенный в действие приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 23.05.2013 № 9/456-П;

– СТО 1.1.1.01.004.0441-2008. Программы подготовки на должность (профессию) и поддержания квалификации персонала атомных станций. Основные требования;

– СТО 1.1.1.01.004.0484-2008. Подготовка на должность и поддержание квалификации инструкторов по подготовке персонала атомных станций. Основные требования;

– ТП 1.3.3.99.0076-2010. Типовой перечень производственных задач для должностей оперативного персонала, получающего разрешения на право ведения технологического процесса на атомных станциях;

– МУ 1.3.3.99.0026-2010. Системный подход к обучению персонала атомных станций. Методические указания по применению;

– РД ЭО 1.1.2.25.0549-2010. Учебно-методические материалы для подготовки на должность и поддержания квалификации персонала атомных станций. Основные требования;

– РД ЭО 1.1.2.25.0614-2010. Учебные помещения учебно-тренировочных подразделений атомных станций. Требования к оснащению.

1.3.2 При разработке ПМТ БН-800 должны учитываться рекомендации следующих документов, не противоречащие вышеуказанным в п. 1.3.1 нормативным документам:

– IAEA-TECDOC-546. Common Modeling Approaches for Training Simulators for Nuclear Power Plants (Final report of a Coordinated Research Program, January 1985 - November 1988). IAEA, 1990

– IAEA-TECDOC-685. Simulators for Training Nuclear Power Plant Personnel (Report prepared within the framework of the International Working Group on Nuclear Power Plant Control and Instrumentation). IAEA, 1993

– IAEA-TECDOC-995. Selection, Specification, Design and Use of Various Nuclear Power Plant Training Simulators (Report prepared within the framework of the International Working Group on Nuclear Power Plant Control and Instrumentation). IAEA, 1998.

2 НАЗНАЧЕНИЕ ПМТ БН-800

2.1 Основной целью разработки и последующей эксплуатации полномасштабного тренажера энергоблока №4 Белоярской АЭС (ПМТ БН-800) является повышение безопасности и экономической эффективности эксплуатации энергоблока №4 Белоярской АЭС за счет совершенствования профессионального обучения оперативного персонала.

2.2 ПМТ БН-800 – техническое средство обучения, обеспечивающее приобретение оперативным персоналом БПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС знаний, умений и навыков, необходимых для качественного выполнения им своих обязанностей.

2.3 ПМТ БН-800 должен использоваться при решении следующих задач:

– подготовка оперативного персонала на должность;

– поддержание уровня квалификации оперативного персонала;

– отработка взаимодействия операторов БПУ АС в составе смены;

– проведение противоаварийных тренировок;

– отработка программ и методик подготовки оперативного персонала АС;

– разработка учебно-тренировочных занятий;

– подготовка и поддержание квалификации инструкторского персонала УТП;

– проверка практических навыков управления энергоблоком №4 Белоярской АЭС (категорий персонала, указанных в п. 3 настоящего ЧТЗ) при получении разрешений на право ведения технологического процесса на АС в соответствии с требованиями Административного регламента по предоставлению Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственной услуги по выдаче разрешений на право ведения работ в области использования атомной энергии работникам объектов использования атомной энергии, утвержденного приказом Ростехнадзора от 21.12.2011 № 721.

2.4 Обучение персонала АС на ПМТ БН-800 должно проводиться с использованием учебно-методических материалов, разработанных в соответствии с требованиями документа «Учебно-методические материалы для подготовки на должность и поддержания квалификации персонала атомных станций. Основные требования» (РД ЭО 1.1.2.25.0549-2010). Перечень УММ, входящих в поставку ПМТ БН-800, приведен в разделе 16.

2.5 По решению руководства Белоярской АЭС ПМТ БН-800 может быть применён в качестве технического средства обучения для других категорий персонала Белоярской АЭС и для решения задач инженерной поддержки эксплуатации, включающих в себя:

– отработку технологических процедур эксплуатации энергоблока;

– анализ технических решений по модернизации технологических систем энергоблока;

– моделирование реальных происшествий на АС с целью их анализа;

– валидацию эксплуатационной документации.

3 КАТЕГОРИИ ПЕРСОНАЛА АС, ОБУЧЕНИЕ КОТОРОГО ПЛАНИРУЕТСЯ ПРОВОДИТЬ НА ПМТ

ПМТ БН-800 является техническим средством обучения, применяемым в процессе подготовки на должность и поддержания квалификации следующих категорий персонала энергоблока №4 Белоярской АЭС:

- начальник смены атомной станции (НСС);
- начальник смены реакторного цеха № 3 (НС РЦ-3);
- начальник смены турбинного цеха № 3 (НС ТЦ-3);
- ведущий инженер по управлению реактором (ВИУР);
- ведущий инженер по управлению блоком атомной станции (ВИУБ);
- ведущий инженер по управлению турбиной (ВИУТ).

4 ТРЕБОВАНИЯ К ПМТ БН-800

4.1 Общие требования к ПМТ БН-800

4.1.1 ПМТ БН-800 должен полностью соответствовать требованиям СТО 1.1.1.01.004.0680-2006.

4.1.2 ПМТ БН-800 должен иметь в своем составе системы, определённые в п.12.1.1 настоящего ЧТЗ. Требования к техническим средствам и программному обеспечению систем определены в соответствующих разделах настоящего ЧТЗ.

4.1.3 Разработка и поставка ПМТ БН-800 должна осуществляться в соответствии с положениями Договора и требованиями настоящего ЧТЗ.

4.1.4 Комплекс технических средств (КТС) ПМТ БН-800 должен размещаться в специальных помещениях. Состав и оборудование помещений должны соответствовать проекту BL2P.B.535.0.1UYH&&.&&&&&.011.DP.0001 «Учебно-тренировочный центр с полномасштабным тренажёром БН-800. Белоярская АЭС. Блок №4».

4.1.5 В качестве основы стандартного программного обеспечения ПМТ БН-800 должна использоваться операционная система WINDOWS. В качестве основы специального моделирующего программного обеспечения должна использоваться интегрированная система «ENICAD» (далее ИС «ENICAD»).

4.1.6 Программное обеспечение ПМТ БН-800 должно обеспечивать возможность корректировки персоналом УТП АС математических моделей в объеме, определяемом техническим проектом ПМТ БН-800 (конфигурационных файлов, параметров моделируемого оборудования).

4.2 Исходные данные для разработки ПМТ БН-800

4.2.1 В качестве исходных данных должна использоваться документация проекта энергоблока №4 Белоярской АЭС, документация заводов-изготовителей оборудования и эксплуатационная документация энергоблока №4 Белоярской АЭС, передаваемая Заказчиком и Покупателем Поставщику. Перечень документации, необходимой для создания математической модели ПМТ БН-800, приведён в Приложении А.

4.2.2 Полученная документация регистрируется в базе данных проекта с присвоением идентификационного номера и даты получения документа.

4.2.3 Корректировка данных для моделирования по изменениям документации базового энергоблока в период создания полномасштабной математической модели входит в объем работ по Договору. Вышеуказанная корректировка прекращается, а исходные данные фиксируются («замораживаются») за 2 (два) календарных месяца до проведения верификации математической модели ПМТ БН-800. Верификация математической модели и комплексные испытания проводятся в соответствии с «замороженными» исходными данными.

5 ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПМТ БН-800

5.1 Всережимная математическая модель энергоблока №4 Белоярской АЭС должна полностью соответствовать требованиям СТО 1.1.1.01.004.0680-2006.

5.2 Математическая модель должна описывать динамические процессы таким образом, чтобы изменение параметров в моделируемых режимах по тенденциям и направлениям соответствовало изменению аналогичных параметров в реальных режимах энергоблока-прототипа или расчетным данным, полученным по сертифицированным кодам, и не противоречило физическим законам.

5.3 Моделирование технологических систем (теплофизических и теплогидравлических процессов) в ПМТ БН-800 должно выполняться на основе моделирования оборудования вышеуказанных систем с использованием САПР моделей теплогидравлических систем интегрированной среды разработки тренажеров (ИСРТ) «InSIDE» и интегрированной системы (ИС) «ENICAD». Для моделирования отдельных систем, определяемых в техническом проекте ПМТ БН-800, допускается использование ручных кодов.

5.4 Моделирование электрических систем должно выполняться с использованием САПР электрических систем ИСРТ «InSIDE».

5.5 Моделирование управляющих систем автоматики, не входящих в модели нижнего уровня АСУ ТП, на основе алгоритмов их работы должно выполняться с использованием САПР систем автоматики ИСРТ «InSIDE».

5.6 Модели нижнего уровня АСУ ТП на базе средств ТПТС должны автоматизировано генерироваться средствами ИС «ENICAD» по GET-проектам энергоблока №4, полученным из штатных архивов инженерной станции ТПТС блока №4 Белоярской АЭС.

5.7 В системе СВБУ ПМТ БН-800 должно использоваться прикладное ПО штатной СВБУ энергоблока №4 Белоярской АЭС.

5.8 Моделирование работы энергоблока должно осуществляться в реальном масштабе времени во всех режимах, включенных в объем моделирования. Работа в реальном времени означает моделирование динамики процессов в той же временной

пропорции, последовательности, продолжительности, скорости и ускорении, что и на энергоблоке №4 Белоярской АЭС.

5.9 Должна быть предусмотрена возможность изменения масштаба времени протекания определенных процессов (ускорение, замедление). Фиксируемая величина изменения масштаба времени должна относиться только к определенным процессам (разогрев оборудования при пуске, выгорание, набор вакуума конденсатора турбины). Величина масштабирования времени для данных процессов, как в сторону ускорения, так и в сторону замедления определяется в 2, 5, 10 раз. Величина возможного общего ускорения расчета модели на ПМТ БН-800 определяется мощностью моделирующего компьютерного комплекса ПМТ БН-800, на котором производится расчет полномасштабной модели энергоблока. Предварительная детализированная спецификация поставки ПМТ БН-800, в том числе и МКК, приведена в Приложении Д. Окончательная детализированная спецификация поставки ПМТ БН-800 должна быть определена в техническом проекте ПМТ БН-800 и согласована с Покупателем.

5.10 В математической модели ПМТ БН-800 должны моделироваться процессы переноса различных примесей и радиоактивности, такие как:

– перенос водорода из аварийной секции парогенератора в буферный бак;

– перенос радиоактивности из защитного кожуха реактора (при течи первого контура в кожух и одновременной течи самого кожуха) в систему вентиляции реакторного пространства;

– разрыв оболочки ТВЭЛ с контактом между топливом и натрием и без контакта, сопровождающийся выходом газообразных продуктов в систему КГО;

– течь натрия из трубопровода фильтр-ловушек первого контура без страховочного кожуха;

– разуплотнение газовой системы 1 контура.

5.11 Время реакции исполнительных механизмов при воздействии на органы управления с моторных полей БПУ должно быть соизмеримым со временем реакции исполнительных механизмов энергоблока-прототипа.

Время вызова диаграмм систем отображения информации БПУ и время обновления динамических параметров на дисплеях рабочих мест операторов БПУ должны быть такими же, как на энергоблоке-прототипе.

6 ПРЕДЕЛЫ И ОБЪЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПМТ БН-800

6.1 Обязательному моделированию в ПМТ БН-800 подлежат все технологические системы, контролируемые и управляемые с БПУ и РПУ. Перечень технологических систем энергоблока №4, обязательных для моделирования в ПМТ БН-800, приведен в Приложении Б.

6.2 Оборудование систем, не подпадающее под п.6.1 настоящего ЧТЗ, должно моделироваться в объеме, необходимом для обеспечения адекватности поведения модели ПМТ БН-800 в режимах, указанных в Приложении Д.

6.3 Моделирование оборудования технологических систем должно базироваться на моделях типовых единиц оборудования. Перечень отдельных типовых элементов теплогидравлического оборудования приведён в Приложении Г.

6.4 Поставщиком ПМТ БН-800 на стадии разработки технического проекта ПМТ БН-800 должны быть разработаны детальные расчетные схемы для моделирования теплогидравлических, электрических систем и оборудования энергоблока-прототипа для всех систем, включенных в объем моделирования.

6.5 В расчетных схемах модели каждой системы в явном виде должны быть представлены:

– вся арматура (клапаны, задвижки, вентили), управляемые с БПУ;

– все насосы;

– все датчики, показания которых доступны на БПУ, или которые используются для автоматического управления или центральной сигнализации;

– все теплообменники;

– все сосуды;

– все контуры автоматического управления;

– все органы управления и индикации БПУ;

– все трансформаторы;

– все секции питания.

6.6 Требования к моделированию управляющих систем автоматики, выполненных не на основе средств ТПТС:

– сохранение структуры внутреннего и внешнего интерфейса системы автоматики, должен моделироваться полный набор внешних сигналов системы с

сохранением их технологических имен;

– системы автоматики и их составные части должны представляться в виде графических схем, содержащих типовые элементы из библиотеки стандартных элементов, а также специально разработанные элементы, реализующие логику типовых элементов проекта;

– схемы должны быть сгруппированы в узлы проекта в соответствии с принадлежностью к моделируемой системе автоматики, их названия должны быть уникальными и отражать принадлежность к моделируемой системе;

– должен быть обеспечен контроль всех сигналов модели системы автоматики во время ее исполнения, включая визуальный;

– должна быть обеспечена возможность изменения коэффициентов настройки во время выполнения модели, без ее перегенерации.

6.7 Требования к моделированию управляющих систем автоматики на основе средств ТПТС:

– должна быть обеспечена полнота моделирования приборных шкафов СКУ в составе АСУ ТП энергоблока-прототипа;

– должна быть обеспечена адекватность работы исполняемого кода в составе динамической модели системы управления АСУ ТП;

– должна быть обеспечена полная привязка модели СКУ к средствам аппаратного интерфейса СКУ;

– должен быть обеспечен аппаратный ввод и вывод полного множества аналоговых и дискретных сигналов СКУ (сигналы датчиков, сигналы обратных связей, управляющие аналоговые и дискретные сигналы);

– должна быть обеспечена полная привязка модели СКУ к программным средствам передачи данных в СВБУ и из СВБУ;

– должна быть обеспечена визуализация прохождения сигналов на графических GET-планах, входящих в состав GET-проекта исполняемого кода СКУ.

6.8 Требования к моделированию электрических систем в ПМТ БН-800:

– должна быть реализована динамика напряжений, токов и частот в узлах схемы для симметричных режимов, включая аварийные;

– модель должна позволять осуществлять любые коммутации в схеме;

– модель электрической сети должна рассчитывать коммутационные токи при параллельно-последовательном включении групп коммутаторов;

– модель должна адекватно воспроизводить и отображать, как по механическим, так и по электрическим параметрам с учётом текущего характера механических нагрузок, а также при отклонениях напряжения и частоты электропитания, следующие режимы:

1) пуск двигателей с расчетом пускового тока;
2) разворот двигателей;
3) работу двигателя на мощности;
4) выбег и остановку двигателей;
5) изменение напряжения и частоты в энергосистеме;
6) симметричные трехфазные короткие замыкания на «землю» в любой точке схемы;
7) потери питания различными элементами схемы;
8) должен моделироваться режим РПН для трансформаторов и автотрансформаторов с РПН.

6.9 Требования к объёму моделирования активной зоны приведены в Приложении В.

6.10 Пределы моделирования должны определяться предельными значениями следующих параметров основного оборудования:

Оборудование	**Параметр**	**Предельное значение**
Топливная кассета	Температура оболочек ТВЭЛ	900ºС
Топливная кассета	Температура топлива	2500ºС
Реактор	Разрушение активной зоны при тепловой мощности	2600 МВт
Парогенератор	Давление	20 МПа
Генератор	Частота	60 Гц

На ПМТ должны быть предусмотрены средства (функции) автоматического контроля и извещения инструктора УТП о достижении расчетными параметрами граничных значений пределов моделирования.

Пределы моделирования могут быть уточнены на этапе технического проекта ПМТ БН-800.

6.11 Отличия БПУ и РПУ

6.11.1 В соответствии с п. 7.4 документа «Окончательный отчет по обоснованию безопасности» (Бл.4-0-0-ОООБ-001/7) на РПУ предусматривается следующие средства контроля и управления:

– пульт-панели СБ 1,2,3 каналов безопасности в составе 3 секций;

– пульт-панели СБ 1,2,3 каналов безопасности в составе 6 секций;

– панель СУЗ – в составе 1-й секции, расположенная в одну линейку с вышеперечисленным оборудованием;

– АРМ ВИУР – в составе одной двухдисплейной рабочей станции;

– АРМ НСС – в составе одной двухдисплейной рабочей станции;

– панели (стойка) системы пожарного мониторинга – 2 шт.

6.11.2 При штатном функционировании БПУ средства управления РПУ заблокированы – сигналы управления от них не формируются. При переводе управления с БПУ на РПУ исключена возможность прохождения ложных сигналов управления, связанных с развитием ситуации на БПУ (например, при пожаре). Для перевода управления на РПУ предусматриваются специальные средства – ключи.

