

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ТРЕНАЖЕР ЭБ №4 БАЭС

Технические требования

(На 101 листах)

2012

	Аналитический тренажер ЭБ №4 БАЭС. Технические требования.	25.02.2012
--	---	------------

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ТРЕНАЖЕР ЭБ №4 БАЭС

Технические требования

Продолжение титульного листа

ЭБ№4 БАЭС

Аналитический тренажер

Технические требования

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	6
1.1.	Полное наименование разработки	6
1.2.	Нормативные ссылки.....	6
1.3.	Термины, определения и сокращения.....	7
2.	НАЗНАЧЕНИЕ, ЦЕЛЬ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АТ	11
2.1.	Цели разработки и назначение аналитического тренажера.....	11
2.2.	Исходные данные	12
3.	Обоснование и подходы для моделирования	13
4	ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К АТ	15
4.1	Общие требования.....	15
4.2	Требования к техническим средствам АТ	16
4.3	Требования к математическим моделям АТ.....	23
4.4	Требования к информационному обеспечению	26
4.5	Требования к интерфейсу с внешними системами АЭС.....	26
5	ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ АТ	28
5.1	Общие требования.....	28
5.2	Требования к операционной системе.....	29
5.3	Требования к программному обеспечению управляющей системы	30
5.4	Требования к прикладному программному обеспечению	31
5.5	Требования к программному обеспечению инструкторской станции	32
5.6	Требования к программному обеспечению систем отображения информации.....	32
5.7	Требования к базе данных проекта	32
5.8	Требования к САПР проекта	33
5.9	Требования к поставке программного обеспечения.....	33
6	Требования к моделированию процессов и систем энергоблока	34
6.1	Требования к пределам моделирования	34
6.2	Требования к объемам моделирования.....	35
6.3	Требования к математическим моделям.....	36
6.4	Требования к моделированию режимов работы энергоблока.....	49
6.5	Требования к исходным состояниям тренажера	50
6.6	Требования к точности и достоверности моделирования.....	51
6.7	Моделирование отказов	54
7	ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ.....	56
7.1	Этап предпроектных работ.....	56
7.2	Этап технического проекта.....	56
7.3	Этап закупки оборудования и комплектующих	56
7.4	Этап рабочего проекта.....	56
7.5	Этап пуско-наладочных работ	57
7.6	Этап приемо-сдаточных испытаний	57
7.7	Этап гарантийного сопровождения	57
8	ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ПРЕДСТАВЛЯЕМОЙ ПО ОКОНЧАНИЮ РАБОТ.....	58
9	ПОРЯДОК ПРИЕМКИ ТРЕНАЖЕРА.....	60
9.1	Процедуры тестирования, комплексной отладки и приемки тренажера.....	60

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

9.2	Приемка тренажера	63
9.3	Гарантии.....	64
	Приложение 1. Перечень исходных состояний	65
	Приложение 2. Перечень моделируемых технологических систем.....	66
	Приложение 3. Перечень системных отказов, вызывающих переходные и аварийные режимы работы блока.....	70
	Приложение 4. Перечень стандартных (компонентных) отказов.....	72
	Приложение 5. Перечень моделируемых режимов энергоблока.....	77
	Приложение 6. Предварительная спецификация технических средств аналитического тренажера энергоблока №4 БАЭС	81
	Приложение 7. Требования к Программе обеспечения качества при разработке тренажера94	94
П8.1	Общие положения	94

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Полное наименование разработки

Аналитический тренажер энергоблока №4 БАЭС.

Условное обозначение – АТ БАЭС №4.

1.2. Нормативные ссылки

В настоящих требованиях использованы положения следующих нормативных документов:

- ПНАЭ Г-5-40-97 «Требования к полномасштабным тренажерам для подготовки операторов блочного пункта управления атомной станции»
- Стандарт организации. СТО 1.1.1.01.004.0680 – 2006 «Технические средства обучения»
- МАГАТЭ-ТЕХДОК-546 «Общие подходы к моделированию для учебного тренажера атомных электростанций. Сводный отчет согласованной программы исследований, организованной международным агентством по атомной энергии»
- МАГАТЭ-ТЕХДОК-685 «Тренажер для обучения персонала атомных электростанций. Отчет, подготовленный международной рабочей группой по системам контроля и управления атомных электростанций»
- МАГАТЭ-ТЕХДОК-995 «Выбор, описание, проектирование и применение различных типов учебных тренажеров атомных электростанций. Отчет, подготовленный международной рабочей группой по системам контроля и управления атомных электростанций»
- НП-001-97 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97)»
- Организация работы с персоналом на атомных станциях, утвержденный приказом Росатома от 15.02.2006 № 60
- ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации»
- СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
- СНиП 23-05-95 «Оценка освещения рабочих мест»

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- 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 Ростехнадзора на право ведения технологического процесса на атомных станциях»
- 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. Термины, определения и сокращения

Аналитический (мультифункциональный) тренажер: АТ Программно-технический моделирующий комплекс, предназначенный для подготовки и поддержания квалификации оперативного персонала блочного щита управления АЭС с использованием полномасштабной математической модели энергоблока, функционирующей в реальном масштабе времени.

Возврат: Возвращение тренажера в одно из предыдущих промежуточных состояний, которые были сохранены в пределах текущего упражнения.

Воспроизведение: Повторение моделирования из любого промежуточного состояния путем считывания запомненных при первом моделировании действий инструктора и оператора. Новые действия каждого из них во время повторного воспроизведения блокируются.

Вычисленное значение: Физический параметр, рассчитанный в математической модели на тренажере.

Запись мгновенного состояния: Сохранение текущего состояния модели в любой выбранный момент времени по команде с Инструкторской Станции. Сохраненное состояние становится временным промежуточным состоянием и может быть выбрано для начала моделирования из данной точки.

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

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Комплексные испытания аналитического тренажера: Процедура испытаний технических средств, математического и программного обеспечения АТ как единого программно-технического комплекса, по всему спектру моделируемых режимов и реализуемых функций с целью установления соответствия АТ техническому заданию, выполнения действующих нормативных документов, полноты реализации функций и обучающих возможностей АТ, установления адекватности протекания процессов в АТ экспериментальным и расчетным данным энергоблока-прототипа.

Местный щит (пульт) управления МЩУ: Щиты (пульта) контроля и управления отдельными технологическими системами АЭС, расположенные за пределами блочного щита управления.

Модель: Компьютерная программа, моделирующая компонент, оборудование, систему, физический или логический процесс.

Модернизация аналитического тренажера: Изменение конфигурации оборудования, входящего в состав АТ (компьютерный комплекс), и/или модификация программного обеспечения (операционная система, прикладное программное обеспечение, системное программное обеспечение и т.д.).

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

Неоперативный контур блочного щита управления БПУ: Панели и пульта неоперативного управления, расположенные вне зоны постоянного контроля с рабочих мест оператора БПУ (вне зоны прямой видимости).

Объем моделирования АТ: Состав технологических систем и моделируемого оборудования АЭС, заложенный в модель энергоблока, средств управления и контроля, а также отказов моделируемого оборудования и функций местного управления, реализуемых в тренажере.

Оперативный контур БПУ: Панели и пульта оперативного управления, расположенные в зоне постоянного контроля с рабочих мест операторов БПУ (в зоне прямой видимости).

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

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Останов: Состояние, при котором моделирование на тренажере приостанавливается, и все значения параметров остаются неизменными.

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

Отказ (на АЭС): Состояние отклонения от нормального режима эксплуатации станции вследствие заданной неисправности элемента или оборудования.

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

Полномасштабный тренажер: Программно-технический моделирующий комплекс, предназначенный для профессионального обучения оперативного персонала БПУ АЭС с использованием полномасштабной действующей 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 АЭС.

Пределы моделирования: Граничные условия состояний энергоблока или его характерные параметры, до достижения которых поведение моделируемых систем следует условиям работы систем энергоблока-прототипа.

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

Проектные пределы: Пределы, установленные в Техническом проекте для технологических систем энергоблока.

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

Реальное время: Моделирование динамических процессов в таком же временном темпе, как и реальные процессы на блоке-прототипе.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Стимуляция: Воспроизведение системы или подсистемы блока-прототипа, используя штатное компьютерное оборудование и программное обеспечение, установленное на блоке-прототипе способом подключения к тренажеру.

Симуляция: Воспроизведение системы или подсистемы блока-прототипа путем их моделирования в операционной среде и на вычислительной технике тренажера. Функционирование моделируемых систем и точность воспроизведения должны осуществляться в определенных пределах, соответствующих проектным и эксплуатационным данным.

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

Технические средства обучения: Комплекс средств, предназначенных для использования в учебном процессе для достижения учебных целей.

Шаг расчета по времени: Минимальный промежуток времени, через который тренажер обновляет значения рассчитанных в модели параметров.

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

Эмуляция: Воспроизведение системы или подсистемы блока-прототипа посредством внедрения оригинального программного обеспечения системы блока в операционную среду тренажера.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

2. НАЗНАЧЕНИЕ, ЦЕЛЬ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АТ

2.1. Цели разработки и назначение аналитического тренажера

Основными областями применения являются:

- подготовка персонала АЭС;
- изучение проблем безопасной эксплуатации атомных энергоустановок;
- опробование новых технических решений (изменение параметров, защит, блокировок и т.п.);
- проверка модернизированных версий математической модели энергоблока, реализованной на полномасштабном тренажере;
- подготовка материалов для связи с общественностью.

Аналитический тренажер обеспечивает решение следующих задач:

- изучение устройства и работы оборудования АЭС;
- обучение принципам управления технологическими системами при нормальной и аварийной эксплуатации энергоблока;
- изучение протекания физических и технологических процессов на энергоблоке;
- анализ последствий отказов оборудования;
- верификация инструкций для персонала;
- отработка правильных действий при эксплуатации оборудования;
- получение справочной информации.

Основной целью разработки и последующей эксплуатации АТ является повышение безопасности и экономической эффективности эксплуатации ЭБ №4 БАЭС, за счет совершенствования профессиональной подготовки оперативного персонала.

Соответствие поведения тренажера энергоблоку-прототипу должно обеспечиваться за счет применения физико-математических моделей соответствующей точности.

АТ должен соответствовать системам и оборудованию энергоблока-прототипа и обеспечивать моделирование в реальном масштабе времени всех режимов эксплуатации ЭБ№4 БАЭС (режимов нормальной эксплуатации, переходных режимов, нарушений нормальной эксплуатации, проектных аварийных режимов и запроектных аварий до границ моделирования).

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Для исключения получения обучаемым оператором ошибочной информации должна быть предусмотрена автоматическая остановка моделируемого процесса при достижении пределов моделирования.

2.2. Исходные данные

Исходными данными для разработки тренажера являются:

- Техническое задание на разработку проектной документации на АТ БАЭС №4;
- Техническое задание на АСУ ТП ЭБ №4 БАЭС
- Технический проект энергоблока №4 БАЭС;
- Техническая документация по технологическим системам и системам контроля и управления энергоблока №4 БАЭС;
- Согласованный перечень моделируемых технологических систем и режимов;
- Согласованный перечень моделируемых отказов;
- Согласованный перечень верифицируемых режимов.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

3. ОБОСНОВАНИЕ И ПОДХОДЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

- 3.1.1.1 Аналитический тренажер должен создаваться на основе технологии разработки и эксплуатации мультимедийных комплексов моделирования, которая представляет собой систему программирования, разработанную с учетом опыта построения полномасштабных и аналитических тренажеров атомных электростанций и основанную на современных технологиях программирования. Она включает в себя средства интеграции и управления моделями технологических систем, а также средства имитации органов управления и контроля.
- 3.1.1.2 Основой системы моделирования будет являться комплекс программ, обеспечивающих интеграцию моделей технологических систем на всех этапах их разработки. Специальная технология программирования гарантирует совместимость моделей и сохранность данных, необходимых для их совместного функционирования.
- 3.1.1.3 В зависимости от целей, при разработке АТ в его функции, с одной стороны, могут быть заложены дополнительные специфические возможности, с другой стороны, часть второстепенных систем могут быть упрощены или не моделироваться, но с условием обеспечения адекватности основных моделируемых режимов.
- 3.1.1.4 Одной из основных задач аналитического тренажера является наглядная демонстрация физики протекающих процессов. Технология разработки АТ, используя современные программные возможности, обеспечит решение этой задачи на новом уровне. Разработанная визуализация представления параметров и состояния оборудования позволит показать динамику проходящих процессов. Кроме того, аналитический тренажер может быть использован для получения описания, параметров, схемы по любому представленному на диаграммах объекту, что позволяет использовать АТ и как современную справочную систему.
- 3.1.1.5 Управление моделью осуществляется с помощью инструкторской станции, снабженной всеми сервисными функциями, необходимыми для анализа процессов или обучения операторов (ввод отказов оборудования, возврат в

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

предыдущие состояния, запись и воспроизведение режимов, графическое отображение параметров и многое другое).

3.1.1.6 При разработке моделей технологических систем, по согласованию с заказчиком, исполнитель может использовать уже разработанные математические модели для блока прототипа.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

4 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К АТ

4.1 Общие требования

4.1.1.1 Моделируемые системы и оборудование АТ должны соответствовать системам и оборудованию энергоблока-прототипа и обеспечивать моделирование в реальном масштабе времени всех режимов эксплуатации АЭС (режимов нормальной эксплуатации, переходных режимов, нарушений нормальной эксплуатации, проектных аварийных режимов и запроектных аварий до границ моделирования).

4.1.1.2 Программное обеспечение АТ должно обеспечивать возможность корректировки характеристик основного технологического оборудования и систем, изменения уставок срабатывания защит, блокировок и сигнализации, настроек регуляторов.

4.1.1.3 Объем моделирования должен обеспечивать теоретическую и практическую подготовку операторов, приобретение ими профессиональных знаний и навыков, необходимых для безопасной эксплуатации блока при нормальных условиях, нарушениях нормальной эксплуатации, и аварийных ситуациях. Перечень моделируемых режимов определяется на основе проектной и эксплуатационной документации энергоблока-прототипа с учетом опыта эксплуатации АЭС с реактором типа БН-600. Особенности характеристик моделируемых режимов служат основой для определения необходимых объемов моделирования, перечня моделируемых отказов, пределов моделирования, определения требуемых характеристик технических средств.

4.1.1.4 Реакция АТ на задаваемые инструктором исходные события, на автоматические действия систем управления, а также на правильные или неправильные действия обучаемого должна быть аналогична реакции энергоблока-прототипа.

4.1.1.5 Для организации подготовки персонала АЭС, на ИС АТ должны быть предусмотрены специальные функции и средства управления тренажером, позволяющие инструктору УТП формировать необходимые исходные состояния и сценарии учебных занятий, осуществлять демонстрацию изучаемых режимов, контролировать ход процесса при самостоятельной работе обучаемых и проводить анализ их действий. АТ должен включать

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

инструкторскую станцию, с которой инструктор может начать и закончить конкретное занятие со стажерами, управлять занятием и наблюдать результаты действий обучаемых. Инструкторская станция должна включать специальные функции для обеспечения управления моделируемыми устройствами, которые управляются вне блочного пункта управления, но важны для обучения операторов. Эти устройства должны быть специфицированы в проектных спецификациях моделируемых систем до начала разработки программного обеспечения. Инструкторская станция должна обеспечивать автоматическую запись действий инструктора и оператора иметь возможность записи изменения параметров и изменение статуса важнейшего оборудования.

4.1.1.6 Порядок и длительность выполнения эксплуатационных процедур на АТ (например, выполнение переключений по месту) должны соответствовать порядку и реальной продолжительности операции на энергоблоке-прототипе.

4.1.1.7 При вводе АТ в эксплуатацию компьютерные средства должны иметь не менее 20 % резерва по производительности и дисковой памяти для обеспечения возможности проведения последующих модернизаций.

4.1.1.8 Для сохранности аппаратных средств и программного обеспечения АТ должен быть обеспечен надежным внешним электроснабжением. Питание оборудования АТ должно осуществляться от источника бесперебойного питания, обеспечивающего выдачу команды для корректной автоматической выгрузки программного обеспечения АТ и последующего автоматического выключения моделирующего компьютера при потере внешнего электроснабжения. ИБП должен обеспечивать работу АТ в течение не менее 10 минут при аварийном отключении электропитания.

4.1.1.9 Программное обеспечение вычислительного комплекса должно быть защищено от несанкционированного доступа.

4.2 Требования к техническим средствам АТ

4.2.1 Состав оборудования аналитического тренажера

4.2.1.1 АТ должен иметь в своем составе следующее оборудование:

- РМИ (инструкторская станция) – компьютер и мониторы рабочего места инструктора;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- моделирующий компьютер;
- компьютеры СВБУ;
- компьютеры и мониторы рабочих мест операторов (РМО);
- экраны коллективного пользования;
- виртуальные панели (имитаторы панелей БПУ);
- информационный компьютер – рабочее место для доступа к информации;
- аудио и видео телекоммуникации;
- принтеры инструкторской станции (ИС);
- системное и прикладное (моделирующее) программное обеспечение;
- комплект документации.

4.2.1.2 План размещения оборудования АТ, приведен на рис 4.2.1.

