

## ВЫПИСКА

из Протокола 51-го заседания Электроэнергетического Совета СНГ

(4 ноября 2017 года, г. Ташкент)

**О проекте Методических рекомендаций по тренажерной подготовке  
в электроэнергетике государств – участников СНГ**

---

*(Мишук Е.С.)*

Электроэнергетический Совет Содружества Независимых Государств

**решил:**

1. Утвердить Методические рекомендации по тренажерной подготовке в электроэнергетике государств – участников СНГ (**Приложение**).
2. Рекомендовать органам управления электроэнергетикой государств – участников СНГ использовать данный документ при разработке соответствующих национальных документов.

## УТВЕРЖДЕНЫ

Решением Электроэнергетического Совета СНГ  
Протокол № 51 от 4 ноября 2017 года

### **Методические рекомендации по тренажерной подготовке в электроэнергетике государств-участников СНГ**

#### **1. Общие положения**

1.1. Настоящие Методические рекомендации по тренажерной подготовке в электроэнергетике государств-участников СНГ (далее – Методические рекомендации) разработаны в соответствии с п.9 Плана работы Рабочей группы по вопросам работы с персоналом и подготовки кадров в электроэнергетике СНГ на 2016 – 2017 гг., утвержденного Решением 48-го заседания Электроэнергетического Совета СНГ (п.6.2 Протокола от 23 октября 2015 года).

1.2. Настоящие Методические рекомендации носят исключительно рекомендательный характер и предназначены для организаций, осуществляющих деятельность в сфере профессионального обучения персонала энергообъектов и использующих для этих целей тренажеры и другие программные средства обучения персонала. Настоящие Методические рекомендации не заменяют требований национальных нормативных правовых актов по тренажерной подготовке, действующих в государствах-участниках СНГ.

1.3. Требования настоящих Методических рекомендаций могут учитываться в инструкциях и положениях, а также организационно-распорядительных документах, действующих в организациях электроэнергетики государств-участников СНГ.

1.4. Настоящие Методические рекомендации призваны обеспечить высокий уровень производительности труда, профессиональной безопасности, надежности и эффективности деятельности. В них определены технические и организационные требования к тренажерам и организации тренажерной подготовки.

#### **2. Термины и определения**

*Автоматизированная обучающая система (АОС)* - программное средство профессиональной подготовки персонала, состоящее из одного или нескольких автоматизированных учебных курсов и набора специализированных локальных тренажеров, позволяющих осуществлять формирование профессиональных навыков и умений принятия и выполнения решений по управлению (обслуживанию) энергообъектов, рассматриваемых в содержательной части автоматизированных учебных курсов.

*Автоматизированный учебный курс (АУК)* - программное средство профессиональной подготовки персонала, отвечающее требованиям методик подготовки, реализующее предъявление обучаемому графического и текстового материала нормативно-технической документации конкретного учебного курса и обеспечивающее контроль качества подготовки обучаемых.

**Локальный тренажер** - специализированный тренажер, в составе которого моделируется отдельная технологическая система (функционально-технологический узел, техническое средство или группа средств и пр.) и обеспечивается возможность подготовки персонала к выполнению части деятельности по своей специальности.

**Мнемосхема** - схематическое изображение технологической схемы, с помощью которых оператор имеет возможность осуществлять функции управления, прямое воздействие на оборудование.

**Полномасштабный комплексный тренажер** - аппаратно-программный технический комплекс, предназначенный для профессиональной подготовки оперативного персонала, как индивидуально, так и в составе смены с использованием эмуляции реальной системы управления и комплексной всережимной математической модели энергообъекта, функционирующей в реальном масштабе времени. При этом система управления может быть как компьютерной, повторяющей все мнемосхемы системы автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), так и копией реального щита управления, использующего ключи, приборы и другую атрибутику, соответствующую энергообъекту-прототипу.

**Программное обеспечение (ПО)** - компьютерные программы, процедуры и другая соответствующая документация и данные, относящиеся к функционированию компьютерной системы.

**Программные средства подготовки (ПСП)** - автоматизированные обучающие системы, автоматизированные учебные курсы, тренажеры и учебно-тренировочные комплексы, реализуемые на базе компьютерных средств.

**Программа обучения** - учебно-методический документ, определяющий рекомендуемые объем и содержание обучения определенного уровня и (или) определенной направленности, планируемые результаты освоения программы, условия образовательной деятельности, включая расчеты нормативных затрат оказания услуг по реализации образовательной программы. Содержание учебных программ должно учитывать квалификационные требования, указанные в квалификационных справочниках (профессиональных стандартах) по соответствующим должностям, профессиям и специальностям, или квалификационные требования к профессиональным знаниям и навыкам, необходимым для исполнения должностных обязанностей, которые устанавливаются в соответствии с законодательством государств-участников СНГ.

**Реальный масштаб времени** - моделирование процессов в тех же самых интервалах времени, последовательности, длительности, скорости и ускорения, что и на энергообъекте-прототипе.

**Тренажер** - программно-техническое средство профессиональной подготовки персонала, отвечающее должностным требованиям к персоналу и методикам подготовки, служащее для проведения и последующего анализа результатов тренировки, реализующее модель энергообъекта и задачи по управлению энергообъектом, обеспечивающее контроль деятельности обучаемых и предназначенное для формирования у них профессиональных навыков и умений принятия и выполнения решений по управлению (обслуживанию) энергообъекта в условиях реального времени управления, определяемого технологическим процессом.

**Тренажерная подготовка** - форма профессионального обучения (подготовки) персонала, в соответствии с требованиями действующих национальных нормативных актов, имеющая целью приобретение, поддержание и совершенствование умений и навыков с помощью различного вида тренирующих устройств (тренажеров) в соответствии с установленными требованиями.

**Технические средства обучения** - средства обучения, тренажерные системы различного уровня и объема моделирования, компьютерные обучающие системы, макеты оборудования, действующие установки, наглядные пособия и пр.