6.11.3 На РПУ предусматриваются все виды связи, аналогичные БПУ.

6.12 Требования к моделированию отказов

6.12.1 В ПМТ БН-800 должны воспроизводиться отказы двух классов: компонентные отказы и индивидуальные отказы и. Отказы должны вводиться из системы управления ПМТ, реализованной средствами ИС «ENICAD», в ручном или автоматическом (из сценария тренажёрного занятия) режимах. Должна быть обеспечена возможность ввода любых сочетаний отказов последовательно или одновременно на любом отрезке работы модели. При вводе отказа должна быть обеспечена возможность задания условия ввода, задержки ввода, жесткости и времени развития.

В отказах с имитированием течи моделируются различные неплотности контуров циркуляции рабочих сред, включая моделирование переноса водорода и радиоактивности. При задании течи должны устанавливаться её величина (от минимальной до полного разрыва) и время развития (от 0 до 600 секунд.)

6.12.2 К компонентным отказам относится моделирование отказов технологических элементов (задвижек, насосов и т.д.) и элементов контрольно-измерительной аппаратуры технологических систем. Для каждого типа таких элементов в ПМТ БН-800 должны быть смоделированы отказы (этот перечень одинаков для всех элементов данного типа):

Арматура, регуляторы:

– заклинивание в определённом положении;
– обрыв запорного органа;
– самопроизвольное открытие;
– не прохождение команды "Открыть";
– самопроизвольное закрытие;
– не прохождение команды "Закрыть";
– замедление хода в 3 раза;
– непосадка предохранительного клапана;
– пропуск в закрытом положении.

Обратные клапаны:

– заклинивание обратного клапана (в любом положении);
– непосадка обратного клапана.

Пневмоарматура:

– заклинивание (в любом положении);
– обрыв запорного органа;
– самопроизвольное открытие;
– не прохождение команды "Открыть";
– самопроизвольное закрытие;
– не прохождение команды "Закрыть".

Насос:

– самопроизвольное включение;
– не прохождение команды "Включить";
– самопроизвольное отключение;
– не прохождение команды "Отключить";
– заклинивание вала двигателя;
– неисправность внешних цепей.

Датчики:

– выход за минимальный предел измерения;
– выход за максимальный предел измерения;
– ложное значение измеряемой величины;
– аддитивная погрешность датчика.

Отказы привода ОР СУЗ:

– отказ управления;

– заклинивание ОР СУЗ (в любом положении);

– спонтанное извлечение стержня АР;

– спонтанное извлечение стержня КС;

– падение ОР СУЗ;

– установка ОР СУЗ в заданное положение.

Для мозаичных панелей контроля и управления и пультов должны быть определены отказы:

– отказ показывающего прибора:

– отказ кнопки;

– отказ ключа управления;

– отказ индикатора положения;

– отказ сигнального табло.

6.12.3 В ПМТ БН-800 должны воспроизводиться следующие индивидуальные отказы, вызывающие переходные и аварийные режимы работы энергоблока:

– течь натрия из корпуса реактора в защитный корпус;

– течь натрия из защитного корпуса реактора;

– течь натрия в нейтроновод;

– разрыв оболочки ТВЭЛ с контактом между топливом и натрием;

– течь натрия из трубопровода фильтр-ловушек первого контура без страховочного кожуха;

– разуплотнение трубопровода и оборудования 1 контура, не имеющих страховочных кожухов;

– разуплотнение газовой системы 1 контура;

– течь натрия из трубопроводов САРХ на неотсекаемом участке, и на отсекаемом участке;

– не открытие шибера по воздуху САРХ и другие отказы, связанные с САРХ (реализуется в рамках компонентного отказа арматуры);

– отключение одного ГЦН-1 (реализуется в рамках компонентного отказа насоса);

– одновременное отключение двух ГЦН-1;

– одновременное отключение всех ГЦН-1;

– незакрытие обратного клапана после отключения ГЦН-1;

– открытие обратного клапана неработающего ГЦН-1;

– закрытие обратного клапана работающего ГЦН-1;

– попадание масла в натрий первого контура;

– спонтанное уменьшение скорости ГЦН-1;

– потеря охлаждения блока ионизационных камер;

– течь аргона из корпуса реактора;

– разрыв оболочки ТВЭЛ без контакта между топливом и натрием;

– спонтанное увеличение скорости ГЦН-1;

– течь натрий-натрий в промежуточном теплообменнике;

– “Большая течь” парогенератора;

– “Малая течь” в секции парогенератора;

– течь натрия из трубопровода второго контура в пределах секции ПГ;

– течь натрия из трубопровода второго контура;

– самопроизвольное уменьшение скорости ГЦН-2;

– отключение одного ГЦН-2 (реализуется в рамках компонентного отказа насоса);

– короткое замыкание на стороне высокого напряжения в обмотке блочного трансформатора;

– короткое замыкание на стороне низкого напряжения в обмотке блочного трансформатора;

– короткое замыкание на стороне высокого напряжения в обмотке рабочего трансформатора собственных нужд (ТСН-1,2);

– короткое замыкание на стороне низкого напряжения в обмотке рабочего трансформатора собственных нужд (ТСН-1,2);

– отказ любого дизель-генератора;

– отключение турбогенератора;

– отказ системы возбуждения турбогенератора;

– короткое замыкание на секции нормального электроснабжения 6 кВ;

– короткое замыкание на стороне высокого напряжения в обмотке резервного трансформатора собственных нужд (РТСН) при питании секции(й) по резервному вводу;

– короткое замыкание на стороне низкого напряжения в обмотке резервного трансформатора собственных нужд (РТСН) при питании секции или секций по резервному вводу;

– короткое замыкание на секции 6 кВ системы аварийного электроснабжения;

– короткое замыкание на секции 6 кВ надежного питания системы нормальной эксплуатации;

– короткое замыкание на секции 0,4 кВ;

– короткое замыкание на выключателе аккумуляторной батареи;

– короткое замыкание на секции 0,4 кВ группы системы аварийного электроснабжения;

– короткое замыкание на секции 0,4 кВ 1 группы нормальной эксплуатации;

– короткое замыкание на секции 220 В постоянного тока системы аварийного электроснабжения;

– короткое замыкание на секции 220 В постоянного тока надежного питания нормальной эксплуатации;

– отключение выключателя 500 кВ на высокой стороне блочного трансформатора (выделение на собственные нужды блока);

– не отключение генераторного выключателя (при останове блока и т.п.);

– отключение генераторного выключателя;

– присос воздуха в конденсаторы турбины;

– течь напорного коллектора КЭН-1;

– течь всасывающего коллектора КЭН-2;

– течь напорного коллектора КЭН-2;

– течь трубного пучка подогревателя низкого давления;

– течь напорного коллектора ПЭН-1;

– течь напорного коллектора ПЭН-2;

– АВР ПЭН-1(2);

– разрыв трубного пучка подогревателя высокого давления;

– течь коллектора питательной воды после ПВД;

– течь питательной воды после отсечной арматуры перед испарителем одной секции ПГ;

– разрыв коллектора перегретого (острого) пара;
– разрыв паропровода;
– ложное закрытие СК ТА;
– заклинивание СК ТА в открытом положении;
– течь коллектора собственных нужд 1 МПа;
– течь коллектора собственных нужд 2 МПа;
– заклинивание ПК ПГ в заданном положении;
– ложное открытие ПК ПГ;
– заклинивание БРОУ-К в задаваемом положении;
– отказ измерительного канала диапазона источника АКНП;
– отказ измерительного канала пускового и рабочего диапазона АКНП.

6.12.4 Перечни отказов (п.п. 6.12.2 и 6.12.3) могут корректироваться на стадии разработки технического проекта ПМТ БН-800.

6.12.5 Количество, места расположения на расчётных схемах отказов типа «течь» определяются в техническом проекте ПМТ БН-800 и должны полностью перекрывать весь спектр аварийных режимов, описанных в ОООБ, ИЛОН, ИЛА и РУЗА энергоблока-прототипа.

7 ПЕРЕЧЕНЬ МОДЕЛИРУЕМЫХ РЕЖИМОВ

7.1 Перечень режимов, моделируемых в ПМТ БН-800, составлен на основе следующих документов:

– СТО 1.1.1.01.004.0680-2006. Технические средства обучения;

– проектная документация энергоблока №4 Белоярской АЭС.

7.2 Перечень моделируемых режимов ПМТ БН-800:

Режимы нормальной эксплуатации:

– пуск энергоблока из холодного состояния на 3-х (2-х) петлях циркуляции (разогрев из холодного состояния, вывод реактора в критическое состояние, перевод ПГ в паровой режим, толчок ТА, синхронизация ТГ, нагружение энергоблока);

– пуск энергоблока из горячего состояния на 3-х (2-х) петлях циркуляции;

– ввод в работу третьей петли на работающем энергоблоке;

– режимы пуска и планового останова (перевод испарителя в паровой режим и обратно) при постоянном давлении 6 МПа;

– работа на номинальной мощности (базовый режим);

– работа на максимально допустимом по состоянию оборудования уровне мощности, в том числе на номинальном (на трех и двух петлях), включая дополнительный режим – выработка пара на собственные нужды;

– работа на мощности 67% Nном на двух работающих петлях;

– плановый останов на трех (двух) петлях энергоблока, включая дополнительный режим – отвод остаточных тепловыделений;

– повторный пуск энергоблока после срабатывания аварийной защиты;

– предпусковые испытания и периодические опробования оборудования блока, выполняемые операторами БПУ;

– испытания систем управления и защиты реакторной установки, выполняемые операторами БПУ;

– измерения нейтронно-физических характеристик активной зоны, выполняемые операторами с помощью штатной аппаратуры БПУ;

– периодические переходы на резервное оборудование;

– включение в работу основного оборудования после его отключения в процессе эксплуатации, не приведшего к останову энергоблока (насосов питательной воды, конденсатных насосов, циркуляционных насосов конденсатора турбины, восстановление электропитания на секции собственных нужд и т.д.);

– испытания систем безопасности АС, выполняемые операторами БПУ.

Режимы с нарушениями нормальной эксплуатации

– останов реактора по алгоритму АЗ (с сохранением работоспособности систем третьего контура);
– останов реактора по алгоритму АЗ с подключением САРХ;
– потеря системного электроснабжения;
– прекращение подачи питательной воды на все ПГ;
– отключение турбины с сохранением вакуума в конденсаторе турбины;
– отключение турбины со срывом вакуума в конденсаторе;
– разрыв главного парового коллектора;
– отключение одной из трех работающих петель;
– отключение более одной петли;
– отделение турбогенератора от энергосистемы с сохранением вакуума в конденсаторе (снижение нагрузки до уровня собственных нужд);
– межконтурная течь промежуточного теплообменника;
– отключение секции парогенератора по алгоритму «малая течь»;
– отключение парогенератора по сигналу «большая течь»;
– отключение оборудования третьего контура;
– отключение одного из трех работающих ПЭН-1 (ПЭН-2) и невключение резервного;
– отключение одного из двух работающих КЭН-1 (КЭН-2) и невключение резервного;
– отключение одного из двух работающих ЦЭН на одном конденсаторе.

Режимы с нарушением работы систем, влияющих на реактивность

– нарушения в работе органов регулирования (компенсации, аварийной защиты) активной зоны реактора:
  - непредусмотренное перемещение стержня КС при различных состояниях реактора;
  - непредусмотренное перемещение стержня АР при различных состояниях реактора;
  - самопроизвольное падение в активную зону стержней СУЗ;
  - заклинивание органов регулирования;
  - расцепление органов регулирования с приводом;
  - потеря индикации положения органов регулирования.
– нарушения в системе управления и защиты реактора:
  - отказ забаковых ионизационных камер, в том числе при прекращении охлаждения блока ионизационных камер;

- отказы в работе системы автоматического регулирования мощности реактора;
- отказы в работе систем предупредительной и аварийной защит реактора (ложное срабатывание, отказ срабатывания и т.д.);
- отказы в работе системы контроля нейтронного потока.

– неконтролируемый ввод реактивности за счет попадания замедляющих веществ в теплоноситель.

- попадание масла в натрий первого контура.

Режимы с нарушением циркуляции теплоносителя через активную зону:

– нарушения в частотной и делительной автоматике блока;

– аварийное отключение одной из трех работающих петель по причинам:

- остановки одного ГЦН 1 контура;
- остановки одного ГЦН 2 контура;

– закрытие обратного клапана одного ГЦН 1 контура при работе на мощности;

– отключение одной из трех работающих петель без закрытия обратного клапана на напоре ГЦН 1 контура отключенной петли;

– открытие обратного клапана ГЦН 1 контура неработающей петли при работе на мощности;

– полная потеря основного и резервного электроснабжения собственных нужд энергоблока, а также потеря САЭ и САРХ – теплоотвод в режиме естественной циркуляции теплоносителя.

Режимы с нарушением условий теплоотвода от реакторной установки:

– Неконтролируемый сброс пара из парогенерирующих устройств АС:

- компенсируемые течи в главных паропроводах (отсекаемый/неотсекаемый участок);
- компенсируемые течи в главных паровых коллекторах;
- компенсируемые течи в других трубопроводах обвязки парогенератора, рассмотренные в проекте или в инструкциях по ликвидации аварий энергоблока прототипа;
- отказы в открытом положении паросбросных устройств (предохранительные клапана, устройства сброса пара в конденсатор и атмосферу и т.д.).

Критерием для включения режимов с разрывами в объем моделирования ПМТ БН-800 должно являться отличие в диагностических признаках, требуемых действиях операторов или в последствиях разрыва, от рассмотренных в предыдущем пункте.

– нарушение условий отвода пара от парогенерирующих или паросепарирующих устройств АС:

- отключение турбогенератора;
- ложное закрытие отсекающей или запорной арматуры на главных паропроводах;
- отказы в открытом положении паросбросных устройств (предохранительные клапана, устройства сброса пара в конденсатор и атмосферу и т.д.).

– Нарушение условий подачи питательной воды в парогенерирующие устройства:

- частичная и полная потеря подачи питательной воды:
- частичное и полное отключение насосов питательной воды;
- ложное закрытие запорной или регулирующей арматуры на трубопроводах питательной воды;
- разрывы трубопроводов питательной воды;

Режимы с нарушениями в работе систем локализации аварий РУ:

– Данные режимы реализуются с помощью специфических и типовых отказов.

Режимы с нарушениями в работе вспомогательных систем РУ:

– Система охлаждения бассейна выдержки:

- выход из строя оборудования одной из 3-х петель охлаждения;
- отказ системы надежного водоснабжения и, как следствие, выход из строя всех 3-х петель охлаждения;
- отказ системы электроснабжения и, как следствие, выход из строя всех 3-х петель охлаждения.

– нарушения в работе маслосистем реакторного отделения;

– нарушения в работе систем технической воды и промежуточных контуров охлаждения оборудования реакторного отделения;

– нарушение в работе вентиляционных систем реакторного отделения;

– нарушения в работе других систем реакторного отделения, важных для безопасности, рассмотренные в проектной и эксплуатационной документации энергоблока №4 Белоярской АЭС.

Режимы с нарушениями в работе основных и вспомогательных систем турбогенератора:

– отключение турбогенератора;
– отказ системы возбуждения;
– частичное и полное отключение насосов питательной воды;
– ложное закрытие запорной или регулирующей арматуры на трубопроводах питательной воды;
– разрывы трубопроводов питательной воды;
– потеря вакуума в конденсаторах турбины вследствие:
  - отключения циркнасосов;
  - отключения эжекторов;
  - возникновения неплотностей;
– потеря расхода основного конденсата вследствие:
  - отключения конденсатных насосов;
  - возникновения течи из напорного коллектора КЭН-1,2ст;
  - возникновения течи из всасывающего коллектора КЭН-2ст;
  - отказов запорно-регулирующей арматуры;
– неплотность трубной поверхности подогревателей высокого/низкого давлений, сепараторов пароперегревателей и т.д.;
– потеря пара собственных нужд турбоустановки;
– нарушения в работе систем охлаждения генератора вследствие течи водяного охлаждения;
– нарушения в работе систем охлаждения возбудителя вследствие течи водяного охлаждения;
– нарушения в работе систем техводоснабжения машзала;
– нарушения в работе маслосистем турбоустановки (разрыв напорного коллектора системы смазки ТГ, нарушения в системе смазки, гидроподъема, гидравлического регулирования и т.д.);
– разгрузка турбогенератора по собственным технологическим ограничениям или по командам энергосистемы.

Режимы с нарушениями в работе систем контроля, управления и автоматического регулирования:

– нарушения в работе средств контроля и управления БПУ (отказы аналоговых показывающих приборов, ламп индикации, табло сигнализации и т.д.);

– нарушения в работе средств контроля и управления БПУ (отказ работы/ложная работа ключей, кнопок и других средств дистанционного управления операторов);

– нарушения в работе средств контроля и управления БПУ (отказы компьютеризованных информационных систем энергоблока);

– отказы измерительных каналов;

– отказы срабатывания/ложное срабатывание основных технологических защит и блокировок;

– отказы систем автоматического регулирования.

