

РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА «ИНТЕРАКТИВНАЯ ПРОЦЕДУРА ПУСКА ЭНЕРГОБЛОКА» В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОПЕРАТОРА НА НВАЭС

М.Ю. Тучков*, П.В. Поваров*, А.И. Тихонов*, М.М. Майорова**

**Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция»
396071, Воронежская обл., г. Нововоронеж, Промышленная зона Южная 1*

*** ООО «Инновационная фирма СНИИП АТОМ»*

123060, г. Москва, ул. Расплетина, д. 5, стр. 1, блок 135



Статья посвящена актуальному на сегодня вопросу разработки системы информационной поддержки операторов (СИПО) для проекта Нововоронежской АЭС-2. Одной из главных причин, повлекшей начало работ по этой тематике, является информационная перегрузка операторов блочного пункта управления из-за возросших в несколько раз потоков информации автоматизированных систем управления технологическим процессом ВВЭР-1200 по сравнению с типовым ВВЭР-1000. Другая немаловажная причина – увеличение объема действующих процедур в бумажном виде вследствие ужесточения требований к их оформлению и попытки описать все возможные отказы и отклонения в программах и бланках переключений, из-за чего работа по ним усложняется. В эпоху всеобщей цифровизации использование бумажных процедур лишь рассеивает внимание и без того перегруженного информацией оператора. Очевидным решением является создание системы, обеспечивающей автоматический сбор и анализ информации. Кроме того, в функционал СИПО закладывается возможность использования опыта эксплуатации, что позволит, по убеждению авторов, в конечном итоге снизить влияние человеческого фактора. Особенно опасным может оказаться при реализации редко выполняемых процедур недостаток знаний или отсутствие опыта (например, при пуске блока или его останове). Рассматриваются вопросы разработки, функционала интерактивных процедур и требования, предъявляемые к ним. Особое внимание уделяется эргономике рабочего места и удобству оперативного персонала при работе с интерактивной процедурой. Поскольку при переходе с бумажной версии программ могут возникнуть проблемы с чтением процедур и срыв сроков пуска блока, оперативный персонал действующей станции принимал непосредственное участие в разработке интерактивных программ. Сделаны выводы о правильности подходов в разработке интерактивных процедур и о тиражировании валидированных решений на все регламентные работы.

Ключевые слова: система информационной поддержки оператора, интерактивная процедура, информация, сигнализация, функции, валидация.

ВВЕДЕНИЕ

Во всех состояниях энергоблока АЭС оператор производит анализ состояния системы (оборудования) с использованием всех доступных источников информации:

- инструкций по эксплуатации, регламентов, программ;
- сообщений обходчиков по визуальному осмотру оборудования;
- сигнализации на панелях управления блочного пульта управления;
- данных АСУ ТП на автоматизированных рабочих местах оператора.

Принятая в настоящее время концепция предусматривает управление с автоматических рабочих мест (далее АРМ). АРМ, как правило, представляет собой два дисплея и манипулятор-мышь, которым и производятся управляющие воздействия на арматуру и агрегаты. Опыт эксплуатации показал, что для качественного контроля технологического процесса и прогнозирования дальнейших действий оператору необходимо иметь перед глазами ряд графиков, трендов, гистограмм, объём которых нигде не регламентирован и определяется лишь текущей необходимостью. Отслеживание проходящей сигнализации также осуществляется в отдельном окне. Таким образом, один дисплей оператора занят графиками и сигнализацией. Кроме того часть информации дублируется на панелях и пультах. При этом база данных системы верхнего блочного уровня (далее СВБУ) содержит порядка 170-ти тысяч сигналов, которые выводятся оператору на более чем 1500 видеокадров, а количество сигнализаций на панелях БПУ более 700. Совокупность информационной и психологической перегрузки оператора может привести к эмоциональному истощению и ошибке при выполнении работ [1]. В ситуациях с дефицитом времени для принятия решения нужен один достоверный источник информации, адаптированный к выполнению конкретной задачи, выдающий отфильтрованную сжатую информацию в доступном и удобном виде [2].

