

УТВЕРЖДЕНЫ
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от «__» _____ 20__ г. № _____

**Федеральные нормы и правила
в области использования атомной энергии
«Требования к полномасштабному тренажеру блока атомной станции»**

I. Назначение и область применения

1. Настоящие федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Требования к полномасштабному тренажеру блока атомной станции» (НП-003-XX) (далее – Требования) устанавливают требования к ПМТ (перечень сокращений приведен в приложении № 1, термины и определения приведены в приложении № 2 к Требованиям) как к техническому средству для отработки оперативным персоналом навыков и действий по управлению блоком АС при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации блока АС, включая эксплуатацию с отклонениями, предаварийные ситуации, проектные и запроектные аварии, в том числе тяжелые аварии.

2. Для ПМТ, принятого в эксплуатацию до вступления в силу Требований, сроки и объем необходимых мероприятий по приведению его в соответствие с Требованиями определяются в каждом конкретном случае в условиях действия лицензии на эксплуатацию блока АС, для тренировки оперативного персонала которого применяется такой ПМТ.

**II. Общие требования к полномасштабному тренажеру
блока атомной станции**

3. ПМТ должен быть разработан для каждого блока АС. В случае если в состав АС входят однотипные блоки, то минимально необходимое количество ПМТ для тренировки оперативного персонала таких блоков должно быть обосновано в проектной документации каждого блока АС. Должна быть

подтверждена достаточность количества ПМТ для обеспечения требуемого уровня подготовки оперативного персонала.

4. ПМТ должен быть принят в эксплуатацию до завоза на АС ядерного топлива для соответствующего блока АС.

5. Соответствие математической модели ПМТ реальному состоянию блока АС, его проектной документации и ООБ должно обеспечиваться эксплуатирующей организацией в течение всего срока его эксплуатации.

6. В состав ПМТ должны входить вычислительная техника, имитатор БПУ, имитатор РПУ, устройства ввода-вывода информации, средства связи, рабочее место инструктора. Требования к составу ПМТ приведены в приложении № 3 к Требованиям. Обоснование необходимости включения в состав ПМТ имитатора РПУ подлежит представлению в проектной документации блока АС.

7. ПМТ должен обеспечивать условия для формирования у оперативного персонала навыков управления технологическими процессами блока АС при нормальной эксплуатации блока и действий при нарушениях нормальной эксплуатации блока, а также должен обеспечивать реализацию следующих мер по обеспечению безопасности АС:

- а) подготовка на должность оперативного персонала;
- б) поддержание квалификации оперативного персонала;
- в) проверка практических навыков оперативного персонала при проведении процедуры получения разрешений на право ведения технологических процессов блока АС;
- г) отработка взаимодействия оперативного персонала в составе смены;
- д) проведение противоаварийных тренировок оперативного персонала;
- е) отработка действий оперативного персонала, предписанных технологическим регламентом безопасной эксплуатации блока АС, инструкциями по эксплуатации систем и оборудования, а также инструкциями и руководствами, определяющими действия по обеспечению безопасности при нарушениях нормальной эксплуатации блока АС;

ж) отработка действий оперативного персонала на основе анализа и воспроизведения на ПМТ режимов, возникающих вследствие нарушений нормальной эксплуатации, имевших место на однотипных блоках данной АС;

з) подготовка и поддержание квалификации инструкторского персонала учебно-тренировочных пунктов и центров;

и) проверка и отработка методик проведения занятий на ПМТ (сценариев тренажерных занятий) и программ противоаварийных тренировок.

8. Посредством ПМТ должна быть обеспечена идентичная с блоком АС реакция (отклик) как на действия оперативного персонала, так и на исходные события, а также обеспечено отображение:

а) значений всех параметров, доступных на БПУ и РПУ блока АС оперативному персоналу;

б) изменений значений параметров, характеризующих в реальном масштабе времени эксплуатационные режимы работы блока АС и режимы, возникающие вследствие нарушений его нормальной эксплуатации;

в) информации о срабатывании технологических защит и блокировок, аварийной и предупредительной сигнализации и защит блока АС.