Режимы с нарушением условий электроснабжения собственных нужд энергоблока и оборудования выдачи мощности:

– обесточивание групп сборок электропитания механизмов, в том числе КИПиА;

– режим «потеря системного и надежного энергоснабжения» (потеря питания собственных нужд) с расхолаживанием реактора через САРХ ВТО;

– обесточивание отдельных секций (группы секций) 6 кВ или 0,4 кВ основного или резервного электропитания механизмов собственных нужд (отказы трансформаторов, короткие замыкания на секциях и т.д.);

– отключение энергоблока от сети с переводом турбогенератора на уровень собственных нужд;

– перерыв электропитания собственных нужд вследствие отказа системы основного электроснабжения и перевода на резервную;

– полное обесточивание энергоблока с потерей основного и резервного источников электроснабжения;

– нарушения в работе систем аварийного электроснабжения:

– отказы дизель-генераторов;

– обесточивание отдельных секций или систем аварийного (бесперебойного) электроснабжения;

– отключение защитами блочного трансформатора;

– отказ или полная разрядка аккумуляторной батареи отдельных систем аварийного (бесперебойного) электроснабжения.

Режимы с нарушениями работы оборудования, связанные с пожарами:

– ПМТ БН-800 должен моделировать только работу систем противопожарной сигнализации и систем пожаротушения, представленных на БПУ;

– ПМТ БН-800 должен позволять имитировать варианты пожаров (возгораний), предусмотренные технической документацией энергоблока с моделированием работы систем противопожарной сигнализации и пожаротушения, имеющихся на БПУ. В перечень моделируемых на ПМТ БН-800 режимов в

обязательном порядке включены следующие виды пожаров, различающиеся по задействованным системам пожаротушения и процедурам тушения:

- пожар в герметичных помещениях реакторного отделения;
- пожар в негерметичной части помещений реакторного отделения (например, в помещениях систем безопасности, БПУ);
- пожар в машзале (маслосистемы, электротехнические устройства и т.д.);
- пожар в электротехнических помещениях, кабельных отсеках, полуэтажах, шахтах;
- пожар в помещениях КИПиА и автоматики.

Режимы проектных аварий:

– уменьшение или перекрытие проходного сечения одной ТВС за счет распухания материалов, попадания примесей теплоносителя или посторонних предметов;

– разуплотнение трубопровода и оборудования 1 контура, не имеющих страховочных кожухов;

– разуплотнение газовой системы 1 контура.

Режимы с ЗПА:

– потеря системного электроснабжения с отказом аварийных систем остановки реактора (срабатывает ПАЗ);

– потеря системного электроснабжения с отказом аварийных систем остановки реактора;

– потеря системного и надежного электроснабжения (аварийная защита срабатывает, САРХ не подключается);

– разгерметизация полным сечением натриевых трубопроводов 1-го контура, не имеющих страховочных кожухов, с отказом локализующей арматуры.

– взаимодействие натрия с водой в боксе парогенератора.

– разгерметизация полным сечением натриевого трубопровода 2-го контура, не имеющего страховочного кожуха.

– полное обесточивание с отказом всех средств воздействия на реактивность.

– разгерметизация основного и страховочного корпусов реактора.

– пожар с поражением систем контроля и энергоснабжения.

8 ПЕРЕЧЕНЬ ИСХОДНЫХ СОСТОЯНИЙ ПМТ БН-800

8.1 ПМТ БН-800 должен иметь набор исходных состояний, необходимых для осуществления моделирования режимов и обеспечивающих быстрый перевод математической модели ПМТ в требуемое состояние энергоблока-прототипа.

8.2 ПМТ БН-800 должен быть поставлен вместе с базовым комплектом исходных состояний. Исходные состояния базового комплекта должны быть защищены от ошибочной перезаписи или повреждения.

8.3 Управление исходными состояниями должно осуществляться в системе управления ПМТ БН-800, реализованной средствами ИС «ENICAD». Система должна иметь возможность создания и сохранения не менее 100 исходных состояний, не включая базовые.

8.4 Перечень базовых исходных состояний ПМТ БН-800:

1. Холодный останов.
2. Горячий останов.
3. МКУ.
4. Мощность 6% (работа на 3-х петлях, готовность ПГ к переводу в паровой режим).
5. Готовность к толчку турбины.
6. Мощность 60% (работа на 3-х петлях).
7. Мощность 67% (работа на 2-х петлях).
8. Мощность 100%.

9 ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

В соответствии с разделом 5.6 СТО 1.1.1.01.004.0680-2006 к точности и достоверности моделирования в ПМТ БН-800 предъявляются нижеперечисленные требования.

До проведения проверки моделирования стационарных состояний поставщиком ПМТ должна быть разработана методика проверки, в которой должно быть указано, как перевести ПМТ в состояние, для которого представлены данные энергоблока-прототипа и приведены перечни сверяемых параметров с допустимыми отклонениями; методика должна быть включена в программу комплексных испытаний.

9.1 Требования к точности и достоверности моделирования стационарных состояний режимов нормальной эксплуатации:

– проверка достоверности моделирования стационарных состояний должна охватывать диапазон работы энергоблока от МКУ до 100% $N_{ном}$ и производиться на трех уровнях мощности; уровень мощности 100% является обязательным, значения промежуточных уровней мощности должны быть выбраны в зависимости от наличия расчетных и фактических данных энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– исходные состояния для проверки параметров стационарных состояний на промежуточных уровнях мощности должны быть получены путем выполнения операций по пуску и набору нагрузки в соответствии с эксплуатационными инструкциями энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– вычисленные в ПМТ БН-800 параметры технологического процесса должны соответствовать параметрам энергоблока №4 Белоярской АЭС в пределах допустимых значений отклонений без учета погрешности измерительных средств энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– некоторые параметры могут колебаться около стационарных значений за счет работы регуляторов; в этом случае для сравнения берутся усредненные значения, а амплитуда колебаний параметров на ПМТ БН-800 не должна превышать амплитуды колебаний параметров энергоблока-прототипа.

С допустимым отклонением 1,0 % от величины измерительного диапазона канала (без учета погрешности измерительного канала) должны соответствовать данным стационарных состояний энергоблока-прототипа следующие основные параметры:

– нейтронная мощность реактора;
– температура натрия в баке реактора;
– температура натрия на входе ГЦН-1,2;
– температура питательной воды на входе в парогенератор.

С допустимым отклонением 2,0 % от величины измерительного диапазона канала (без учета погрешности измерительного канала) должны соответствовать данным стационарных состояний энергоблока-прототипа следующие основные параметры:

– электрическая мощность ТГ;
– расход питательной воды на входе в парогенераторы;
– давление пара в деаэраторе;
– давление острого пара;
– расход основного конденсата на деаэратор;
– температура основного конденсата на деаэратор.

Параметры, которые не вошли в группы достоверности с точностью 1,0 % и 2,0 %, должны соответствовать данным стационарных состояний энергоблока-прототипа с погрешностью до 5 % от величины диапазона измерительного канала без учета погрешности.

9.2 Требование к устойчивости моделирования стационарных состояний режимов нормальной эксплуатации:

При проведении комплексных испытаний ПМТ должна быть выполнена проверка устойчивости моделирования параметров энергоблока в стационарном состоянии. Для этого ПМТ БН-800 устанавливается последовательно в те же стационарные исходные состояния, для которых проверялась достоверность по п. 9.1, и включается в режим моделирования на 60 мин. При этом значения параметров, для которых в п. 9.1 определены допустимые отклонения 1,0 % и 2,0 %, не должны отклоняться за это время от своих начальных значений более чем на 1,0 % и 2,0 % соответственно.

Значения параметров могут колебаться в стационарном состоянии из-за работы автоматических систем регулирования, в этом случае проверяется отклонение среднего значения параметра при условии сохранения амплитуды колебаний на прежнем уровне.

9.3 Требования к точности и достоверности моделирования переходных состояний режимов нормальной эксплуатации:

– при выполнении на ПМТ БН-800 программ пусковых испытаний энергоблока №4 Белоярской АЭС должны выполняться все содержащиеся в этих программах условия их успешного завершения;

– при выполнении на ПМТ БН-800 регламентных плановых опробований оборудования и систем или переходов по оборудованию по инструкциям, программам, бланкам переключений энергоблока №4 Белоярской АЭС должны выполняться все содержащиеся в этих документах условия их успешного завершения;

– при выполнении на ПМТ БН-800 пуско-остановочных операций по эксплуатационной документации энергоблока №4 Белоярской АЭС должны достигаться такие же результаты и состояния, как и на энергоблоке №4 Белоярской АЭС;

– реакция ПМТ БН-800 на выполнение ошибочных действий или невыполнение необходимых операций должна быть аналогична реакции энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– изменения параметров на ПМТ БН-800 при соблюдении условий и пределов нормальной эксплуатации по направлению и тенденции должны соответствовать изменению параметров на энергоблоке №4 Белоярской АЭС в идентичных условиях и не выходить за установленные технологическим регламентом пределы;

– если при выполнении эксплуатационных операций с соблюдением условий и пределов нормальной эксплуатации на энергоблоке №4 Белоярской АЭС происходит срабатывание сигнализации или выполнение автоматических действий, эти же события в идентичных условиях должны происходить на ПМТ БН-800;

– на ПМТ БН-800 не должно происходить срабатывание сигнализации или выполнения автоматических действий, если это не происходит в идентичных условиях на энергоблоке №4 Белоярской АЭС.

9.4 Требования к точности и достоверности моделирования режимов с нарушением нормальной эксплуатации:

– для ликвидации последствий нарушений и аварий в работе оборудования модель ПМТ БН-800 должна обеспечивать выполнение обучаемыми таких же действий, как на энергоблоке-прототипе;

– реакция ПМТ БН-800 на неправильные действия обучаемых или невыполнение необходимых операций должны быть аналогичны реакции энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– изменения параметров на ПМТ БН-800 должны по направлению и тенденции соответствовать данным энергоблока №4 Белоярской АЭС, принятым за основу на базе экспертной оценки фактических или проектных материалов; при использовании в качестве критерия проектных расчетов необходимо учитывать консервативные положения, заложенные в них;

– если на энергоблоке-прототипе происходит срабатывание сигнализации или выполняются автоматические действия, те же самые события должны происходить в идентичных условиях на ПМТ БН-800;

– на ПМТ БН-800 не должно происходить срабатывание сигнализации или выполнение автоматических действий, если это не происходит в идентичных условиях на энергоблоке-прототипе.

9.5 Требование к воспроизводимости моделируемого процесса

Изменение моделируемых аналоговых и дискретных параметров должно быть каждый раз идентично при повторном пуске тренажера из того же самого исходного состояния и при использовании той же самой комбинации управляющих воздействий.

10 ТРЕБОВАНИЯ К ФУНКЦИЯМ УПРАВЛЕНИЯ ПМТ БН-800

10.1 Общие требования

10.1.1 В состав ПМТ БН-800 должна входить интегрированная в рабочие места инструктора (РМИ) и реализованная средствами ИС «ENICAD» система управления тренажёром, обеспечивающая решение следующих задач:

– управление и контроль состояния КТС систем, составляющих ПМТ БН-800;

– возможность формирования сложных учебных сценариев с вводом различных комбинаций отказов, реализации функций местного управления, прямых воздействий и т.д.;

– контроль и оперативное управление ходом занятия;

– возможность записи и сохранения не менее 100 исходных состояний;

– возможность изменять моделируемые параметры путем воздействия на органы управления технологических систем с РМИ;

– возможность детального анализа результатов действий обучаемых;

– на ПМТ БН-800 должны быть установлены средства аудио- и видеозаписи для регистрации действий и переговоров обучаемого персонала Белоярской АЭС.

10.1.2 Система управления тренажёром должна обеспечивать возможность следить за ходом моделируемого технологического режима, задавать исходное состояние модели, удобным способом вводить и снимать моделируемые неисправности (нарушения в работе энергоблока), как единичные, так и множественные, в любых комбинациях и любой временной последовательности до начала занятия (создание сценария тренажёрного занятия) или в его процессе (ручной режим), следить за действиями обучаемых и состоянием ПМТ БН-800.

10.1.3 Управление ПМТ БН-800 должно быть реализовано в виде графического интерфейса, разработанного средствами ИС «ENICAD». Внешний вид и состав интерфейса системы управления ПМТ БН-800 должны быть разработаны и согласованы на стадии разработки технического проекта ПМТ БН-800.

10.1.4 Форматы системы управления ПМТ БН-800 должны удовлетворять следующим требованиям:

– форматы контроля и управления должны представлять схематические изображения всего моделируемого оборудования и систем, на которых должны быть представлены технологические (логические – для логических форматов) связи, точки КИПиА, органы управления, моделируемые отказы, мишени местного управления и т.д.;

– с форматов контроля и управления моделируемого оборудования и систем должен осуществляться ввод отказов, функции местного управления, прямое воздействие на оборудование, контроль состояния оборудования и систем.

10.1.5 С рабочего места инструктора должен быть обеспечен доступ в графическом виде к расчетным схемам модели:

– форматы расчетных схем автоматики должны предоставлять возможность просмотра значений сигналов во всех расчетных точках, а также визуализацию прохождения дискретных сигналов;

– форматы моделей СКУ ТПТС в виде листов GET-планов должны предоставлять возможность просмотра значений сигналов во всех расчетных точках, а также визуализацию прохождения дискретных сигналов;

– форматы расчетных теплогидравлических схем должны обеспечивать просмотр расчётных схем модели ПМТ БН-800 с представлением текущих значений физических параметров (давление, температура, расход и т.д.).

10.1.6 На стадии разработки технического проекта ПМТ БН-800 должен быть разработан перечень операций местного управления с РМИ, включающий в себя все типы технологических переключений, выполняемых на блоке-прототипе (включение-отключение оборудования и т.д.).

10.1.7 В системе управления тренажёром должна быть обеспечена навигация по форматам системы. Интерфейс системы управления ПМТ БН-800 должен быть выполнен средствами ИС «ENICAD» на русском языке.

10.2 Функции управления ПМТ БН-800

– ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ ПМТ БН-800 – функция управления тренажером, осуществляющая включение/отключение моделирующих компьютеров, рабочих станций, контроллеров экранов коллективного пользования;

– ЗАГРУЗКА/ВЫГРУЗКА – функция управления тренажером, осуществляющая загрузку/выгрузку всего ПО, необходимого для функционирования ПМТ БН-800;

– РАБОТА/СТОП – функция управления тренажером, осуществляющая включение/останов процесса моделирования на ПМТ БН-800;

– ЗАПОМИНАНИЕ – функция управления ПМТ БН-800, осуществляющая запоминание текущего состояния ПМТ БН-800 по команде инструктора с возможностью последующей инициализации ПМТ БН-800 в данное состояние как исходное;

– ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ – функция управления ПМТ БН-800, осуществляющая установку ПМТ БН-800 в требуемое исходное состояние;

– ВОЗВРАТ – функция управления тренажером, осуществляющая возврат ПМТ БН-800 по заданию инструктора в промежуточное между текущим и исходным состояние;

– ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ – функция управления ПМТ БН-800, осуществляющая автоматическое воспроизведение процесса моделирования вместе с действиями инструктора и обучаемого персонала БПУ с промежуточного состояния, задаваемого функции ей возврат;

– ВВОД/УДАЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОТКАЗА – функция управления ПМТ БН-800, с помощью которой инструктор осуществляет ввод и удаление (если отказ восстановимый) моделируемых отказов, задает степень их жесткости, время задержки для отказа и другие условия;

– ВВОД/УДАЛЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО (СТАНДАРТНОГО) ОТКАЗА – функция управления ПМТ БН-800, с помощью которой инструктор осуществляет ввод и удаление стандартных отказов, задает степень их жесткости, время задержки для отказа и другие условия;

– МЕСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ – функция управления ПМТ БН-800, позволяющая инструктору выполнять операции с моделируемым оборудованием,

управляемым с местных щитов, или задание параметров на границах моделируемых систем;

– КОНТРОЛЬ ПРЕДЕЛОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ – функция управления ПМТ БН-800, осуществляющая контроль за установленными для ПМТ БН-800 пределами моделирования и извещение инструктора об их превышении;

– УПРАВЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫМ МАСШТАБОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ – функция управления ПМТ БН-800, осуществляющая задание реального, замедленного или ускоренного масштаба времени. ПМТ БН-800 должен предусматривать возможность замедления процесса моделирования для демонстрации быстротекущих режимов, а также возможность ускорения моделирования отдельных медленнотекущих процессов (разогрев оборудования реакторного отделения АС, набор вакуума и т.д.);

– ПРЯМОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ – функция управления ПМТ БН-800, позволяющая инструктору осуществлять прямое воздействие с РМИ на приборы контроля и управления имитатора БПУ с приоритетом над действиями обучаемых;

– РЕГИСТРАЦИЯ ДЕЙСТВИЙ – функция управления ПМТ БН-800, осуществляющая регистрацию действий обучаемых и действий инструктора;

– РЕГИСТРАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ – функция управления ПМТ БН-800, осуществляющая регистрацию изменения всех моделируемых технологических параметров энергоблока;

– РЕГИСТРАЦИЯ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ – функция управления ПМТ БН-800, осуществляющая регистрацию всех событий (дискретных сигналов) от моделируемых систем и оборудования в соответствии с перечнем дискретных сигналов базы данных ПМТ БН-800;

– ТРИГГЕР СОБЫТИЙ – функция управления ПМТ БН-800, осуществляющая задание логических условий ввода/удаления отказов, прямых воздействий инструктора на приборы контроля и управления имитатора БПУ и т.д.;

– ОТКЛЮЧЕНИЕ ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ – функция управления ПМТ БН-800, позволяющая отключать всю звуковую сигнализацию на ПМТ БН-800 с РМИ;

– РАСПЕЧАТКА ИНФОРМАЦИИ – функция ПМТ БН-800, предназначенная для распечатки цифровой, текстовой и графической информации по моделируемому режиму, действиям обучаемых и инструктора. На ПМТ БН-800 также должна реализовываться возможность распечатки бланков и протоколов, как и на энергоблоке-прототипе.