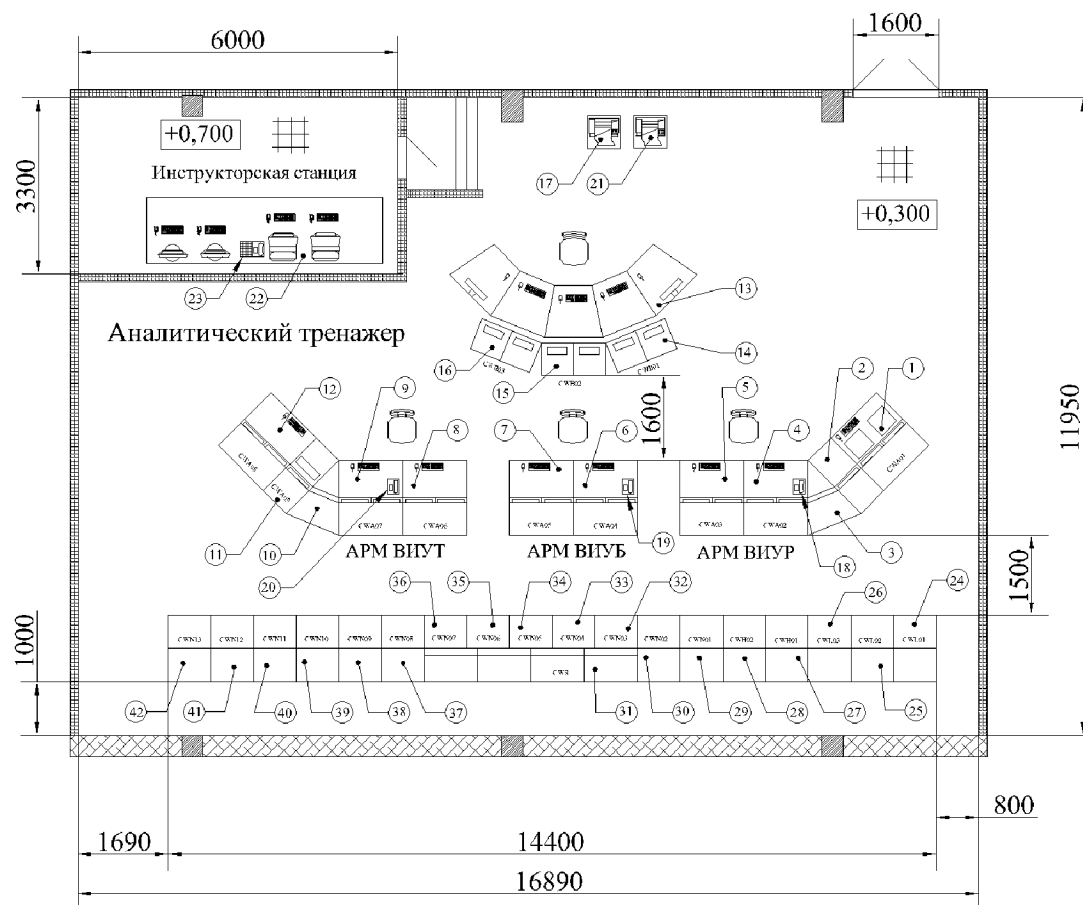


Рис.4.2.1 План размещения тренажера

4.2.1.3 Форматы, состав, и скорость обновления представляемой информации на имитаторах рабочих станций систем отображения информации (РМО),

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

функции управления клавиатур, а также вид виртуальных панелей должны соответствовать блоку прототипу.

4.2.2 Функции и системы управления АТ

4.2.2.1 АТ должен иметь оборудованное РМИ, имеющее необходимые средства для контроля и управления АТ.

4.2.2.2 РМИ должно иметь оборудование и функции, позволяющие инструктору следить за ходом моделируемого технологического режима, обеспечивать возможность задавать исходное состояние энергоблока, 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 или в его процессе, следить за действиями обучаемых и состоянием АТ.

4.2.2.3 Интерфейс аппаратных средств РМИ должен быть выполнен на русском языке.

4.2.2.4 С РМИ должны быть доступны следующие функции управления АТ, обеспечивающие:

- 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 детального анализа результатов действий обучаемых;
- возможность записи и сохранения не менее 100 начальных состояний;
- РАБОТА/СТОП – функция управления тренажером, осуществляющая включение/останов процесса моделирования на АТ;
- ЗАПОМИНАНИЕ – функция управления АТ, осуществляющая запоминание текущего состояния АТ по команде инструктора с возможностью последующей инициализации АТ в данное состояние как начальное;
- ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ – функция управления АТ, осуществляющая установку АТ в требуемое начальное состояние;
- ВОЗВРАТ – функция управления тренажером, осуществляющая возврат АТ по заданию инструктора в промежуточное состояние между текущим и начальным состоянием;
- ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ – функция управления АТ, осуществляющая автоматическое воспроизведение процесса моделирования вместе с

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

действиями инструктора и обучаемого персонала АЭС с промежуточного состояния, задаваемого функцией ВОЗВРАТ;

- **ВВОД/УДАЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОТКАЗА** – функция управления АТ, с помощью которой инструктор осуществляет ввод и удаление (если отказ восстанавливаемый) моделируемых отказов, задает степень их жесткости, время задержки введения отказа и другие условия;
- **ВВОД/УДАЛЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО (СТАНДАРТНОГО) ОТКАЗА** – функция управления АТ, с помощью которой инструктор осуществляет ввод и удаление отказов для определенного вида однотипного оборудования, выполняющего идентичные функции, применимый к любой единице оборудования данного типа;
- **МЕСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ** – функция управления АТ, позволяющая инструктору выполнять операции с оборудованием, управляемым с местных щитов, а также задание внешних параметров на границах моделируемых систем;
- **КОНТРОЛЬ ПРЕДЕЛОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ** – функция управления АТ, осуществляющая контроль за установленными для АТ пределами моделирования и извещение инструктора об их достижении;
- **УПРАВЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫМ МАСШТАБОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ** – функция управления АТ, осуществляющая задание реального, замедленного или ускоренного масштаба времени. АТ должен предусматривать возможность замедления процесса моделирования для демонстрации быстротекущих режимов, а также возможность ускорения моделирования отдельных медленнотекущих процессов (разогрев оборудования, набор вакуума, и т.д.);
- **РЕГИСТРАЦИЯ ДЕЙСТВИЙ** – функция управления АТ, осуществляющая регистрацию действий обучаемых и действий инструктора;
- **РЕГИСТРАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ** – функция управления АТ, осуществляющая регистрацию изменения моделируемых технологических параметров энергоблока в соответствии с перечнем параметров, формируемым инструктором;
- **РЕГИСТРАЦИЯ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ** – функция управления АТ, осуществляющая регистрацию всех событий (дискретных сигналов) от

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

моделируемых систем и оборудования в соответствии с перечнем дискретных сигналов базы данных АТ;

- **ПРЯМОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ** – функция управления АТ, позволяющая инструктору осуществлять прямое воздействие с РМИ на ключи управления, показания датчиков с приоритетом над действиями обучаемых;
- **ТРИГГЕР СОБЫТИЙ** – функция управления АТ, осуществляющая задание логических условий ввода/удаления отказов, прямых воздействий инструктора на показания датчиков и т.д.;
- **ДИАГРАММЫ МОДЕЛИРУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ** — схематические изображения всего моделируемого оборудования и систем, на которых показаны технологические (логические – для логических диаграмм) связи, точки КИПиА, органы управления, моделируемые отказы, мишени местного управления и т.д. С помощью диаграмм моделируемого оборудования и систем инструктор должен иметь возможность осуществлять ввод отказов, функции местного управления, прямое воздействие на оборудование систем, контроль состояния оборудования и систем;
- **ВЫВОД ИНФОРМАЦИИ** – функция АТ, предназначенная для распечатки цифровой, текстовой и графической информации по моделируемому режиму, протокол действий обучаемых и инструктора. На АТ также должна реализовываться возможность распечатки бланков аналоговых параметров и протоколов текущих событий тренажерного сценария.

4.2.2.5 Инструктор должен иметь возможность выбрать отказы моделируемых элементов оборудования энергоблока из списка системных и компонентных отказов и ввести до 20 непротиворечивых отказов (количество одновременно вводимых отказов уточняется на этапе технического задания) за одно упражнение с различными временами задержки или без задержки времени.

4.2.2.6 Должны быть предусмотрены функции удаленного управления оборудованием, которое не управляется с БПУ, в виде типов - дискретный и переменный. Ввод функций удаленного управления должен быть обеспечен с симуляционных диаграмм, из списка индексов функций и экспертным способом.

4.2.2.7 Функция ВОЗВРАТ должна обеспечивать периодическую запись состояний тренажера в течение сеанса обучения, пока тренажер не переведен в режим ОСТАНОВ. Система должна автоматически записывать в циклическом режиме

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

и сохранять до 60 текущих состояний (количество промежуточных состояний уточняется на этапе ТЗ) тренажера с интервалом в одну минуту или с заданным интервалом.

4.2.2.8 Все действия инструктора должны быть записаны с отметкой времени. Размер файла должен быть достаточен для записи действий оператора и инструктора в течение 2,5 часа.

4.2.2.9 Должна быть предусмотрена программа автоматизированного выполнения сценария (АВС) для выполнения предварительно составленного файла экспертных команд. АВС должна обеспечить инструктору возможность создавать и выполнять различные сценарии упражнений и создать библиотеку сценариев.

4.2.2.10 Должна быть возможность отображения моделируемых параметров в числовой и графической форме. Инструктор может указать аварийные пределы для контролируемых параметров. Выход параметра за аварийные пределы должен быть показан на экране изменением цвета. Графики на экранах должны обновляться не реже один раз в секунду и удерживаться до четырех часов моделируемого процесса.

Тренажер должен работать в трех временных режимах по выбору инструктора: в режиме ускорения заранее определенных физических процессов, в режиме реального времени и в режиме замедления.

4.2.2.11 Режим реального времени должен является нормальным режимом моделирования.

4.2.2.12 Режим ускорения должен обеспечить возможность ускорить динамическое моделирование выбранных процессов до 10 раз быстрее реального времени, при этом моделирование всех других систем (процессов) должно продолжаться в режиме реального времени.

4.2.2.13 Режим замедления времени должен обеспечить детальную проверку переходных режимов за счет растяжения секунды расчетного времени для всех моделируемых систем до десяти секунд реального времени. Инструкторская станция должна информировать инструктора о текущем режиме масштабирования времени.

4.2.2.14 В пошаговом режиме динамическое моделирование должно задаваться и проводиться определенными временными интервалами.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

4.2.2.15 Все прикладное программное обеспечение моделирующего компьютера и инструкторской станции, должно загружаться и выгружаться с инструкторской станции РМИ.

4.2.2.16 Сообщение о текущем режиме работы тренажера должно отображаться на экране инструкторской станции. При возникновении сбоя программного обеспечения тренажер должен быть переведен в режим ОТКАЗ или ОСТАНОВ с выводом информационного сообщения на монитор инструкторской станции.

4.2.2.17 На РМИ должна быть возможность контролировать и изменять внешние параметры в заданных пределах. Это могут быть следующие параметры: частота и напряжение внешней энергосистемы, температура циркуляционной воды (зима, лето), температура окружающей среды.

4.2.2.18 На АТ должны быть установлены средства аудио и видео записи для регистрации действий и переговоров обучаемого персонала АС. Видеосистема должна быть не охранная. Качество видеозаписи и звука должно быть достаточным для просмотра и анализа учебных занятий.

4.2.3 Вычислительный комплекс

4.2.3.1 Вычислительный комплекс АТ предназначен для выполнения расчетов для всех моделируемых технологических систем и АСУ ТП энергоблока в реальном масштабе времени.

4.2.3.2 Вычислительный комплекс должен обладать необходимыми и достаточными ресурсами по быстродействию и емкости внешней и оперативной памяти для реализации в реальном масштабе времени функции по моделированию процессов на блоке, при этом он должен иметь резерв как минимум 20% по объему памяти и быстродействию для возможности модернизации и развития моделей.

4.2.3.3 Выбор платформы вычислительного комплекса необходимо осуществлять с учетом использования в его составе современных операционных систем, применяемых в настоящее время при создании полномасштабных и аналитических тренажеров, а также с учетом используемых программно-технических средств и штатных систем отображения информации блока – прототипа.

4.2.3.4 Вычислительный комплекс должен обеспечивать регулярное сохранение резервной копии необходимых разделов ПО тренажера на отдельном носителе.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Должна быть составлена процедура полного восстановления ПО на дисках всех компьютеров АТ в случае потери информации на них или замены вышедших из строя.

4.2.4 Электроснабжение тренажера и система бесперебойного питания

4.2.4.1 Для обеспечения функционирования технических средств, АТ должен иметь внешнее электропитание от сети переменного тока 220 вольт $\pm 5\%$, 50Гц $\pm 5\%$.

4.2.4.2 Для предотвращения выхода технических средств АТ из строя и обеспечения защиты программного обеспечения при потери внешнего питания, АТ должен быть оснащен источником бесперебойного питания. При исчезновении входного напряжения, емкости аккумуляторных батарей источника бесперебойного питания должно быть достаточно, чтобы обеспечить работу компьютеров в нормальном режиме в течение 2 минут и в режиме разгрузки в течение 10 минут.

4.2.4.3 Технические средства АТ должно запитываться от сети напряжением 220В $\pm 10\%$ 50Гц $\pm 5\%$.

4.2.4.4 При кратковременном исчезновении внешнего питания АТ длительностью менее 2 минут, источник бесперебойного питания должен переключиться на нормальный режим работы.

4.2.4.5 В случае исчезновения внешнего питания АТ длительностью более 2 минут, то по прошествии этого времени источник бесперебойного питания должен автоматически передать сигнал об этом в вычислительный комплекс АТ. По получению сигнала об исчезновении внешнего питания вычислительный комплекс должен автоматически провести выгрузку программного обеспечения компьютеров.

4.3 Требования к математическим моделям АТ

4.3.1.1 Математические модели АТ должны удовлетворять требованиям п. 5.2. СТО.

4.3.1.2 Математические модели АТ должны описывать динамические процессы таким образом, чтобы изменение технологических параметров в моделируемых режимах соответствовало изменению аналогичных параметров в реальных режимах энергоблока-прототипа или расчетным данным и не противоречило физическим законам.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- 4.3.1.3 Моделирование работы энергоблока должно осуществляться в реальном масштабе времени (как основной режим), а также должна быть предусмотрена возможность останова процесса моделирования, изменения масштаба времени протекания определенных процессов (ускорение, замедление). Изменение масштаба времени должно относиться только к определенным, заранее выбранным и установленным в ТЗ процессам (разогрев оборудования при пуске, расхолаживание, набор вакуума и т.д.).
- 4.3.1.4 Должны моделироваться все режимы нормальной эксплуатации, переходные и аварийные режимы, относящиеся к энергоблоку. Все технологические процессы энергоблока должны моделироваться до устойчивой стабилизации технологических параметров или достижения пределов моделирования. В таком случае процесс моделирования считается законченным.
- 4.3.1.5 В переходных процессах математические модели должны моделировать изменения параметров по направлению, последовательности и скорости изменения так же, как это происходит на энергоблоке-прототипе в пределах определенной точности при идентичном исходном состоянии. При этом также должны инициироваться предупредительные и аварийные сигналы и управляющие действия автоматики как на блоке-прототипе.
- 4.3.1.6 Время реакции исполнительных механизмов при подаче команд на органы управления должно быть соизмеримым с временем реакции исполнительных механизмов энергоблока-прототипа.
- 4.3.1.7 Время вызова диаграмм систем отображения информации и время обновления динамических параметров на дисплеях рабочих мест операторов должны быть соизмеримыми с аналогичными параметрами блока-прототипа.
- 4.3.1.8 Порядок и длительность выполнения эксплуатационных процедур обучаемыми на АТ (например, выполнение переключений по месту) должны соответствовать порядку и реальной продолжительности операции на энергоблоке-прототипе. Отклик тренажера на действия операторов соответствовал отклику энергоблока во всех режимах эксплуатации. С целью оптимизации использования учебного времени для длительных технологических операций допускается ускоренное моделирование процессов на АТ.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

4.3.1.9 Степень и глубина моделирования процессов и систем должны определяться в зависимости от их важности для подготовки операторов и с учетом производительности вычислительного комплекса. Детальность моделирования каждой системы должна быть определена в проектной спецификации тренажера;

4.3.1.10 Точность моделирования параметров распределяется по следующим категориям в стационарных режимах:

- важнейшие параметры должны иметь точность в пределах ± 1 % от диапазона измерительного прибора. К этим параметрам относятся:
 - а) – нейтронная мощность реактора;
 - б) – температура натрия в баке реактора;
 - в) – температура натрия на входе ГЦН-1,2;
 - г) – температура питательной воды на входе в парогенератор;
- параметры с допустимым отклонением 2,0 % от величины измерительного диапазона канала:
 - а) – электрическая мощность ТГ;
 - б) – расход питательной воды на входе в парогенераторы;
 - в) – давление пара в деаэраторах;
 - г) – давление острого пара;
 - д) – расход основного конденсата на деаэраторы;
 - е) – температура основного конденсата на деаэраторы;
- все другие измеряемые параметры (точки технологического контроля) могут иметь точность до (± 5) %.