9. Информация, указанная в подпунктах «а» – «в» пункта 8 Требований, должна быть идентичной по форме и содержанию соответствующей информации, получаемой на БПУ и РПУ блока АС оперативным персоналом.

10. Для ПМТ должен быть разработан перечень исходных состояний. ПМТ должен обеспечивать сохранение и воспроизведение всех исходных состояний, включенных в указанный перечень, для использования при проведении на ПМТ тренировок оперативного персонала.

III. Требования к воспроизведению на полномасштабном тренажере эксплуатационных состояний и режимов работы блока атомной станции, а также режимов, возникающих вследствие нарушений нормальной эксплуатации блока атомной станции

11. В ПМТ должно быть предусмотрено воспроизведение всех эксплуатационных состояний и режимов работы блока АС, установленных в ООБ и технологическом регламенте безопасной эксплуатации.

12. В ПМТ должна быть обеспечена возможность воспроизведения всех представленных в ООБ режимов, возникающих вследствие нарушений нормальной эксплуатации блока АС, с момента возникновения нарушения до достижения контролируемого безопасного состояния блока АС.

13. В ПМТ должна быть обеспечена возможность воспроизведения всех действий, выполняемых на БПУ и РПУ оперативным персоналом в соответствии с:

а) технологическим регламентом безопасной эксплуатации и инструкциями по эксплуатации, в том числе для проверки функционирования оборудования;

б) инструкциями и руководствами, определяющими действия персонала по обеспечению безопасности блока при нарушениях нормальной эксплуатации.

IV. Требования к объему и пределам моделирования полномасштабного тренажера блока атомной станции

14. В объем моделирования ПМТ должны входить все системы (элементы), необходимые для воспроизведения на ПМТ эксплуатационных состояний и режимов работы блока АС, а также режимов, возникающих вследствие нарушений нормальной эксплуатации блока АС.

15. Пределы моделирования ПМТ не должны ограничивать возможность воспроизведения на ПМТ всех представленных в ООБ режимов, возникающих вследствие нарушений нормальной эксплуатации блока АС. Достижение пределов моделирования ПМТ должно сопровождаться срабатыванием сигнализации на ПМТ.

16. В ПМТ должна быть реализована функция ввода с рабочего места инструктора отказов систем (элементов), вызванных всеми представленными в ООБ внутренними и внешними воздействиями, которые нарушают нормальную эксплуатацию блока АС.

V. Требования к математической модели полномасштабного тренажера блока атомной станции

17. Математическая модель ПМТ должна быть верифицирована. Верификация математической модели ПМТ должна выполняться по программе

верификации, предусматривающей сопоставление результатов расчета параметров блока АС, полученных на ПМТ, с результатами расчета параметров блока АС, представленными в ООБ, и с результатами измерения параметров блока АС, полученными во время его эксплуатации. Результаты верификации должны быть изложены в отчете о верификации математической модели ПМТ с подтверждением точности, устойчивости, корректности и повторяемости выполнения расчетов на ПМТ параметров блока АС.

18. Подтверждение точности выполнения расчета на ПМТ параметров блока в его эксплуатационных состояниях должно проводиться путем сопоставления значений параметров, рассчитанных на ПМТ, со значениями параметров:

а) приведенными в проектной документации блока АС (сопоставление значений параметров проводится перед принятием ПМТ в эксплуатацию);

б) измеренными на блоке АС (сопоставление значений параметров проводится во время эксплуатации блока АС).

19. Указанное в пункте 18 Требованиям сопоставление значений параметров должно проводиться для всех уровней мощности блока АС, обоснованных в проектной документации блока АС. Перечень параметров для блоков АС с наиболее распространенными типами РУ, для которых установлены величины предельно допустимых отклонений, приведен в приложении № 4 к Требованиям. Для проектируемых блоков АС с другими типами РУ предельно допустимые отклонения должны быть установлены в проектной документации блока АС.