11 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ, ВНЕШНЕМУ ВИДУ И ВЗАИМНОМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ ПАНЕЛЕЙ И ПУЛЬТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПМТ БН-800

– состав и взаимное расположение панелей и пультов управления имитатора БПУ/РПУ в ПМТ БН-800 должны соответствовать составу и взаимному расположению аналогичных панелей и пультов управления БПУ/РПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– фронтальные виды панелей и пультов управления БПУ/РПУ, входящих в состав ПМТ БН-800, должны являться полными копиями фронтальных видов панелей и пультов соответствующих панелей и пультов энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– цвет окраски панелей и пультов БПУ/РПУ ПМТ БН-800 должен быть идентичен цвету окраски панелей и пультов БПУ/РПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– состав, внешний вид и размещение средств контроля и управления на панелях и пультах имитатора БПУ/РПУ ПМТ БН-800 должны соответствовать составу, внешнему виду и размещению средств контроля и управления на панелях и пультах штатного БПУ/РПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– панели и пульты БПУ/РПУ ПМТ БН-800 должны иметь все технологические надписи, табло сигнализации и мнемосхемы, выполненные на аналогичных панелях и пультах энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– на имитаторе БПУ/РПУ ПМТ БН-800 должны быть установлены устройства, обеспечивающие звуковую и световую сигнализацию, используемую на энергоблоке №4 Белоярской АЭС, и должны функционировать имитаторы кнопок и ключей опробования и съема звуковой и световой сигнализации.

12 ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЛЕКСУ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПМТ БН-800

12.1 Комплекс технических средств. Общие требования

12.1.1 Комплекс технических средств (КТС) ПМТ БН-800 должен включать в себя оборудование следующих систем ПМТ БН-800:

– полномасштабный имитатор БПУ/РПУ (включая устройства ввода-вывода для обмена информацией между ВК и имитаторами БПУ и РПУ ПМТ БН-800 (УСО), имитаторы приборов спецсистем и ЭКП);

– вычислительный комплекс СВБУ;

– моделирующий компьютерный комплекс (МКК);

– система управления тренажёром (включая локальную вычислительную сеть);

– имитатор средств оперативной связи персонала БПУ/РПУ;

– система аудио-видео контроля и регистрации действий обучаемых;

– система поддержки обучения на ПМТ БН-800;

– система электропитания ПМТ БН-800.

Предварительная спецификация оборудования ПМТ БН-800 приведена в Приложении Д и должна быть уточнена при разработке материалов технического проекта ПМТ БН-800.

Все оборудование должно быть новым, приобретено или изготовлено специально для использования в ПМТ БН-800.

12.2 Требования к моделирующему компьютерному комплексу

12.2.1 Моделирующий компьютерный комплекс (МКК) должен обеспечивать полную реализацию всех задач специального программного обеспечения по моделированию технологических процессов (включая АСУ ТП) в соответствии с СТО 1.1.1.01.004.0680-2006 и данным ЧТЗ.

12.2.2 МКК должен быть построен на базе стандартных технических решений для персональных компьютеров (на базе процессоров INTEL или AMD). Компьютеры МКК должны поставляться с предустановленными ПО Windows 7 Pro 64-bit Russian и

специальным системным программным обеспечением ИСРТ «InSIDE» (с необходимыми лицензиями) и ИС «ENICAD» (с необходимыми лицензиями).

12.2.3 Архитектура МКК, вычислительная мощность и количество компьютеров в нем должны определяться исходя из условия обеспечения 20% запаса по производительности при решении всех определенных данным ЧТЗ задач специального программного обеспечения ПМТ БН-800.

12.2.4 В соответствии с требованиями ОПБ-88/97 (ПНАЭГ-1-011-97, НП-001-97) все системы ПМТ БН-800 по назначению являются системами нормальной эксплуатации, по влиянию на безопасность классификационное обозначение - 4Н.

12.3 Требования к полномасштабному имитатору БПУ/РПУ

12.3.1 Информация о режиме работы энергоблока должна представляться обучаемым в такой же форме и с такой же размерностью параметров, как и на энергоблоке №4 Белоярской АЭС. В имитаторе БПУ/РПУ ПМТ БН-800 должны быть использованы показывающие приборы, органы управления, средства связи, сигнализации и отображения информации, а также остальные компоненты, идентичные по функциям и внешнему виду, соответствующим приборам и устройствам БПУ/РПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС.

12.3.2 Требования к приборам контроля и управления имитатора БПУ/РПУ ПМТ БН-800:

– приборы контроля и управления, расположенные на имитаторе БПУ/РПУ ПМТ БН-800, должны быть идентичны по внешнему виду и выполняемым функциям аналогичным приборам БПУ/РПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– класс точности приборов имитатора БПУ/РПУ ПМТ БН-800 должен быть аналогичен классу точности приборов БПУ/РПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС;

– шкалы приборов имитатора БПУ/РПУ ПМТ БН-800 должны быть идентичны шкалам приборов БПУ/РПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС (пределы измерения, цена деления и единицы измерения);

– имитатор БПУ/РПУ ПМТ БН-800 должен быть оснащен мониторами информационных систем с клавиатурами управления аналогичными тем, что используются на БПУ/РПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС. Формат, состав и

скорость обновления представляемой на мониторах информации, а также функции управления клавиатур должны соответствовать энергоблоку-прототипу;

– на имитаторе БПУ ПМТ БН-800 должен быть установлен экран коллективного пользования (ЭКП) по внешнему виду и общим размерам аналогичный штатному ЭКП энергоблока №4 Белоярской АЭС и обеспечивающий вывод всех форматов штатного ЭКП базового энергоблока с качеством, достаточным для их считывания оператором БПУ ПМТ БН-800;

– имитатор БПУ/РПУ ПМТ БН-800 должен быть оборудован средствами связи, идентичными по внешнему виду, типу и функциональному назначению средствам громкоговорящей, телефонной и радиосвязи БПУ/РПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС для имитации оперативных переговоров.

12.3.3 Все отклонения внешнего вида имитатора БПУ/РПУ ПМТ БН-800 от реального БПУ/РПУ энергоблока №4 Белоярской АЭС должны быть обоснованы в техническом проекте ПМТ БН-800 и согласованы Белоярской АЭС.

12.3.4 При разработке и реализации имитатора БПУ/РПУ ПМТ БН-800 в части пультов и панелей должно быть обеспечено удобство обслуживания, замены и ремонта элементов индикации и управления и соответствующая пыле- и влагозащищенность во время эксплуатации. Также должна быть обеспечена защита от несанкционированного доступа к внутреннему устройству пультов и панелей.

12.3.5 В состав КТС имитатора БПУ/РПУ должно входить оборудование устройства связи с объектом (УСО). УСО должно обеспечивать:

– передачу аналоговых сигналов от МКК к показывающим приборам полномасштабного имитатора БПУ/РПУ с диапазоном выходного сигнала от 2 до 10 В и от 4 до 20 мА или по цифровому каналу связи RS-485;

– передачу дискретных сигналов от МКК к индикаторам и табло полномасштабного имитатора БПУ/РПУ с напряжением от 0 до 24 В;

– ввод дискретных сигналов с ключей и переключателей полномасштабного имитатора БПУ/РПУ в МКК с уровнями сигнала от 0 до 24 В с подавлением дребезга контактов и подхватом коротких нажатий оператора;

– передачу данных по цифровым каналам связи, таким как RS-485, RS-232, токовая петля к приборам отображения алфавитно-цифровой и текстовой

информации, распложенным на имитаторах БПУ/РПУ и имеющим указанные интерфейсы;

– диагностику подключения и средства быстрого поиска и устранения программных сбоев и аппаратных отказов.

12.3.6 Специальное программное обеспечение управления УСО должно быть разработано в ИС «ENICAD».

12.3.7 УСО должно подключаться к МКК с помощью стандартных аппаратных интерфейсов сети Ethernet или путём установки модулей УСО в шину PCI компьютеров МКК.

12.3.8 Для передачи данных между МКК и УСО должны использоваться стандартные протоколы передачи данных OPC или MODBUS.

12.4 Требования к КТС системы управления ПМТ БН-800 (РМИ)

12.4.1 Система управления ПМТ БН-800 должна быть реализована на основе комплекса технических средств, в который входят:

– специализированная двухмониторная станция инструктора (СИ);
– файловый сервер (ФС);
– архивный сервер;
– оборудование локальной вычислительной сети ПМТ (ЛВС ПМТ).

12.4.2 Станция инструктора строится на основе персонального компьютера, вычислительные мощности и программное обеспечение которого позволяет реализовать все функции управления тренажером. СИ комплектуется не менее чем двумя мониторами с диагональю не менее 20″. СИ должны поставляться с предустановленными ПО Windows 7 Pro 64-bit Russian и специальным системным программным обеспечением ИСРТ «InSIDE» (с необходимыми лицензиями) и ИС «ENICAD» (с необходимыми лицензиями).

12.4.3 Файловый сервер строится на основе персонального компьютера, вычислительные мощности и программное обеспечение которого позволяет реализовать следующие функции:

– развёртывания основного контроллера домена компьютерной сети ПМТ;
– хранения файлов специального ПО (включая моделирующее), конфигурационных файлов, файлов данных, используемых специальным ПО;
– хранения файлов рабочих протоколов;
– ведения библиотеки и работы с УММ системы тренажерного обучения;
– хранения файлов документации и справочной информации.

Файловый сервер должен поставляться с предустановленным системным ПО ОС Windows Server StdRus.

12.4.4 Архивный сервер строится на основе персонального компьютера, вычислительные мощности и программное обеспечение которого позволяет реализовать следующие функции:

– развёртывания резервного контроллера домена компьютерной сети ПМТ;
– создания и хранения резервных копий системного, моделирующего и специального ПО;
– хранения архивов моделирующего ПО;
– хранения архивов документации и справочной информации;
– хранения архивов УММ;
– хранения архивов и протоколов выполнения УТЗ;
– хранения архивов СВБУ.

Архивный сервер должен функционировать под управлением ОС Windows Server StdRus.

12.4.5 Оборудование локальной вычислительной сети КТС ПМТ БН-800 должно обеспечивать надежную передачу всех данных во всех режимах его работы, определенных в СТО 1.1.1.01.004.0680-2006 и данном ЧТЗ, в реальном масштабе времени. ЛВС КТС ПМТ БН-800 должна иметь не менее 20% резерва для возможности модернизации тренажера.

12.4.6 Для управления ПМТ БН-800 должно использоваться не менее четырёх СИ, расположенных компактно в одном помещении рабочих мест инструктора (РМИ)

(по два СИ для каждого из полномасштабных имитаторов БПУ и РПУ). Помещение РМИ должно соответствовать требованиям п. 5.8.2 СТО 1.1.1.01.004.0680-2006.

12.5 Требования к системе аудио- и видеоконтроля и регистрации действий обучаемых

12.5.1 Система в части видеоконтроля должна быть построена на основе цифровых видеокамер, расположенных в помещениях имитаторов БПУ/РПУ. Аудиорегистрация должна осуществляться посредством беспроводных микрофонов с единым центром цифровой записи.

12.5.2 Состав, спецификации и месторасположение оборудования системы аудио- и видеоконтроля и регистрации действий обучаемых должны быть определены в техническом проекте ПМТ БН-800.

12.5.3 Управление устройствами аудио- и видеоконтроля и регистрации должны осуществляться с рабочей станции системы управления аудиовидеоконтроля ПМТ БН-800, располагающейся в помещении инструкторов.

12.5.4 Устройства видеоконтроля и регистрации должны постоянно охватывать всё рабочее поле имитатора БПУ/РПУ. Должна быть предусмотрена возможность увеличения изображения отдельных фрагментов имитатора БПУ/РПУ.

12.5.5 Аудио- и видеорегистрация должна быть синхронизирована по времени с работой полномасштабной математической модели ПМТ БН-800.

12.6 Требования к системе электропитания ПМТ БН-800

12.6.1 В составе технического проекта ПМТ БН-800 должен быть выполнен проект системы электропитания ПМТ БН-800. Система электропитания ПМТ БН-800 должна включать в себя:

- центральный распределительный щит;
- источники бесперебойного питания;
- источники питания полномасштабного имитатора БПУ/РПУ и УСО;
- силовые кабели.

12.6.2 Внешнее питание КТС ПМТ БН-800 должно обеспечиваться от электросети здания ПМТ БН-800 в соответствии с проектом BL2P.B.535.0.1UYH&&.&&&&&.011.DP.0001 «Учебно-тренировочный центр с полномасштабным тренажёром БН-800. Белоярская АЭС. Блок №4». Распределение питания по КТС систем ПМТ БН-800 осуществляется от центрального распределительного щита силовыми кабелями, проложенными под фальшполами. Центральный распределительный щит должен обеспечивать возможность аварийного дистанционного отключения питания при возникновении нештатных ситуаций на оборудовании ПМТ БН-800.

12.6.3 Помещения ПМТ БН-800 должны иметь независимый контур заземления. Сопротивление контура должно быть не более 2,0 Ом.

12.6.4 Для защиты программного обеспечения и КТС систем ПМТ БН-800 от несанкционированного пропадания питания или выхода параметров питающего напряжения за установленные нормы необходимо применять в системе электропитания ПМТ БН-800 источники бесперебойного питания. Тип и мощность ИБП и места установки должны быть определены в техническом проекте ПМТ БН-800. ИБП должны обеспечивать нормальную работу КТС в течении 2 мин после пропадания питания с последующей автоматической выгрузкой ПО тренажера и автоматическим отключением КТС систем ПМТ БН-800.

12.6.5 Питание приборного парка мозаичных элементов имитатора БПУ/РПУ ПМТ БН-800 и элементов УСО необходимо осуществлять от вторичных источников постоянного тока. Источники должны располагаться в отдельной стойке/стойках, либо непосредственно в пультах и панелях имитаторов БПУ/РПУ. Количество, типы и места расположения источников питания должны быть определены в техническом проекте ПМТ БН-800.

12.6.6 Оборудование системы внешнего электропитания тренажёра не входит в объём поставки по Договору. Внутреннее электропитание оборудования систем тренажёра (блоки питания и ИБП) входит в состав систем ПМТ БН-800 в соответствии с конструкторской и проектной документацией.

13 ТРЕБОВАНИЯ К ОБЩЕСИСТЕМНОМУ И СПЕЦИАЛЬНОМУ ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПМТ БН-800

13.1 Программное обеспечение ПМТ БН-800 должно включать в себя общесистемное ПО (операционные системы и их приложения) и специальное программное обеспечение (СПО), включающее специальное системное ПО (ИСРТ «InSIDE» и ИС «ENICAD») и специальное прикладное ПО (моделирующее СПО, СПО РМИ и СПО имитаторов приборов спецсистем, расположенных на имитаторе БПУ/РПУ ПМТ БН-800).

13.2 Требования к общесистемному ПО:

– на компьютерах КТС ПМТ БН-800 должны использоваться операционные системы семейства Microsoft Windows. Количество и тип операционных систем должны быть определены в техническом проекте ПМТ БН-800;

– операционная система для моделирующих серверов МКК должна обеспечивать поддержку работы многозадачных приложений в интерактивном режиме, а именно специального программного обеспечения моделей технологических систем в основном режиме и специального программного обеспечения поддержки разработки – в фоновом режиме;

– операционные системы компьютеров КТС ПМТ БН-800 должны иметь средства управления файловой системой и работой в сети;

– операционные системы файловых и архивных серверов МКК должны обеспечивать возможность развёртывания домена WINDOWS с основными и резервными контроллерами домена;

– операционные системы компьютеров КТС ПМТ БН-800 должны иметь драйверы для всех периферийных устройств, определенных в техническом проекте ПМТ БН-800.

13.3 Требования к программному обеспечению рабочего места инструктора:

– программное обеспечение РМИ должно быть построено на основе современных средств и методов построения информационно-управляющих компьютерных систем;

– программное обеспечение РМИ должно состоять из системного программного обеспечения и специального программного обеспечения, разработанного на базе ИС «ENICAD»;

– пользовательский интерфейс РМИ должен быть реализован исключительно на русском языке.