**Учебный план тренажерной подготовки** - документ, который определяет перечень, последовательность и распределение по периодам обучения и времени изучения учебных предметов, отдельных тем, курсов, дисциплин (модулей), тренировок, иных видов учебной деятельности и, если иное не установлено национальным законодательством, формы промежуточного контроля знаний обучающихся.

**Функционально-аналитический тренажер (ФАТ)** - это тренажер, в составе которого модель объекта управления и рабочие места обучающихся и инструктора полностью реализуются на базе персональных компьютеров. При этом допускаются различия в системах управления тренажера и реального энергообъекта-прототипа.

**Энергообъекты** - электрические станции, котельные, электрические и тепловые сети, подстанции, диспетчерские центры (пункты, центры управления) и другие объекты, на которых осуществляется генерация, передача, транспорт, диспетчеризация и сбыт тепловой и электрической энергии.

### 3. Организационные требования к тренажерной подготовке

3.1. Основной целью тренажерной подготовки персонала является формирование и поддержание на необходимом уровне навыков оперативного персонала по управлению энергоустановкой энергообъекта, обеспечению высокого уровня производительности труда, профессиональной безопасности, надежности и эффективности профессиональной деятельности, сохранения здоровья и работоспособности персонала в соответствии с их должностными обязанностями, регламентируемыми национальным законодательством государств-участников СНГ.

3.2. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- формирование умений и навыков персонала по управлению энергетическим оборудованием в нормальных режимах эксплуатации и в аварийных ситуациях;
- формирование навыков по правильной оценке внештатных ситуаций при эксплуатации энергетического оборудования и быстрому принятию и реализации необходимых решений;
- поддержание на необходимом и достаточном уровне знаний и навыков персонала для обеспечения надежной, безаварийной и экономически эффективной эксплуатации энергетического оборудования в соответствии с должностными инструкциями.

3.3. Тренажерная подготовка может применяться для следующих организационных форм работы с персоналом:

- подготовка по новой должности (профессии) со стажировкой и дублированием на рабочем месте;
- проверка знаний требований нормативных правовых документов, в соответствии с характером выполняемой работы, функциональными обязанностями по данной должности;
- контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки;
- специальная подготовка;
- обучение приемам оказания первой помощи пострадавшим;
- соревнования по профессиональному мастерству.

3.4. Для каждой организационной формы работы с персоналом применяются аппаратно-программные средства, адаптированные под задачи этой формы работы с персоналом. Общие требования к аппаратно-программным средствам для обучения персонала представлены в Приложении к настоящим Методическим рекомендациям. Применение конкретных аппаратно-программных средств для определенной формы организации работы с персоналом определяется технологией и методикой обучения. Наиболее перспективной является технология дистанционного доступа к тренажерам и учебно-тренажерным комплексам.

3.5. Обучение персонала перед допуском к самостоятельному исполнению обязанностей может проводиться как на специально созданной для этого учебно-методической базе организаций, осуществляющих обучение в учебных (тренажерных) кабинетах, мастерских, полигонах или дистанционно с использованием технологий дистанционного доступа к тренажерам, так и непосредственно на самих энергообъектах (дублирование, стажировка). В качестве учебно-материальной базы второго этапа может быть использовано оборудование энергообъектов и тренажеры, в том числе и в дистанционном доступе.

#### **4. Порядок организации проведения тренажерной подготовки персонала**

4.1. Тренажерная подготовка организуется и проводится как с работниками, имеющими практический опыт управления энергетическим оборудованием энергообъекта, так и с принятым на работу персоналом, не имеющим такого опыта.

4.2. С работниками энергообъекта, имеющими практический опыт управления энергетическим оборудованием, тренажерная подготовка может проводиться в следующих случаях:

4.2.1. При проведении противоаварийных тренировок:

- плановой, согласно графику проведения противоаварийных тренировок;
- внеочередной, по специальному распоряжению руководства (если произошла авария или отказ в работе по вине персонала, при получении неудовлетворительных оценок по итогам плановой тренировки, при разборе отдельных аварий по рекомендациям противоаварийных циркуляров, после отпуска или длительной болезни оперативных работников).

4.2.2. При подготовке к сдаче экзаменов на знание правил и инструкций.

4.2.3. При проведении соревнований профессионального мастерства.

4.2.4. В учебных тренировках (при вводе нового оборудования).

4.2.5. В ходе подготовки к выполнению сложных работ на энергообъекте.

4.3. Для лиц, принятых для работы на энергообъекте и не имеющих опыта управления энергооборудованием объекта, первичная тренажерная подготовка по занимаемой должности проводится в соответствии с программой обучения. Тренажерной подготовке должна предшествовать теоретическая подготовка, в разделах которой содержатся вопросы устройства оборудования энергообъекта, управления технологическими процессами при нормальных условиях эксплуатации, а также при возникновении отклонений от нормальных режимов и при локализации и ликвидации аварий на энергообъекте. При дублировании в период подготовки к допуску к самостоятельной работе может быть предусмотрено участие допускаемого работника в контрольной тренировке, в том числе с использованием тренажеров.

4.4. Занятия проводятся на тренажерах, прошедших сертификацию в соответствии с требованиями национального законодательства государственных участников СНГ и имеющих документы, подтверждающие возможность использования тренажера в качестве обучающего средства.

4.5. Различия между тренажером и действующим оборудованием доводятся до персонала до начала работы на тренажере.

## **5. Требования к методическому обеспечению тренажерной подготовки**

5.1. При проведении тренажерной подготовки персонала в организациях, осуществляющих обучение, разрабатывают следующие документы:

- программы обучения, в том числе учебные планы тренажерной подготовки;
- руководство инструктора тренажерной подготовки (прилагается к тренажеру);
- руководство обучаемого (прилагается к тренажеру);
- критерии оценки действий обучаемых при проведении тренажерной подготовки;
- руководство по проведению тестирования и проверке работоспособности тренажера.

