

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ОПЕРАТОРА БЛОЧНОГО ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЕЙ

*Саминов Эльдар Рахимжонович (esaminov@niis.nnov.ru), Харченко Сергей Петрович,
Кольцов Вячеслав Александрович*

Филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю. Е. Седакова», г. Нижний Новгород, Россия

Темой доклада является описание поиска потенциальных решений путем анализа существующих подходов к реализации человеко-машинного интерфейса блочного пункта управления атомной электростанцией с учетом актуальных и перспективных требований нормативно-правовой документации.

Ключевые слова: блочный пункт управления атомной электростанцией, человеко-машинный интерфейс

CONCEPTION OF CREATING HUMAN-MACHINE INTERFACE FOR NUCLEAR POWER PLANT CONTROL ROOM OPERATOR

*Saminov Eldar Rakhimjonovich (esaminov@niis.nnov.ru), Kharchenko Sergey Petrovich,
Koltsov Vyacheslav Alexandrovich*

Branch RFNC-VNIIEF «NIIS named after Yu. Ye. Sedakov», Nizhny Novgorod

The subject of the report is to describe potential solutions search by analyzing existing approaches to the implementation of nuclear power plant main control room human-machine interface, taking into account current and future requirements of regulatory and legal documentation.

Keywords: nuclear power plant main control room, human-machine interface

В условиях текущей геополитической обстановки и санкционных ограничений, возможность реализации ранее запланированных проектов инновационного развития по совершенствованию инфраструктуры объектов использования атомной энергии снижена по причине ограничения поставок необходимого оборудования иностранного производства. Таким образом, в части используемых в проектах технологий должен быть сделан акцент на гарантированно доступные решения, преимущественно – отечественной разработки. При этом необходимо обеспечивать соответствие принятых решений существующей нормативной базе, а также учитывать потенциальные требования перспективных стандартов.

Исходя из вышеизложенного, для реализуемого в филиале РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю. Е. Седакова» проекта «Усовершенствование человеко-машинного интерфейса оператора блочного пункта управления», требуется изменение подхода к реализации, для чего требуется формирование обновленной концепции построения человеко-машинного ин-

терфейса (ЧМИ) блочного пункта управления (БПУ) атомной электростанцией (АЭС).

Первичной задачей по актуализации проекта является определение концепции построения ЧМИ БПУ АЭС, в обеспечение которой проанализированы российские и международные стандарты.

Для актуальной версии базового стандарта по проектированию БПУ ИЕС 60964:2018 относительно предыдущей версии от 2009 г. и его российской версии ГОСТ Р МЭК 60964-2012 выявлены следующие отличия:

1. Дополнены требования по смягчению аварий на уровне мониторинга.

2. Определено, что в рамках проекта БПУ должно быть обозначено время функционирования БПУ в условиях аварийных событий.

3. Введены требования по обеспечению информационной безопасности БПУ в соответствии со стандартами ИЕС 62645:2014 и ИЕС 62859:2016.

4. Обозначена необходимость информационной поддержки действий оператора с учетом требований

к компьютерно-ориентированных процедур в соответствии с ИЕС 62646:2016 (ГОСТ Р МЭК 62646-2016).

5. Сделан акцент на приоритет обработки информационных потоков для выполнения основных задач оператора (контроль и управление) относительно второстепенных (запрос архивов и др.).

6. Актуализированы понятия и сформулированы требования человеко-машинного взаимодействия для автоматических систем управления:

- контроль за автоматическими системами (для наблюдения за правильной работой и вмешательства в случае сбоев);

- обратную связь, отражающая автоматические действия;

- возможность вмешательства человека в случае сбоев.

Таким образом, текущая редакция стандарта ИЕС 60964:2018 расширяет требования к БПУ с учетом произошедших событий (Авария на АЭС «Фукусима», возникающие киберугрозы), а также учитывает текущие тенденции в развитии вычислительной техники.

На основании проведенного анализа сделан вывод о необходимости внедрения следующих элементов:

1. Программно-аппаратные решения по кибербезопасности, включая перспективные решения по аутентификации пользователей [1–3].

2. Система информационной поддержки оператора.

3. Система мониторинга аварийных событий – функциональное расширение существующей системы предоставления параметров безопасности.

Также в рамках настоящей работы проведен анализ существующих и перспективных решений по построению ЧМИ и БПУ в целом, рассмотрены основные подходы к построению ЧМИ БПУ АЭС.

Были выявлены следующие особенности, характерные как для ранее использовавшихся, так и для существующих БПУ АЭС [4]:

- советский/российский дизайн – представление информации о состоянии объекта в виде мнемосхемы, использование консолей для размещения органов управления;

- немецкий дизайн – миниатюризация органов управления и индикации;

- американский дизайн – размещение индикаторов аварийной сигнализации в припотолочной зоне для обеспечения гарантированной видимости;

- японский дизайн – использование промтелевидения для прямого визуального контроля состояния АЭС.