14 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ

14.1 Общие требования

14.1.1 Порядок организации работ по разработке, изготовлению и поставке ПМТ БН-800 определяется требованиями, изложенными в Договоре, в соответствии с которым изготовление ПМТ БН-800 должно проводиться в три этапа:

– разработка технической документации на ПМТ БН-800, включая ЧТЗ и технический проект на ПМТ БН-800, разработка, тестирование и отладка специального ПО;

– изготовление и испытания оборудования КТС ПМТ БН-800 на площадках поставщика и завода-изготовителя полномасштабного имитатора БПУ/РПУ;

– шеф-монтаж и шеф-наладка оборудования (включая программное обеспечение) ПМТ БН-800 на площадке Белоярской АЭС, проведение приемо-сдаточных испытаний и сдача ПМТ Белоярской АЭС.

14.1.2 Состав работ первого этапа:

– разработка частного технического задания;

– сбор исходных данных и разработка технического проекта ПМТ БН-800;

– закупка и поставка на площадку Поставщика оборудования компьютерного комплекса ПМТ БН-800 (включая МКК, имитаторы рабочих станций СВБУ имитатора БПУ/РПУ, компьютерный комплекс системы управления тренажёром (РМИ), компьютерный комплекс технических средств системы поддержки обучения);

– монтаж и интеграция поставленного оборудования МКК ПМТ БН-800 и РМИ в единый компьютерный комплекс ПМТ БН-800;

– проведение автономных испытаний оборудования интегрированного компьютерного комплекса ПМТ БН-800 с установленным общесистемным ПО;

– разработка и отладка специального прикладного ПО ПМТ БН-800: СПО РМИ, СПО имитаторов приборов спецсистем и моделирующего СПО, включая полномасштабную математическую модель энергоблока-прототипа;

– разработка и согласование с Заказчиком и Покупателем программ комплексных, верификационных и приемо-сдаточных испытаний ПМТ БН-800, а

также утверждение программ верификации и приемо-сдаточных испытаний ПМТ БН-800 техническим директором ОАО «Концерн Росэнергоатом»;

– разработка эксплуатационной документации в объёме компьютерного комплекса ПМТ БН-800;

– разработка комплекта учебно-методических материалов;

– демонтаж, упаковка и доставка оборудования отлаженного компьютерного комплекса ПМТ БН-800, включая отлаженное СПО, на площадку завода-изготовителя полномасштабного имитатора БПУ/РПУ.

14.1.3 Состав работ второго этапа:

– заказ и изготовление КТС полномасштабного имитатора БПУ/РПУ, комплекса устройств ввода-вывода (УСО), оборудования устройств электропитания, имитаторов средств оперативной связи, оборудования системы аудио- и видеонаблюдения и регистрации, разработка эксплуатационной документации в объеме перечисленных систем ПМТ БН-800;

– интеграция на площадке завода-изготовителя КТС полномасштабного имитатора БПУ/РПУ, комплекса устройств ввода-вывода, оборудования системы электропитания, имитаторов средств оперативной связи, оборудования системы аудио- и видеонаблюдения и регистрации;

– проведение автономных испытаний интегрированного комплекса имитатора БПУ/РПУ, УСО, оборудования системы электропитания, имитаторов средств оперативной связи и системы аудио-видео наблюдения и регистрации;

– монтаж компьютерного комплекса ПМТ БН-800, отлаженного на этапе №1, его интеграция с комплексом имитатора БПУ/РПУ, УСО, оборудования системы электропитания, имитаторов средств оперативной связи и системы аудио- и видеонаблюдения и регистрации;

– комплексная наладка ПМТ БН-800 на площадке завода-изготовителя имитатора БПУ/РПУ;

– проведение комплексных испытаний ПМТ БН-800 перед поставкой на площадку Белоярской АЭС;

– демонтаж, упаковка и поставка оборудования ПМТ БН-800 на склад Белоярской АЭС.

14.1.4 Состав работ третьего этапа:

– шеф-монтаж оборудования ПМТ БН-800 в помещениях, принятых под монтаж в соответствии с требованиями СНиП 3.05.07-85;

– шеф-наладка оборудования и ПО ПМТ БН-800 после монтажа;

– проведение верификационных испытаний математической модели ПМТ БН-800;

– проведение приемо-сдаточных испытаний ПМТ БН-800;

14.2 Требования к испытаниям на первом этапе

14.2.1 Автономные испытания на первом этапе должны проводиться после закупки и поставки на площадку Поставщика КТС компьютерного комплекса ПМТ БН-800.

14.2.2 Автономные испытания систем и программного обеспечения ПМТ БН-800 должны проводиться по программе, разработанной и утвержденной Поставщиком и согласованной Белоярской АЭС и Заказчиком, и включать:

– автономные испытания оборудования компьютерного комплекса ПМТ БН-800 (с предустановленным общесистемным ПО), включая МКК, имитаторы рабочих станции СВБУ, имитатор БПУ/РПУ, компьютерный комплекс системы управления тренажёром (РМИ), компьютерный комплекс технических средств системы поддержки обучения;

– автономные испытания установленных на компьютерный комплекс ПМТ БН-800 компонентов специального системного ПО (СПО), в том числе специального моделирующего ПО (полномасштабной модели энергоблока ПМТ БН-800), СПО системы управления – РМИ и СПО имитаторов приборов спецсистем, расположенных на имитаторе БПУ/РПУ ПМТ БН-800.

14.2.3 Результаты автономных испытаний должны оформляться в виде протоколов по каждому виду испытаний. По окончании автономных испытаний Поставщик ПМТ БН-800 составляет итоговый Акт. Итоговый Акт утверждается Поставщиком и согласовывается Белоярской АЭС и Заказчиком. Формы протоколов и итогового акта автономных испытаний определяет Поставщик.

14.3 Требования к испытаниям на втором этапе

14.3.1 Автономные испытания на втором этапе должны проводиться после изготовления КТС полномасштабного имитатора БПУ/РПУ, включая устройства ввода-вывода, оборудование системы электропитания, имитаторов системы оперативной связи, оборудования системы аудио- и видеонаблюдения и регистрации.

14.3.2 Автономные испытания оборудования и программного обеспечения КТС имитатора БПУ/РПУ, включая УСО, оборудования системы электропитания, имитаторов системы оперативной связи, оборудования системы аудио- и видеонаблюдения и регистрации должны проводиться по программе, разработанной и утвержденной Поставщиком и согласованной Заказчиком и Белоярской АЭС, и включать:

– испытания приборов контроля и управления, устанавливаемых на имитаторе БПУ/РПУ;

– испытания компьютерного оборудования, используемого на ПМТ БН-800;

– испытания устройств ввода/вывода, устанавливаемых на ПМТ БН-800;

– испытания устройств электроснабжения ПМТ БН-800;

– испытание устройств имитатора средств оперативной связи;

– автономное тестирование компонентов специального ПО имитатора БПУ/РПУ ПМТ БН-800.

14.3.3 Результаты автономных испытаний составных элементов (систем) ПМТ и его программного обеспечения оформляются в виде протоколов по каждому виду испытаний и согласовываются Белоярской АЭС. По окончании автономных испытаний Поставщик ПМТ БН-800 составляет итоговый акт. Итоговый Акт утверждается Поставщиком и согласовывается Заказчиком и Белоярской АЭС. Формы протоколов и итогового акта автономных испытаний определяет Поставщик.

14.3.4 После проведения указанных в п. 14.3.2 автономных испытаний, доставки, монтажа и наладки на площадке завода-изготовителя имитатора БПУ/РПУ компьютерного комплекса ПМТ БН-800 и его интеграции с оборудованием и программным обеспечением КТС имитатора БПУ/РПУ, включая УСО, оборудования системы электропитания, имитаторов системы оперативной связи, оборудования

системы аудио-, видеонаблюдения и регистрации перед поставкой ПМТ БН-800 на площадку Белоярской АЭС проводятся комплексные испытания ПМТ БН-800.

14.3.5 Комплексные испытания ПМТ БН-800 выполняются Поставщиком по всему спектру моделируемых режимов и реализуемых функций с целью установления соответствия ПМТ ТЗ, выполнения требований нормативных документов, полноты реализации функций и обучающих возможностей ПМТ, установления адекватности протекания процессов на ПМТ экспериментальным и расчетным данным энергоблока-прототипа. Комплексные испытания проводятся по программе, разработанной и утвержденной Поставщиком и согласованной Заказчиком и Белоярской АЭС.

14.3.6 Программа комплексных испытаний должна включать:

– проверку конфигурации и испытания совместного функционирования комплекса технических средств ПМТ БН-800;

– проверку стационарных состояний ПМТ БН-800 в течение 60 минут;

– испытания режимов нормальной эксплуатации, моделируемых на ПМТ БН-800;

– индивидуальные испытания моделируемых отказов;

– испытания режимов с нарушением нормальной эксплуатации и аварий, моделируемых на ПМТ БН-800;

– проверку исходных состояний ПМТ БН-800;

– проверку пределов моделирования ПМТ БН-800;

– испытания функций контроля и управления рабочего места инструктора;

– испытание устройств системы аудио- и видеонаблюдения и регистрации действий обучаемых;

– меры безопасности при проведении испытаний.

14.3.7 Перечень режимов, проверяемых на этапе комплексных испытаний, приведён в Приложении Д.

14.3.8 Комплексные испытания проводятся Поставщиком с привлечением персонала Белоярской АЭС, имеющего практический опыт применения аналитических тренажеров реактора типа БН или опыт работы на БПУ энергоблока № 4 Белоярской АЭС или энергоблоках аналогичного проекта.

14.3.9 Результаты комплексных испытаний оформляются в виде протоколов по каждому виду испытаний и согласовываются Белоярской АЭС. По окончании комплексных испытаний Поставщик составляет итоговый Акт. Акт согласовывается Заказчиком и Белоярской АЭС. Формы протоколов и итогового акта комплексных испытаний определяет Поставщик ПМТ БН-800.

14.4 Требования к испытаниям на третьем этапе

14.4.1 На третьем этапе проводятся верификационные испытания. Верификационные испытания должны проводиться в соответствии с программой верификации, разработанной Поставщиком, согласованной Заказчиком и Белоярской АЭС и утверждённой техническим директором эксплуатирующей организации.

14.4.2 Программа верификационных испытаний полномасштабной математической модели должна содержать:

– перечень верифицируемых режимов;

– условия проведения верификационных испытаний для каждого режима (уровень мощности энергоблока, состояние и параметры основного оборудования, выгорание топлива и т.д.);

– порядок верификации для каждого режима (использование отказов и других функций управления ПМТ БН-800, перечни регистрируемых параметров с указанием способов регистрации и т.д.);

– перечень документации, содержащей реальные и расчетные данные энергоблока №4 Белоярской АЭС, в соответствии с которыми будет производиться верификация модели энергоблока ПМТ БН-800.

14.4.3 Предварительный перечень режимов, которые будут включены в программу верификационных испытаний математической модели при исходной мощности энергоблока 100%:

– срабатывание АЗ реактора («от ключа оператора»);
– отключение петли циркуляции;
– отключение всех ГЦН-1,2;
– возникновение большой течи ПГ;

– обесточивание энергоблока;

– отключение одного из трех работающих ПЭН и не включение резервного;

– отключение одного из двух работающих КЭН-1, (КЭН-2) и не включение резервного;

– проверка нейтронно-физических характеристик активной зоны.

14.4.4 По результатам верификации Поставщик выпускает Отчет. Отчет должен быть согласован Заказчиком, Белоярской АЭС и утвержден техническим директором ОАО «Концерн Росэнергоатом».

14.4.5 Отчет о верификации должен содержать следующие разделы:

–основные сведения о верификации используемых в математической модели расчетных кодов;

– анализ математической модели;

– результаты тестирования и перечень используемых для верификации экспериментальных и расчетных данных;

– сравнительный анализ (сопоставление) моделируемых на ПМТ БН-800 процессов с экспериментальными и проектными данными по энергоблоку №4 Белоярской АЭС;

– анализ соответствия ПМТ БН-800 требованиям нормативных документов;

– заключение о допустимости выявленных расхождений, если таковые были обнаружены.

14.4.6 После верификационных испытаний проводятся приемо-сдаточные испытания ПМТ БН-800. Приемо-сдаточные испытания ПМТ БН-800 проводятся после его установки, монтажа и наладки на площадке Белоярской АЭС. Приемо-сдаточные испытания ПМТ БН-800 выполняются персоналом Белоярской АЭС в присутствии представителей Поставщика ПМТ БН-800.

14.4.7 Приемо-сдаточные испытания ПМТ БН-800 проводятся по программе, разработанной Поставщиком, согласованной с Заказчиком, Белоярской АЭС и утвержденной техническим директором ОАО «Концерн Росэнергоатом».

14.4.8 Программа приемо-сдаточных испытаний ПМТ БН-800 должна включать:

– проверку конфигурации и испытания совместного функционирования комплекса технических средств ПМТ БН-800;

– рассмотрение результатов автономных испытаний составных элементов (систем) и программного обеспечения ПМТ БН-800;

– рассмотрение результатов комплексных испытаний ПМТ БН-800;

– рассмотрение отчета по верификации математической модели ПМТ БН-800;

– испытания моделируемых режимов нормальной эксплуатации в соответствии с перечнем режимов программы приемо-сдаточных испытаний;

– испытания моделируемых режимов с нарушением нормальной эксплуатации и аварий в соответствии с перечнем режимов программы приемо-сдаточных испытаний;

– проверку пределов моделирования ПМТ БН-800;

– испытания функций контроля и управления рабочего места инструктора;

– проверку наличия и состава документации по эксплуатации ПМТ БН-800.

14.4.9 Программа приемо-сдаточных испытаний ПМТ должна включать режимы с наложением нескольких отказов с целью проверки работы взаимодействия математических моделей систем и оборудования в условиях множественных отказов на различных системах и контурах.

По результатам приемо-сдаточных испытаний ПМТ БН-800 комиссия оформляет Акт, к которому должны быть приложены Протоколы испытаний. Акт приемо-сдаточных испытаний утверждается председателем комиссии. Форма акта приведена в приложении Г СТО 1.1.1.01.004.0680 – 2006.

15 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ ДОКУМЕНТАЦИИ, ПОСТАВЛЯЕМОЙ С ПМТ БН-800

15.1 В соответствии с Договором при передаче ПМТ БН-800 Белоярской АЭС Поставщик должен обеспечить наличие следующей документации:

– техническое задание № 59085090.012.015.ТЗ;

– частное техническое задание на ПМТ БН-800;

– технический проект ПМТ БН-800;

– контрольная версия ПО ПМТ БН-800;

– комплект документации по системам и оборудованию энергоблока №4 Белоярской АЭС, на основе которой разработан тренажер и выполнены последующие модификации;

– программа, протоколы испытаний и отчёт по верификации модели ПМТ БН-800;

– программы, протоколы испытаний и акт автономных испытаний;

– программы, протоколы испытаний и акт комплексных испытаний;

– программа приемо-сдаточных испытаний;

– технические описания и руководства по эксплуатации КТС систем ПМТ БН-800;

– техническое описание и руководство по эксплуатации рабочего места инструктора ПМТ БН-800;

– руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию ПМТ БН-800;

– заводская документация на оборудование, входящее в состав ПМТ БН-800, и программное обеспечение, передаваемые организациями-поставщиками оборудования и программного обеспечения ПМТ БН-800;

– формуляр на ПМТ БН-800;

– комплект учебно-методических материалов в соответствии с разделом 16 настоящего ЧТЗ;

– сведения о наличии, количестве или отсутствии цветных и драгоценных металлов в поставляемом оборудовании.

15.2 Перечисленная выше сопроводительная документация на тренажер должна быть выполнена на русском языке и передана Белоярской АЭС в формате

Word и PDF. Утверждённая Поставщиком и согласованная Заказчиком и Белоярской АЭС в установленном порядке документация по проведенным испытаниям поставляется в двух оригинальных экземплярах и на оптическом носителе в формате PDF. Документация на закупленное программное и компьютерное обеспечение, поставленное заводами-изготовителями, должна поставляться в оригинальном формате.

15.3 Контрольная копия программного обеспечения ПМТ БН-800 должна поставляться и передаваться Белоярской АЭС комплектно по двустороннему акту. Контрольная копия передаётся на оптическом носителе, не допускающем внесения изменений.