5.2. Тренажерная подготовка организуется в соответствии с программами обучения. В программах должны содержаться модули управления технологическими процессами и оборудованием при нормальных условиях эксплуатации, при возникновении отклонений от нормальных режимов эксплуатации и основных параметров от нормы и вопросы локализации и ликвидации аварий на энергообъекте.

5.2.1. Структура программы обучения включает: цель (планируемые результаты обучения), календарный учебный график, рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов, учебный план тренажерной подготовки, сценарии проведения тренировок, организационно-педагогические условия, формы аттестации, оценочные материалы и иные компоненты (графики, карты переключений, инструкции и т.п.).

5.2.2. До начала проведения тренажерной подготовки руководитель обучения (инструктор) разрабатывает сценарии тренировок.

Сценарий тренировки определяет:

- тему тренировки;
- цель тренировки;
- исходное состояние объекта перед началом тренировки;
- перечень основных и вспомогательных параметров контроля;
- действия инструктора во время проведения тренировки;
- предполагаемые действия тренируемого в процессе тренировки;
- трудоемкость (длительность отработки);
- порядок оценки действий тренируемого и формы аттестации;
- последовательность и распределение учебных модулей, иных видов учебной деятельности обучающихся.

Сценарий тренировки разрабатывается по формам и требованиям, действующим в национальных системах профессионального образования, утверждается в порядке утверждения программ обучения.

5.3. Прежде чем допускать тренируемых к выполнению тренировок, инструктор, без участия тренируемых, осуществляет запуск и решение тренировки от начала до конца, чем проверяет возможность достижения поставленной в данной тренировке цели.

5.4. Тренировки на тренажерах начинаются с предварительной теоретической подготовки по отрабатываемым задачам (предтренажерной подготовки).

5.4.1. Предтренажерная подготовка может проводиться с использованием АУК и АОС.

5.4.2. Предтренажерная подготовка имеет целью доведения до тренируемых содержания, условий и особенностей выполнения программы тренажерной подготовки. Предтренажерная подготовка может проводиться в помещении тренажера или в специальном помещении, оснащем учебно-методической документацией, справочной литературой и наглядными пособиями, которые могут быть выполнены в электронном виде.

5.4.3. В процессе предтренажерной подготовки инструктор обучения проводит инструктаж, на котором доводит до участников:

- тему и цель тренировки;
- условия выполнения тренировки;
- распределяет обучающихся по рабочим местам (при выполнении тренировок на комплексном тренажере);
- отвечает на вопросы обучающихся;

– напоминает обучающимся требования нормативных документов, регламентирующих деятельность оперативного персонала, участвующего в тренировке;

– проверяет знания участников тренировки технологических схем и инструкций по эксплуатации оборудования, характерных аварий по вине оперативного персонала, имевших место в ситуациях, отрабатываемых на тренажере, и технологии работы на тренажере.

5.5. Сценарии тренировок разрабатываются с учетом действующих эксплуатационных инструкций и нормативных документов. Они определяют порядок проведения тренировок.

5.5.1. Сценарий тренировки содержит четко сформулированные и зафиксированные заранее условия начала и окончания тренировки, её отдельных этапов, а также жесткую последовательность вводных по времени или по факту выполнения критериев вводимых нарушений в работу различного оборудования.

5.5.2. В каждом сценарии тренировки выделяются параметры контроля, основные и вспомогательные. Это могут быть параметры технологического процесса - давление, температура, напряжение, величина тока и т.п., на основе которых строятся графики, состояние механизмов и ключей управления, состояние защит и блокировок.

5.5.3. В сценарии указываются предполагаемые действия обучаемого - отдаваемые команды, доклады вышестоящему руководителю, последовательность операций обучаемого.

5.5.4. Операции управления оборудованием, которые не могут быть реализованы с помощью примененных технических средств обучения, воспроизводятся условно, например, в виде доклада контролирующему лицу.

5.6. Действия каждого обучающегося и (или) группы при проведении тренажерной подготовки регулярно оцениваются руководителями обучения по критериям в соответствии с п. 5.6.1. настоящих Методических рекомендаций и могут содержать элементы автоматизированной оценки. Задания даются с учетом уровня знаний и навыков в соответствии с должностью обучаемого.

5.6.1. Результаты тренировки оцениваются по критериям достижения планируемых целей. При выставлении оценок инструктор руководствуется следующими правилами:

– При проведении контроля с использованием компьютерных систем, как правило, оценки выставляются по правилам, заложенным в эти системы. Обычно при этом используются приведенные в Таблице 1 соотношения.

Таблица 1. Критерии оценки навыков

Оценка	Показатель верно решенных контрольных заданий
Отлично	более 90%
Хорошо	от 75% до 90 %
Удовлетворительно	от 65% до 75%
Неудовлетворительно	менее 65%

Нижний порог определен из условий, что ошибки понимания не накладываются на процесс обучения, т.е. обучаемый в состоянии понимать, о чем идет речь.

– При отсутствии автоматизированной оценки умений и навыков предполагается наличие опытного эксперта. При этом:

"отлично" ставится при правильных, уверенных и осознанных действиях с высоким уровнем "автоматизма";

"хорошо" - ставится при правильных и осознанных действиях;

"удовлетворительно" - ставится при правильных действиях с мелкими нарушениями;

"неудовлетворительно" - ставится при неправильных действиях и грубых ошибках.

5.6.2. Результаты тренировок должны быть оформлены в журналах, форма которых определяется в соответствии с законодательством государств-участников СНГ.

## **6. Требования к проведению тренажерной подготовки**

6.1. Особенности организации тренажерной подготовки при начальном обучении.

6.1.1. При подготовке и проведении тренажерной подготовки для вновь принятого персонала нужно учитывать, что основной целью является получение персоналом определенной суммы новых знаний и навыков.