4.3.1.11 Математическая модель АТ должна быть верифицирована. Для этого должны быть использованы экспериментальные данные, полученные на энергоблоке-прототипе или, результаты испытаний энергоблока в период пусконаладочных работ, физического и энергетического пусков ЭБ №4 БАЭС, а также проектные данные с расчетами переходных и аварийных режимов работы основного оборудования и энергоблока в целом. Допускается также использовать результаты расчетов по кодам улучшенной оценки, используемым для обоснования и анализа безопасности энергоблока.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

4.4 Требования к информационному обеспечению

- 4.4.1.1 Тренажер должен быть оснащен функцией управления базой данных программного обеспечения. Система управления базой данных должна предоставлять управляющую информацию для среды реального времени, назначить глобальные адреса для символов, поддерживать информацию по ссылкам и отвечать на запросы на всех фазах разработки, отладки и эксплуатации программного обеспечения.
- 4.4.1.2 Программное обеспечение тренажера должно поддерживать иерархическую архитектуру, основанную на встроенной системе модульной иерархии и высокой степени расширяемости. Модульное проектирование программного обеспечения должно позволять вносить изменения в выбранный модуль без необходимости изменения других модулей.
- 4.4.1.3 Каждая моделируемая система должна быть определена и внедрена как отдельный комплекс программ, работающий под управлением собственного контрольного модуля. Программы моделируемых систем должны иметь сходную модульную архитектуру.
- 4.4.1.4 Стандартное оборудование станции (арматура, насосы, типовые регуляторы, электрические выключатели, датчики т.д.) должно моделироваться стандартными модулями (компонентами). Изменение таких стандартных модулей должно производиться методом автоматической регенерации этих модулей с новыми исходными данными и не должно требовать ручного изменения всех программ.
- 4.4.1.5 Программное обеспечение тренажера должно поддерживать спецификацию модуля и ссылочную информацию. При загрузке каждого модуля система должна проверять совместимость модуля с базой данных и выдавать сообщение об их соответствии.
- 4.4.1.6 Должна быть возможность для ежедневного копирования прикладного программного обеспечения тренажера на сменный носитель и восстановления любой его части с ранее сделанных копий, а также его обновления.

4.5 Требования к интерфейсу с внешними системами АЭС

- 4.5.1.1 В проекте тренажера должна быть предусмотрена возможность реализации доступа к ПО АТ с удаленного терминала, с целью обеспечения оперативного

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

сопровождения ПО тренажера Исполнителем в период опытной эксплуатации и гарантийного сопровождения. При этом предполагается, что Заказчик обеспечивает надежный канал выхода во внешнюю сеть с места расположения тренажера.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

5 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ АТ

5.1 Общие требования

5.1.1.1 В состав программного обеспечения тренаже входит системное и прикладное ПО

5.1.1.2 На тренажере должна быть установлена управляющая система - специальное программное обеспечение (среда разработки и исполнения) для управления разработкой прикладного программного обеспечения, его тестирования, модернизации и организации заданной последовательности вызовов моделей при работе тренажера.

5.1.1.3 Операционная система тренажера должна обеспечивать многопользовательский и многозадачный режим работы

5.1.1.4 Для разработки, отладки и сопровождения программного обеспечения тренажера должна использоваться современная САПР интегрированная с инструментальными средствами разработки, с удобным графическим интерфейсом, позволяющая обеспечить высокую эффективность моделирования.

5.1.1.5 Программы для расчета тепло-гидравлических параметров должны быть созданы на базе кодогенераторов для достаточно быстрого осуществления модификации прикладного ПО тренажера и уменьшения ошибок при разработке программного обеспечения.

5.1.1.6 Моделирование технологических систем и физических процессов, должно с необходимой точностью воспроизводить режимы нормальной эксплуатации, переходные и аварийные режимы, включая запроектные аварии (ЗПА).

5.1.1.7 Программы для моделирования систем контроля и управления блока должны быть разработаны на основе различных подходов. Эти подходы должны быть обоснованы для различных моделей систем управления – системы управления нижнего уровня (защиты, блокировки, автоматическое управление, сигнализация), системы верхнего блочного уровня (оперативные терминалы и управление с видеокадров), спецсистемы реактора (СУЗ, УСБТ), и другие (СКУ ПЗ, СКРТ, СКУ ТГ).

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

5.1.1.8 Необходимо иметь возможность ежедневного копирования всех программ на сменный носитель, чтобы при необходимости восстановить любую часть ПО с ранее сделанных копий.

5.1.1.9 Шаг расчета должен быть постоянным и достаточно малым для того, чтобы обеспечить реалистичность моделирования всех систем энергоблока в масштабе реального времени.

5.2 Требования к операционной системе

5.2.1.1 Вычислительный комплекс АТ должен включать главный моделирующий компьютер, компьютер СВБУ, компьютер инструкторской станции, компьютеры имитаторов рабочих станций операторов).

5.2.1.2 На моделирующий компьютер и компьютер инструкторской станции должна быть установлена операционная система (ОС), обеспечивающая исполнение прикладных программ в режиме реального времени. Операционная система должна поддерживать необходимые прикладные средства разработки, компиляторы и средства отладки и обладать следующими возможностями:

- поддерживать многозадачную, многопроцессорную программную среду реального времени;
- обеспечивать установку приоритетов реального времени;
- поддерживать систему виртуальной памяти;
- поддерживать динамическое распределение памяти;
- обеспечивать интерфейс, который позволит привилегированному заданию иметь доступ к служебным функциям операционной системы;
- поддерживать многопроцессорную работу, а также межпроцессорную память общего доступа;
- обеспечивать функции поддержки управления файлами;
- обеспечивать автоматическое планирование заданий на доступные процессоры;
- обеспечивать поддержку TCP/IP протокола для компьютерной сети тренажера;
- должна включать большую библиотеку функций и широкие возможности отладки программ и диагностики вычислений.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

5.2.1.3 Использование операционных систем на имитаторах рабочих станций систем отображения информации должно определяться исходя из возможностей установки на них штатных программ представления информации.

5.3 Требования к программному обеспечению управляющей системы

5.3.1.1 Управляющая система должна работать на компьютере, моделирующем технологические системы и физические процессы. Управляющая система реального времени должна содержать следующие главные компоненты.

- Главная задача синхронизации должна обеспечивать функции управления верхнего уровня для всей многопроцессорной системы.
- Задача реального времени должна объединять прикладные программы, моделирующие технологические системы и АСУ ТП энергоблока.
- Менеджер базы данных должен поддерживать создание и использование базы данных сложной структуры для моделирующих программ реального времени.
- Интерактивная исполняемая задача должна обеспечивать тестирование моделей и планировать исполнение программ в нескольких режимах. Разработчики моделируемых систем должны иметь возможность одновременно и независимо тестировать свои системы на том же компьютере, не создавая помехи друг другу или тренажеру.
- Интерактивный отладчик должен обеспечивать просмотр и проверку каждого индивидуального модуля программы с возможностями просмотра или изменения констант и переменных, ввода и вывода из загрузки программных модулей, сохранения и восстановления начальных состояний.
- Программа компоновщика/загрузчика должна обеспечивать возможность создания исполняемых задач тренажера для загрузки на основном моделирующем компьютере.

5.3.1.2 Управляющая система должна обеспечивать модификацию следующих областей программной разработки:

- входов основного словаря базы данных;
- входов файла спецификации модулей;
- коррекции исходных кодов программных модулей;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- обновления загрузки программного обеспечения при помощи компоновщика/загрузчика.

5.4 Требования к прикладному программному обеспечению

5.4.1.1 Прикладные программы тренажера имитируют функции систем АЭС и моделируют физические процессы, а также обеспечивают работу нижнего и верхнего уровня системы контроля и управления. Разработанное прикладное программное обеспечение должно быть поставлено как в исходном коде, так и в двоичной форме и размещено на жестких дисках компьютеров. Копия программного обеспечения должна быть поставлена на внешних носителях информации.

5.4.1.2 Прикладное программное обеспечение должно иметь иерархическую (сверху вниз) модульную структуру. Модульная структура разработки позволит дополнять или удалять программы без модификации других модулей. Должен быть обеспечен доступ ко всем математическим выражениям, чтобы облегчить модификации моделирующих программ. Каждый измененный модуль может быть перекомпилирован независимо.

5.4.1.3 Должны быть разработаны стандартные программные модули для типовых, неоднократно использующихся при моделировании, компонентов АЭС и их элементов управления, такие, как:

- электроприводная арматура;
- пневмоарматура;
- предохранительные клапаны;
- обратные клапаны;
- двигатели насосов, компрессоров, вентиляторов;
- автоматические регуляторы;
- выключатели электрической сети;
- датчики замера параметров.

5.4.1.4 При разработке моделей должны быть использованы Стандартные форматы, методы и языки программирования.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

5.4.1.5 Наименование программ должно основываться на соответствующем соглашении по именам программных модулей. Это наименование должно, как правило, отражать идентификаторы моделируемых систем и компонентов.

5.4.1.6 Имена программных переменных должны быть присвоены, используя соответствующее соглашение по именам переменных.

5.5 Требования к программному обеспечению инструкторской станции

5.5.1.1 Инструкторская станция (ИС) должна использовать современное компьютерное оборудование и программное обеспечение. Разработка ИС должна быть выполнена на компьютере с графикой высокого разрешения, которая обеспечивает многозадачные и многооконные возможности.

5.5.1.2 ИС должна иметь встроенную функцию помощи. Большинство операций должны выполняться с динамических, интерактивных диаграмм технологических схем, с использованием вызываемых меню, всплывающих окон, графических слайдеров с целью упрощения для инструктора интерфейса управления. Должны быть предусмотрены ускоренные вызовы как, например, программируемые функциональные клавиши и экспертные команды, чтобы минимизировать время ввода команд инструктора.

5.5.1.3 Программное обеспечение ИС должно при необходимости обеспечивать защиту от случайной перезаписи существующих исходных состояний.

5.6 Требования к программному обеспечению систем отображения информации.

5.6.1.1 Программное обеспечение имитаторов систем отображения информации СВБУ должно иметь набор функций обработки и представления блочной информации, в объеме, обеспечивающем полноценный процесс обучения и подготовки оперативного персонала.

5.7 Требования к базе данных проекта.

5.7.1.1 Для управления конфигурацией проекта должна использоваться база данных, содержащая полную информацию обо всём моделируемом оборудовании АТ.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

5.7.1.2 Эта база должна использоваться для автоматической генерации программ, отвечающих за адекватную работоспособность каждого элемента оборудования, файлов для внесения переменных в базу данных тренажёра; программных сегментов.

5.7.1.3 База данных должна обеспечивать возможность генерации из неё проектной документации

5.7.1.4 База данных контроля конфигурации тренажёра, должна содержать данные обо всех запросах данных (Data request). В ней также будут храниться записи всех протоколов рассогласований (Discrepancy report), написанных во время выполнения проекта.

5.8 Требования к САПР проекта.

5.8.1.1 САПР должна представлять собой гибкое, универсальное, настраиваемое и расширяемое средство создания и отладки расчетных схем различных систем (теплогидравлики, автоматики, электрики и пр.) а также имитации интерфейсов визуализации (СВБУ, графика рабочих станций аналитических тренажеров, панельная графика и т.д.).

5.8.1.2 Графический редактор САПР должен иметь интерфейс с программой, моделирующей физические процессы.

5.9 Требования к поставке программного обеспечения.

5.9.1.1 Разработанное прикладное программное обеспечение должно быть поставлено как в исходном коде, так и в двоичной форме и размещено на жестких дисках компьютеров. Копия программного обеспечения должна быть поставлена на внешних носителях информации.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

6 ТРЕБОВАНИЯ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ ЭНЕРГОБЛОКА

6.1 Требования к пределам моделирования

- 6.1.1.1 Пределы и объем моделирования должны определяться в соответствии с требованиями п. 5.3 СТО. Обязательному моделированию на АТ подлежат все системы, важные для безопасности АС и контролируемые с БПУ/РПУ, а также системы, влияющие на переходные процессы в реакторной установке. Операции, выполняемые по месту оперативным персоналом, которые оказывают существенное влияние на ход режимов, оперативно управляемых с БПУ/РПУ, подлежат включению в объем моделирования.
- 6.1.1.2 Граничные значения расчетных параметров, устанавливающие пределы моделирования, должны определяться с учетом пределов повреждения топлива, для которых выполнено проектное обоснование, и предельных проектных параметров основного оборудования, определенного в ТЗ на АТ.
- 6.1.1.3 Установленные пределы моделирования должны быть подтверждены в процессе проведения комплексных испытаний, верификации математической модели и приемо-сдаточных испытаний АТ.
- 6.1.1.4 АТ должен обеспечить возможность моделирования всех переходных и аварийных режимов работы энергоблока-прототипа, включая ЗПА, в соответствии с требованиями проекта, ТОБ и технологического регламента безопасной эксплуатации энергоблока-прототипа в объеме, определяемом ТЗ на АТ до момента достижения стабильного устойчивого состояния энергоблока.
- 6.1.1.5 Моделирование запроектных и тяжелых запроектных аварий должно базироваться на результатах проектного обоснования таких режимов и расчетно-аналитического обоснования аварийных инструкций по действиям в условиях ЗПА, ТЗПА в установленных пределах моделирования.
- 6.1.1.6 На АТ должны быть предусмотрены средства (функции) автоматического контроля и извещения инструктора УТП АЭС о достижении расчетными параметрами граничных значений пределов моделирования.
- 6.1.1.7 В ТЗ на АТ должны быть приведены моделируемые параметры, которые будут идентифицировать достижение/выход из пределов моделирования, и переведут

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

АТ в режим СТОП с отображением соответствующей информации на инструкторской станции. На этапе рабочего проекта АТ Исполнитель должен окончательно определить и согласовать с Заказчиком пределы моделирования Тренажера и процедуру их контролирования. В случае достижения/выхода за пределы моделирования обучение на АТ должно быть остановлено.

6.1.1.8 Предварительный список параметров, определяющих пределы моделирования и их граничные значения, приведен ниже:

- температура оболочек ТВЭЛ: $> 900^{\circ}\text{C}$;
- температура топлива $> 2500^{\circ}\text{C}$
- давление в парогенераторах более 28 МПа;
- разрушение активной зоны при тепловой мощности более 3400 МВт;
- Частота генератора > 60 Гц.

6.2 Требования к объемам моделирования

6.2.1.1 Необходимый объем моделирования технологических систем и оборудования энергоблока-прототипа, приведенный в Приложении 2, должен определяться на основе следующих положений:

- в объем моделирования должно включаться все технологическое оборудование, оперативный контроль и управление которым осуществляется с оперативного контура БПУ/РПУ;
- операции, выполняемые по месту оперативным персоналом, работающим за пределами БПУ/РПУ, которые оказывают существенное влияние на ход режимов, оперативно управляемых с БПУ/РПУ, подлежат включению в объем моделирования. Из технологических систем, включенных в объем моделирования, может исключаться оборудование, предназначенное для использования только в операциях, не входящих в перечень моделируемых режимов и не управляемое с БПУ/РПУ (управляемые по месту воздушники и дренажи, ремонтная запорная арматура и т.д.);
- в объем моделирования должны быть включены категории течей по их размеру и месту расположения, рассмотренные проектом и инструкциями по ликвидации аварий энергоблока-прототипа. Течи, не различающиеся по диагностическим признакам, требуемым действиям оператора в аварийных

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

режимах или по производимому воздействию на реакторную установку могут быть представлены одним наиболее характерным размером.

6.2.1.2 Объем моделирования должен включать возможность изменения или задания параметров окружающей среды, которые влияют на условия эксплуатации станции: температура воздуха на прилегающей к станции территории, температура циркуляционной воды, напряжение и частота внешней сети и т.д. Перечень необходимых параметров контроля окружающей среды должен быть представлен на стадии «Технический проект» и согласован с Заказчиком.

6.2.1.3 Объем моделирования должен обеспечивать практическую тренировку операторов, приобретение ими профессиональных знаний и навыков в полном объеме управления из БПУ/РПУ, необходимых для безопасной эксплуатации блока при нормальных условиях, нарушениях нормальной эксплуатации, пред- и после аварийных ситуаций, включая ЗПА.

6.2.1.4 Поставщиком АТ совместно с БАЭС должны быть разработаны детальные схемы моделирования технологических, электротехнических, информационных систем, средств АСУ ТП и оборудования энергоблока для всех систем, включенных в объем моделирования.

6.2.1.5 Поставщиком АТ совместно с БАЭС должны быть разработаны и включены в технический проект АТ перечни моделируемых индивидуальных отказов, операций местного управления и перечень оборудования, для которого создаются компонентные отказы. Требование по созданию перечней индивидуальных отказов, операций местного управления и компонентных отказов определяет техническим заданием (ТЗ).

6.2.1.6 Документация по моделируемому на АТ оборудованию и системам энергоблока разрабатывается на стадии разработки технического проекта АТ и поддерживается в процессе всего срока его эксплуатации.

6.3 Требования к математическим моделям

6.3.1 Нейтронная модель активной зоны

6.3.1.1 Модель активной зоны АТ-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

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

нормальной эксплуатации и аварийных режимов, включая режим связанный с натриевым пустотным эффектом.

6.3.1.2 Модель должна рассчитывать характеристики активной зоны для первой топливной загрузки, и для загрузки, последующей за проектной.

6.3.1.3 Модель активной зоны должна включать:

- трехмерную модель нейтронной кинетики с количеством точек в области активной зоны, как минимум равной числу ТВС, СБЗ, ССЗ и ОТВС в зоне, умноженному на не менее 10 сечений по высоте топлива, трех сечений по высоте нижнего торцевого экрана и трех сечений, включая натриевую полость в верхнем торцевом отражателе;
- поканальную теплогидравлическую модель активной зоны с тем же разбиением зоны по высоте, что и модель нейтронной кинетики;
- показания термодатчиков на выходе из кассет и внешних камер.

6.3.1.4 Модель активной зоны должна воспроизводить следующие особенности конструкции:

- наличие в компоновке активной зоны различных типов тепловыделяющих сборок со всеми предусмотренными ТЗ обогащениями;
- заданное расположение различных типов ТВС, СБЗ, ССЗ и ОР СУЗ.