16 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

1) Останов реактора по алгоритму АЗ (с сохранением работоспособности систем третьего контура)
2) Останов реактора по алгоритму АЗ с подключением САРХ
3) Потеря системного электроснабжения
4) Прекращение подачи воды на все ПГ
5) Отключение турбины с сохранением вакуума в конденсаторе
6) Отключение турбины со срывом вакуума в конденсаторе
7) Разрыв главного парового коллектора
8) Отключение одной из трех работающих петель
9) Отключение более одной петли
10) Отделение турбогенератора от энергосистемы с сохранением вакуума в конденсаторе (снижение нагрузки до уровня собственных нужд)
11) Межконтурная течь промежуточного теплообменника
12) Отключение секции парогенератора по алгоритму «малая течь»
13) Отключение парогенератора по сигналу «большая течь»
14) Отключение оборудования третьего контура
15) Отключение одного из трех работающих ПЭН-1 (ПЭН-2) и невключение резервного
16) Отключение одного из двух работающих КЭН-1 (КЭН-2) и невключение резервного
17) Отключение одного из двух работающих ЦЭН на одном конденсаторе
18) Уменьшение или перекрытие проходного сечения одной ТВС за счет распухания материалов, попадания примесей теплоносителя или посторонних предметов (ПА)
19) Разуплотнение трубопровода и оборудования 1 контура, не имеющих страховочных кожухов (ПА)
20) Разуплотнение газовой системы 1 контура (ПА)
21) Потеря системного электроснабжения с отказом аварийных систем остановки реактора (ЗПА)
22) Потеря системного и надежного электроснабжения (аварийная защита срабатывает, САРХ не подключается) (ЗПА)

23) Разгерметизация полным сечением натриевых трубопроводов 1 контура, не имеющих страховочных кожухов, с отказом локализующей арматуры (ЗПА)

24) Взаимодействие натрия с водой в боксе парогенератора (ЗПА)

25) Разгерметизация полным сечением натриевого трубопровода 2 контура, не имеющего страховочного кожуха (ЗПА)

26) Полное обесточивание с отказом всех средств воздействия на реактивность (ЗПА)

27) Разгерметизация основного и страховочного корпусов реактора (ЗПА)

28) Пожар с поражением систем контроля и энергоснабжения (ЗПА)

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТАЦИИ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПМТ БН-800

1. Задание заводу на изготовление пультов, панелей и комплектацию оборудованием БПУ/РПУ.
2. Актуальный GET-проект.
3. Главная электрическая схема энергоблока и схемы электроснабжения собственных нужд АС, вторичные коммутации элементов главной схемы и собственных нужд, позволяющие получить следующую информацию:
   - связи главной электрической схемы энергоблока с главной электрической схемой всей АС;
   - источники энергоснабжения для всего оборудования энергоблока: силовое питание насосов, вентиляторов, арматуры; электропитание систем управления, регуляторов и т.д.;
   - логика работы всех релейных систем, схем управления электрооборудованием, электрических защит, сигнализации на БПУ по электрической части.
4. Алгоритмы работы защит и блокировок, полные схемы защит и блокировок, полные схемы управления моделируемым оборудованием, не имеющие управления от ТПТС.
5. Полные схемы электронных регуляторов, функциональные схемы авторегулирования моделируемого оборудования, не имеющие управления от ТПТС.
6. Схемы контрольно-измерительных приборов, схемы распределения токового сигнала от датчиков, схемы точек технологического контроля.
7. Технические описания, электрические и логические схемы оборудования.
8. Полный комплект томов Технического проекта энергоблока №4 Белоярской АЭС, а также отдельные тома по анализу аварий ОООБ.
9. Полные комплекты технологических схем по реакторному цеху, турбинному цеху, электрическому цеху, химическому цеху, радиационному контролю, цеху вентиляции и кондиционирования.
10. Полные комплекты инструкций по эксплуатации по перечисленным в п. 9 цехам и отделам, а также по ЦТАИ.

11. Карты уставок защит и блокировок, алгоритмы защит и блокировок, карты уставок сигнализации.
12. База данных СВБУ, форматы рабочих мест операторов и экранов коллективного пользования.
13. Альбом нейтронно-физических характеристик активной зоны.
14. Реальные времена хода запорной и регулирующей арматуры.
15. Документация по основному оборудованию регенеративной системы турбины (СПП, ПНД, ПВД, деаэратор). Чертежи оборудования, теплотехнические характеристики.
16. Документация по системе регулирования турбины и по вспомогательным системам турбины (маслосистема, гидроподьема роторов, валоповорота, температурный контроль, контроль вибраций и осевого сдвига, и т.д.).
17. Документация по питательному агрегату (описания и характеристики насосов)
18. Документация по ГЦН и их вспомогательным системам.
19. Документация по программному обеспечению и оборудованию СУЗ, включая алгоритмы работы, настроечные коэффициенты и т.д.
20. Документация по программному обеспечению и АКНП и аппаратуре внутриреакторного КИП, включая алгоритмы работы, настроечные коэффициенты и т.д.
21. Описания и характеристики всех моделируемых насосов, арматуры, предохранительных клапанов, электрических выключателей, теплообменников.
22. Монтажно-трассировочные чертежи моделируемых технологических систем.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПЕРЕЧЕНЬ МОДЕЛИРУЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Технологические системы реакторного отделения

Код системы	Наименование системы (оборудования)
Технологические системы реакторного отделения	
1. JAC	Реактор и активная зона реактора
2. JAA	Страховочный корпус реактора
3. JAD	Система защиты и контроля страховочного корпуса реактора
4. JDA	Исполнительные механизмы СУЗ
5. JEA	Промежуточный теплообменник
6. JEA, JEB	Система первого контура с главными циркуляционными насосами первого контура
7. JEG	Система защиты корпуса реактора от превышения давления
8. JKA	Внутриреакторный КИП
9. JRA	Внереакторный контроль физической мощности реактора
10. JSA	Внутриреакторный контроль физической мощности реактора
11. JGB	Главные циркуляционные насосы второго контура
12. JGC	Система основных трубопроводов II контура
13. JGF	Система поддержания давления теплоносителя во II контуре
14. JGG	Система автоматической защиты парогенератора (САЗ ПГ)
15. JNB	Система аварийного расхолаживания (САРХ ВТО)
16. JGA, JGK, JGL, JGN	Парогенераторы
17. LFC	Трубопроводы сдувки ПГ по III контуру
18. LFJ	Трубопроводы подачи азота в ПГ
19. JEV	Система маслохозяйства ГЦН-I
20. JGV	Система маслохозяйства ГЦН-II
21. KAA10,20,30	Система промконтура охлаждения потребителей реакторного отделения
22. KAC	Системы охлаждения фильтр-ловушек
23. KBA	Система бакового хозяйства I контура

24.	KBE	Система очистки натрия I контура и натриевой петли спектрометрии
25.	KUA	Система отбора проб натрия I контура
26.	KBB	Система бакового хозяйства II контура
27.	KBB01-09	Система приемки натрия
28.	KBK	Система очистки натрия II контура
29.	FCA	БОС
30.	KAC51-53	Система воздушного охлаждения БОС
31.	FAD	Система охлаждения барабана отработавших сборок (БОС)
32.	FAK	Система охлаждения бассейна выдержки
33.	KPM	Система сдувок и выдержки активного аргона
34.	KRA	Система раздачи выдержанного аргона
35.	KRB	Система раздачи «чистого» аргона
36.	KTE	Система дренажей и сдувок по II контуру
37.	KTK	Система технологических сдувок реакторного отделения
38.	KTM	Система вакуумирования
39.	KUF	Система КГО и спектрометрии по газу
40.	KVA	Система маслохозяйства потребителей реакторного отделения
41.	QEB	Система сжатого воздуха
42.	QJB	Система раздачи азота
43.	QJD	Система приема и выдачи аргона
44.	QJE	Система осушки и очистки аргона

Технологические системы турбинного отделения

1.	LAA10	Деаэратор
2.	LAB, LAC	Система питательной воды
3.	LAD, LCH, LBQ	Система подогревателей высокого давления
4.	LBA	Система острого пара
5.	LBB, LBJ, LCS, LCT	Система сепарации и промперегрева
6.	LBG	Система пара собственных нужд

7.	LBH, LCL	Растопочная система III-го контура
8.	LBW	Система уплотнения турбины
9.	LBZ	Система обогрева фланцев
10.	LCA, LCB	Система основного конденсата
11.	LCC, LCJ, LBS	Система подогревателей низкого давления
12.	LCE	Система впрыска основного конденсата
13.	LCM	Система сбора дренажей
14.	LCN	Система дренажей паропроводов острого пара
15.	LCP	Система основной и аварийной подпитки третьего контура
16.	LCX	Система подачи конденсата на управление клапанами обратными соленоидными на отборах турбины
17.	LDF	Система обезжелезивания и обессоливания турбинного конденсата
18.	MAA, MAC, MAD, MKD	Турбина
19.	MAG	Конденсационная установка
20.	MAJ	Вакуумная система турбины
21.	MAL	Система дренажей турбины
22.	MAM	Система отсоса от уплотнений турбины ЦНД
23.	MAN	Система байпаса турбины
24.	MAX	Система подачи масла в систему гидравлического регулирования турбины
25.	MKF01	Система водяного охлаждения обмотки статора и нажимных колец
26.	MKF50	Система водяного охлаждения ротора и сердечника статора
27.	MAV, MVB, MVJ	Система смазки турбогенератора
28.	MVL	Система гидроподъема роторов и ВПУ
29.	NAA, NAB, NAD, NDA, NDB, NDC	Система сетевой воды и подогревателей сетевой воды
30.	PAC	Циркуляционная система конденсаторов

31. PAS	Подъемные насосы и система вакуумирования циркуляционных трасс конденсаторов
32. PCB	Система технической воды турбинного отделения
33. PCC	Насосная установка системы вспомогательной охлаждающей воды для неответственных потребителей
34. PGB	Система промконтура охлаждения потребителей машзала

Системы вентиляции реакторного и турбинного отделений

1. KLA10	Приточная система вентиляции помещений 1 канала СБ зоны контролируемого доступа (ЗКД)здания реактора
2. KLA13	Приточно-вытяжная система вентиляции помещений САРХ ВТО
3. KLA16	Вытяжная система вентиляции помещений 1 - 3 каналов СБ ЗКД здания реактора
4. KLA17	Вытяжная система вентиляции бассейна выдержки
5. KLA20	Приточная система вентиляции помещений 2 канала СБ ЗКД здания реактора
6. KLA21	Приточная система вентиляции бассейна выдержки
7. KLA23	Приточно-вытяжная система вентиляции помещений САРХ ВТО
8. KLA26	Вытяжная система вентиляции помещений 1 - 3 каналов СБ ЗКД здания реактора
9. KLA27	Вытяжная система вентиляции бассейна выдержки
10. KLA30	Приточная система вентиляции помещений 3 канала СБ ЗКД здания реактора
11. KLA31	Приточная система вентиляции бассейна выдержки
12. KLA33	Приточно-вытяжная система вентиляции помещений САРХ ВТО
13. KLA36	Вытяжная система вентиляции помещений 1 - 3 каналов СБ ЗКД здания реактора
14. KLA37	Вытяжная система вентиляции бассейна выдержки
15. KLD50	Система аварийной вытяжной пожарной вентиляции помещений с натрием II контура

16.	KLR1(2,3)0	Приточная система вентиляции шахты реактора
17.	KLR1(2,3)1	Приточная система вентиляции блока забаковых ионизационных камер
18.	KLR1(2,3)2	Вытяжная система вентиляции шахты реактора
19.	KLR1(2,3)3	Вытяжная система вентиляции блока забаковых ионизационных камер
21	SAA10(20,30)	Система кондиционирования воздуха в помещениях комплекса БПУ
22	SAA11(21,31)	Система обеспечения жизнедеятельности персонала БПУ
23	SAA12(22,32)	Система кондиционирования воздуха в помещении РПУ
24	SAA13(23,33)	Система обеспечения жизнедеятельности персонала РПУ
25	SAA14(24,34)	Приточная система вентиляции помещений СБ 1 - 3 каналов ЗСД здания реактора
26	SAA15,25,35	Вытяжная система вентиляции комплекса помещений БПУ
27	SAA16,26,36	Вытяжная система вентиляции помещений РПУ
28	SAA17,27,37	Вытяжная система вентиляции помещений СБ 1-3 каналов зоны свободного доступа (ЗСД) здания реактора
29	SAA18(28,38)	Вытяжная система вентиляции помещений СБ аккумуляторных батарей 1 - 3 каналов
30	SAA56	Вытяжная система вентиляции помещений аккумуляторных батарей н.э. парогенераторного отделения UJD
31	SAA90	Рециркуляционная система вентиляции помещений СБ 2 канала электротехнической этажерки 1UBR
32	SAB74	Система дымоудаления из коридоров
33	SAB75	Система дымоудаления после газового пожаротушения
34	SAM64	Система подпора воздуха в шахте лифта машинного зала
35	SAM65	Система подпора воздуха в лестничной клетке 1UMA92417, 1UMA96411 машинного зала
36	SAM66	Система подпора воздуха в лестничной клетке 1UMA00476, 1UMA96474 машинного зала
37	SAM71	Система дымоудаления из коридора (2SAM15 112) блока маслоснабжения во время пожара

Электротехническая часть

1.	4BBT01,02	Рабочие трансформаторы С.Н. 24/6,3/6,3кВ
2.	4BCT01,02	Резервные трансформаторы С.Н. 220/6,3/6,3кВ
3.	4BAT10(20,30)	Блочный трансформатор
4.	4MKA10, 4BAC10	Генератор и выключатель 24кВ с разъединителем
5.	4MKV	Система возбуждения генератора
6.	4BBA, 4BBB, 4BBC, 4BBD,	Секции РУСН-6кВ н.э. вводы рабочего и резервного питания, секционные выключатели
7.	4BCA, 4BCB, 4BCC,4BCD	Секции резервного питания РУСН-6кВ н.э. вводы рабочего и резервного питания, секционные выключатели
8.	4BDA, 4BDB	Секции 6кВ надежного питания н.э.
9.	4BMA,B,C,D,G, H	Секции 0,4кВ надежного питания н.э.
10.	4XKA50,..60	Дизель-генератор блочный
11.	4BME, 4BMF	Секции 0,4кВ ДГУ
12.	4BFA, 4BFB, 4BFC, 4BFD, 4BFB, 4BFC, 4BFP, 4BFR, 4BFN. 4BFE, 4BFF,4BFK, 4BFG, 4BFH, 4BFM	Секции 0,4кВ С.Н.
13.	4BGA, 4BGQ	Секции щитов электрообогрева 55В
14.	4BUA, 4BUB	Щит постоянного тока СУЗ
15.	4BMC, 4BMD	Секции 0,4кВ надежного питания н.э.
16.	4BVA, B,C, D	Щит постоянного тока надежного питания н.э.
17.	4BML,M,P	Щит 0,4 электрообогрева 2-ой гр. надежного питания
18.	4BEA, 4BEB, 4BEC,	Секции 6кВ1,2,3 каналов САЭ
19.	4BNN, P, Q	Секции 0,4кВ ДГУ САЭ
20.	4BNA, 4BND, 4BNG, 4BNK, 4BNN,4BNR, 4BNB, 4BNE, 4BNP, 4BNS, 4BNL, 4BNH, 4BNC, 4BNF, 4BNQ, 4BNZ,	Секции 0,4кВ 1,2,3 канала САЭ

	4BNM, 4BNJ	
21.	4BWA-F(6 шт.)	Щиты постоянного тока САЭ
22.	4XKA11 , 21, 31	Дизель-генератор 6кВ САЭ
23.	4XKA12,22,32	Дизель-генератор 0,4кВ САЭ
24.	6/0,4 кВ и 6/0,22 кВ	Трансформаторы С.Н. и вводы питания 6кВ

ПРИЛОЖЕНИЕ В
ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЁМУ МОДЕЛИРОВАНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ

Модель активной зоны ПМТ БН-800 должна обеспечивать расчет нейтронно-физических, теплофизических и теплогидравлических характеристик активной зоны в динамических и стационарных режимах, охватывая весь перечень проектных режимов нормальной эксплуатации, режимов с нарушениями нормальной эксплуатации и аварийных режимов с частичным и полным обнажением активной зоны. Модель должна обеспечивать расчет нейтронно-физических, теплофизических и теплогидравлических характеристик активной зоны для первой топливной загрузки, для текущей загрузки на момент сдачи ПМТ БН-800 и для загрузки, последующей за текущей.

Реактор и активная зона реактора должны моделироваться с помощью трехмерной диффузионной нейтронно-физической программы DYNCO, которая должна входить в состав тренажера и обеспечивать расчет стационарных, переходных и аварийных режимов работы реактора.

В объеме функциональности модели реактора должно осуществляться моделирование в режиме реального времени как нейтронно-физических, так и теплогидравлических процессов в активной зоне.

Блок нейтронно-физического расчета кода DYNCO решает задачу пространственной кинетики реактора в диффузионном приближении, теплогидравлическая модель активной зоны предусматривает вычисление передачи тепла внутри разделенных каналов.