6.1.2. Основные правила, которых следует придерживаться при организации первичного обучения:

– последовательный переход от простого для восприятия материала к более сложному;

– изначальное формирование понимания объективной целостности и взаимного влияния различных факторов технологического процесса друг на друга (связи и закономерности);

– обязательное изучение и дальнейшее совершенствование особенностей технологической терминологии, умений технически-правильным языком отдавать указания и команды;

– постоянный контроль усвоения пройденного учебного материала;

– повторение усвоенного учебного материала.

6.1.3. При первичном обучении следует формировать у обучающегося знания объекта управления в совокупности элементов и связей и обоснованных правильных алгоритмов управления им, по возможности, в широко известных и разнообразных формах отображения и восприятия:

– в виде мнемосхем и (или) технологических схем;

– чертежей и (или) рисунков;

- текстового описания конструктивных особенностей оборудования;
- для уточнения отдельных важных моментов ознакомление на месте с выходом на реальное оборудование.

6.1.4. Основной принцип проведения первичных занятий по освоению технологии процесса заключается в понятии «делай, как я». Это предполагает демонстрационное выполнение инструктором с соблюдением всех технологических требований правильной последовательности определенной технологической операции и повторение их обучающимся.

6.1.5. Для успешного формирования навыков по управлению сложным оборудованием важную роль играет приобретение операторами, так называемых, моторных навыков. Выработке и закреплению правильных моторных навыков на этапе первичной подготовки следует уделять особое внимание и достаточное количество времени. Этого можно достичь с помощью очень простых заданий, например для ФАТ, найти все мнемосхемы, на которых располагаются одинаковые объекты (датчики, регуляторы и т.д.), или выполнить с любого указанного местонахождения наиболее рациональный переход с минимальным количеством промежуточных шагов на названную инструктором мнемосхему.

6.1.6. При первичном обучении следует тренировать необходимый для оперативного персонала навык быстро, а главное, достоверно оценить состояние оборудования, используя зрительную память. Вначале это можно делать с помощью разных несложных упражнений. Например, на любой мнемосхеме обучающемуся предлагается запомнить исходное состояние оборудования. Затем инструктор со своего рабочего места вносит на ней произвольные изменения (отключает/включает механизм, меняет положение регулятора или арматуры и т.д.), и обучающемуся ставится задача найти все внесенные изменения. По мере формирования знаний обучающихся упражнения следует усложнять.

6.1.7. Темы тренировок для первичного обучения персонала ТЭС выбираются с учетом обеспечения режимов:

- изменения электрической нагрузки при работе в конденсационном режиме, нагрузка и разгрузка котла в регулировочном диапазоне;
- перевод оборудования из конденсационного режима в теплофикационный режим работы, с соблюдением критериев надежности;
- эксплуатация при отказе или неисправностях отдельного оборудования;
- пуск из холодного состояния;
- пуск и прием нагрузки из нерасхоложенного состояния;
- переход на резервные виды топлива;
- аварийные остановки котельного и турбинного оборудования;
- останов с расхолаживанием котла, паропроводов и турбины;
- противоаварийные тренировки.

6.2. Особенности организации тренажерной подготовки для лиц, имеющих практический опыт управления энергетическим оборудованием.

6.2.1. Основной целью проведения тренажерной подготовки для лиц, имеющих практический опыт управления энергетическим оборудованием, является обновление и углубление ранее полученных знаний и умений, а также закрепление навыков по управлению оборудованием при возникновении на нем нештатных ситуаций.

6.2.2. Темы тренировок должны выбираться с учетом обеспечения режимов, указанных в п. 6.1.7. настоящих Методических рекомендаций.

При организации тренировок учитываются типовые производственные ситуации:

- вводы в эксплуатацию нового оборудования;
- имеющиеся дефекты оборудования, не позволяющие нести полную нагрузку;
- аварии и нарушения характеристик в работе оборудования энергообъектов (с учетом произошедших случаев);
- возможные аварии, указанные в инструкциях по эксплуатации и других нормативных документах;
- природные явления, которые могут вызвать нарушения в нормальном режиме работы оборудования (понижение температуры окружающей среды, грозы, резкое усиление ветра и т.п.).

### 6.3. Анализ результатов тренажерной подготовки.

6.3.1. Ход тренировок протоколируется автоматически программными средствами подготовки персонала или вручную инструктором.

6.3.2. Любая тренировка заканчивается разбором результатов занятия. Правильно проведенный анализ результатов занятия может помочь в установлении основных причин появления ошибок в выполнении операций персоналом и внести необходимые изменения в его индивидуальную подготовку.

Основой для анализа могут служить:

- сохраненные временные зависимости контролируемых параметров;
- результаты регистрации управляющих воздействий с фиксированием места и времени их производства;
- результаты регистрации срабатывания защит и блокировок, сигнализации;
- результаты регистрации ввода неисправностей и комплексных возмущений.

6.3.3. Эти данные могут быть получены автоматически при задании параметров контроля, в противном случае для получения объективной картины действий обучающегося необходимо вручную вести запись указанных параметров. Протоколы рекомендуется сохранять для дальнейшей работы с персоналом и для отчетов по обучению.

6.3.4. При анализе инструктор производит подробный разбор всех действий обучающегося в его присутствии, подчеркивая правильные действия при работе на тренажере и указывая на ошибки. Если возможности тренажера позволяют, то для

подтверждения неверных действий обучаемого инструктор может в режиме повтора продемонстрировать его ошибочные действия.

6.3.5. Тренажеры, оснащенные автоматической системой оценки действий обучающегося, позволяют получать оценку за занятие в автоматическом режиме. В противном случае инструктор выставляет оценку на основе своих наблюдений и записей (п. 5.6.1.). В сложных ситуациях, при проведении контрольных занятий, при сдаче экзаменов или при проведении соревнований, с целью исключения ошибок оценка выставляется несколькими инструкторами коллегиально.