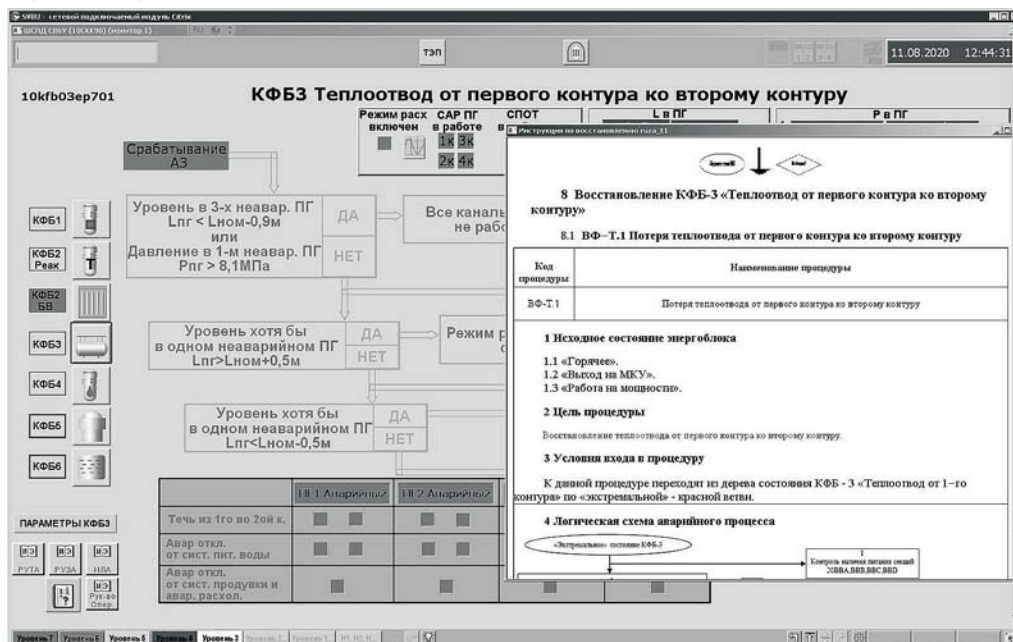


Рис. 1. Критические функции безопасности в СППБ

В текущей версии СВБУ существуют инструменты, направленные на снижение ин-

формационной нагрузки. Попытка создания интерактивности противоаварийных процедур была сделана при реализации функции системы представления параметров безопасности (СППБ) [13]. Но реализованные форматы в СППБ выполняют только функцию адекватного определения критических функций безопасности и определяют, по какой процедуре необходимо работать оперативному персоналу (рис. 1). В дальнейшем система предоставляет персоналу лишь оцифрованную версию руководства по управлению запроектными авариями.

Таким образом, основной причиной информационной перегрузки оператора является то, что действующая АСУ ТП ВВЭР-1200 не содержит инструментов для анализа взаимной согласованности результатов измерений и формирования обобщенных оценок состояния энергоблока и его основных технологических систем, что требуется оператору для осуществления контроля за технологическим процессом и своевременного управления им. Поэтому для компенсации негативных последствий влияния человеческого фактора на безопасность АЭС необходимо создание системы информационной поддержки операторов (СИПО), которая позволит ограничить нагрузки на оператора до уровня, соответствующего возможности адекватной оценки возникшей ситуации.

Более того, наличие таких систем на современных энергоблоках регламентируют нормативные документы [3 – 5]. В соответствии с пунктом 2.4.27 [3] в составе управляющих систем нормальной эксплуатации и систем безопасности должна быть реализована система информационной поддержки оператора. Более полно требования к информационной поддержке оператора изложены в ГОСТ Р МЭК 60964-2012 и ГОСТ Р МЭК 62241-2012 [6, 14].