Теплогидравлическая модель реактора и петель первого контура должна рассчитывать пространственно–временное распределение температур топлива и натрия. Это распределение, в свою очередь, должно использоваться для учета обратных связей.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
ОБЪЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. В модели арматуры должны быть представлены и учтены:

- степень открытия арматуры;
- время открытия арматуры (для арматуры, управляемой вручную, используются типовые данные);
- задержка перед началом открытия;
- время закрытия арматуры (для арматуры, управляемой вручную, используются типовые данные);
- задержка перед началом закрытия;
- коэффициент расхода (Kv) при полном открытии;
- коэффициент расхода (Kv) при полном закрытии с возможностью задания минимальной величины протечки;
- для регулирующей арматуры коэффициент расхода (Kv) как функция положения арматуры;
- гидропривод, если он имеется;
- ограничитель вращающего момента (моментная муфта), где он имеется.

2. В модели насоса должны быть представлены и учтены:

- скорость вращения насоса;
- расходно-напорная характеристика, соответствующая данным Изготовителя или результатам испытаний;
- зависимость напора от скорости вращения насоса;
- времена разворота и выбега насоса;
- эффекты кавитации;
- обратный поток;
- мощность на валу в зависимости от расхода;
- повышение энтальпии жидкости;
- КПД двигателя для текущей нагрузки;
- мощность, потребляемая двигателем и ток, включая пусковой ток;

– вращающий момент на валу;
– температура охлаждающей двигатель среды (при наличии точек термоконтроля);
– температуры подшипников двигателя и насоса (при наличии точек термоконтроля);
– температура смазочных материалов (при наличии точек термоконтроля);
– вибрация подшипников (при наличии точек контроля).

3. В модели теплообменника должны быть представлены и учтены:

– масса теплоносителя с пространственным распределением, включающим, если необходимо, уровень жидкости, зависящий от геометрии сосуда;
– пространственное распределение температуры;
– температуру корпуса;
– пространственное распределение давления внутри трубок;
– давление в корпусе;
– гидравлическое сопротивление в зависимости от числа Рейнольдса, температуры и фазового состояния или пара и с возможностью увеличения из-за загрязнения;
– теплопередача с учетом влияния поверхностных пленок, явлений местной конденсации и кипения, с возможностью уменьшения из-за загрязнений среды (коэффициент загрязнения среды задается Инструктором);
– засорение трубок (задается Инструктором);
– течь трубок между первичной и вторичной стороной (как отказ);
– теплоемкость всех компонентов;
– изменение направления любого расхода;
– учет нивелирных составляющих;
– перенос радиоактивности.

4. В модели сосуда должно быть представлены и учтены:

– масса каждой фазы с пространственным распределением, включая уровень жидкости, зависящий от геометрии сосуда;
– масса неконденсирующихся газов;
– температура каждой фазы;

– внутреннее давление;
– температура внутренних компонентов;
– температура корпуса;
– изменение направления любого потока;
– все импульсные и предохранительные клапаны, включая электроснабжение, где имеется электропривод;
– высотные отметки врезок и конструктивных элементов;
– перенос радиоактивности.

5. В модели фильтра должны быть представлены и учтены:

– гидравлическое сопротивление, принимая во внимание степень загрязнения фильтра;
– эффективность фильтрации;
– перенос радиоактивности.

6. В модели дренажа должны быть представлены и учтены:

– противодавление;
– гидравлическое сопротивление;
– учет нивелирных составляющих;
– перенос радиоактивности.

7. В модели воздушника должны быть представлены и учтены:

– противодавление;
– гидравлическое сопротивление;
– учет нивелирных составляющих;
– учет разделения фаз;
– перенос радиоактивности.

8. В модели каждой секции трубопроводов должны быть представлены и учтены:

– гидравлическое сопротивление для прямых секций трубы, принимая во внимание шероховатость поверхности и число Рейнольдса;

– выполнение законов сохранения массы, энергии и импульса;
– учет гидравлических потерь на изгибах, изменениях диаметра трубы, расходомерных шайбах и т.д.;
– учет гидростатического перепада на трубопроводах;
– перенос радиоактивности.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
ДЕТАЛИЗИРОВАННАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ
ПОСТАВКИ ПМТ БН-800 (УТОЧНЯЕТСЯ НА СТАДИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА)

№	Наименование оборудования	Общие требования	Тип, марка,модель, шифр	Единицы измерений	Кол-во
1	2	3	4	5	6
1.1	Имитаторы БПУ/РПУ	**ПК Рабочих станций (РС) БПУ/РПУ:** Системный блок: Intel H81, CPU (2 ядра, 3.4GHz, 3Mb Cache, TDP<55W, встроенная графика, 2 PCI-E), DDR3 2GB 1333MHz, SSD 120GB, DVD-RW/+RW, Корпус для монтажа в стойку 19" 2U глубина 390мм, Б/П 450W; Клавиатура USB, Мышь USB, Трекболл; Win Pro 7 64-bit Russian; Лицензия ИС «ENICAD».	**Рабочая станция СВБУ**: Материнская плата ASUS H81M-PLUS RTL {LGA1150, Intel H81, DDR3, PCI-E, D-Sub, DVI, HDMI, PS/2, mATX}/CPU Intel Pentium G3450 Haswell Refresh BOX {3.4ГГц, 3МБ, Socket1150}/Модуль памяти Kingston DDR3 2GB (PC3-10600) 1333MHz [KVR13N9S6/2]x2)/ Intel SSD 120Gb 530 серия SSDSC2BW120A401 {SATA3.0} / LiteON DVD-RW/+RW iHAS124-14/04, Black / Корпус для монтажа в стойку 19"ProCase EM239-B-0 черный ,2U глубина 390мм, Б/П 450W} / Клавиатура Cherry G84-4400LUBRB USB (белая), Трекболл B-MPIND-XROHS, ф Itac system (черный)/ Мышь Logitech M100/ Электронный ключ защиты интегрированной системы ENICAD /Win Pro 7 64-bit Russian / Лицензия ИС «ENICAD».	шт	15
		Мониторы РС БПУ/РПУ LCD 21", 1600x1200, IPS	Монитор Eizo FlexScan S2133 21.3"(TFT IPS), 1600x1200, LED-подсветка, 420 кд/м2, 1500:1, 6 мс, 178°/178°, USB-концентратор, DVI, DisplayPort, VGA	шт	27

Инв № подл.	Подпись и дата	Взамен инв №	Инв № дубл.	Подпись и дата

		ПК секций СПМ: Системный блок: Intel H87, CPU (2 ядра, 3.6GHz, 3Mb Cache, TDP<55W, встроенная графика, 2 PCI-E), DDR3 4GB 1333MHz, SSD 120GB, DVD-RW/+RW, Корпус для монтажа в стойку 19" 2U глубина 390мм, Б/П 450W; Клавиатура пром. исполнения, Мышь USB; Win Pro 7 64-bit Russian;	**Рабочая станция СВБУ:** Материнская плата ASUS H81M-PLUS RTL {LGA1150, Intel H81, DDR3, PCI-E, D-Sub, DVI, HDMI, PS/2, mATX}/CPU Intel Pentium G3450 Haswell Refresh BOX {3.4ГГц, 3МБ, Socket1150}/Модуль памяти Kingston DDR3 2GB (PC3-10600) 1333MHz [KVR13N9S6/2]x2)/ Intel SSD 120Gb 530 серия SSDSC2BW120A401 {SATA3.0} / LiteON DVD-RW/+RW iHAS124-14/04, Black / Корпус для монтажа в стойку 19"ProCase EM239-B-0 черный ,2U глубина 390мм, Б/П 450W} Клавиатура iKey RDC-5K CYRILLIC/Мышь Logitech M100/Win Pro 7 64-bit Russian	шт.	2
		Мониторы секций СПМ: LCD 23", Touchscreen	Nec MultiSync E232WMT	шт.	2
		Конструктивы элементов БПУ/РПУ, включая мозаичные элементы и приборы	Панели БПУ/РПУ	шт.	27
			Секции СПМ (Конструктив стойки 2200x800x800 со стенками и дверцей)	шт.	2
			Пульты БПУ	шт.	2
			Вставка угловая БПУ	шт.	2
			Рабочая станция двухдисплейная БПУ/РПУ	шт.	10
			Рабочий стол НСБ (Рабочая станция модифицированная БПУ - 3шт. + 2 боковины)	к-т	1
		Контроллеры пультов и панелей имитаторов БПУ/РПУ с управлением по TCP MODBUS на 15000 сигналов	Контроллеры Beckhoff: модуль EK 1100 - 36шт., модуль EL 4004 - 20шт., модуль EL 4008 - 23шт., модуль EL 2809 - 546шт., модуль EL 1809 - 238шт., модуль EL 9410 - 55шт., модуль EL 9011 - 36шт., модуль EL 9189 - 20шт., блок питания 10A - 11шт., блок питания 20A - 17шт., блок питания 30A - 5шт., блок питания 40A - 1шт.	к-т	1
		Монтажный комплект	Монтажный комплект: Набор монтажника Proskit 1PK-9382B; Удлинитель питания 5 метров; Шуруповёрт Makita 6281-DWALE; Калибратор АКИП-2201; Дрель/перфоратор Makita HR 2450; Стремянка; Стриппер; Набор для дрели MAKITA; набор коннекторов RJ-45 со вставками (400 шт.)	к-т	1

Инв № подл.	Подпись и дата	Взамен инв №	Инв № дубл.	Подпись и дата

		Принтер лазерный цветной А3, 30 стр/мин, дуплекс, 1Гб, LAN	Принтер А3 цветной,HP Color LaserJet Enterprise M750dn	шт.	1
		Принтер лазерный ч/б А3, 41 стр./мин, 1200x1200, 512 Мб, GBL, двусторонняя печать	Принтер А3 Ч/б,HP LaserJet Enterprise 700 M712dn	шт.	2
		Принтер лазерный ч/б А4, двусторонняя печать, 40 стр/мин, 1200x1200 dpi, 128 Мб, Ethernet RJ-45, USB	Принтер А4 Ч/б,HP LaserJet P3015DN	шт.	1
1.2	Система бесперебойного питания ПМТ	ИБП 30,0 КВА с двойным преобразованием и автоматическим внутренним байпассом . Мощность не менее 20000 ВА /16000 Вт, количество выходных разъемов: не менее 8, время работы на полную нагрузку: не менеее 4,9 мин, RS-232, Ethernet 10/100, интерфейсы DB-9, Rj-45, SmartSlot, extended runtime.	SUVTP30KH4B4S APC Smart-UPS VT 30KVA 400V w/4 Batt Mod Exp to 4, Int Maint Bypass, Parallel Capable & StartUP	шт.	1
1.3	Устройство связи с объектом (УСО)	Шкаф 19" напольный 42U с 2 дверями	Шкаф 19" напольный Conteg RMF-42-60/80 (2 двери)	к-т	1
		8-портовый KVM-переключатель с ЖК-дисплеем, клавиатурой и комплектом кабелей	Переключатель электронный KVM ATEN CL-5708MR с кабелями	шт.	1
		Коммутатор 24x10/100/1000T, Web-based management, IPV6 management, 802.1X security, Port-based VLANs, Port setting (speed, availability, flow control), IGMP snooping (v1/v2), SNMP v1/v2c/v3, Static multicast group, Spanning Tree, 802.1d/w	Коммутатор Allied Telesyn AT-GS950/24	шт.	7
		ИБП Smart-UPS 2200W, RackMount, 2U	Smart-UPS 2200 RM 2U, USB (SUA2200RMI2U)	шт	1

Инв № подл.	Подпись и дата	Взамен инв №	Инв № дубл.	Подпись и дата

		Кабель UTP cat.5e 4 пары (305 м) NEOMAX	Кабель UTP cat.5e 4 пары (305 м) NEOMAX	шт	8
1.4	Имитаторы приборов спецсистем БПУ/РПУ	Имитаторы приборов спецсистем БПУ/РПУ, поставляемых на блок отдельно от штатного БПУ/РПУ	Блок индикации выносной - 6+1шт., Индикатор БИЦ-98Р - 25+3шт., Индикатор положения ИМ РС - 4+1шт., Индикатор положения ИМ КС - 32+4шт., Индикатор положения ИМ ПАЗ - 6+1шт., Индикатор положения ИМ АЗ - 18+2шт., Индикатор положения ИМ ПИК - 16+2шт., Синхроноскоп Э327 - 1+1шт., Частотомер ISKRA ZQ1207 - 1+1шт., Вольтметр DEIF 2EQ96 36kV/150V - 1+1шт., контроллер MOXA CP-118 (с гальванической развязкой) - 14+1 шт.	к-т	1
1.5	Оборудование рабочих мест ПМТ*	Рабочие столы, кресла, шкафы	Стол рабочий инструктора (длина 2,8м, глубина 0,9м, 2 стойки) - 4шт., стол для принтера - 4шт., кресло - 16шт., шкаф для документации - 3шт.	к-т	1
1.6	Экран коллективного пользования (ЭКП)	6 LCD панелей 1329,4x747,7 мм, разрешение 1366x768, бесшовные (+ рама ЭКП)	**Панель:** Sharp PN-V602A TFT-LCD Собственное разрешение (пикселей) 1366 x 768, Размер по диагонали (дюймов / см) 60 / 152,4, Коэффициент пропорциональности 16:9, Технология задней подсветки LED. Direct array, Яркость (кд/м2) 700, Контрастность 4000:1, Цвета 16,7 млн., Время отклика (от серого к серому, сред.), мс 6, Угол обзора (Г/В) 0 CR >10 176/176	шт	6
1.7	Сервер СВБУ	Системный блок: Intel Z87, CPU (4 ядра, 3.4GHz, up to 3.8GHz, 6Mb Cache, TDP<85W, встроенная графика, 4 PCI-E), Intel Core i5-4670,DDR3 8GB 1333MHz, сетевая карта PCI-E (1000 Мбит/с, Wake-on-LAN), SSD 120GB, HDD 3TB (7200 rpm, 128mb buffer), DVD-RW/+RW, Корпус для монтажа в стойку 19" 3U, Б/П 450W; Электронный ключ защиты интегрированной системы ENICAD; Win Pro 7 64-bit Russian Лицензия ИС «ENICAD»;	**Сервер СВБУ**: Материнская плата EASUS Z87-PRO (V EDITION) RTL S1150, Intel® Z87, ATX, 4xDDR3-3000(OC), Max 32GB, 3xPCI-Ex16, 4xPCI-Ex1, 8xSATA3(RAID 0/1/5/10), Giga Lan, V4/V3.0+HS,8CH, DVI/HDMI/DP/D-SUB,6xUSB3.0 /Intel Core i5-4670 / Модуль памяти Kingston DDR3 DIMM 8GB (PC3-10600) 1333MHz Kit (2 x 4GB) [HX313C9FRK2/8] /сетевая карта Intel EXPI9301CT/ Жесткий диск Intel SSD 120Gb S3500 серия SSDSC2BB120G401 {SATA3.0, MLC, 2.5"} /Жесткий диск 3TB Seagate Constellation ES.3 (ST3000NM0033) {SATA 6.0Gb/s, 7200 rpm, 128mb buffer, 3.5"}/ LiteON DVD-RW/+RW iHAS124-14/04, Black / Корпус для монтажа в стойку 19" AD340-B-0 черный3U, Б/П 450W} /Электронный ключ защиты интегрированной системы ENICAD /Win Pro 7 64-bit Russian/ Лицензия ИС «ENICAD».	шт	1

Инв № подл.	Подпись и дата	Взамен инв №	Инв № дубл.	Подпись и дата

1.8	Графический контроллер ЭКП на 6 мониторов	Системный блок: Intel Z87, CPU (4 ядра, 3.4GHz, up to 3.8GHz, 6Mb Cache, TDP<85W, 4 PCI-E), Intel Core i5-4670, DDR3 8GB 1333MHz, CTSSD 240GB, DVD-RW/+RW, Корпус для монтажа в стойку 19" 3U, Б/П 600W, 6 видеовыходов DisplayPort с комплектом кабелей и переходников HDMI-miniDP; Windows Server 64-bit Russian;	Комплект: Материнская плата EASUS Z87-PRO (V EDITION) RTL S1150, Intel® Z87, ATX, 4xDDR3-3000(OC), Max 32GB, 3xPCI-Ex16, 4xPCI-Ex1, 8xSATA3(RAID 0/1/5/10), Giga Lan, V4/V3.0+HS,8CH, DVI/HDMI/DP/D-SUB,6xUSB3.0 / Процессор Intel Core i5-4670 Haswell {3.4ГГц, 4x256КБ+6MB, EM84T, 1150} (BOX)/ Модуль памяти DDR3 8GB (PC3-12800) 1600MHz Kit (2 x 4GB) / Жесткий диск Intel SSD 120Gb 530 серия SSDSC2BW120A401 {SATA3.0}/ Привод DVD Recorder /Video 3 x ASUS GT610-SL-2GD3-L RTL {2Gb, DDR3, GT610, 64bit, D-SUB, DVI, HDMI, PCI-E} /Корпус для монтажа в стойку 19" черный {3U глубина 558мм, внешн 4x5.25, 1x3.5, внутр 6xHDD, MB 12"x10.5", 600W}/Программное обеспечение Win Pro 7 64-bit Russian ,Клавиатура Logitech K120 EER USB (белая),мышь Logitech Mouse RX250 Optical, (черный) USB+PS/2 + Комплект соединительных кабелей и переходников HDMI-miniDP на 6 LCD панелей	шт	1
1.9	Файловый / Доменный сервер	Системный блок: Intel Z87, CPU (4 ядра, 3.4GHz, up to 3.8GHz, 6Mb Cache, TDP<85W, встроенная графика, 4 PCI-E), DDR3 8GB 1333MHz, сетевая карта PCI-E (1000 Мбит/с, Wake-on-LAN), CTSSD 120GB, HDD 4x3TB (7200 rpm, 128mb buffer, RAID), DVD-RW/+RW, Корпус для монтажа в стойку 19" 3U, Б/П 600W; Windows Server 64-bit Russian	**Файловый сервер**: Материнская плата ASUS Z87-PRO (V EDITION) RTL S1150, Intel® Z87, ATX, 4xDDR3-3000(OC), Max 32GB, 3xPCI-Ex16, 4xPCI-Ex1, 8xSATA3(RAID 0/1/5/10), Giga Lan, V4/V3.0+HS,8CH, DVI/HDMI/DP/D-SUB,6xUSB3.0/ Процессор Intel Core i5 4670K / Модуль памяти Kingston DDR3 DIMM 8GB (PC3-10600) 1333MHz Kit (2 x 4GB) [HX313C9FRK2/8] / Жесткий диск Intel SSD 120Gb S3500 серия SSDSC2BB120G401 {SATA3.0, MLC, 2.5"} /сетевая карта Intel EXPI9301CT/Жесткий диск 4x3TB Seagate Constellation ES.3 (ST3000NM0033) {SATA 6.0Gb/s, 7200 rpm, 128mb buffer, 3.5"}(RAID) / LiteON DVD-RW/+RW iHAS124-14/04, Black / Корпус 19"AD340-B-0 черный 3U, Блок питания 600W ATX / Программное обеспечение Windows Server 64-bit Russian	шт	2