6.3.1.5 Минимальный перечень основных параметров, рассчитываемых моделью активной зоны с целью детальной идентификации состояния активной зоны и представления их на экранных форматах АТ, должен включать:

- двумерное распределение
 - относительной нейтронной мощности по каналам активной зоны;
 - относительной тепловой мощности по каналам активной зоны;
 - расходов теплоносителя по каналам активной зоны;
 - подогревов теплоносителя по каналам активной зоны;
- трехмерное распределение
 - температур оболочки тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ);
 - средних температур топлива ТВЭЛов;
 - максимальных температур топлива и оболочки ТВЭЛов;
 - тепловой мощности;
 - потоков нейтронов в четырех группах;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- относительного распределения энергоснабжения;
- энергоснабжения;
- линейных нагрузок на ТВЭЛ;
- относительного энергоснабжения во всех ТВС (Q_v);
- интегральные параметры
 - интегральный период реактора;
 - показания боковых ионизационных камер;
 - максимальная или минимальная выборка вышеперечисленных параметров;
 - балансную реактивность;
 - азимутальный «офсет» по трем секторам зоны;
 - аксиальный офсет по высоте активной зоны.

6.3.2 Термогидравлическая модель первого контура

6.3.2.1 Модель первого контура должна моделировать следующие ситуации:

- вынужденная или естественная циркуляция;
- работа на 2/3 (работает 2 ГЦН1 из 3 или 2 петли второго контура из 3);
- включение, отключение, обратное вращение и заклинивание ГЦН1;
- включение и отключение ГЦН2;
- повышение уровня натрия в реакторе из-за межконтурной течи и срабатывание гидрозатвора реактора;
- течи основного корпуса, вспомогательных петель.

6.3.2.2 В модели должны рассматриваться две подсистемы: натриевый контур и подсистема аргона.

6.3.2.3 В объем моделирования **основного натриевого контура** должны быть включены следующие компоненты:

- Активная зона реактора должна быть представлена в модели через интерфейс с модулем, который используется в тренажере для моделирования нейтронно-физических процессов.
- Верхняя камера представляет объем со свободной поверхностью натрия, в который поступает теплоноситель, нагретый в активной зоне. Из верхней камеры горячий натрий течет на входы ПТО. Движение натрия в верхней камере имеет сложный трехмерный характер. Наблюдаются три слабо

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

взаимодействующих потока, соответствующих петлям первого контура. В верхней камере имеет место азимутальный поворот потоков на некоторый угол по часовой стрелке. Это явление принимается во внимание в модели, поскольку это основная причина перераспределения тепла между петлями первого контура.

- ПТО (6 штук) представляют естественные граничные условия между моделями 1 и 2 контуров.
- В модель ГЦН1 должны быть включены механическая модель вала ГЦН, протечка натрия через гидростатический подшипник, потоки натрия из бака ГЦН через специальные отверстия и гидравлическая модель обратного клапана. Электропривод ГЦН и электрогидравлический привод обратного клапана должны моделироваться отдельно.
- Выходные трубопроводы ГЦН1 с защитным кожухом (6 штук) в условиях нормальной эксплуатации должны рассматриваться как трубы без теплообмена с окружающей средой. Для случая течей должны быть предусмотрены специальные ветви гидросети.
- Потоки натрия из всех ГЦН1 поступают в напорный коллектор. Должно моделироваться частичное перемешивание потоков в напорном коллекторе. Тепловая модель верхних конструкций напорного коллектора также должна поддерживаться, что важно для моделирования теплового радиального расширения активной зоны. В напорном коллекторе натрия распределяется на ТВС, внутриреакторную защиту, охлаждение корпуса и фильтр-ловушки. Все эти потоки должны моделироваться.
- Основной корпус реактора должен быть представлен в модели его теплоемкостью. Должны моделироваться также два варианта течей основного корпуса, течь аргона выше уровня натрия и течь страховочного кожуха.

6.3.2.4 В объеме моделирования подсистема аргона должна состоять из следующих компонент:

- Газовая полость реактора – объем сверху основного корпуса реактора, который ограничен снизу подвижной поверхностью горячего натрия.
- Страховочная полость реактора – объем между основным корпусом реактора и страховочным корпусом. В условиях нормальной эксплуатации он заполнен

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

аргоном при небольшом избыточном давлении. В случае натриевой течи основного корпуса реактора, на дне страховочной полости появляется жидкий натрий, уровень которого растет в соответствии с развитием течи.

- Бак компенсации связан с газовой полостью реактора трубопроводом газовой компенсации и трубопроводом перелива натрия. Дно этого бака заполнено натрием. В случае перелива натрия температура газа в баке компенсации будет увеличиваться, что ведет к росту давления в реакторе.
- Модель должна включать в себя систему защиты корпуса реактора от превышения давления.
- Газовая полость должна иметь тепло-гидравлические связи с системами раздачи выдержанного аргона, сдувок радиоактивного аргона и системой КГО по газу.

6.3.3 Термогидравлическая модель второго контура.

6.3.3.1 Модель второго контура должна состоять из моделей 3-х петель второго контура, которые различаются в некоторых деталях (высотные отметки трубопроводов, гидросопротивления и т.п.) и модели баков запаса натрия (ЗБН). Модель предназначена для работы в следующих ситуациях:

- принудительная (ГЦН2 включены) или естественная циркуляция;
- в случае естественной циркуляции или для отключенной секции парогенератора (ПГ) возможно обратное направление потоков в элементах второго контура;
- включение, отключение, обратное вращение ГЦН2;
- подпитка буферного бака натрия (ББН) натрием или аргоном;
- подключение и отключение секций и модулей ПГ;
- сброс натрия из секций и модулей ПГ в САЗ ПГ;
- дренирование и заполнение различных частей петель;
- течи натрия (в первый контур или в помещения);
- малые и большие течи в модулях ПГ.

6.3.3.2 Теплогидравлика натриевых контуров должна моделироваться уравнениями баланса масс, момента и энергии в системе с сосредоточенными параметрами.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

6.3.3.3 Режимы ГЦН-2 (напор и гидросопротивление) должны соответствовать данным гидравлических испытаний производителя.

6.3.3.4 Динамика свободного уровня жидкости должна быть промоделирована:

- в ББН;
- в баке ГЦН2;
- в трубопроводах сдувки из секций ПГ для отключенных секций или при выключенном ГЦН2;
- в модулях ПГ и трубопроводах для дренируемых секций;
- в основных трубопроводах в режиме дренирования петли.

6.3.3.5 В тепловой части модели должна учитываться теплоемкость металла ББН, ГЦН, трубопроводов, а так же влияние системы электрообогрева. Тепловой расчет ПТО и ПГ выполняется моделями первого контура и моделью парогенератора соответственно.

6.3.3.6 Модель подсистемы аргона должна включать уравнения состояния аргона в нескольких объемах, уравнение баланса массы. Аргон может рассматриваться как идеальный газ без теплоемкости.

6.3.3.7 Должны быть предусмотрены тепло-гидравлические связи с системами дренажа и бакового хозяйства второго контура.

6.3.3.8 Модель ГЦН2 должна включать механическую модель вала ГЦН2 и модель напора ГЦН2, бак ГЦН2 и потоки натрия через ГЦН2, включая протечки через гидростатический подшипник, рассматриваемые как часть теплогидравлической сети. Электропривод ГЦН2 моделируется отдельно.

6.3.3.9 Должен моделироваться объем аргона в ББН, связанный с объемом аргона в баке ГЦН2. Гидросопротивление трубопровода аргона ББН-ГЦН2 пренебрежимо мало. В случае разрыва предохранительной мембраны аргонный объем ББН связывается с аргонными баками аварийного сброса трубопроводом, гидросопротивлением которого можно пренебречь.

6.3.3.10 Баки БАС с линиями удаления аргона в спецвентиляцию с задвижкой должны моделироваться как часть аргонной подсистемы.

6.3.3.11 Для подпитки ББН аргоном должна быть предусмотрена связь с системой раздачи чистого аргона.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

6.3.3.12 Должна быть промоделирована возможность объединить объем аргона в ББН с подсистемой баков ЗБН трубопроводом с задвижкой.

6.3.3.13 Теплообмен между 2 и 3 контуром рассматривается в модели ПГ. В качестве граничных условий между моделями второго контура и ПГ используются расход натрия, давление и температура в следующих точках:

- вход в перегреватель;
- выход из испарителя;
- трубопровод сдувки из перегревателя;
- трубопровод сдувки из испарителя;
- трубопровод дренажа из перегревателя;
- трубопровод дренажа из испарителя.

6.3.4 Моделирование вспомогательных натриевых систем

6.3.4.1 Тепло-гидравлика натриевых контуров должна описываться уравнениями баланса масс, момента и энергии в системе сосредоточенных параметров.

6.3.4.2 Процессы дренирование натрия и замещение его аргоном, а так же обратные процессы заполнения трубопроводов натрием и вытеснение аргона должны моделироваться в объеме необходимом для проведения технологических операций и моделирования аварий.

6.3.4.3 Температура замерзания натрия как функция от содержания загрязнений должна моделироваться как минимум в системах очистки натрия.

6.3.5 Модель парогенератора

6.3.5.1 Должен быть промоделирован парогенератор Н-272, который обеспечивает генерацию перегретого пара высокого давления, подаваемого в цилиндр высокого давления турбины.

6.3.5.2 Нестационарная теплогидравлическая модель парогенератора должна строиться на основе совместного согласованного применения 3-х моделей:

- всережимной модели нестационарной гидродинамики и нестационарного теплообмена в двухфазном неравновесном пароводяном потоке, отдельно рассматривающей газопаровую и жидкую фазы.
- модели нестационарной гидродинамики и нестационарного теплообмена в однофазном потоке жидкометаллического теплоносителя,
- двумерной модели нестационарной теплопроводности в стенке трубы, разделяющей жидкий металл и пароводяную смесь.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

6.3.5.3 Перечень параметров, рассчитываемых моделью парогенератора, должен включать:

- температуру среды на выходе модулей испарителя и пароперегревателя,
- давление среды в коллекторах на входе и выходе модулей испарителя и пароперегревателя;
- поток тепла в модулях испарителя и пароперегревателя.

6.3.5.4 Должна моделироваться реакция натрия с водой в объеме необходимом для адекватного изменения измеряемых параметров при течах парогенератора.

6.3.6 Термогидравлическая модель пароводяного контура

6.3.6.1 Для моделирования гидравлических контуров технологических систем энергоблока должна использоваться двухфазная, двухскоростная, негомогенная и неравновесная теплогидравлическая модель, учитывающая наличие неконденсирующихся газов.

6.3.6.2 Теплогидравлическая модель должна моделировать все основные физические процессы и явления, которые могут иметь место во всем спектре режимов нормальной эксплуатации и аварийных режимов, включая запроектные аварии. В том числе:

- гидродинамические процессы:
 - естественная и принудительная циркуляция однофазного или двухфазного теплоносителя, включая обратные потоки;
 - изменение концентрации и перенос неконденсирующихся газов;
 - изменение режима работы насосов: включение, отключение, выбег, кавитация, двухфазное течение, реверс потока, заклинивание ротора и расцепление с электродвигателем;
 - однофазные и двухфазные истечения через предохранительные клапаны и в разрывы трубопроводов;
 - однонаправленные и противоположные течения газообразных и жидких компонентов парогазовой смеси;
 - образование и изменение уровня жидкости в объемах;
 - учет режима критического истечения через предохранительные клапаны и разрывы трубопроводов;
 - малые течи и большие разрывы трубопроводов, в том числе и с

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

двухсторонним истечением;

- процессы тепло-массообмена:

- межфазный теплообмен жидкости и газа;
- теплообмен между теплоносителем (однофазный теплоноситель или паро-газо-жидкостная гомогенная или гетерогенная смесь) и стенками, с учетом влияния неконденсирующихся газов на теплопередачу и с учетом внутренних источников тепла;
- все режимы теплообмена: излучение, теплопроводность, конвективный теплообмен, эффекты конденсации и режимы кипения: в условиях недогретой жидкости, пузырьковый, переходный, в условиях критического теплового потока, пленочный и полное осушение;
- учет теплового эффекта химических реакций;
- теплообмен с многослойными стенками;
- тепловыделение от работающего оборудования и тепловые потери от оборудования и трубопроводов.

6.3.6.3 Теплогидравлическая модель должна быть применимой в широком диапазоне изменения параметров (от параметров в конденсаторах и в проточной части турбины и до параметров перегретого пара).

6.3.6.4 Реальные объекты (баки, трубопроводы, тройники, арматура, теплообменники, насосы и др.) должны моделироваться набором стандартных элементов и связей между ними в рамках нодализационных схем произвольной конфигурации. Должна быть обеспечена возможность гибкого построения нодализационных схем для применения теплогидравлической модели при моделировании любых систем энергоблока, содержащих гидравлические контуры и объекты любой конфигурации и геометрии.

6.3.6.5 Теплогидравлическая модель должна учитывать все рассматриваемые отказы, интегрироваться с другими математическими моделями (нейтронно-физической, электрической, АСУ) и обеспечивать возможность проведения расчетов в реальном времени.

6.3.6.6 Вычисления по модели должны быть достоверны во всем эксплуатационном диапазоне. Верификация модели должна быть основана на сравнении результатов расчета по модели с результатами динамических испытаний на энергоблоке и результатами расчетов аварийных режимов и режимов

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

запроектных аварий, входящих в описание обоснования безопасности энергоблока. Модель должна содержать достаточное количество расчетных узлов для правильного учета распределенности параметров в сложной системе любой геометрии и правильной передачи информации средствам измерения и контроля.

6.3.7 Системы электроснабжения

6.3.7.1 Моделирование систем электроснабжения должно включать основные шины и сборки, в том числе шины постоянного тока, шины управления и сигнализации.

6.3.7.2 При моделировании шин электроснабжения должны учитываться электрические параметры основных потребителей, запитанных с этих секций.

6.3.7.3 Математическая модель должна адекватно отображать работу технологического оборудования, выключателей, трансформаторов, выпрямителей, дизель-генераторов, аккумуляторных батарей и вести расчёт основных величин, характеризующих электрическую сеть (напряжение, ток, мощность (полную, активные и реактивные составляющие), частоту).

6.3.7.4 При моделировании щитов постоянного тока должны учитываться эффекты заряда и разряда аккумуляторов.

6.3.7.5 Должны моделироваться эффекты, связанные с самозапуском электродвигателей после перерывов питания различной длительности и выбегом электродвигателей после обесточивания.

6.3.7.6 Внешняя энергосистема должна моделироваться в объеме, необходимом для получения реалистичных реакций в показателях напряжения и частоты на любые нарушения в энергосистеме.

6.3.7.7 Модель процессов в генераторе должна включать в себя:

- работу в энергосистеме;
- холостой ход;
- работу на собственные нужды, если такой режим допустим;
- возбуждение и развозбуждение;
- синхронизация;
- короткие замыкания на выводах генератора;
- синхронные и асинхронные режимы;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- работа релейной защиты;
- охлаждение ротора и статора генератора.

6.3.8 Моделирование стандартного оборудования

Насосы

6.3.8.1 Модели насосов должны быть различными для центробежных, поршневых и других используемых типов насосов, а также должны:

- достоверно отражать возникновение и эффекты кавитации;
- отражать работу насосов при пуске, выбеге и с расходом в любом направлении;
- достоверно отражать эффекты передачи тепла от насоса к перекачиваемой жидкости, где это требуется;
- отражать влияние пусковых токов насосов на электрические системы и влияние частоты и напряжения сети на характеристики насоса при пуске и работе, где это существенно;
- допускать параллельное или последовательное включение насосов.

Клапаны

6.3.8.2 Модель клапана должна учитывать:

- возможное различие во времени открытия и закрытия клапана;
- нелинейную зависимость расхода через клапан от положения регулирующего элемента, где это необходимо;
- дроссельные характеристики;
- модель клапана должна реалистично отображать течение пара и жидкости через него, эффекты перепада давления и местных протечек, где это требуется;
- модели электроприводных и электромагнитных клапанов должны включать наличие управляющего и силового питания;
- модели перепускных и предохранительных клапанов должны реалистично отражать данные по гистерезису открытия/закрытия;
- модели дистанционно управляемых клапанов должны включать реальные времена открытия / закрытия.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Трубопроводы

- При моделировании трубопроводов должны соблюдаться их геометрические размеры: диаметры и длины;
- Необходимо также задавать правильные высотные отметки расположения трубопроводов;
- Должна быть обеспечена точная высотная привязка при соединении трубопроводов с баками.

Баки

- Уровень жидкости в баке должен вычисляться с учетом его реальной геометрии;
- модель должна обеспечивать общий баланс массы жидкости и парогазовой смеси в баке;
- модель баланса энергии должна включать тепловые потери в окружающую среду, фазовые переходы, и наличие теплообменников в баке;
- модель бака должна достоверно рассчитывать давление в условиях полного заполнения бака жидкостью;
- модель бака должна иметь возможность для практически мгновенного изменения (уменьшения, увеличения) уровня в баке и концентрации примесей.

Теплообменники

- Модели теплообменников должны достоверно отражать эффекты, связанные с изменением расходов (по величине и направлению, в т.ч. с прекращением расходов), температур обменивающихся теплом сред, а также корректно учитывать теплоемкости сред и металла;
- модель двухфазного теплообменника должна включать области перегретого пара, насыщения и недогретой жидкости в соответствии с режимом;
- модель теплопередачи через стенки теплообменников должна учитывать толщину и массу металла.

Выключатели электрических сетей

6.3.8.3 Модели сетевых выключателей / разъединителей должны включать:

- воздействие управляющего питания;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- реле блокировок, устройств взвода, цепи защиты от повторного включения;
- логические устройства управления и защиты.

6.3.9 Моделирование процессов переноса

6.3.9.1 Радиоактивность.

- Перенос радиоактивности должен моделироваться в теплоносителе, газе, помещениях с учетом интенсивности источников, распада, распространения с потоками внутри и между системами, а также в случае неплотности технологических контуров.
- Должно моделироваться влияние фильтров на перенос радиоактивности, включая накопление активности в фильтрах.
- Должна моделироваться радиоактивность в прямках и баках, где это существенно.
- Подробность моделирования должна быть достаточной, чтобы отклики детекторов радиоактивности или моделируемых систем отбора проб соответствовали ожидаемым.
- Должен моделироваться выход и распространение с теплоносителем радиоактивности в смежные системы или окружающую среду в объеме имеющихся средств радиационного контроля на энергоблоке-прототипе.