Система поддержки оператора (СПО) определена в нем как система или системы, предназначенные для поддержки задач абстрактного мышления или задач интеллектуальной обработки информации, выполняемых персоналом БПУ. ГОСТ Р МЭК 60964-2012 был введен в действие после утверждения ТЗ на АСУ ТП АЭС-2006 и ТЗ на СВБУ, и его требования не учтены в действующих АСУ ТП АЭС -2006.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНЫХ ПРОЦЕДУР

Система информационной поддержки оператора создается для минимизации вероятности ошибочных действий оперативного персонала БПУ путем реализации функций [7, 11]

- снижения информационной нагрузки на оперативный персонал БПУ до целевых значений, указанных в нормативных документах;
- анализа работы технологического оборудования и представления персоналу обработанной информации о причинах возникновения отклонений и необходимых действиях персонала при эксплуатации с отклонениями;
- прогнозирования развития технологического процесса для раннего предупреждения оператора о возможных нарушениях в работе энергоблока;
- предоставления оперативному персоналу информации, необходимой для принятия оптимального решения по управлению возникшей ситуацией, предупреждению аварии и ограничению ее последствий;
- диагностики состояния и эффективности оборудования.

ООО «ИФ СНИИП АТОМ» в инициативном порядке при активной поддержке Нововоронежской АЭС разработан макет СИПО, в составе ПО которого реализованы программная модель энергоблока и интерактивные пошаговые процедуры. Первая версия макета с целью накопления архивов эксплуатационных данных для валидации функций СИПО функционирует на блоке №1 НВАЭС-2 с момента пуска энергоблока.

Особая роль персоналу БПУ отводится при проведении сложных и длительных операций по переводу энергоблока из «Холодного состояния» (после выполнения планового предупредительного ремонта или связанного с устранением замечаний) в состояние «Работа на мощности».

Принятая концепция культуры безопасности предусматривает чёткое следование процедуре. Выполнение действий по памяти недопустимо. Соответственно, на этапе пуска (останова) блока, который охватывает изменение состояния большого количества систем, персоналу БПУ необходимо руководствоваться программами пуска (останова), рабочим технологическим регламентом безопасной эксплуатации, инструкциями по эксплуатации реакторной установки и иными инструкциями по эксплуатации. Все действия персонала регламентированы соответствующей административной документацией.

Очевидно, что объём документации в бумажном виде огромен и поиск конкретной информации занимает определённое время, а главное, вынуждает операторов отвлекаться на её поиск, что может снизить контроль технологического процесса.

В совокупности с большим числом сигналов информационная нагрузка на оператора не соответствует принятым стандартам.

Данные работы проводятся по разработанным пошаговым рабочим программам, утверждаемым административным руководством АЭС, и ведутся на протяжении нескольких суток. Несмотря на то, что данные рабочие программы достаточно подробно описаны и на каждом шаге существует как исполнитель, так и контролирующее лицо, опыт показывает, что персоналом блочного пункта управления (БПУ) может быть допущена ошибка. И вероятность совершить ошибку увеличивается, когда информационный поток достигает уровня, значительно превышающего возможности восприятия и реакции, а стрессовая ситуация или длительная монотонная работа приводят к пропускам или, наоборот, к избыточным действиям при осуществлении управления технологическим процессом [12]. Кроме того подобные работы выполняются относительно редко и, несмотря на обязательное поддержание квалификации перед пуском (остановом) блока на ПМТ, недостаток опыта эксплуатации и скрытые дефекты могут негативно сказаться на качестве проводимых работ.

Сложность создания интерактивной процедуры состоит в необходимости найти баланс между уровнем вовлеченности оператора в процесс и степенью автоматизации. В соответствии с [8] высокая степень автоматизации интерактивной процедуры может привести к абстрагированию оператора от контроля технологического процесса и потере критического подхода как элемента культуры безопасности. Также должны учитываться требования эргономики для качественного контроля протекания технологического процесса [9].

ПРИМЕР ИНТЕРАКТИВНОЙ ПРОЦЕДУРЫ

Рассмотрим одну из функций СИПО [10] – интерактивную процедуру «Представление оперативному персоналу интерактивных процедур пуска (останова) энергоблока», предназначенную для поддержки оператора при выполнении сложных задач, связанных с переводом энергоблока из одного состояния в другое.

Функция должна

- предоставлять оперативному персоналу информацию о соответствии контролируемых параметров установленным ограничениям;
- быть многопользовательской;
- информировать о готовности оборудования к выполнению шагов процедуры, о нарушениях в действиях автоматики, о состоянии готовности оборудования и систем по технологическим параметрам к изменению состояния энергоблока.