6.3.6. Наиболее вероятными причинами недостаточных навыков управления энергетическим оборудованием и, как следствие, возникновения отказов в работе по вине персонала являются:

- недостаточное знание отдельных составляющих единого технологического процесса;
- незнание конструктивных особенностей и допустимых ограничений в работе отдельного оборудования;
- неверное представление или неумение правильно идентифицировать характерные отказы различного оборудования;
- недостаточная или неудобная для быстрого восприятия нужной информации графическая форма и способы отображения объектов контроля или управления в существующих конкретных АСУ ТП;
- неумение отдавать четкие и однозначные по смыслу команды подчиненному персоналу или оперативно взаимодействовать с персоналом других цехов станции;
- неоправданная конкретной ситуацией поспешность в принятии правильного решения перед началом выполнения операций;
- отсутствие у персонала необходимой натренированности в действиях при возникновении нештатных ситуаций в работе подконтрольного оборудования.

## **7. Рекомендуемые требования к персоналу, проводящему тренажерную подготовку**

7.1. К проведению тренажерной подготовки привлекаются наиболее подготовленные специалисты из числа оперативного персонала организации, имеющие образование - не ниже среднего специального, прошедшие курсы специальной подготовки инструкторов и имеющие удостоверение установленного образца в соответствии с требованиями национального законодательства государств-участников СНГ.

7.2. Для проведения занятий на тренажерах инструктор должен обладать знаниями и навыками, позволяющими:

- разрабатывать методическое обеспечение и использовать его в ходе занятий;
- проводить инструктаж перед занятием;
- проводить тренировки на тренажере, обеспечивая высокий уровень профессиональной подготовки специалистов;

- выявлять и анализировать допущенные ошибки в процессе занятия и проводить его разбор с обучающимися;

- на основании анализа допущенных ошибок проводить оценку практических навыков персонала, прошедшего тренажерную подготовку;

- организовывать и контролировать качество практического обучения, систематически анализировать уровень проводимых на тренажере занятий.

7.3. Инструкторский состав должен соответствовать Рекомендациям к квалификации инструкторско-преподавательского состава, осуществляющего профессиональное обучение персонала энергетических компаний государств - участников СНГ с использованием аппаратно-программных средств, утвержденным Решением 51-го заседания Электроэнергетического Совета СНГ (п.3.1 Протокола от 4 ноября 2017 года).

## **Требования к аппаратно-программным средствам подготовки персонала**

### **1. Общие функциональные принципы построения программных средств подготовки персонала**

1.1. Работа ПСП обеспечивается на всех операционных системах, заявленных разработчиком, при этом не производится никаких недокументированных и несанкционированных пользователем действий.

1.2. При возникновении внутренних ошибок и сбоев в программе на диске ПСП предусматривается создание лог-файла, в текстовом виде описывающего возникшую проблему, а также содержащего необходимую дополнительную информацию (содержание стека, регистров процессора и т.п.).

1.3. Программное обеспечение входящих в ПСП автоматизированных учебных курсов строится на принципах архитектуры «клиент-сервер» на основе Web-технологий без каких-либо дополнительных инсталляций со стороны клиента и обладает способностью к взаимодействию с разнородными программными продуктами, чтобы иметь возможность производить наполнение АОС из различных источников.

1.4. В ПСП соблюдаются принципы построения пользовательского интерфейса, принятые в используемой операционной системе. Запуск и завершение работы ПСП осуществляется стандартными средствами операционной системы. Программы, предполагающие применение устройств группового отображения, обладают настройками по масштабированию элементов управления, текстовых надписей, а также настройками цветовой гаммы.

1.5. ПСП обеспечивает сохранение пользовательских настроек с последующим восстановлением по требованию пользователя. После завершения работы ПСП полностью освобождаются все используемые ими ресурсы (за исключением места на диске, требуемого для хранения загрузочных файлов, протоколов работы, настроечной и сопровождающей информации и т.п.).

1.6. ПСП предусматривают возможность использования в локальной вычислительной сети с формированием общей базы протоколов работы.

1.7. Интерфейс ПСП предусматривает возможность интуитивного понимания и не перегружен второстепенными деталями. Для навигации по объектам предусматривается панель с иерархическим списком объектов (в виде дерева). Предусматривается список задач, доступных для выполнения в данный момент. Желательна возможность одновременного отображения на экране нескольких объектов, схем и т.п. для их сравнения. Предоставляется возможность получения контекстно-зависимых справок. Все ошибочные действия пользователя сопровождаются развернутыми сообщениями программы с фиксацией в итоговом протоколе работы.

## 2. Требования к тренажерам

### 2.1. Общие требования.

2.1.1. В тренажере должны быть реализованы интерфейсные и математические модели технической и физической сущности системы «энергообъект-среда-оператор», а также все необходимые взаимосвязи в этой системе, обеспечивающие адекватность модели реальному объекту.

2.1.2. Адекватность тренажера должна быть достаточной для решения поставленных задач в необходимом объеме и в пределах назначенного допуска.

2.1.3. Тренажер должен удовлетворять требованиям следующих категорий адекватности:

- целей и условий;
- интерфейса (рабочих мест операторов энергообъектов);
- информационной;
- математического моделирования;
- эргономической;
- психологической.

2.1.4. Адекватность целей и условий требует воспроизведения как нормальных (штатных) режимов работы, так и аварийных, а также же внешнего воздействия окружающей среды на энергообъект.

2.1.5. Адекватность интерфейса требует, чтобы параметры рабочего места оператора (размеры, цвет, освещенность, наличие мнемосхем, приборов, ключей индивидуального управления, наличие сигнализации, защит, блокировок и т.п.) были максимально приближены к реальному энергообъекту.