20. Подтверждение устойчивости выполнения расчета на ПМТ параметров блока АС в его эксплуатационных состояниях должно проводиться в течение времени, обоснованного в проектной документации блока АС для установления стационарных значений параметров. За это время значения параметров, для которых в соответствии с приложением № 4 к Требованиям установлены величины предельно допустимых отклонений, не должны отклоняться от их начальных значений более чем на величины предельно допустимых отклонений.

21. Корректность выполнения расчета на ПМТ параметров блока АС в эксплуатационных режимах его работы и в режимах, возникающих вследствие нарушений нормальной эксплуатации, должна быть подтверждена совпадением:

а) значений параметров, их градиентов, полученных при расчете на ПМТ и приведенных в ООБ, в пределах погрешностей определения параметров, представленных в отчете о верификации математической модели ПМТ;

б) последовательностей технологических действий, значений параметров срабатывания (уставок) систем автоматического регулирования, защит и блокировок, предусмотренных в ПМТ и приведенных в ООБ.

22. Повторяемость результатов расчетов должна быть подтверждена совпадением результатов расчетов, полученных на ПМТ из одного и того же исходного состояния ПМТ при повторном проведении расчетов одного и того же моделируемого режима.

VI. Испытания полномасштабного тренажера блока атомной станции

23. Перед принятием ПМТ в эксплуатацию в целях подтверждения соответствия ПМТ Требованиям должны быть выполнены комплексные испытания ПМТ в соответствии с программой комплексных испытаний ПМТ, предусматривающей:

а) воспроизведение всех эксплуатационных состояний и режимов работы блока АС, а также режимов, возникающих вследствие нарушений нормальной эксплуатации блока АС, представленных в ООБ;

б) проверку выполнения всех функций рабочего места инструктора, указанных в пункте 9 требований к составу ПМТ, приведенных в приложении № 3 к Требованиям.

24. Приемо-сдаточные испытания ПМТ должны проводиться на АС в соответствии с программой приемо-сдаточных испытаний, утвержденной эксплуатирующей организацией. По результатам приемо-сдаточных испытаний ПМТ должен быть оформлен акт готовности ПМТ к принятию в эксплуатацию с приложением протоколов по каждому испытанию, предусмотренному программой приемо-сдаточных испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1
к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Требования к полномасштабному тренажеру
блока атомной станции», утвержденным
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от «___» _____ 20__ г. № _____

Перечень сокращений

АС	–	атомная станция
АСУ ТП	–	автоматизированная система управления технологическим процессом
БН	–	реактор на быстрых нейтронах
БПУ	–	блочный пункт управления
БРЕСТ	–	реактор на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем
ВВЭР	–	водо-водяной энергетический реактор
ГЦН	–	главный циркуляционный насос
ЗПА	–	запроектная авария
КМПЦ	–	контур многократной принудительной циркуляции
МПУ	–	местный пункт управления
НД	–	нормативный документ
ННЭ	–	нарушение нормальной эксплуатации
НП	–	нормы и правила
ООБ	–	отчет по обоснованию безопасности
ПМТ	–	полномасштабный тренажер блока атомной станции
ПНД	–	подогреватель низкого давления
ПТО	–	промежуточный теплообменник
РБМК	–	реактор большой мощности канальный

РМИ	–	рабочее место инструктора
РПУ	–	резервный пункт управления
РУ	–	реакторная установка
РУЗА	–	руководство по управлению запроектными авариями
ТГ	–	турбогенератор
ТЗ	–	техническое задание
ТР	–	технологический регламент
ЦПУ	–	центральный пункт управления

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Требования к полномасштабному тренажеру
блока атомной станции», утвержденным
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от «___» _____ 20__ г. № _____

Термины и определения

1. Верификация математической модели ПМТ – сопоставление результатов расчетов параметров блока АС, полученных на ПМТ, с результатами расчета параметров блока АС, представленными в ООБ, и с результатами измерения параметров блока, полученных во время его эксплуатации.