6.3.10 Моделирование системы контроля и управления

6.3.10.1 Следующие системы контроля и управления (СКУ) АЭС должны моделироваться:

- Система контроля и управления верхнего блочного уровня (интерфейс оператора);
- Система управления и защиты (СУЗ) реактора, включая аппаратуру контроля нейтронного потока (АКНП);
- Системы диагностики РУ;
- Управляющая система безопасности технологическая (УСБТ);
- Система автоматической защиты ПГ (САЗ ПГ);
- Система контроля и управления электрообогрева (СКУ ЭО);

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- Система контроля и управления оборудованием нормальной эксплуатации (СКУ НЭ), включая системы контроля и регулирования турбины (СКРТ) и генератора (СКУ ТГ);
- Система контроля и управления спецкорпуса (СК) и спецбытового корпуса (СБК) (СКУ СК);
- Система контроля и управления вентиляционным оборудованием (СКУ В);
- Система радиационного контроля (СРК);
- Система контроля и управления противопожарной защитой (СКУ ПЗ);
- Система контроля и управления электрическим оборудованием нормальной эксплуатации (СКУ ЭЧ);
- Средства регистрации важных параметров эксплуатации (СРВПЭ);
- Система контроля и управления водно-химическими режимами третьего контура (СКУ ВХР).

6.3.10.2 Модель системы контроля и управления должна использовать те же алгоритмы, что и АСУ ТП.

6.4 Требования к моделированию режимов работы энергоблока

6.4.1 Не трогать! Не удалять! При печати не будет видно

6.4.1.1 АТ должен обеспечить моделирование проектных режимов эксплуатации, контроль и управление которыми осуществляется оперативным персоналом БПУ и РПУ.

6.4.1.2 Перечень моделируемых режимов формируется в соответствии с требованиями п. 5.4. СТО. Критерием отбора при формировании перечня моделируемых режимов является условие, что контроль и оперативное управление режимом осуществляется с БПУ и РПУ энергоблока-прототипа.

6.4.1.3 Определение необходимых для моделирования режимов с нарушением пределов и условий нормальной эксплуатации и аварий выполняется на основе следующих документов:

- проектной и эксплуатационной документации энергоблока-прототипа;
- информации по отказам, имевшим место на энергоблоке-прототипе и других энергоблоках аналогичного типа;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- рекомендациям, указаниям и нормативным актам Росатома, Ростехнадзора и эксплуатирующей организацией.

6.4.1.4 АТ должен обеспечивать моделирование режимов, связанных с течами теплоносителя, при этом:

- в объем моделирования должны быть включены все категории течей по их размеру и месту расположения, рассмотренные проектом энергоблока-прототипа;
- для режимов течей теплоносителя должны моделироваться выход и распространение с теплоносителем радиоактивности в смежные системы или окружающую среду в объеме имеющихся средств радиационного контроля на энергоблоке-прототипе.

6.4.1.5 Перечень моделируемых режимов эксплуатации энергоблока представлен в Приложении 6.

6.4.1.6 Для моделирования режимов с нарушением пределов и условий нормальной эксплуатации и аварий, в соответствии с требованиями п.п. 5.4.5. и 5.4.6 СТО 1.1.1.01.004.0680 - 200, в АТ должны быть предусмотрены системные и стандартные отказы, вводимые инструктором с РМИ.

6.4.1.7 Если на моделируемые режимы существенное влияние оказывает состояние выгорания активной зоны, то должно предусматриваться их моделирование для характерных значений состояний выгорания: начало и конец кампании.

6.5 Требования к исходным состояниям тренажера

6.5.1.1 Формирование перечня исходных состояний должно быть реализовано в соответствии с п. 5.5. СТО.

6.5.1.2 Тренажер должен иметь возможность сохранения 200 Исходных Состояний (ИС), которые будут размещены на жестком диске компьютера инструкторской станции.

6.5.1.3 На тренажере должно быть установлены базовые исходные состояния, которые должны соответствовать различным состояниям энергоблока. Эти базовые ИС должны быть защищены от случайной перезаписи паролем. Остальные исходные состояния создаются инструктором по мере необходимости.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

6.5.1.4 Для упорядочивания процесса создания исходных состояний, у каждого инструктора могут быть выделенные номера исходных состояний, при необходимости, защищаемые от перезаписи индивидуальным паролем.

6.5.1.5 Перечень 19-и базовых исходных состояний для начала и конца компании реактора представлен в Приложении 1.

6.6 Требования к точности и достоверности моделирования

6.6.1.1 Моделирование на АТ исходных состояний, режимов нормальной эксплуатации, режимов с нарушением нормальной эксплуатации и аварий в части требований к точности и достоверности должно соответствовать п. 5.6. СТО:

- требования к точности и достоверности моделирования стационарных состояний режимов нормальной эксплуатации;
- требования к устойчивости моделирования стационарных состояний режимов нормальной эксплуатации;
- требования к точности и достоверности моделирования переходных состояний режимов нормальной эксплуатации;
- требования к точности и достоверности моделирования режимов с нарушением нормальной эксплуатации;
- требования к воспроизводимости моделируемого процесса.

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

- проверка достоверности моделирования стационарных состояний должна охватывать диапазон работы энергоблока от МКУМ до 100 % N ном. и производиться на трех уровнях мощности; уровень мощности 100 % является обязательным, значения промежуточных уровней мощности могут быть скорректированы в зависимости от наличия расчетных и фактических данных энергоблока-прототипа;
- исходные состояния для проверки параметров стационарных состояний должны быть получены путем выполнения операций по пуску и набору нагрузки в соответствии с эксплуатационными инструкциями энергоблока-прототипа, а не сформированы путем задания значений расчетных параметров;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- вычисленные в АТ параметры технологического процесса должны соответствовать параметрам энергоблока-прототипа в пределах допустимых значений отклонений без учета погрешности измерительных средств энергоблока-прототипа;
- некоторые параметры могут колебаться около стационарных значений за счет работы регуляторов, в этом случае для сравнения берутся усредненные значения, а амплитуда колебаний параметров на АТ не должна превышать амплитуды колебаний параметров энергоблока-прототипа;
- до проведения проверки моделирования стационарных состояний поставщиком АТ должна быть разработана методика проверки, в которой должно быть указано, как перевести АТ в состояние, для которого представлены данные энергоблока-прототипа и приведены перечни сверяемых параметров с допустимыми отклонениями; методика должна быть включена в программу комплексных испытаний.

6.6.1.3 Требования к устойчивости моделирования стационарных состояний режимов нормальной эксплуатации следующие:

- должна быть выполнена проверка устойчивости моделирования параметров энергоблока в стационарном состоянии.
- 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.

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

- при выполнении на АТ программ пусковых испытаний энергоблока-прототипа должны выполняться содержащиеся в этих программах условия их успешного завершения (далее – критерии успешности);
- при выполнении на АТ регламентных плановых опробований оборудования и систем или переходов по оборудованию по инструкциям, программам, бланкам переключений энергоблока-прототипа должны выполняться содержащиеся в этих документах критерии успешности;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- при выполнении на АТ пуско-остановочных операций по эксплуатационной документации энергоблока-прототипа должны достигаться такие же результаты и состояния, как и на энергоблоке-прототипе;
- реакция АТ на выполнение ошибочных действий или невыполнение необходимых операций должна быть аналогична реакции энергоблока-прототипа;
- изменения параметров на АТ при соблюдении условий и пределов нормальной эксплуатации по направлению и тенденции должны соответствовать изменению параметров на энергоблоке-прототипе 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-прототипе происходит срабатывание сигнализации или выполнение автоматических действий, эти же события в идентичных условиях должны происходить на АТ;
- на АТ не должно происходить срабатывание сигнализации или выполнения автоматических действий, если это не происходит в идентичных условиях на энергоблоке-прототипе.

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

- для ликвидации последствий нарушений и аварий в работе оборудования модель АТ должна обеспечивать выполнение обучаемым таких же действий, как на энергоблоке- прототипе;
- реакция АТ на неправильные действия обучаемых или невыполнение необходимых операций должны быть аналогичны реакции энергоблока-прототипа;
- изменения параметров на АТ должны по направлению и тенденции соответствовать данным энергоблока-прототипа, 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;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- если на энергоблоке-прототипе происходит срабатывание сигнализации или выполняются автоматические действия, те же самые события должны происходить в идентичных условиях на АТ;
- на АТ не должно происходить срабатывание сигнализации или выполнение автоматических действий, если это не происходит в идентичных условиях на энергоблоке-прототипе.

6.6.1.6 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.

6.7 Моделирование отказов

6.7.1.1 Моделирование неисправностей оборудования и систем АЭС в целом должно быть реализовано в соответствии с перечнем отказов технического проекта на компонентном (стандартные отказы) и системном (системные отказы) уровне.

6.7.1.2 Моделирование набора возможных неисправностей типового оборудования осуществляется посредством «стандартных отказов». Каждый вид типового оборудования – насосы, задвижки, клапаны - будет иметь свой набор неисправностей. Воздействие каждого такого отказа на модель технологической системы будет моделироваться адекватно аналогичному событию на реальном энергоблоке-прототипе. Перечень стандартных отказов приведен в Приложении 4.

6.7.1.3 Введение системных отказов осуществляется для моделирования различных эксплуатационных режимов, проектных и тяжелых аварий. Для выполнения этой цели на тренажере предполагается моделировать системные отказы, приведенные в Приложении 3. Окончательный список стандартных и системных отказов будет представлен Заказчику для согласования на этапе разработки Технического проекта АТ.

6.7.1.4 Моделирование всех стандартных и системных отказов, индивидуально или в комбинации, должно полно и реалистично воспроизводить поведение энергоблока в аналогичной ситуации, с адекватной реакцией на действия операторов и соответственно отражать сигнализацию на блочном щите.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- 6.7.1.5 Отказы должны моделироваться с учетом физических явлений в системах и оборудовании реального энергоблока при возникновении в них отказов подобного типа. Не должны использоваться заранее определенные или заранее записанные реакции компонентов или систем на отказы.
- 6.7.1.6 Все активизированные отказы моделируются до тех пор, пока они не удалены инструктором (при введении восстанавливаемых отказов) или АТ не будет переведен в иное исходное состояние (при введении невосстанавливаемых отказов). Вторичные эффекты от введения отказов также должны моделироваться.
- 6.7.1.7 Должна быть реализована возможность, как индивидуального ввода соответствующего отказа, так и необходимой комбинации системных и стандартных отказов. Максимальное количество по введению системных отказов будет определено на этапе разработки Технического проекта АТ.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

7 ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Разработка и изготовление тренажера осуществляется по следующим этапам:

7.1 Этап предпроектных работ

- предпроектное обследование, сбор документации и анализ исходных данных по энергоблоку - прототипу;
- разработка технического задания на АТ;
- разработка плана обеспечения качества;
- «заморозка» исходных данных на проектирование АТ.

7.2 Этап технического проекта

- разработка проектно-конструкторской документации на технические средства АТ;
- разработка базы данных АТ на моделируемые системы.

7.3 Этап закупки оборудования и комплектующих

- закупка оборудования компьютерного комплекса.

7.4 Этап рабочего проекта

- разработка системного программного обеспечения;
- разработка кодов моделей технологических систем;
- разработка программного обеспечения инструкторской станции;
- разработка программного обеспечения имитаторов информационных систем;
- разработка программы автономных испытаний моделей технологических систем;
- проведение автономного тестирования моделей технологических систем в соответствии с программой автономных испытаний;
- проведение интегрирования всего программного обеспечения в единый комплекс;
- разработка программы комплексных испытаний;
- разработка программы верификационных испытаний;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- разработка программы приемо-сдаточных испытаний;
- разработка учебно-методических материалов.

7.5 Этап пуско-наладочных работ

- наладка технических средств АТ на площадке Исполнителя;
- комплексная наладка АТ;
- корректировка проектной документации по результатам комплексной наладки АТ;
- проведение комплексных испытаний в соответствии с программой комплексных испытаний;
- проведение верификационных испытаний в соответствии с программой верификационных испытаний;
- разработка конечных проектных спецификаций на моделируемые технологические системы;
- демонтаж, перевозка АТ на площадку Заказчика.

7.6 Этап приемо-сдаточных испытаний

- проведение приемо-сдаточных испытаний в соответствие с программой приемо-сдаточных испытаний;
- передача Заказчику комплекта документации поставляемой с АТ в соответствии с ТЗ.

7.7 Этап гарантийного сопровождения

7.7.1.1 Гарантийное сопровождение АТ (в части выполненных работ) должно осуществляться в течение двух лет после подписания акта сдачи-приемки АТ.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

8 ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ПРЕДСТАВЛЯЕМОЙ ПО ОКОНЧАНИЮ РАБОТ

8.1.1.1 Исполнитель в процессе и по окончании разработки тренажера представляет Заказчику следующую техническую документацию в соответствии с требованиями пункта 5.13. СТО:

- - техническое задание на АТ;
- - ведомость эксплуатационных документов;
- - конечные проектные спецификации на моделируемые технологические системы;
- - отчет по математическим моделям технологических систем
- - документация моделирующего компьютера, компьютера инструкторской станции, компьютеров рабочих станций информационных систем, в объеме документации производителя оборудования;
- - руководство по эксплуатации тренажера;
- - инструкторская станция, руководство пользователя;
- - перечень оборудования;
- - программа автономных испытаний;
- - акт по результатам автономных испытаний;
- - программа комплексных испытаний;
- - акт по результатам комплексных испытаний;
- - программа верификационных испытаний;
- - отчет по результатам верификационных испытаний;
- - программа приемо-сдаточных испытаний;
- - акт приемо-сдаточных испытаний;
- - контрольная версия программного обеспечения на электронном носителе;
- - паспорт на АТ;
- - учебно-методические материалы.

8.1.1.2 Вся техническая документация должна выпускаться на русском языке.

8.1.1.3 Документация представляется на бумаге и электронном носителе.
Документация на закупленное программное и компьютерное обеспечение,

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

поставленное заводами - изготовителями, должна поставляться в оригинальном формате.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

9 ПОРЯДОК ПРИЕМКИ ТРЕНАЖЕРА

9.1 Процедуры тестирования, комплексной отладки и приемки тренажера

Поскольку АТ является сложным программно-техническим комплексом, процедуры его тестирования носят многоэтапный характер и базируются на первоначальном автономном тестировании отдельных его элементов или функциональных групп элементов, с последующей комплексной отладкой, тестированием и приемкой.

Ниже изложены основные этапы отладки и тестирования АТ.

9.1.1 Автономные испытания технических средств и программного обеспечения тренажера.

9.1.1.1 Автономные испытания технических средств и программного обеспечения проводятся по программам, разработанным Исполнителем и согласованным с Заказчиком АТ и должны включать:

- испытания компьютерного оборудования и технических средств;
- автономное тестирование компонентов системного и прикладного программного обеспечения.

9.1.1.2 Результаты автономных испытаний технических средств и программного обеспечения оформляются в виде итогового акта с приложением протоколов по каждому виду испытаний и согласовываются с Заказчиком.

9.1.2 Комплексная отладка и испытания тренажера

9.1.2.1 После выполнения испытаний по п.9.1.1. и интегрирования программного обеспечения производится отладка тренажера, как единого комплекса.

9.1.2.2 После завершения отладки АТ, принимается решение о проведении комплексных испытаний. Комплексные испытания выполняются на площадке Исполнителя. Данные испытания выполняются по всему спектру моделируемых режимов и реализуемых функций АТ в соответствии с Программой комплексных испытаний АТ, разработанной Исполнителем и согласованной с Заказчиком тренажера.

9.1.2.3 Программа комплексных испытаний, как минимум, должна включать:

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- проверку конфигурации и испытания совместного функционирования комплекса технических средств АТ;
- проверка функциональных возможностей Инструкторской станции;
- проверку исходных состояний АТ в течение 60 минут;
- испытания режимов нормальной эксплуатации, моделируемых на АТ;
- индивидуальные испытания моделируемых отказов;
- испытания режимов с нарушением нормальной эксплуатации и аварий, моделируемых на АТ;
- проверку пределов моделирования АТ;
- критерии оценки результатов испытаний.

9.1.2.4 Объем процедур тестирования включаемых в Программу комплексных испытаний определяется на стадии рабочего проектирования АТ.

9.1.2.5 Результаты комплексных испытаний АТ оформляются в виде итогового акта с приложением протоколов по каждому виду испытаний и согласовываются с Заказчиком.

9.1.3 Верификация математической модели АТ

9.1.3.1 После завершения комплексных испытаний АТ Заказчик совместно с Исполнителем проводит верификацию математической модели АТ в соответствии с Программой верификации, разработанной Исполнителем, согласованной с Заказчиком и утвержденной техническим директором эксплуатирующей организации.

9.1.3.2 Для проведения верификации математической модели Заказчик предоставляет Исполнителю исходные данные, включая данные по моделируемым запроектным авариям.

9.1.3.3 Программа верификации должна включать:

- перечень верифицируемых режимов;
- условия проведения верификационных испытаний для каждого режима;
- перечень регистрируемых параметров для каждого режима;
- порядок верификации для каждого режима;
- критерии оценки результатов (критерии успешности проведения) испытаний;
- перечень документации, содержащей реальные и расчетные данные энергоблока прототипа, в соответствии с которыми разработаны критерии оценки результатов испытаний.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

9.1.3.4 Программа верификации должна содержать верификацию режимов в соответствии с п. 5.10.4.2 СТО.