В результате анализа проводившихся исследований и реализуемых решений в части современных ЧМИ БПУ АЭС [5-9] выявлены решения для перспективного применения в соответствии с таблицей.

Таким образом, концепция усовершенствованного ЧМИ БПУ АЭС, включающая вышеуказанные перспективные решения, а также внедряемые в соответствии с требованиями нормативной документации элементы, позволит реализовать переход к более совершенному БПУ (рис. 1).

Анализ решений для БПУ

Аспект БПУ	Существующее решение	Перспективное решение
Архитектура построения блочного пункта управления	Симметричное расположение мозаичных панелей контроля и управления (МПКУ) нормальной эксплуатации, формирующее с панелями систем безопасности единое пространство контроля и управления	Ассиметричное расположение панелей отображения информации с отдельно сгруппированными панелями систем безопасности, реализованными на классических принципах
	Параллельное панелям нормальной эксплуатации расположение АРМ операторов	АРМ операторов развернуты к соответствующим панелям
Концепция сигнализации	Физически реализованные индикаторы с регламентированными размерами и размещением	Виртуализированное представление индикаторов с гибкой конфигурацией
Методы обработки и представления массивов данных	Вывод значений параметров состояния энергоблока в цифровом виде и /или в виде шкалы	Вывод значений параметров состояния энергоблока в цифро-трендовом виде
Аппаратная реализация средств представления информации и управления	Комбинированное решение из экрана коллективного пользователя, МПКУ, дисплеев оператора и физически реализованных органов управления (кнопки, переключатели, трекболы, мыши, клавиатуры)	Полностью цифровые системы с использованием сверхбольших экранов и сенсорных органов управления
Среда БПУ	Помещение с уровнем освещения, близком к естественному	Затемненное помещение



а



б

Рис. 1. Переход к совершенному БПУ: а – до усовершенствования, б – после усовершенствования

В настоящий момент в рамках проекта проводятся дополнительные исследования по рассмотренным в настоящем докладе направлениям совместно с НГТУ им. Алексея, проводится анализ запрошенной от эксплуатирующего персонала АЭС обратной связи – рекомендаций, замечаний и особенностей применения ранее поставленных институтом элементов ЧМИ БПУ АЭС.

По результатам данных работ на настоящем этапе планируется сформулировать аспекты научно-технического развития ЧМИ БПУ АЭС и определить направления дальнейших исследований для обеспечения:

- оптимизации использования человеческих и вычислительных ресурсов;
- снижения себестоимости;
- минимизации влияния видов воздействия (психологическое, шумовое, электромагнитное) на оператора БПУ.

Список литературы

1. Саминов Э. Р., Поздняков А. Н., Павлин А. Ю. Принципы построения программно-технических средств системы верхнего уровня АСУ ТП АЭС с учетом требований кибербезопасности // «АТОМНЫЙ ПРОЕКТ» 2018. № 29. С. 21.
2. Грибунин В. Г., Костюков В. Е., Мартынов А. П., Николаев Д. Б., Фомченко В. Н. Современные методы обеспечения безопасности в атомной

энергетике. Монография под редакцией Астайкина А. И. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2014.

3. Грибунин В. Г., Мартынов А. П., Николаев Д. Б., Фомченко В. Н. Криптография и безопасность цифровых систем. Учебное пособие под редакцией Астайкина А. И. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011.

4. The Virtual Nuclear Tourist [Электронный ресурс]: The Virtual Nuclear Tourist: [веб-сайт]. – Электрон. дан. – 2001. URL: http://www.nucleartourist.com/systems/control_rooms.htm. (дата обращения: 01.10.2022 г.)

5. Brock H.-W. Future main control room design for Siemens nuclear power plants/ Man-human interface in the nuclear industry // Tokyo, Japan: МАГАТЭ. 15–19 февраля 1988. С. 613.

6. Katya Le Blanc, Jacques Hugo, Zachary Spielman и др. Control Room Modernization End-State Design Philosophy // Washington, DC: Nuclear Regulatory Commission, 2018.

7. Yeong Cheol Shin, Hak Young Chung, Tae Young Song. Advanced MMIS design characteristics of APR1400 /GENES4/ANP2003// Kyoto, Japan: 15–19 сентября 2003 г., С. 1066–1074.

8. Shi Ji, Liu Quanzhong. Study on Main Control Room and Human-system Interface of Generation III in China/NPIC&HMIT 2017 // San-Francisco, USA: 11–15 июня 2017. С. 1581–1591.

9. Framatome GmbH. [Электронный ресурс]: [веб-сайт]. – Электрон. дан. – 2019. URL: <https://www.framatome.com/solutions-portfolio>. (дата обращения: 01.10.2022 г.)