2.1.6. Информационная адекватность требует соответствия имитируемых информационных потоков, воспроизводимых на тренажере, их прототипу.

2.1.7. Адекватность математического моделирования (точность воспроизведения параметров тепловых и электрических процессов) обеспечивается построением модели на основе дифференциальных уравнений, основанных на рассмотрении физической природы процессов. Количественные зависимости и направленность процессов должны определяться законами термодинамики, гидродинамики, аэродинамики и т.д.

2.1.8. Требования эргономической адекватности заключаются в достижении близкого соответствия между всеми элементами, характеризующими взаимодействие оператора с энергообъектом через систему управления при осуществлении управляющих воздействий и при восприятии оператором отказов и возмущений, имитируемых тренажером.

2.1.9. Требования психологической адекватности заключаются в создании благоприятной психологической среды, способствующей комплексному восприятию обучаемым всех компонентов адекватности тренажера и обеспечивающей правильное формирование навыков и умений в оперативной деятельности.

## 2.2. Требования к математической модели объекта управления.

2.2.1. Математические модели должны позволять отрабатывать все основные эксплуатационные и аварийные ситуации, которые могут возникнуть при эксплуатации реального объекта.

2.2.2. Построение модели должно базироваться на основе математического описания физических процессов, происходящих в реальном объекте. Определение параметров моделей должно производиться на основе технологических характеристик оборудования и экспериментальных данных о работе объекта.

2.2.3. Допущения, принимаемые при построении моделей, должны обеспечивать воспроизведение качественно верной физической картины происходящих в объекте процессов во всех воспроизводимых на тренажере режимах работы объекта.

2.2.4. Необходимая полнота моделирования определяется конкретным функциональным назначением тренажера и указывается в техническом задании на разработку, в котором приводятся перечни следующих исходных данных:

- нормальных и аварийных режимов работы объекта моделирования;
- технологических схем и состава оборудования;
- контролируемых параметров;
- органов управления;
- автоматических регуляторов;
- защит и блокировок;
- аварийных (возмущающих) воздействий.

2.2.5. Выход за пределы области моделирования объекта управления тренажером в ходе тренировочного процесса должен сопровождаться остановом тренировки с выдачей соответствующих сообщений обучаемому и инструктору.

2.2.6. Точность модели может считаться достаточной в том случае, когда отклонение в поведении моделируемых параметров от поведения реальных параметров настолько мало, что практически не различается обучаемыми и допускается экспертами при приемке тренажера.

2.2.7. Моделируемые процессы должны воспроизводиться в реальном масштабе времени либо ускоренно (замедленно).

2.2.8. Описание объекта управления может быть осуществлено в форме базы знаний. Содержание базы знаний должно обеспечивать возможность формирования необходимых навыков и умений персонала, вытекающих из типовых описаний профессиональной деятельности, должностных инструкций, и должно отвечать соответствующим организационным формам подготовки персонала.

## 2.3. Требования к сопроводительной документации и комплектности поставки тренажеров.

2.3.1. Сопроводительная документация тренажеров в общем случае включает следующие документы:

- руководство обучающего (инструктора) с описанием дидактических свойств тренажера: перечень содержащихся упражнений, заданий, сценариев, методик формирования оценки (при отсутствии разработанных упражнений и автоматического ввода аварийных возмущений и оценки - описание интерфейса инструктора по подготовке заданий, сценариев тренировок, ввода аварий и отказов, фиксации и анализа результатов) и описание упрощений, допущений и ограничений, вызванных заменой реального объекта управления моделью;

- руководство обучаемого с описанием интерфейса обучаемого - возможностей контроля и управления ходом моделируемых процессов, получения справочной информации;

- описание модели объекта, алгоритма ее реализации и структуры ПО в объеме, необходимом для представления о режимных возможностях тренажера и использовании ПО;

- описание ПО модели объекта управления (расчетные схемы, исходные уравнения и их упрощение, принимаемые допущения, используемые алгоритмы расчета, входные и выходные переменные, данные реальных объектов-прототипов (эталонных расчетов) и моделирования на тренажере);

- описание ПО для интерфейсов инструктора и обучаемого (описание используемых видов информации, входных и выходных переменных);

- руководство по работе с ПО;

- руководство по проведению тестирования и проверке работоспособности тренажера.

Для тренажеров, не содержащих инструментальных средств и систем тестирования, допускается их эксплуатация при наличии руководств инструктора и обучаемого.

2.3.2. В комплект поставки тренажера на электронных носителях входят:

- программное средство подготовки - тренажер (исполняемый файл);
- обеспечивающие файлы (нормативно-справочная информация, файлы настройки и баз данных, библиотеки элементов мнемосхем и т.п.);

- техническое задание на разработку тренажера;

- документы, содержащиеся в п. 2.3.1. настоящих Методических рекомендаций.

### **3. Требования, предъявляемые к тренажерам, АУК и АОС**

3.1. Все тренажеры делятся на три типа:

- полномасштабный комплексный тренажер;
- функционально - аналитический тренажер;
- локальный тренажер (тренажер оперативных переключений, режимный тренажер).

3.2. Общие требования к тренажерным средствам.

По функциональному назначению различают следующие основные элементы тренажеров:

- модель объекта управления;
- модель рабочего места обучаемого;
- модель рабочего места инструктора;
- учебно-методическое обеспечение тренажера.