9.1.3.5 По результатам верификации АТ выпускается отчет, который согласовывается с Заказчиком и утверждается Техническим директором эксплуатирующей документации.

9.1.3.6 Отчет по верификации должен включать 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 процессов с экспериментальными и проектными данными по энергоблоку – прототипу;
- анализ соответствия ПМТ требованиям нормативных документов.
- заключение о допустимости выявленных расхождений, если таковые были обнаружены

9.1.4 Прием-сдаточные испытания АТ.

9.1.4.1 Испытания на площадке Заказчика должны быть выполнены по Программе прием-сдаточных испытаний, составляемой Исполнителем, согласованной с Заказчиком тренажера и утвержденной эксплуатирующей организацией с целью подтверждения соответствия АТ требованиям СТО, ТЗ и проекта АТ.

9.1.4.2 Программа прием-сдаточных испытаний АТ должна включать в себя следующие разделы:

- проверку конфигурации и испытания совместного функционирования комплекса технических средств АТ;
- проверку наличия и состава документации по эксплуатации АТ;
- рассмотрение результатов автономных испытаний;
- рассмотрение результатов комплексных испытаний;
- рассмотрение и анализ отчета по верификации;
- проверка функциональных возможностей Инструкторской станции
- испытание моделируемых режимов нормальной эксплуатации;
- испытание моделируемых режимов с нарушением нормальной эксплуатации и аварий;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- проверка пределов моделирования;
- критерии оценки результатов испытаний.

9.1.4.3 В перечень испытаний должны входить как минимум следующие режимы:

- проверка исходных состояний;
- пуск энергоблока из «холодного» состояния до номинального уровня мощности;
- плановый останов энергоблока с номинального уровня мощности до «холодного» состояния;
- проверка отказов и режимов, вызывающих срабатывание защиты АЗ.

9.1.4.4 Уточненный объем испытаний Программы приемо-сдаточных испытаний тренажера специалистами Заказчика должен быть согласован на этапе технического проекта АТ. Продолжительность данных испытаний не должна превышать 45 календарных дней.

9.1.4.5 Комплект «Руководств по проведению занятий на тренажере» должен быть разработан и согласован с заказчиком до проведения ПСИ.

9.1.4.6 По результатам приемо-сдаточных испытаний АТ оформляется акт с приложением протоколов испытаний, утверждаемый председателем комиссии – главным инженером БАЭС.

9.1.5 Участие специалистов Заказчика в процедурах приемки

9.1.5.1 Испытания по п.9.1.1 выполняются персоналом Исполнителя. Специалисты Заказчика привлекаются для контроля за их ходом.

9.1.5.2 Испытания по п.9.1.2 и 9.1.3 выполняются совместно Исполнителем и Заказчиком под руководством Исполнителя.

9.1.5.3 Испытания по п.9.1.4 выполняются, в основном, персоналом Заказчика при содействии Исполнителя.

9.2 Приемка тренажера

9.2.1.1 Приемка тренажера осуществляется комиссией, назначаемой приказом по БАЭС с привлечением в ее состав представителей эксплуатирующей организации, представителей БАЭС и представителей разработчика АТ.

9.2.1.2 По результатам приемо-сдаточных испытаний АТ оформляется акт с приложением протоколов испытаний, утверждаемый председателем комиссии – главным инженером БАЭС.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

9.3 Гарантии.

9.3.1.1 Исполнитель обеспечивает 2 (два) года гарантийного обслуживания по всему поставленному программному и аппаратному обеспечению, начиная с даты подписания приемочных документов на Тренажер на площадке Заказчика.

9.3.1.2 Исполнитель обязан за свой счет починить или заменить (и если необходимо перепроектировать), установить и протестировать любую часть или части поставленного программного или аппаратного обеспечения, которые окажутся дефектными во время гарантийного периода.

9.3.1.3 Любая часть за исключением расходных материалов, отремонтированная или замененная в рамках гарантий, должна быть поставлена под гарантии на 6 (шесть) месяцев или до конца гарантийного периода, в зависимости от того, что дольше.

9.3.1.4 Исполнитель не предоставляет никаких гарантий по любому типу частей, если они используются не для целей Тренажера. Заказчик, в свою очередь, обязуется не использовать, или не выдавать разрешение на использование частей Тренажера не по назначению.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ ИСХОДНЫХ СОСТОЯНИЙ

1. Холодный останов НК (1-я топливная загрузка)
2. Холодный останов НК (2-я топливная загрузка)
3. Горячий останов НК(1-я топливная загрузка)
4. Горячий останов НК(2-я топливная загрузка)
5. МКУ НК (работа на 2-х петлях/1-я топливная загрузка)
6. МКУ НК (работа на 2-х петлях/2-я топливная загрузка)
7. МКУ НК (работа на 3-х петлях/1-я топливная загрузка)
8. МКУ НК (работа на 3-х петлях/2-я топливная загрузка)
9. Мощность 3% НК (работа на 2-х петлях, готовность ПГ к переводу в паровой режим/1-я топливная загрузка)
10. Мощность 3% НК (работа на 2-х петлях, готовность ПГ к переводу в паровой режим/2-я топливная загрузка)
11. Мощность 6% НК (работа на 3-х петлях, готовность ПГ к переводу в паровой режим/1-я топливная загрузка)
12. Мощность 6% НК (работа на 3-х петлях, готовность ПГ к переводу в паровой режим/2-я топливная загрузка)
13. Готовность к толчку турбины НК
14. Мощность 66% НК (работа на 2-х петлях)
15. Мощность 60% НК (работа на 3-х петлях)
16. Мощность 100% НК(1-я топливная загрузка)
17. Мощность 100% НК(2-я топливная загрузка)
18. Мощность 100% КК(1-я топливная загрузка)
19. Мощность 100% КК(2-я топливная загрузка)

Примечание: НК- начало кампании
КК - конец кампании

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПЕРЕЧЕНЬ МОДЕЛИРУЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аналитический тренажер должен моделировать, как минимум, все системы энергоблока, управляемые операторами БПУ. Моделирование систем, перечисленных ниже, обеспечит моделирование пуска энергоблока из холодного и горячего состояния, маневрирование на мощности, а также нормальных, переходных и аварийных режимов эксплуатации.

№ п/п	ID	Наименование
1.	JAA	Страховочный корпус реактора
2.	JAD	Система защиты и контроля страховочного корпуса реактора
3.	JDA	Исполнительные механизмы СУЗ
4.	JEA	Промежуточный теплообменник
5.	JEB	Главные циркуляционные насосы первого контура
6.	JEG	Система защиты корпуса реактора от превышения давления
7.	JEV	Система маслохозяйства ГЦН-I
8.	JGA, JGK, JGL, JGN	Парогенераторы
9.	JGB	Главные циркуляционные насосы второго контура
10.	JGC	Система основных трубопроводов II контура
11.	JGF	Система поддержания давления теплоносителя во II контуре
12.	JGG	Система автоматической защиты парогенератора (САЗ ПГ)
13.	JGV	Система маслохозяйства ГЦН-II
14.	JKA	Внутриреакторный КИП
15.	JNB	Система аварийного расхолаживания (САРХ)
16.	JRA	Внереакторный контроль физической мощности реактора
17.	JSA	Внутриреакторный контроль физической мощности реактора
18.	KAA	Система промконтура охлаждения потребителей реакторного отделения
19.	KAC	Системы охлаждения фильтр - ловушек
20.	KBA	Система бакового хозяйства I контура
21.	KBB	Система бакового хозяйства II контура
22.	KBB0	Система приемки натрия
23.	KBE	Система очистки натрия I контура
24.	KBE	Система натриевой петли спектрометрии
25.	KBK	Система очистки натрия II контура
26.	KHA	Система газового разогрева
27.	FAD	Система охлаждения барабана отработавших сборок (БОС)
28.	FAK	Система охлаждения бассейна выдержки
29.	FBC	Система отмывки отработавших сборок
30.	FCA	БОС
31.	FJN	Система отмывки от натрия и дезактивации оборудования
32.	KPM	Система сдувок и выдержки активного аргона

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

№ п/п	ID	Наименование
33.	KRA	Система раздачи выдержанного аргона
34.	KRB	Система раздачи «чистого» аргона
35.	KTE	Система дренажей и сдувок по II контуру
36.	KTK	Система технологических сдувок реакторного отделения
37.	KTM	Система вакуумирования
38.	KUA	Система отбора проб натрия I контура
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
45.	KLA10	Приточная система вентиляции помещений 1 канала СБ ЗКД здания реактора
46.	KLA13	Приточно-вытяжная система вентиляции помещений САРХ ВТО
47.	KLA14	Приточная система помещений зоны контролируемого доступа, расположенных в блоках UJA, 1UBR, 2UBR, работающая при обесточивании
48.	KLA16	Вытяжная система вентиляции помещений 1 - 3 каналов СБ ЗКД здания реактора
49.	KLA17	Вытяжная система вентиляции бассейна выдержки
50.	KLA20	Приточная система вентиляции помещений 2 канала СБ ЗКД здания реактора
51.	KLA21	Приточная система вентиляции бассейна выдержки
52.	KLA23	Приточно-вытяжная система вентиляции помещений САРХ ВТО
53.	KLA26	Вытяжная система вентиляции помещений 1 - 3 каналов СБ ЗКД здания реактора
54.	KLA27	Вытяжная система вентиляции бассейна выдержки
55.	KLA30	Приточная система вентиляции помещений 3 канала СБ ЗКД здания реактора
56.	KLA31	Приточная система вентиляции бассейна выдержки
57.	KLA33	Приточно-вытяжная система вентиляции помещений САРХ ВТО
58.	KLA36	Вытяжная система вентиляции помещений 1 - 3 каналов СБ ЗКД здания реактора
59.	KLA37	Вытяжная система вентиляции бассейна выдержки
60.	KLD50	Система аварийной вытяжной пожарной вентиляции помещений с натрием II контура
61.	KLR1(2,3)0	Приточная система вентиляции шахты реактора
62.	KLR1(2,3)1	Приточная система вентиляции блока забакowych ионизационных камер
63.	KLR1(2,3)2	Вытяжная система вентиляции шахты реактора
64.	KLR1(2,3)3	Вытяжная система вентиляции блока забакowych ионизационных камер

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

№ п/п	ID	Наименование
65.	SAA10(20,30)	Система кондиционирования воздуха в помещениях комплекса БПУ
66.	SAA11(21,31)	Система обеспечения жизнедеятельности персонала БПУ
67.	SAA12(22,32)	Система кондиционирования воздуха в помещении РПУ
68.	SAA13(23,33)	Система обеспечения жизнедеятельности персонала РПУ
69.	SAA14(24,34)	Приточная система вентиляции помещений СБ 1 - 3 каналов ЗСД здания реактора
70.	PCB	Система технического водоснабжения потребителей реакторного отделения
71.	LAB	Система основной питательной воды
72.	LAD	Система регенерации высокого давления
73.	LAD	Система вспомогательной питательной воды
74.	LCA	Система основного конденсата
75.	LCC	Система регенерации низкого давления
76.	LBA	Система свежего пара
77.	LBJ	Система сепарации и промперегрева
78.	LBG	Система пара собственных нужд
79.	LBH	Растопочная система
80.	LCP	Система обессоленной воды
81.	NDA	Система теплофикационной установки
82.	LCM	Система сбора дренажей
83.	PCB10	Система охлаждения потребителей турбинного отделения
84.	MAA	Собственно турбина
85.	MAJ	Вакуумная система
86.	MAL	Система дренажей турбины
87.	MAN	Система байпаса турбины
88.	MAX	Система маслоснабжения регулирования турбины
89.	MVA	Система смазки турбины
90.	MVL	Система гидроподъема роторов
91.	MVU	Система сброса дренажей маслопроводов
92.	LBW	Система уплотнений турбины
93.	LCX	Система управления обратными клапанами на отборах
94.	PAH	Система шарикоочистки конденсатора
95.	LBZ	Система обогрева фланцев
96.	MKF	Система водяного охлаждения ротора
97.	MKF50	Система водяного охлаждения статора
98.	PUB	Система охлаждающей воды
99.	SGA	Система противопожарного водоснабжения
100.	PAC	Основные насосы охлаждающей воды
101.	XJV	Система маслохозяйства ДГУ
102.	XJG	Система воды внутреннего контура
103.	SGC	Система автоматического пожаротушения распыленной воды
104.	KTH	Система спецканализации
Электротехническая часть		
105.	4ВСТ01, ..02...	Резервные трансформаторы 220/6,3/6,3кВ

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

№ п/п	ID	Наименование
106.	4BAT01...	Блочный трансформатор
107.	4MKA10, 4BAC10	Генератор и выключатель 24кВ с разъединителем
108.	4BBT01, 4BBT02	Рабочие трансформаторы собственных нужд 24/6,3/6,3
109.	4MKV	Система возбуждения генератора
110.	BBA, BBB, BBC, BBD,BCA, BCB, BCC, BCD	РУСН-6кВ н.э. вводы рабочего и резервного питания, секционные выключатели
111.	4BFA....	Секции 0,4кВ н.э (трансформатор 6/0,4 и ввод раб и рез.)
112.	BDA, BDB	Секции 6кВ надежного питания н.э.
113.	BMA, BMB	Секции 0,4кВ надежного питания н.э.
114.	XKA50,..60	Дизель-генератор блочный
115.	BME, BMF	Секции 0,4кВ ДГУ
116.	BFA, BFB, BFC, BFD, BFB, BFC	Секции 0,4кВ с.н.
117.	BGA, BGQ	Секции щитов электрообогрева 55В
118.	BUA, 4BUB	Щит постоянного тока СУЗ
119.	BMC, BMD	Секции 0,4кВ надежного питания н.э.
120.	BVA, B,C, D	Щит постоянного тока надежного питания н.э.
121.	BML, M,P	Щит 0,4 электрообогрева 2-ой гр. надежного питания
122.	BLM50, M60, P60	Щит 55В электрообогрева 2-ой гр. надежного питания
123.	BEA, BEB, BEC,	Секции 6кВ САЭ
124.	BNG, H, J	Секции 0,4кВ ДГУ САЭ
125.	BNA-F (6шт)	Секции 0,4кВ САЭ
126.	BWA-F (6шт)	Щит постоянного тока САЭ
127.	XKA11 , 21, 31	Дизель-генератор 6кВ САЭ
128.	XKA12 XKA22 XKA32	Дизель-генератор 0,4кВ САЭ
129.	UKS	Секции 0,4кВ Спецкорпус
130.	UST	Трансформаторы с.н и вводы питания 6кВ

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ПЕРЕЧЕНЬ СИСТЕМНЫХ ОТКАЗОВ,
ВЫЗЫВАЮЩИХ ПЕРЕХОДНЫЕ И АВАРИЙНЫЕ
РЕЖИМЫ РАБОТЫ БЛОКА**

№	Описание отказа
1.	Течь натрия из корпуса реактора в защитный корпус
2.	Течь натрия из защитного корпуса реактора
3.	Течь натрия в нейтроновод
4.	Течь натрия из напорного трубопровода 6 ГЦН-1
5.	Разрыв оболочки ТВЭЛ с контактом между топливом и натрием
6.	Течь натрия из трубопровода фильтр-ловушек первого контура без страховочного кожуха
7.	Спонтанное извлечение стержня АР
8.	Спонтанное извлечение стержня КС
9.	Одновременное отключение двух ГЦН-1
10.	Одновременное отключение всех ГЦН-1
11.	Незакрытие обратного клапана после отключения ГЦН-1
12.	Открытие обратного клапана неработающего ГЦН-1
13.	Закрытие обратного клапана работающего ГЦН-1
14.	Попадание масла в натрий первого контура
15.	Спонтанное уменьшение скорости ГЦН-1
16.	Потеря охлаждения блока ионизационных камер
17.	Течь аргона из корпуса реактора
18.	Разрыв оболочки ТВЭЛ без контакта между топливом и натрием
19.	Спонтанное увеличение скорости ГЦН-1
20.	Течь натрий-натрий в промежуточном теплообменнике
21.	“Большая течь” парогенератора
22.	“Малая течь” в секции парогенератора
23.	Течь натрия из трубопровода второго контура в пределах секции ПГ
24.	Течь натрия из трубопровода второго контура
25.	Самопроизвольное уменьшение скорости насоса ГЦН-2
26.	Короткое замыкание на стороне высокого напряжения в обмотке блочного трансформатора
27.	Короткое замыкание на стороне низкого напряжения в обмотке блочного трансформатора
28.	Отказ любого дизель-генератора
29.	Короткое замыкание на секции нормального электроснабжения 6 кВ
30.	Отказ источника резервного электроснабжения блока
31.	Короткое замыкание на секции 6 кВ системы аварийного электроснабжения (САЭ)
32.	Короткое замыкание на секции 6 кВ надежного питания системы

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

№	Описание отказа
	нормальной эксплуатации (НЭ)
33.	Короткое замыкание на секции 0,4 кВ
34.	Короткое замыкание на выключателе аккумуляторной батареи
35.	Короткое замыкание на секции 0,4 кВ группы системы аварийного электроснабжения (САЭ)
36.	Короткое замыкание на секции 0,4 кВ 1 группы нормальной эксплуатации (НЭ)
37.	Короткое замыкание на секции 220 В постоянного тока системы аварийного электроснабжения (САЭ)
38.	Короткое замыкание на секции 220 В постоянного тока надежного питания нормальной эксплуатации (НЭ)
39.	Течь водорода из корпуса генератора
40.	Отключение генераторного выключателя
41.	Присос воздуха в конденсаторы турбины
42.	Течь из всасывающего коллектора КН-1
43.	Течь из напорного коллектора КН-1
44.	Течь из всасывающего коллектора КН-2
45.	Течь из напорного коллектора КН-2
46.	Течь трубного пучка подогревателя низкого давления
47.	Течь из всасывающего коллектора ОЭПН и ПРПН
48.	Течь из напорного коллектора ОЭПН и ПРПН
49.	Разрыв трубного пучка подогревателя высокого давления.
50.	Течь из коллектора питательной воды после ПВД
51.	Разрыв паропровода между модулями ПГ (испарителем и пароперегревателем)
52.	разрыв коллектора перегретого (острого) пара
53.	разрыв паропровода до БЗОК
54.	разрыв паропровода после БЗОК
55.	ложное закрытие СК ТА-13 (14)
56.	заклинивание СК ТА-13 (14) в открытом положении
57.	разрыв коллектора собственных нужд
58.	заклинивание ПК ПГ в заданном положении
59.	ложное открытие ПК ПГ
60.	заклинивание БРОУ-К в задаваемом положении
61.	отказ измерительного канала диапазона источника АКНП
62.	отказ измерительного канала пускового и рабочего диапазона АКНП

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ПЕРЕЧЕНЬ СТАНДАРТНЫХ (КОМПОНЕНТНЫХ) ОТКАЗОВ

Регуляторы и регулирующие клапаны

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Ложная команда управления «Открыть»	После ввода отказа: -РК открывается до концевика. После удаления отказа неисправность устраняется
Ложная команда управления «Закрыть»	После ввода отказа: -РК закрывается до концевика. После удаления отказа неисправность устраняется
Потеря силового питания привода РК	После ввода отказа: -невозможно управление РК ни в дистанционном, ни в автоматическом режимах. После удаления отказа неисправность устраняется.
Заклинивание РК	После ввода отказа: -при изменении положения РК и достижении им положения определяемому «жесткостью» отказа происходит его механическое заклинивание; -невозможно управление РК ни в дистанционном, ни автоматическом режимах. После удаления отказа неисправность устраняется
Протечка через РК	После ввода отказа появляется протечка через РК После удаления отказа неисправность устраняется
Не прохождение команд “закрыть” от регулятора к РК	При формировании команды на закрытие РК от цепей ТЗиБ, клапан не меняет своего положения. После удаления отказа неисправность устраняется.
Не прохождение команд “открыть” от регулятора к РК	При формировании команды на открытие РК от цепей ТЗиБ, клапан не меняет своего положения. После удаления отказа неисправность устраняется.