Инв № подл.	Подпись и дата	Взамен инв №	Инв № дубл.	Подпись и дата

1.10	Моделирующий сервер под управлением ИСРТ «InSIDE»	Системный блок: Intel Z87, CPU (4 ядра, 3.5GHz, up to 3.9GHz, 8Mb Cache, TDP<85W, встроенная графика, 4 PCI-E), DDR3 16GB 1600MHz, SSD 120GB, HDD 2TB (7200 rpm, 64mb buffer), сетевая карта PCI-E (1000 Мбит/с, Wake-on-LAN) ,DVD-RW/+RW, Корпус для монтажа в стойку 19" 3U, Б/П 450W; Win Pro 7 64-bit Russian; Лицензия ИСРТ «InSIDE»	**Моделирующий сервер** : Материнская плата ASUS Z87-PRO (V EDITION) RTL S1150, Intel® Z87, ATX, 4xDDR3-3000(OC), Max 32GB, 3xPCI-Ex16, 4xPCI-Ex1, 8xSATA3(RAID 0/1/5/10), Giga Lan, V4/V3.0+HS,8CH, DVI/HDMI/DP/D-SUB,6xUSB3.0 / Процессор CPU Intel Core i7-4771 Haswell BOX {3.5ГГц, 4x256КБ+8MB, Socket1150} / Модуль памяти Kingston DDR3 DIMM 16GB (PC3-12800) 1600MHz Kit (2 x 8GB) KHX16C9T3K2/16X HyperX CL9 XMP Beast Series/ Жесткий диск Intel SSD 120Gb S3500 серия SSDSC2BB120G401 {SATA3.0, MLC, 2.5"} / Жесткий диск 2TB Seagate Barracuda (ST2000DM001) {SATA 6 Гбит/с, 7200 rpm, 64mb buffer} / LiteON DVD-RW/+RW iHAS124-14/04, Black /сетевая карта Intel EXPI9301CT/Корпус 19"AD340-B-0 черный 3U, Блок питания 450W ATX /Программное обеспечение Windows Pro 7 64-bit Russian/ Лицензия ИСРТ «InSIDE»	шт	2
1.11	Моделирующий сервер под управлением ИС ENICAD	Системный блок: Intel Z87, CPU (4 ядра, 3.5GHz, up to 3.9GHz, 8Mb Cache, TDP<85W, встроенная графика, 4 PCI-E), DDR3 8GB 1866MHz, SSD 120GB, HDD 2TB (7200 rpm, 64mb buffer), сетевая карта PCI-E (1000 Мбит/с, Wake-on-LAN) ,DVD-RW/+RW, Корпус для монтажа в стойку 19" 3U, Б/П 450W; Электронный ключ защиты интегрированной системы ENICAD; Win Pro 7 64-bit Russian; Лицензия ИС «ENICAD».	**Моделирующий сервер** : Материнская плата ASUS Z87-PRO (V EDITION) RTL S1150, Intel® Z87, ATX, 4xDDR3-3000(OC), Max 32GB, 3xPCI-Ex16, 4xPCI-Ex1, 8xSATA3(RAID 0/1/5/10), Giga Lan, V4/V3.0+HS,8CH, DVI/HDMI/DP/D-SUB,6xUSB3.0 /CPU Intel Core i7-4771 Haswell BOX {3.5ГГц, 4x256КБ+8MB, Socket1150} / Модуль памяти Kingston DDR3 4GB (PC3-15000) 1866MHz Kit [KHX18C9T3K2/8X] HyperX CL9 XMP Beast Series x 2шт. / Жесткий диск Intel SSD 120Gb S3500 серия SSDSC2BB120G401 {SATA3.0, MLC, 2.5"} / Жесткий диск 2TB Seagate Barracuda (ST2000DM001) {SATA 6 Гбит/с, 7200 rpm, 64mb buffer} / LiteON DVD-RW/+RW iHAS124-14/04, Black /сетевая карта Intel EXPI9301CT/Корпус 19"AD340-B-0 черный 3U, Блок питания 450W ATX / Электронный ключ защиты интегрированной системы ENICAD / Программное обеспечение Windows Pro 7 64-bit Russian/ Лицензия ИС «ENICAD».	шт	1

Инв № подл.	Подпись и дата	Взамен инв №	Инв № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

1.12	Рабочая станция Инструктора (БПУ/РПУ)	Системный блок: Intel H97, CPU (4 ядра, 3.5GHz, up to 3.9GHz, 8Mb Cache, TDP<85W, встроенная графика, 4 PCI-E), DDR3 8GB 1333MHz, SSD 120GB, HDD 2TB (7200 rpm, 64mb buffer), сетевая карта PCI-E (1000 Мбит/с, Wake-on-LAN) , DVD-RW/+RW, Корпус для монтажа в стойку 19" 2U глубина 390мм, Б/П 450W; Клавиатура USB, Мышь USB+PS/2; Электронный ключ защиты интегрированной системы ENICAD; Win Pro 7 64-bit Russian; Win Office Pro; Лицензия ИС «ENICAD»;	**Станция инструктора:** Материнская плата ASUS H97M-E RTL {LGA1150, H97, DDR3, PCI-E, SATAIII, DVI, D-Sub, HDMI, mATX (uATX)}/CPU Intel Core i5-4670 Haswell BOX {3.4ГГц, 4x256КБ+6MB, Socket1150} / Модуль памяти Kingston DDR3 DIMM 8GB (PC3-10600) 1333MHz Kit (2 x 4GB) [HX313C9FRK2/8] / Жесткий диск Intel SSD 120Gb S3500 серия SSDSC2BB120G401 {SATA3.0, MLC, 2.5"} /Жесткий диск 2TB Seagate Barracuda (ST2000DM001) {SATA 6 Гбит/с, 7200 rpm, 64mb buffer} /сетевая карта Intel EXPI9301CT/ LiteON DVD-RW/+RW iHAS124-14/04, Black / Корпус для монтажа в стойку 19"ProCase EM239-B-0 черный,2U глубина 390мм, Б/П 450W} / Клавиатура Logitech K120 EER USB/Мышь Logitech Mouse RX250 Optical, (черный) USB+PS/2/Электронный ключ защиты интегрированной системы ENICAD /Win Pro 7 64-bit Russian/Win Office Pro 2010/Лицензия ИС «ENICAD».	шт	4
1.13	Мониторы инструкторских станций	Монитор LCD 21", 1600x1200, IPS	Монитор Eizo FlexScan S2133 21.3"(TFT IPS), 1600x1200, LED-подсветка, 420 кд/м2, 1500:1, 6 мс, 178°/178°, USB-концентратор, DVI, DisplayPort, VGA	к-т	8
1.14	Система оперативной, громкоговорящей связи, оповещения и радиосвязи	Телефонная станция, абонентские устройства связи	Сервер для установки Avaya CM, AES, ACR	шт.	1
			Eurolan шкаф Racknet 800*800*42U (включая патч-панели, розетки, заземление)	шт.	1
			INFORM DSPMP 1110-000 On-line Источник бесперебойного питания (1-1, 5 ч. Работы)	шт.	1
			Управляющий медиасервер S8300D	шт.	1
			Медиа-шлюз G450 MP160	шт.	1
			Модуль MM711 8 универсальных портов (analog/CO)	шт.	1
			Модуль MM710 1 поток E1	шт.	1
			Экземпляр ПО абонентской емкости (за 1 унив порт)	шт.	24
			Модуль расширения 32клавишный к аппарату 1616	шт.	10

Инв № подл.	Подпись и дата	Взамен инв №	Инв № дубл.	Подпись и дата

				IP-телефон 1616, встр. коммутатор, поддержка модуля 32клав	шт.	10
				IP-телефон 9611G	шт.	5
				Приставка 12клавишная к IP телефонам 9608/11/41	шт.	5
				Аналоговый телефонный аппарат Gigaset DA610	шт.	2
				Пульт ПУ СГС-22-МЕ, диспетчерский пульт Industronic 16 DT 103, пульт управления радиостанцией Zetron 390	к-т	7
				MR-10T: рупорный громкоговоритель, 10 Вт, корпус пластик ABS, кабельный ввод, многожильный кабель, 100V	шт.	3
1.15	Система аудио-контроля и видеонаблюдения ПМТ			**Система видеонаблюдения:** 1/2.8" (Progressive Scan “Exmor” CMOS) ЦВТ/ЧБ (Day/Night) Телекамера IPELA цифровая DSP, WDR; сетевая H.264/MPEG- 4/JPEG (несколько потоков одновременно); 3M Pixel, от 1920x1440 до 320x192 эл., 0.7/0.45лк (F1.3, 50IRE); сменный варио- объектив 2.8-6мм с АРД (DD) и автоматической фокусировкой (EasyFocus); BLC, ES (1/10000), SlowShutter; ATW/ATW- PRO/MWB; встроенный детектор движения; Ethernet 10T/100TX (до 5 пользователей), FullHD 1080p; ALARM вход/выход, видеовыход (сервисный); PoE; декоративный корпус полусфера "Dome" (diam. 140x118мм), прозрачный колпак, потолочный/настенный (накладной) монтаж	шт.	5
				Система видеонаблюдения: 1/2.8" (Exmor CMOS) ЦВТ//Ч/Б (Day/Night) Телекамера IPELA цифровая DSP, WDR, сетевая полноприводная, купольного типа, H.264/MPEG-4/JPEG (два потока одновременно); 3.27M Pixel, от 1920x1080 до 320x192 эл., 1.7/0.07лк (F1.6, 50IRE); встроенный объектив ZOOM 20-x (4.7-94мм, F1.6) с автофокусировкой; BLC, ES, SlowShutter; ATW/AWB/MWB; PT 340°/105°, 300°/c; PP(256); Ethernet 10T/100TX (до 5 пользователей), FullHD 1080p (H264, 30 fps); аналитика DEPA (Intelligent Motion Detection), ALARM входы(2)/выход(1); дуплекс аудио (Mic Input, Line Output);	шт.	3
				Коммутатор ЛВС 1 Гб/с 24-портовый с функцией POE+	шт.	1

Инв № подл.	Подпись и дата	Взамен инв №	Инв № дубл.	Подпись и дата

			TRASSIR Optima 12 Каналов — 960x576 (960H) 25 Fps на экран\6 fps запись на канал, Видео+Аудио, два потока на запись и в сеть для аудиозаписи	шт.	1
			По Trassir для IP-камеры	шт.	8
			Радиопередатчик UHF для микрофонов серии: YP-M5300/5310, WH-4000A/H. 64 канала, 1 батарейка AA, индикация заряда батареи, возможность работы с зарядным устройством WB-5000	шт.	7
			Ненаправленный петличный микрофон для работы с трансмиттером	шт.	8
			UHF радио-тюнер, PLL-синтезатор, двойной супергетеродин, дисплей, антенный вых. 64 каналов	шт.	4
			Крепежные элементы 19"/1U для 2-х WT-4820	шт.	2
			Видеосервер на базе ПК Intel I7-19"AD340-B-0 +ПО Trassir Server 3.2.4087	шт.	1
			ПК клиент на базе процессора Intel I3-19"AD340-B-0 +ПО Trassir Client 3.2.4087	шт.	1
			WTU-4800 C07, Модуль UHF тюнера, 830-870 МГц, 16 каналов	шт.	7
			Модульный цифровой матричный (8x8) микшер с DSP-процессором	шт.	1
			Двухканальный микрофонный линейный входной модуль	шт.	4
			Двухканальный линейный выходной модуль	шт.	3
			Комплект монтажный	к-т	1
			Источник бесперебойного питания 1500 ВА	шт.	1
			ЖК-монитор Samsung 24.0 S24A850DW	шт.	2
				к-т	1
1.16	ЗИП	ЗИП имитаторов БПУ/РПУ по ПК	Материнская плата ASUS H81M-PLUS RTL	шт.	2
			Модуль памяти Kingston DDR3 2GB (PC3-10600) 1333MHz [KVR13N9S6/2]	шт.	4
			Жесткий диск Intel SSD 120Gb 530 серия SSDSC2BW120A401 {SATA3.0}	шт.	3

Инв № подл.	Подпись и дата	Взамен инв №	Инв № дубл.	Подпись и дата

			Процессор Intel Core i7 4771	шт.	1
			Процессор Intel Core i5 4670	шт.	1
			Процессор CPU Intel Pentium G3450 Haswell Refresh BOX {3.4ГГц, 3МБ, Socket1150}	шт.	2
			LiteON DVD-RW/+RW iHAS124-14/04, Black	шт.	2
			Блок питания 450W ATX	шт.	3
			Видеокарта ASUS GT610-SL-2GD3-L RTL{2Gb, DDR3, GT610, 64bit}	шт.	1
			Коммутатор Allied Telesyn AT-GS950/24	шт	2
			Трекбол B-MPIND-XROHS, ф Itac system (черный)	шт.	1
			Клавиатура Logitech K120 EER USB (белая)	шт.	1
			Клавиатура Cherry G84-4400LUBRB USB (белая)	шт.	1
			Мышь Logitech Mouse RX250 Optical, (черный) USB+PS/2	шт.	1
			Монитор Eizo FlexScan S2133 21.3"(TFT IPS), 1600x1200, LED-подсветка, 420 кд/м2, 1500:1, 6 мс, 178°/178°, USB-концентратор, DVI, DisplayPort, VGA	шт.	5
		ЗИП имитаторов БПУ/РПУ (модули WAGO без приборов)	модуль EK 1100	шт.	2
			модуль EL 4004	шт.	1
			модуль EL 4008	шт.	2
			модуль EL 2809	шт.	28
			модуль EL 1809	шт.	14
			модуль EL 9410	шт.	3
			модуль EL 9011	шт.	2
			модуль EL 9189	шт.	2
			Комплект источников питания: 10А - 2шт., 20А - 2шт., 30А - 1шт., 10А - 1шт.	к-т	1

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов				Всего листов в документе	Номер извещения	Подпись	Дата
	Измененных	Замененных	Новых	Изъятых				

СОСТАВИЛИ

Наименование организации	Должность исполнителя	Фамилия, имя, отчество	Подпись	Дата
АО «ВНИИАЭС»	Главный специалист	Паппе И.А.		
АО «ВНИИАЭС»	Главный специалист	Осадчий М.А.		
АО «ВНИИАЭС»	Главный специалист	Лычаков С.Л.		
АО «ВНИИАЭС»	Главный специалист	Морозов А.В.		

СОГЛАСОВАНО

Наименование организации	**Должность исполнителя**	**Фамилия, имя, отчество**	**Подпись**	**Дата**
АО «ВНИИАЭС»	Руководитель департамента 225	Чернаков В.А.		
	Заместитель руководителя департамента	Молев А.П.		
Белоярская АЭС	Первый ЗГИЭ	Потапов О.А.		
	Начальник РЦ-3	Росляков М.В.		
	Начальник ТЦ-3	Драчков В.Н.		
	Начальник ЦТАИ	Логинов В.П.		
	Начальник ЭЦ	Курочкин А.Н.		
	Начальник УТП	Скрябина Л.А.		
	Заместитель начальника УТП	Химчак Д.М.		
	Начальник ОПОП УТП	Кручинин В.В.		
	Начальник ОЭТСО УТП	Бугаев Н.А.		