### 3.2.1. Требования к моделям объектов управления:

- построение модели базируется на основе математического моделирования физических процессов, происходящих в реальном объекте;
- определение параметров моделей производится на основе технологических характеристик оборудования и экспериментальных данных о работе объекта;
- допущения, принимаемые при построении моделей, должны обеспечивать адекватное воспроизведение происходящих в объекте процессов во всех воспроизводимых на тренажере режимах работы объекта;
- при построении модели объекта обеспечивается полнота моделирования, определяемая конкретной стадией подготовки: моделируются все необходимые для этой стадии режимы работы, контролируемые параметры и органы управления объекта моделирования при наличии требуемого набора воспроизводимых аварийных ситуаций в работе технологического оборудования и устройств защиты и автоматики;
- в техническом задании на разработку модели объекта управления тренажера приводятся данные о нормальных и аварийных режимах работы объекта моделирования; контролируемых параметрах; органах управления (регулирующей и запорной арматуры, насосов и пр.); технологических схемах и составе основного оборудования; аварийных вводных;
- обеспечение достаточной точности модели. Разработчик представляет результаты сопоставления статических и динамических характеристик, полученных на реальном объекте и на модели;
- обеспечение сохранения реального (а в ряде режимов и ускоренного) масштаба времени при воспроизведении моделируемых процессов на персональном компьютере тренажера.

Описание объекта управления тренажера может быть осуществлено в форме базы знаний. Содержание базы знаний обеспечивает возможность формирования необходимых навыков персонала, вытекающих из требований Единого тарифно-квалификационного справочника, профессиональных стандартов, типовых описаний профессиональной деятельности, должностных инструкций и отвечает соответствующим организационным формам подготовки персонала.

### 3.2.2. Требования к моделям рабочих мест обучаемых:

- отображение информации о состоянии модели объекта управления на рабочих местах обучающихся в ПСП может осуществляться в форме мнемосхем с представлением значений контролируемых параметров и состояний органов

управления; графиков изменений во времени важнейших параметров; компьютерных изображений пультов и панелей реальных рабочих мест объектов управления;

– наиболее полное представление об объекте обеспечивает использование всех форм отображения информации. Допускается применение ПСП, использующих только одну из форм - мнемосхемы или компьютерные изображения пультов и панелей.

Графическое представление изменений параметров в ПСП желательно, но не является обязательным.

### 3.2.3. Требования к модели рабочего места инструктора:

– модель рабочего места инструктора обеспечивает следующие возможности подготовки сценариев тренировок в виде рабочего задания обучаемому на выполнение тренировки; задания исходного состояния объекта управления; задания возмущений аварийных ситуаций в работе технологического оборудования, систем автоматики и их комбинаций; изменения масштаба времени моделирования (ускорения, замедления, реального масштаба времени); остановка процесса моделирования и возврата к исходному состоянию;

– возможность анализа результатов тренировки в виде воспроизведения сценария тренировки; фиксации времени, затраченного на выполнение тренировочного задания (отдельных его этапов); фиксации количества и характера ошибок, допущенных обучаемыми в ходе тренировки; фиксации срабатывания защит и блокировок;

– для тренажеров с динамической моделью объекта управления дополнительно обеспечивается возможность фиксации изменения во времени важнейших контролируемых параметров (состояний органов управления).

### 3.3. Требования к полномасштабному комплексному тренажеру.

3.3.1. Тренажер выполняется как модель единой законченной информационно-управляющей системы энергообъекта и его вспомогательного оборудования, включающая в себя единые системы технических, программных и информационных средств и обеспеченная системами обслуживания.

3.3.2. Объем имитации технологического процесса обеспечивает возможность эксплуатации тренажера согласно инструкциям по эксплуатации реального энергообъекта при нормальных режимах работы и моделируемых аварийных режимах.

3.3.3. Рекомендуется, чтобы тренажер, его подсистемы и все виды обеспечений могли быть приспособлены к модернизации, развитию и наращиванию, работав в реальном масштабе времени, обеспечивал возможность протоколирования всех действий с любого рабочего места в процессе обучения и тренировки.

### 3.3.4. Система тренажера включает в себя следующие составные части:

– систему обучения, предусматривающую самостоятельное ведение операторами основных технологических режимов;

– систему оценок правильности действий обучаемых.

3.3.5. Рекомендуется, чтобы было предусмотрено модульное построение программного обеспечения. Функции, реализуемые программным путем в части управления, регулирования и предоставления информации, могли программироваться на технологическом языке.

3.3.6. Основными средствами отображения информации и оперативного управления тренажера могут быть цветные графические видеотерминалы и связанные с ними функциональные клавиатуры и манипуляторы типа «мышь», а также копии реальных пультов и панелей энергообъекта.

3.3.7. Тренажер обеспечивается комплектом документации (техническое описание, инструкция по эксплуатации, программное обеспечение и др.).

3.3.8. Тренажер обеспечивает:

- полноту моделирования контролируемых параметров;
- точность моделирования режимов нормальной эксплуатации;
- точность воспроизведения режимов в условиях аварий и отказов в работе оборудования;
- фиксацию графиков изменения во времени важнейших параметров и состояний органов управления;
- возможность останова тренажера с сохранением промежуточного состояния и запуска с этого состояния;
- фиксацию срабатывания аварийной сигнализации, технологических защит и блокировок;
- фиксацию действия обучаемых (количество и тип ошибок).

3.4. Требования к функционально аналитическому тренажеру.

3.4.1. Тренажер должен функционировать в режиме реального или машинного времени.

3.4.2. Состав оборудования, объем имитации технологических процессов тренажера и энергообъекта-прототипа должны соответствовать друг другу.

3.4.3. Допускается применение дистанционных технологий для реализации такого тренажера, т.е. рабочее место обучаемого, инструктора и моделирующий программно-технический комплекс могут географически располагаться в разных местах.

В этом случае (при применении дистанционных технологий) в ФАТ реализуются следующие функции:

- сохранение временных зависимостей контролируемых параметров;
- регистрация управляющих воздействий с фиксированием места и времени их производства;
- регистрация срабатывания защит и блокировок, сигнализации;
- регистрация ввода, вывода неисправностей и комплексных возмущений;
- автоматическая система оценки.