Насосы

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Самопроизвольное включение	После ввода отказа, насос включается. При дистанционном отключении - отключается.
Самопроизвольное отключение	После ввода отказа, насос отключается. При дистанционном включении – включается.
Потеря питания управления	После ввода отказа: -насос не управляется ни в автоматическом, ни в дистанционном режимах; -статус насоса остается в исходном (текущем) положении. После удаления отказа насос работоспособен

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Потеря силового питания	После ввода отказа: -давление на напоре насоса, расход насоса плавно снижаются до нуля, мощность эл. двигателя насоса обнуляется. Эл. двигатель насоса отключается электрическими защитами; -при попытке включения насоса он не включается. После удаления отказа неисправность устраняется.
Заклинивание насоса	После ввода отказа: - расход через насос останавливается - увеличивается ток двигателя
Засорение входного патрубка	После ввода отказа: -в зависимости от жесткости отказа, изменяется проходное сечения входного трубопровода
Отказ прохождения команды “включить”	а) насос включен. После ввода отказа эффекта нет. б) насос выключен: При наступлении условий, требующих включения (ТЗиБ или оператор), насос не включается. После удаления отказа неисправность устраняется
Отказ прохождения команды “выключить”	а) насос выключен. После ввода отказа эффекта нет. б) насос включен: При наступлении условий, требующих выключения (ТЗиБ или оператор), насос не выключается. После удаления отказа неисправность устраняется

Датчики аналогового сигнала

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Завышение показаний	После ввода отказа выходной сигнал с датчика будет равен: $y' = y + Sx/100$, где y' - новое значение показаний; y - текущее значение измеряемой величины; S - жесткость отказа; x - диапазон измерения датчика. После удаления отказа неисправность устраняется, показания датчика соответствуют реальному значению измеряемой величины.
Занижение показаний	После ввода отказа выходной сигнал с датчика будет равен: $y' = y - Sx/100$, где y' - новое значение показаний; y - текущее значение измеряемой величины; S - жесткость отказа; x - диапазон измерения датчика. После удаления отказа неисправность устраняется, показания датчика соответствуют реальному значению измеряемой величины.
Зависание показаний в текущем значении	После ввода отказа выходной сигнал с датчика будет равен: $y' = y = \text{const}$, где y' - новое значение показаний; y - значение измеряемой величины в момент ввода отказа. После удаления отказа неисправность устраняется, показания датчика

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
	соответствуют реальному значению измеряемой величины.
Зависание показаний в заданном значении	После ввода отказа выходной сигнал с датчика будет равен: $y' = Sx = \text{const}$, где y' - новое значение показаний; S - жесткость отказа; x – диапазон измерения датчика. После удаления отказа неисправность устраняется, показания датчика соответствуют реальному значению измеряемой величины.

Датчики дискретного сигнала

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Ложное срабатывание	После ввода отказа выходной сигнал с датчика будет равен 1:
Не срабатывание	После ввода отказа выходной сигнал с датчика будет равен 0

Фильтры

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Засорение	После ввода отказа в соответствии с жесткостью уменьшается проходное сечение:

Теплообменники

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Засорение труб	После ввода отказа в соответствии с жесткостью уменьшается проходное сечение:
Засорение поверхности теплообмена	После ввода отказа в соответствии с жесткостью уменьшается теплопередача

Электроприводная арматура

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Самопроизвольное открытие арматуры	После ввода отказа, если арматура закрыта, или находится в промежуточном положении, происходит ее открытие с нормальной скоростью. После удаления отказа арматура управляется в нормальном режиме.
Самопроизвольное закрытие арматуры	После ввода отказа, если арматура открыта, или находится в промежуточном положении, происходит ее закрытие с нормальной скоростью. После удаления отказа арматура управляется в нормальном режиме.
Заклинивание в заданном положении	После ввода отказа, при формировании команды на открытие / закрытие происходит заклинивание арматуры в положении, определяемом жесткостью отказа. Теряется возможность изменить положение арматуры в дистанционном или автоматическом режимах. После удаления отказа арматура управляется в нормальном режиме.
Потеря питания управления	После ввода отказа пропадает сигнализация о положении арматуры на пультах и панелях БПУ. Теряется возможность управления арматурой. После удаления отказа арматура управляется в нормальном режиме.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Потеря силового питания	После ввода отказа теряется возможность управления арматурой. После удаления отказа арматура управляется в нормальном режиме.
Отказ прохождения команды “открыть”	При наступлении условий, требующих открытия арматуры (ТЗиБ или оператор), арматура не изменяет своего текущего положения. После удаления отказа неисправность устраняется
Отказ прохождения команды “закрыть”	При наступлении условий, требующих закрытия арматуры (ТЗиБ или оператор), арматура не изменяет своего текущего положения. После удаления отказа неисправность устраняется

Дистанционно управляемые выключатели

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Самопроизвольное включение	а) Выключатель замкнут. После ввода отказа эффекта нет. б) Выключатель разомкнут. После ввода отказа выключатель включается, срабатывает индикация включения на пультах и панелях БПУ. При попытке его отключения в дистанционном или автоматическом режимах, выключатель отключается и снова включается, работает индикация включения на пультах и панелях БПУ. При квитировании выключателя на включение индикация горит ровным светом. После удаления отказа неисправность устраняется.
Самопроизвольное отключение	а) Выключатель разомкнут. После ввода отказа эффекта нет. б) выключатель замкнут: -выключатель отключается, срабатывает индикация выключения на пультах и панелях БПУ; -при попытке его включения дистанционно или автоматическом режиме, выключатель включается и снова отключается, работает индикация выключения на пультах и панелях БПУ. При квитировании выключателя на отключение индикация горит ровным светом. После удаления отказа неисправность устраняется.
Отказ автоматического включения (отключения)	После ввода отказа: а) выключатель разомкнут: - эффекта нет; -при возникновении условий автоматического включения выключателя (по командам из цепей ТЗиБ) он не включается, -индикация положения выключателя не изменяется. Сохраняется возможность дистанционного управления выключателем; б) выключатель замкнут: - эффекта нет; -при возникновении условий автоматического отключения выключателя (по командам из цепей ТЗиБ) он не отключается, -индикация положения выключателя не изменяется. Сохраняется возможность дистанционного управления выключателем.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
	После удаления отказа неисправность устраняется, восстанавливается работоспособность выключателя

Электрические шины

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Короткое замыкание	После ввода отказа происходит короткое замыкание на шине

Трансформаторы

Состояние оборудования	Ожидаемые результаты
Короткое замыкание обмотки по низкому напряжению	После ввода отказа происходит короткое замыкание в обмотке по низкому напряжению
Короткое замыкание обмотки по высокому напряжению	После ввода отказа происходит короткое замыкание в обмотке по высокому напряжению

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ПЕРЕЧЕНЬ МОДЕЛИРУЕМЫХ РЕЖИМОВ ЭНЕРГОБЛОКА

№	Наименование режима
Режимы нормальной эксплуатации	
1.	Пуск из "холодного состояния"
2.	Вывод реакторной установки в критическое состояние и набор мощности
3.	Вывод энергоблока на энергетический уровень мощности..
4.	Прогрев, толчок турбогенератора и его синхронизация с энергосистемой.
5.	Подъем мощности энергоблока до номинальных параметров.
6.	Подключение неработающей петли на работающем блоке
7.	Плановый останов
8.	Повторный пуск реакторной установки после срабатывания аварийной защиты.
9.	Предпусковые испытания и периодические опробования оборудования АС, выполняемые операторами БПУ.
10.	Испытания систем управления и защиты реакторной установки, выполняемые операторами БПУ
11.	Испытания систем безопасности АС, выполняемые операторами БПУ.
12.	Измерения нейтронно-физических характеристик активной зоны, выполняемые операторами с помощью штатной аппаратуры БПУ.
13.	Периодические переходы на резервное оборудование.
Режимы с нарушением работы систем влияющих на реактивность	
14.	Неуправляемый вывод органов СУЗ из активной зоны реактора
15.	Выброс (всплытие) органа СУЗ из активной зоны реактора (если такая возможность не предотвращается проектными решениями)
16.	Падение органов СУЗ
17.	Застревание органов СУЗ
18.	Расцепление органов СУЗ с приводом
19.	Потеря индикации положения органов СУЗ
20.	
21.	Отказы в работе системы автоматического регулирования мощности реактора
22.	Отказы в работе систем предупредительной и аварийной защит реактора
23.	Отказы в работе системы контроля нейтронного потока
24.	Изменение реактивности при подключении петли циркуляции к работающему блоку
25.	Попадание масла и графита в натрий первого контура
26.	Прохождение газовых пузырей через активную зону
Режимы с нарушением циркуляции теплоносителя через активную зону	
27.	Аварийное отклонение частоты в энергосистеме.
28.	Отключение в различных комбинациях ГЦН вследствие отказов их вспомогательных систем.
29.	Останов ГЦН-1 без выбега, вследствие его заклинивания или обрыва (расцепления) приводного вала
30.	Снижение частоты вращения ГЦН-1

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

№	Наименование режима
31.	Уменьшение расхода теплоносителя через активную зону вследствие неплотности напорного трубопровода ГЦН-1
32.	Перерыв электропитания ГЦН, связанный с переходом на резервное электропитание.
33.	Частичное обесточивание секций электропитания собственных нужд энергоблока (с потерей части обесточиванием ГЦН-1)
34.	Полная потеря основного и резервного электроснабжения собственных нужд энергоблока – теплоотвод в режиме естественной циркуляции теплоносителя.
35.	Нарушения в работе системы отвода остаточных тепловыделений активной зоны
36.	Самопроизвольное закрытие обратного клапана работающего ГЦН-1
37.	Самопроизвольное открытие обратного клапана остановленного ГЦН-1
38.	Утечка теплоносителя через неплотности или разрывы в системе первого контура (течь корпуса реактора, течь страховочного корпуса)
Режимы с нарушением условий теплоотвода от реакторной установки	
39.	Снижение частоты вращения ГЦН-2
40.	Межконтурная течь ПТО
41.	Течь трубопроводов натрия 1 контура на неотсекаемых участках
42.	Течь основного натриевого трубопровода 2 контура
43.	Разрывы главных паропроводов.
44.	Отказ в открытом положении ПК ПГ.
45.	Отключение турбогенератора (турбогенераторов).
46.	Ложное закрытие СК ТГ.
47.	Отказ работы БРУ-К
48.	Частичная и полная потеря подачи основной питательной воды
49.	Отказы, связанные с попаданием воды в натрий при неплотности ПГ
50.	Отказ САРХ ВТО
Режимы с нарушениями в работе вспомогательных систем РУ.	
51.	Нарушения в работе маслосистем реакторного отделения.
52.	Нарушение в работе вентиляционных систем реакторного отделения
53.	Нарушения в работе системы промконтура охлаждения реакторной установки
Режимы с нарушениями в работе вспомогательных систем турбогенератора	
54.	Потеря вакуума в конденсаторе турбины.
55.	Потеря расхода основного конденсата.
56.	Неплотность трубной поверхности ПВД/ПНД
57.	Потеря пара собственных нужд турбоустановки.
58.	Нарушения в работе систем охлаждения генератора и возбuditеля
59.	Нарушения в работе систем техводоснабжения машзала
60.	Нарушения в работе маслосистем турбоустановки
61.	Разгрузка турбогенератора по собственным технологическим ограничениям или по командам энергосистемы
Режимы с нарушениями в работе систем контроля, управления и автоматического регулирования	
62.	Нарушения в работе средств контроля и управления БПУ.
63.	Отказы измерительных каналов.
64.	Отказы срабатывания / ложное срабатывание основных технологических защит и блокировок.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

№	Наименование режима
65.	Отказы систем автоматического регулирования
Режимы с нарушением условий электроснабжения собственных нужд энергоблока и оборудования выдачи мощности	
66.	Обесточивание групп сборок электропитания механизмов, в том числе КИПиА
67.	обесточивание отдельных секций (группы секций) 6 кВ или 0,4 кВ основного или резервного электропитания механизмов собственных нужд
68.	Отключение энергоблока от сети с переводом турбогенератора (турбогенераторов) на уровень собственных нужд
69.	Перерыв электропитания собственных нужд вследствие отказа системы Основного электроснабжения и перевода на резервную
70.	Полное обесточивание энергоблока с потерей основного и резервного источников электроснабжения
71.	Отказ РЗА блока генератор-трансформатор
72.	нарушения в работе систем аварийного электроснабжения
Режимы с нарушениями работы оборудования, связанные с пожарами	
73.	Работа систем противопожарной сигнализации и систем пожаротушения, представленных на БПУ при имитации возникновения пожара в герметичных помещениях, негерметичных помещениях реакторного отделения, в машинном зале, в электротехнических помещениях, в помещениях КИПиА

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

ПРИЛОЖЕНИЕ 6. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АНАЛИТИЧЕСКОГО ТРЕНАЖЕРА ЭНЕРГОБЛОКА №4 БАЭС

Спецификация оборудования, изделий и материалов

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертёжа, технических требований и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостойкости	Категория обеспечения качества	Материал	Единица измерения	Количество	Масса, кг		Климатическое исполнение и категория размещения	Условия хранения	Место установки и (здание, отметка)	Разработчик	Примечание Суммарная стоимость
									Единицы (кг)	Общая (кг)	Тип атмосферы	Тип атмосферы			
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Сервер (Модель физических процессов)															
1	Компьютер, моделирующий физические процессы	Процессоры Intel Xeon 2x6 ядер 3ГГц ОЗУ 24 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet интерфейс					шт	1	15	15					
Компьютер ИС (Станция инструктора)															

Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4
Технические требования.