2. Имитатор БПУ – часть ПМТ, включающая в себя имитаторы панелей и пультов управления блока АС на БПУ, которые по номенклатуре и внешнему виду полностью соответствуют панелям и пультам управления блока АС на БПУ.

3. Имитатор РПУ – часть ПМТ, включающая в себя имитаторы панелей и пультов управления блока АС на РПУ, которые по номенклатуре и внешнему виду полностью соответствуют панелям и пультам управления блока АС на РПУ.

4. Исходное состояние ПМТ – совокупность значений параметров, характеристик и состояний оборудования блока АС, определяющих его эксплуатационное состояние, с которого начинается воспроизводимый на ПМТ эксплуатационный режим работы блока АС или режим, возникающий вследствие нарушения нормальной эксплуатации блока АС.

5. Комплексные испытания ПМТ – испытания, проводимые после завершения разработки ПМТ, в целях подтверждения готовности его функционирования.

6. Математическая модель ПМТ – математические уравнения, формулы, допущения, характеристики систем и элементов АС, данные о физических константах и свойствах веществ и материалов, используемые в программе для ЭВМ

(как часть ПМТ) для численного моделирования всех представленных в ООБ эксплуатационных состояний и режимов работы блока АС, а также режимов, возникающих вследствие нарушений нормальной эксплуатации блока АС.

7. Объем моделирования ПМТ – совокупность всех параметров, характеристик и состояний оборудования, необходимых для воспроизведения на ПМТ эксплуатационных состояний и режимов работы блока АС, а также воспроизведения на ПМТ режимов, возникающих при нарушениях нормальной эксплуатации. В данную совокупность входят системы и элементы АС, контроль и управление которыми осуществляется оперативным персоналом с БПУ, РПУ, а также системы и элементы АС, контроль и управление которыми осуществляется с МПУ или непосредственно по месту размещения элементов.

8. Однотипные блоки АС – блоки АС с одинаковыми проектными основами и решениями, а также с эксплуатационной документацией, требующей от оперативного персонала идентичных навыков и действий по управлению этими блоками при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации.

9. Оперативный персонал – персонал АС, работающий в смене и осуществляющий комплекс операций по управлению технологическими процессами блока АС.

10. Полномасштабный тренажер блока АС – техническое средство для отработки оперативным персоналом практических навыков нормальной эксплуатации АС и действий при нарушениях нормальной эксплуатации АС, с применением имитаторов БПУ и РПУ и математической модели ПМТ, функционирующей в реальном масштабе времени.

11. Пределы моделирования ПМТ – граничные значения параметров, в диапазоне которых выполняется на ПМТ моделирование эксплуатационных состояний и режимов работы блока АС, а также моделирование режимов, возникающих вследствие нарушений нормальной эксплуатации блока АС.

12. Приемо-сдаточные испытания ПМТ – испытания, проводимые после установки, монтажа и завершения наладки ПМТ на АС, в целях подтверждения соответствия ПМТ реальному состоянию блока АС.

13. Программа комплексных испытаний ПМТ – документ, описывающий номенклатуру, порядок, последовательность и методы выполнения испытаний после завершения разработки ПМТ, необходимые для подтверждения готовности его функционирования.

14. Программа верификации математической модели ПМТ – документ, описывающий порядок, последовательность и методы выполнения верификации математической модели ПМТ.

15. Программа приемо-сдаточных испытаний ПМТ – документ, описывающий номенклатуру, порядок, последовательность и методы выполнения испытаний, необходимые для подтверждения соответствия ПМТ реальному состоянию блока АС после установки, монтажа и завершения наладки ПМТ на АС.