### 3.5. Требования к локальному тренажеру.

3.5.1. Требования к локальным тренажерам определяются п.п. 3.4.1.-3.4.3. настоящих Методических рекомендаций. При этом весь объект и режимы его работы не моделируются. Взаимосвязи моделируемых систем и агрегатов в составе энергообъекта могут обозначаться автоматически или инструктором (например, путем задания исходного состояния или введения вводных).

### 3.6. Требования к автоматизированным обучающим курсам.

3.6.1. Информационное содержание АУК включает в себя данные, определяемые: должностными инструкциями, квалификационными требованиями и нормативно-техническими документами для конкретных категорий подготавливаемых специалистов.

#### 3.6.2. Содержание учебных курсов отражает:

- теоретические (базовые) основы функционирования рассматриваемого элемента объекта управления;
- конструктивные и схемные его особенности;
- режимы и условия эксплуатации (монтажа) данного элемента;
- типовые неисправности оборудования;
- наиболее характерные аварийные ситуации, возникающие на оборудовании, методы их распознавания и локализации.

3.6.3. Использование АУК может обеспечить обучаемому возможность работы в режимах:

- самоподготовки;
- дистанционного обучения;
- программированного обучения;
- контроля знаний.

Допускается использование АУК, реализующего только один из указанных режимов работы. Наибольшими дидактическими возможностями обладают АУК, включающие все режимы данного перечня.

3.6.4. Индивидуализация процесса обучения может быть достигнута путем представления материала АУК различного уровня сложности. Если АУК создается для группы родственных специальностей (например: обходчик, машинист котла, машинист блока, начальник смены котлотурбинного цеха, или: диспетчер электрических сетей, дежурный подстанции, электромонтер ОВБ), то перечень этих специальностей определяет количество уровней и требования к сложности представляемого материала.

3.6.5. Информационная часть АУК сопровождается использованием современных мультимедийных средств (компьютерная графика, фрагменты видеоматериалов, звуковое сопровождение, 3D –анимация и т.д.).

При выводе такой информации на монитор ПК целесообразно обеспечивать одновременное присутствие на экране текста и поясняющих его материалов.

3.6.6. При реализации АУК обязательным требованием является возможность использования его в режиме дистанционного обучения.

3.6.7. Результаты контроля работы обучаемых с АУК содержат:

- время работы с конкретным разделом АУК (включая контрольные процедуры);

- количество и характер ошибок, допущенных обучаемым при работе с АУК.

3.6.8. Сопроводительная документация АУК включает следующие документы:

- руководство инструктора (описание интерфейса инструктора - возможностей настройки материала курса и контрольных вопросов на работу с конкретным обучаемым, фиксации результатов обучения);

- руководство обучаемого (описание интерфейса обучаемого - возможностей выбора режима работы, уровня сложности изучаемого материала и пр.);

- руководство по работе с ПО;

- руководство по проведению тестирования и проверки работоспособности АУК.

Для АУК, не содержащих инструментальных средств и систем тестирования, допускается их эксплуатация при наличии руководств инструктора и обучаемого.

3.7. Требования к автоматизированным обучающим системам.

Требования к автоматизированным обучающим системам определяются п.п. 3.6.1-3.6.8. настоящих Методических рекомендаций.

#### **4. Укрупненная методика оценки годности программного обеспечения тренажера**

4.1. Рекомендуется применять три метода оценки характеристик программного обеспечения тренажера:

- визуальный метод предполагает оценку исследуемой характеристики путем визуальной фиксации ее наличия в установленной техническими условиями форме;

- экспертный метод позволяет оценить функционирование программного обеспечения в процессе его эксплуатации, опираясь на эксплуатационные документы и контрольные варианты работы программ;

- тестовый метод позволяет обеспечить оценку адекватности модели технологических процессов и оборудования, использованной в тренажере.

4.2. Полученные оценки характеристик программ фиксируются в протоколе испытаний с указанием метода получения этой оценки.

4.3. Программное обеспечение тренажера оценивается по следующим характеристикам:

- идентификации;

- функционального назначения, функции обработки данных, адекватности модели энергоустановки;

- информационной совместимости;

- целостности и сохранности программ и данных;
- интерфейса пользователя, и системных характеристик.

4.4. При проверке значений конкретных характеристик необходимо использовать соответствующий метод оценки.

4.5. Характеристики идентификации оцениваются визуальным методом - путем проверки наличия и содержания по каждому пункту технических требований.

4.6. Характеристики функционального назначения оцениваются экспертным методом - по каждому набору программных данных задаются определенные наборы входных данных, а результаты оцениваются по содержимому экрана и выходных форм на бумажном носителе.

4.7. Оценка функции обработки данных так же проводится экспертным методом - по каждому пункту требований задается несколько различных наборов данных, а результаты оцениваются по содержимому экрана.

4.8. Для оценки адекватности модели энергоустановки используется программа автоматического тестирования модели тренажера. Входными данными этой программы являются эталонные значения характеристик энергоустановки-прототипа, пределы допустимых отклонений и значения этих характеристик, рассчитанные моделью. На выходе программы создается протокол тестирования, в котором фиксируется факт выхода рассчитанных значений за допустимые пределы и рассчитывается комплексный показатель адекватности модели. В программе проводится анализ для статических и динамических значений.

4.9. Характеристики информационной совместимости оцениваются экспертным методом путем проверки наличия в эксплуатационной документации описания форматов файлов обмена, описания допустимых характеристик вычислительных средств или путем проверки наличия словарей при вводе данных.

4.10. Характеристики целостности и сохранности программ и данных оцениваются также экспертным методом путем непосредственной проверки возможности архивирования данных по команде администратора и/или автоматически через заданные промежутки времени.

4.11. Оценка характеристик интерфейса пользователя проводится экспертным методом. Проверяется наличие всех заявленных возможностей интерфейса.

4.12. Оценка системных характеристик проводится экспертным методом путем проверки возможности одновременной работы тренажера не менее чем на 5-ти рабочих местах с учетом времени реакции компонентов ПО тренажера.