25.02.2012

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа , техни- ческих требова- ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Еди- ница изме- рени я	Коли- чество	Масса,		Климати- ческое исполне- ние и категори я размеще- ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчи к	Примечани е Суммарная стоимость
									Един ицы (кг)	Общая (кг)					
2	Компьютер станции инструктора	Процессор Intel 2 ядра 2.6ГГц ОЗУ 6 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet интерфейс DVD привод					шт	1	12	12					
3	Монитор станции инструктора	LCD 21 дисплей					шт	2	4	8					
4	Принтер станции инструктора черно-белый	Формат бумаги А3 Устройство для двусторонне й печати Ethernet интерфейс					шт	1	15	15					
5	Принтер станции инструктора цветной	Формат бумаги А3 Устройство для двусторонне					шт	1	20	20					

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа , техни- ческих требова- ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Еди- ница изме- рени я	Коли- чество	Масса,		Климати- ческое исполне- ние и категори я размеще- ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчи к	Примечани е Суммарная стоимость
									Един и-цы (кг)	Общая (кг)					
		й печати Ethernet интерфейс													
	Компьютер (Модель СВБУ)														
6	Компьютер, моделирующий ПУ	Процессор Intel 4 ядра 3ГГц ОЗУ 4 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet интерфейс					шт	1	1	1					
7	Компьютер, моделирующий SU	Процессор Intel 4 ядра 3ГГц ОЗУ 4 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet интерфейс DVD привод					шт	1	1	1					
8	Компьютер, моделирующий	Процессор Intel 2 ядра					шт	3	1	3					

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа техни- ческих требова- ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Еди- ница изме- рени я	Коли- чество	Масса,		Климат - ческое исполне- ние и категори я размеще- ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчи к	Примечани е Суммарная стоимость
									Един и-цы (кг)	Общая (кг)					
	шлюз TXS	3Гц ОЗУ 4 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet интерфейс DVD привод													
9	Компьютер, моделирующий ХУ	Процессор Intel 2 ядра 3Гц ОЗУ 4 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet интерфейс DVD привод					шт	1	1	1					
10	Компьютер, моделирующий рабочую станцию ОМ	Процессор Intel 2 ядра 3Гц ОЗУ 4 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet интерфейс					шт	9	1	9					

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа , техни- ческих требова- ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Еди- ница изме- рени я	Коли- чество	Масса,		Климат - ческое исполне- ние и категори я размеще- ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчи к	Примечани е Суммарная стоимость
									Един и-цы (кг)	Общая (кг)					
		DVD привод													
11	Терминал ОМ	X терминал					шт	18	4	72					
12	Монитор ОМ	LCD 21 дисплей					шт	18	4	72					
13	Принтер СВБУ черно-белый	Формат бумаги А4 Ethernet интерфейс					шт	1	15	15					
14	Принтер СВБУ цветной	Формат бумаги А4 Ethernet интерфейс					шт	1	20	20					
	Компьютер (Модель АСУТП)														
15	Компьютер, моделирующий ТХР	Процессоры Intel Xeon 2x6 ядер 3ГГц ОЗУ 24 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet					шт	1	1	1					

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа техни- ческих требова- ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Еди- ница изме- рени я	Коли- чество	Масса,		Климати- ческое исполне- ние и категори я размеще- ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчи к	Примечани е Суммарная стоимость
									Един и-цы (кг)	Общая (кг)					
16	Рабочая станция поддержки	Процессор Intel 2 ядра 3ГГц ОЗУ 4 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet интерфейс DVD привод	интерфейс				шт	7	12	84					
17	Монитор рабочей станции поддержки	2 LCD 21 дисплей					шт	14	4	56					
18	Шкаф для размещения компьютеров и сетевого оборудования	Формат 19 дюймов Высота 42U Ширина 800мм Глубина 1000мм					шт	3	70	210					
19	Консоль управления серверами	Коммутатор KVM IP Дисплей 17 Клавиатура					кмпл	1	3	3					

Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4
Технические требования.

25.02.2012

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа , техни- ческих требова- ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Един- ица изме- рени я	Коли- чество	Масса,		Климати- ческое исполне- ние и категори я размеще- ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчи к	Примечани е Суммарная стоимость
									Един и-цы (кг)	Общая (кг)					
		Кабели и блоки подключени и серверов													
20	Коммутатор Ethernet	48 портов RJ45					шт	3	5	15					
21	Компьютер сетевых сервисов	Процессор Intel 2 ядра 2,6 ГГц ОЗУ 3 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet интерфейс					шт	1	1	1					
22	Компьютер внешнего сетевого шлюза	Процессор Intel 2 ядра 2,6 ГГц ОЗУ 3 ГБ Жесткий диск 300 ГБ Ethernet интерфейс					шт	1	1	1					
23	Система сетевого резервного	7 жестких дисков 2 ТБ					шт	1	8	8					

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа техни- ческих требова- ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Един- ица изме- рени я	Коли- чество	Масса,		Климатиче- ское исполне- ние и категори я размеще- ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчи к	Примечани е Суммарная стоимость
									Един и-ца (кг)	Общая (кг)					
	копирования	Ethernet интерфейс									Тип атмосфе ры	Тип атмосфер ы			
24	Источник бесперебойного питания	Входное напряжение 3 фазы 380В Нагрузка 20 КВА Батареи на 10 минут при полной нагрузке Ethernet интерфейс с системой дистанцион ного управления ИБП и подачи команд на выключение оборудован ия					шт	1	150	150					

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа , техни- ческих требова- ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Еди- ница изме- рени я	Коли- чество	Масса,		Климатиче- ское исполне- ние и категори я размеще- ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчи к	Примечани е Суммарная стоимость
									Един и-цы (кг)	Общая (кг)					
24	Рабочая станция двухдисплейная	СWA01- CWA08	РС-2				шт	8	90	720					
25	Рабочая станция однодисплейная		РС-1				шт.	1	70	70					
26	Угловая вставка	СWA01R, CWA07R	УВ				шт.	2	50	100					
27	Пульт электрической части	СWA09	Пульт т ЭЧ				шт.	1	70	70					
28	Рабочая станция ЛВС		РС ЛВС				шт.	1	70	70					
29	Рабочая станция модифицированн ая	СWB01- CWB02	РС- 2М				шт.	2	70	140					
30	Пульт промышленного телевидения	СWB03	ПТ				шт.	1	70	70					
	Виртуальная (электронная) панель (СW1.01)														
31	Системный блок	Корпус для монтажа в						1							

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа , техни- ческих требова- ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Еди- ница изме- рени я	Коли- чество	Масса,		Климати- ческое исполне- ние и категори я размеще- ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчи к	Примечани е Суммарная стоимость
									Един и-цы (кг)	Общая (кг)		Тип атмосфе ры	Тип атмосфер ы		
		19 дюймовую стойку; адапте р(ы) с возможност ью подключени я 4 мониторов с разрешение м 2560х1600, поддержка 3D не требуется; центрально й процессор не менее 2 ядер, частотой не менее 2ГГц; оперативная память не													

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа , техни- ческих требова- ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Един- ица изме- рени я	Коли- чество	Масса, кг		Климатиче- ское исполне- ние и категори я размеще- ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчик	Примечани е Суммарная стоимость
									Един и-ца (кг)	Общая (кг)		Тип атмосфе ры	Тип атмосфер ы		
		менее 3-4ГБ для 3х и 2х канального контроллера памяти соответстве нно, жесткий диск не менее 200ГБ; сетевой адаптер 1Гб Ethernet; внешние разъемы USB не менее 6 шт; не менее 3 свободных слотов для установки скоб вывода да питания 3													

25.02.2012

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертёж, технический рисунок, требования и др.	Класс безопасности	Категория обеспечения качества	Материал	Единица измерения	Количество	Масса, кг		Климатическое исполнение и категория размещения	Условия хранения	Место установки (этаже, отметка)	Разработчик	Примечание Суммарная стоимость
									Единица (кг)	Общая (кг)					
									Единица (кг)	Общая (кг)	Тип атмосферы	Тип атмосферы			
	сенсорных панелей, USB клавиатура и мышь с кабелями не менее 1.8 м и с USB удлинителями не менее 1.8 м; аудио адаптер; блок питания 700Вт.														
32	Монитор	LCD, диагональ 30 дюймов, разрешение 2560х1600.						4							
33	Сенсорная панель	30 дюймов					3								
34	Аудиоколонки						1								
35	Шкаф для монтажа панели.	Rittal. Блок из 8 евро-					1								

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка, модель, шифр, техническая характеристика	№ТУ, чертежа , техни- ческих требова ний и др.	Класс безопасности / Группа/ Категория Сейсмостой- кости	Категория Обеспече- ния качества	Матер иал	Един ица изме- рени я	Колл- чество	Масса, кг		Климати- ческое исполне- ние и категори я размеще ния	Условия хранения	Место установк и (здание, отметка)	Разработчи к	Примечани е Суммарная стоимость
									Един и-цы (кг)	Общая (кг)		Тип атмосфе ры	Тип атмосфер ы		
		розеток, отвод тепла, выдвижной поддон для клавиатуры и мыши на лицевой панели шкафа, 2 стационарн ые полки для размещения аудиоколон ок и контролдеро в сенсорных панелей.													

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

ПРИЛОЖЕНИЕ 7. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТРЕНАЖЕРА

П7.1 Общие положения

Руководители организации Поставщика и организации Заказчика должны определить и согласовать политику в области качества, свою приверженность качеству и цели качества. Поставщик обязан разработать систему качества проектирования и внедрения АТ, которая позволит обеспечить достижение максимально возможного соответствия АТ заявленным требованиям и потребностям Заказчика. Целесообразно рассмотреть возможность интеграции системы качества Поставщика и Заказчика в единую систему качества проекта. Разработанная система качества должна обеспечиваться и улучшаться в процессе всех стадий создания АТ.

При внедрении этой системы Поставщик должен разработать и реализовать Программу обеспечения качества при выполнении работ по разработке (модернизации) АТ.

Программа обеспечения качества Поставщика должна охватывать его работы и соответствовать требованиям свода положений по безопасности МАГАТЭ 50-C/SG-Q и следующих руководств МАГАТЭ по безопасности:

- 50-C/SG-Q1 – «Разработка и осуществление программы обеспечения качества»;
- 50-C/SG-Q2 – «Контроль несоответствия нормативным требованиям и корректирующие меры»;
- 50-C/SG-Q3 – «Контроль за документами и ведение документации»;
- 50-C/SG-Q4 – «Приемочные инспекции и испытания»;
- 50-C/SG-Q5 – «Оценка осуществления программы обеспечения качества»;
- 50-C/SG-Q6 – «Обеспечение качества при поставках оборудования и предоставлении услуг»;
- 50-C/SG-Q7 – «Обеспечение качества при изготовлении оборудования»;
- 50-C/SG-Q10 – «Обеспечение качества при проектировании».

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

Объем требований, содержащихся в Своде положений по безопасности МАГАТЭ 50-C/SG-Q и соответствующих руководствах МАГАТЭ по безопасности, указанных выше, учитывается в Программе обеспечения качества, в зависимости от категории обеспечения качества поставляемого оборудования.

П7.2 Программа обеспечения качества при проектировании и изготовлении АТ

Документ «Программа обеспечения качества при проектировании и изготовлении АТ» должен включать в себя:

- Цели качества, которые необходимо достичь в проекте;
- Шаги (элементы) процесса разработки, изготовления и поставки АТ, реализующие практику, принятую в организации Поставщика;
- Распределение обязанностей и ответственности на различных этапах проекта;
- Применяемые инструкции и процедуры;
- Программы инспекции, проверки и аудита на соответствующих этапах проекта создания АТ;
- Процедуру внесения необходимых изменений в программу качества в ходе проекта;
- Методы измерения достижения целей качества;
- Методологию обеспечения качества закупок;
- Методологию разработки технического и программного обеспечения;
- Определение однозначности понимания текущих версий технического и программного обеспечения;
- Определение стандартов документации на АТ;
- Определение стандартов написания программ;
- Методологию обеспечения соответствия документации проектным решениям;
- План управления конфигурацией технического и программного обеспечения;
- Формы и методы проведения технических проверок и управленческого аудита;
- Подтверждение того, что приобретаемое оборудование и программные средства имеют надежную систему технической поддержки, которая обеспечит получение своевременной помощи при наличии трудностей или недостатков при использовании их в УТЦ;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- Подтверждение применения в качестве технического обеспечения АТ стандартного оборудования, которое позволяет легко наращивать его возможности при необходимости расширения в будущем объема моделирования в Тренажере;
- Описание системы контроля несоответствий.

П7.3 Программа обеспечения качества при разработке программного обеспечения тренажера

На всех этапах разработки программного обеспечения должен осуществляться контроль правильности моделирования технологических систем с целью удовлетворения требованиям настоящего Технического проекта, Технического задания и обеспечения качества моделирования.

Программа обеспечения качества моделирования должна включать:

- требования к моделированию систем тренажера, изложенным в Проектной спецификации на моделирование;
- требования к разработке прикладного программного обеспечения, в том числе:
 - а) соблюдение соглашения по именам файлов исходных и объектных кодов;
 - б) соблюдение соглашения по именам переменных;
 - в) идентификацию номера редакции (изменения) и дату;
 - г) соблюдение стандартов языка программирования;
 - д) требования к заголовкам и пояснениям (комментариям);
- контроль за соответствием редакций (версий) исходных и объектных кодов;
- требования к документации программного обеспечения;
- контроль за соответствием документации программного обеспечения и модели;
- рассмотрения и проверки документации программного обеспечения, включая:
 - а) периодический контроль за внесением изменений и корректировок;
 - б) рассмотрения и проверки проектных спецификаций систем тренажера с целью установления их технического соответствия документации энергоблока;
 - в) рассмотрения и проверки документации по математическим моделям, в том числе результатов автономных (до этапа интеграции) испытаний;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

г) рассмотрения результатов тестирования интегрированной модели на ядре тренажера с целью проверки их полноты и адекватности;

д) проверку устранения рассогласований, выявленных при испытаниях интегрированной модели, с целью установления готовности тренажера к заводским комплексным и приемо-сдаточным испытаниям;

- выпуск протоколов рассогласований по замечаниям, выявленным в ходе комплексных испытаний, включая корректирующие процедуры;
- рассмотрение результатов приемо-сдаточных испытаний с целью установления готовности тренажера к проведению тренировок персонала;
- проведение верификации программного обеспечения тренажера – сравнения результатов моделирования с надежными данными по энергоблоку – прототипу, экспериментальными, расчетными или проектными данными, и т.д. Программа заводских комплексных испытаний тренажера должны содержать последовательность действий тест-оператора по управлению и контролю проверяемых режимов, а также критерии успешности.

Критерием успешности каждого единичного воздействия на модель должен являться ожидаемый результат, т.е. реакция модели на это воздействие. Описание ожидаемого результата должно быть приведено в этом же месте процедуры.

В случаях часто повторяющихся воздействий допускается использование ссылок. В случаях очевидности эффекта от воздействия его описание может быть опущено.

Критерием успешности к режиму в целом являются требования точности, предъявляемые к данному типу режимов.

Каждая процедура из программы испытаний должна содержать все действия тест-оператора по проверке данного режима с точным указанием точки контроля и ее координаты (панель БПУ, видеокадр ИВС или Инструкторской станции).

Процедуры комплексных испытаний должны включать, как минимум, следующие режимы:

- разогрев блока, пуск и набор мощности до номинальных параметров;
- разгрузку и расхолаживание энергоблока;
- переходные режимы, вызванные введением моделируемых отказов;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

- аварийные режимы;
- стационарные режимы работы на мощности.

П7.4 Обеспечение качества выполнения проекта

Поставщик должен разработать План качества выполнения проекта в форме соответствующей практике организации Исполнителя.

План качества должен включать в себя для каждой контрольной точки:

- Наименование точки контроля;
- Дату, период выполнения контроля или ссылку на документ, содержащий сроки выполнения работ;
- Применяемую документацию (процедуры и документы, содержащие критерии приемки);
- Статус контроля (участники контроля) и, при необходимости, содержание действий участников;
- Документы, содержащие результаты работ или регистрируемые результаты контроля.

Заказчик должен рассмотреть План качества проекта в течение одного месяца после представления его Исполнителем на согласование. В случае несогласия Заказчика с отдельными положениями Плана качества, Заказчик должен в течение 2-х недель передать Исполнителю обоснованные замечания по Плану качества, которые должны быть учтены в новой версии документа. Сроки выполнения работ по пересмотру и изменению Плана качества, а также возникшие разногласия, согласуются сторонами дополнительно.

Заказчик имеет право запросить любую процедуру, разрабатываемую и используемую Исполнителем в процессах контроля качества. Исполнитель должен направить Заказчику запрашиваемые документы не позднее, чем за один месяц до рассмотрения результатов работ по соответствующей контрольной точке.

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АЗ – аварийная защита;
 АР – автоматический регулятор;
 АРМ – автоматический регулятор мощности;
 АС, АЭС – атомная электростанция;
 АСУ ТП - автоматизированная система управления технологическими процессами;
 БЗОК - быстродействующий запорно-отсечной клапан;
 БРУ-А – быстродействующая редукционная установка сброса пара в атмосферу;
 БРОУ-К - быстродействующая редукционная установка сброса пара в конденсатор;
 БРОУ-СН - быстродействующая редукционная установка подачи пара к коллектору собственных нужд;
 БПУ – блочный пульт управления;
 ВИУР - ведущий инженер управления реакторным отделением;
 ВИУТ - ведущий инженер управления турбинным отделением;
 ВИУБ – ведущий инженер управления блока;
 ГЦН – главный циркуляционный насос;
 ГВК – главный вычислительный комплекс
 ЗИП - запасные части, инструмент, принадлежности и расходные материалы;
 ЗПА – запроектная авария;
 ИБП – источник бесперебойного питания;
 ИС – инструкторская станция;
 КИПиА - контрольно-измерительные приборы и автоматика
 КЭН – конденсатный электронасос;
 МКУ - минимальный контролируемый уровень (мощности)
 НС – начальное состояние;
 ОС – операционная система;
 ПГ – парогенератор;
 ПК ПГ - предохранительные клапаны парогенератора;
 ПМТ – полномасштабный тренажер;
 ПНД – подогреватель низкого давления;
 ПО – программное обеспечение;
 РК – регулирующий клапан;
 РМИ – рабочее место инструктора;
 РО – реакторное отделение;
 РОМ - регулятор ограничения мощности;
 РУ – реакторная установка;
 РПУ – резервный пульт управления;
 САПР – система автоматизированного проектирования;
 СВБУ – система верхнего блочного уровня;
 СВВ – система ввода-вывода;
 СВО – спецводоочистка;
 СК – стопорный клапан;
 КУ – системы контроля и управления;
 СПП – сепаратор пароперегреватель;
 СТО – Стандарт организации. Технические средства обучения. СТО 1.1.1.01.004.0680-2006;
 СУЗ – система управления и защиты реактора;
 ТВС – тепловыделяющая сборка;
 ТВЭЛ – тепловыделяющий элемент;

	Аналитический тренажер ЭБ№4 БАЭС№ 4 Технические требования.	25.02.2012
--	--	------------

ТГ – турбогенератор;
 ТЗ – техническое задание;
 ТОУ – технологический объект управления;
 ТТ – технические требования;
 УММ – учебно-методические материалы;
 УСБТ – управляющая система безопасности;
 УТЗ – учебно-тренировочное занятие;
 УТП – учебно-тренировочный пункт.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]