16. Эксплуатационный режим работы блока АС – перевод блока АС из одного эксплуатационного состояния в другое, характеризующийся соответствием эксплуатационным пределам и условиям, установленным и обоснованным для блока АС в его проектной документации.

17. Эксплуатационное состояние блока АС – состояние блока АС, характеризующееся соответствием эксплуатационным пределам и условиям, установленным и обоснованным для блока АС в его проектной документации.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3
к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Требования к полномасштабному тренажеру
блока атомной станции», утвержденным
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от «___» _____ 20__ г. № _____

Требования к составу полномасштабного тренажера блока атомной станции

1. Вычислительная техника ПМТ должна обеспечивать в реальном масштабе времени воспроизведение всех эксплуатационных состояний и режимов работы блока АС, а также всех режимов, возникающих вследствие нарушений нормальной эксплуатации АС, обоснованных для блока АС в его проектной документации. Вычислительная техника ПМТ должна обеспечивать сохранение исходных состояний ПМТ. Вычислительная техника ПМТ должна включать в себя совокупность всех технических и математических средств, методов и приемов, используемых в ПМТ для автоматических и автоматизированных процессов вычислений и обработки информации.

2. Устройства ввода-вывода информации ПМТ должны иметь резерв по производительности и объему оперативной и внешней памяти для расширения функциональных возможностей ПМТ. Устройства ввода-вывода информации ПМТ должны включать в себя все программно-аппаратные средства, которые вводят информацию (значения параметров, действия оператора) в вычислительную технику ПМТ через оборудование имитатора БПУ и имитатора РПУ и выводят информацию (значения параметров, сигналы) в форме, пригодной для восприятия оператором на имитаторе БПУ и имитаторе РПУ.

3. Имитатор БПУ и имитатор РПУ должны включать в себя полномасштабные имитаторы панелей и пультов управления, а также автоматизированных рабочих мест оперативного персонала, имеющих, соответственно, на БПУ и РПУ блока, с размещенными на них приборами

контроля, управления, сигнализации и связи. Панели, пульта управления и автоматизированные рабочие места имитатора БПУ и имитатора РПУ должны соответствовать панелям, пультам управления и автоматизированным рабочим местам блока АС на БПУ и РПУ по номенклатуре, размерам, форме, цвету и взаимному расположению.

4. Имитатор БПУ и имитатор РПУ должны включать в себя устройства звуковой и световой сигнализации, технологические надписи и табло сигнализации, предусмотренные на блоке АС на БПУ и РПУ, соответственно, а также кнопки или ключи для опробования и снятия сигнализации. Информация на имитаторе БПУ и имитаторе РПУ о состоянии систем и элементов АС должна быть представлена оперативному персоналу на шкалах приборов и с периодом обновления информации, как и на блоке АС.

5. Средства связи ПМТ должны включать в себя все технические средства, обеспечивающие имитацию переговоров на БПУ оперативного персонала и за пределами БПУ (имитация переговоров с персоналом на МПУ и на месте размещения элементов АС), а также обмен информацией между обучаемыми и инструктором.

6. Рабочее место инструктора должно иметь средства отображения информации, управления и связи, необходимые для контроля и управления процессами обучения и тренировки оперативного персонала.

7. Рабочее место инструктора должно быть отделено от имитатора БПУ и имитатора РПУ таким образом, чтобы обучаемый персонал не мог наблюдать за действиями инструктора. Инструктор должен иметь возможность вести наблюдения за действиями обучаемых и их переговорами.

8. Управление оборудованием с МПУ или по месту расположения элементов АС должно осуществляться на ПМТ с рабочего места инструктора.

9. На рабочем месте инструктора должны быть реализованы следующие функции:

- а) управление состоянием ПМТ;
- задание исходного состояния ПМТ;

ввод и снятие отказов оборудования в любых комбинациях и временной последовательности;

отслеживание действий обучаемых и реакции ПМТ на эти действия;

б) работа с данными:

загрузка и сохранение (архивирование) исходных и промежуточных состояний ПМТ;

воспроизведение предварительно подготовленных учебных сценариев на ПМТ;

в) управление внешними параметрами:

изменение условий воздействия внешней среды блока АС (температуры конечного поглотителя);

имитация подключения общестанционных ресурсов АС к блоку (пар, сжатый воздух, газ, вода, электроэнергия);

г) мониторинг и контроль:

контроль за протеканием технологического процесса и действиями обучаемых;

изменение скорости воспроизведения режимов работы ПМТ (ускорение, замедление) при необходимости.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4
к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Требования к полномасштабному тренажеру
блока атомной станции», утвержденным
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от «___» _____ 20__ г. № _____

Перечень параметров для блоков атомной станции с наиболее распространенными типами реакторных установок, для которых установлены величины предельно допустимых отклонений

1. Перечень параметров, для которых величина предельно допустимых отклонений при сопоставлении значений параметров не должна быть более чем 1 % от величины диапазона измерительного канала:

а) для реакторов типа ВВЭР:

нейтронная мощность реактора;

тепловая мощность реактора;

температура теплоносителя в «горячих» нитках петель;

температура теплоносителя в «холодных» нитках петель;

средняя температура теплоносителя первого контура;

давление пара в парогенераторах;

давление над активной зоной;

уровень теплоносителя в компенсаторе давления;

б) для реакторов типа РБМК:

нейтронная мощность реактора;

тепловая мощность реактора;

давление в барабанах-сепараторах;

давление в главном паровом коллекторе;

суммарный расход теплоносителя по КМППЦ;

температура теплоносителя во всасывающем коллекторе ГЦН;

в) для реакторов типа БН:

нейтронная мощность реактора;
тепловая мощность реактора;
температура натрия в баке реактора;
температура натрия на выходе ПТО и парогенератора (входе ГЦН-1, 2);
температура питательной воды на входе в парогенератор;
г) для реакторов типа БРЕСТ:
нейтронная мощность реактора;
тепловая мощность реактора;
температура свинцового теплоносителя на выходе из АЗ;
температура свинцового теплоносителя на выходе из парогенератора (входе в ГЦН-1);
температура питательной воды на входе в парогенератор.

2. Перечень параметров, для которых величина предельно допустимых отклонений при сопоставлении значений параметров не должна быть более чем 2 % от величины диапазона измерительного канала:

а) для реакторов типа ВВЭР:
электрическая мощность ТГ;
суммарный расход теплоносителя через реактор;
перепад давления на активной зоне;
расход питательной воды в парогенераторах;
температура питательной воды на входе в парогенераторы;
расход подпитки первого контура;
расход продувки первого контура;
расход основного конденсата на деаэраторы;
температура основного конденсата на входе в деаэраторы;
давление в деаэраторах питательной воды;
б) для реакторов типа РБМК:
электрическая мощность блока;
расход пара от барабанов-сепараторов;
расход питательной воды к барабанам-сепараторам;

температура питательной воды;
расход основного конденсата за ПНД;
температура основного конденсата на входе в деаэраторы;
давление в деаэраторах питательной воды;
в) для реакторов типа БН:
электрическая мощность ТГ;
расход питательной воды на входе в парогенераторы;
давление пара в деаэраторах;
давление острого пара;
расход основного конденсата на деаэраторы;
температура основного конденсата на деаэраторы;
г) для реакторов типа БРЕСТ:
электрическая мощность ТГ;
расход питательной воды на входе в парогенераторы;
давление острого пара.

3. Для параметров, не приведенных в пунктах 1 и 2 настоящего приложения, величина предельно допустимого отклонения не должна превышать 5 % от величины диапазона измерительного канала.

4. Сопоставление значений параметров должно производиться при установившихся стационарных значениях параметров на ПМТ и блоке АС. Амплитуда колебаний значений параметров вследствие моделирования работы регуляторов на ПМТ не должна превышать амплитуду колебаний значений тех же параметров на блоке АС.