Реализация функции по представлению обобщенной информации, относящейся к процедурам пуска (останова), регламентных работ должна основываться на эксплуатационной документации, содержащей обоснование безопасности и конкретные указания персоналу о способах ведения работ:

- рабочий технологический регламент безопасной эксплуатации энергоблока;
- инструкции по эксплуатации реакторной установки (ИЭРУ);
- инструкции по эксплуатации оборудования и систем;
- рабочие пошаговые программы.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

Интерактивные процедуры (ИП) – приложение ПО «Крузиз», предназначенное для поддержки оператора в пошаговом проведении программ пуска (останова) блока и других многоэтапных мероприятий.

Интерактивная процедура пуска блока представляет собой многоуровневую последовательность действий. Процедура делится на этапы, которые состоят из шагов (рис. 2).

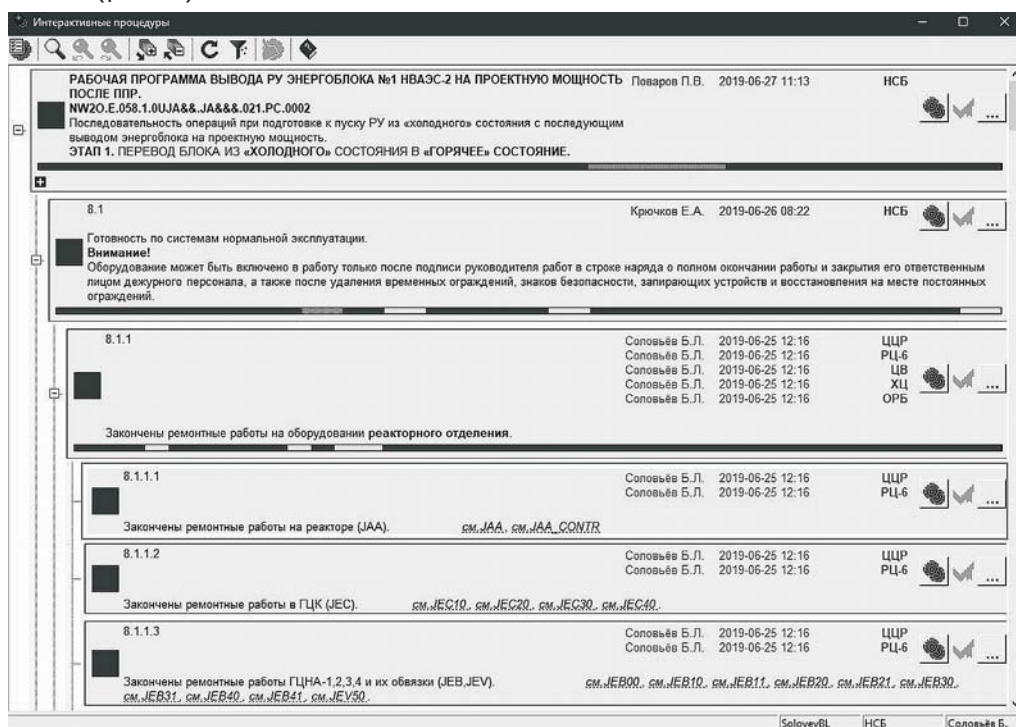


Рис. 2. Интерактивная процедура (типичный пример)

ИП полностью соответствует утверждённой бумажной версии, но при этом позволяет оперативному персоналу сократить время на проверку соответствия технологических параметров условиям для данного состояния энергоблока, поскольку в программу заложен контроль готовности систем для перехода в следующее состояние, а также анализ выбранных технологических параметров на соответствие пределам и уставкам текущего этапа. Для выполнения работ по бумажной программе пуска (рис. 3) оператору приходится проводить самостоятельный анализ готовности оборудования по нескольким видеокадрам СВБУ с использованием инструкций по эксплуатации систем и другой документации.

Интерактивная процедура помогает в сборе и анализе всего объёма информации

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

на данном конкретном шаге. Происходит сбор и представление достоверной информации, необходимой для выполнения конкретного шага и подтверждающей выполнение данного шага (рис. 4).

Рабочая программа Вывод реакторной установки на проектную мощность.
Последовательность операций при подготовке к пуску РУ после планового останова с последующим выводом энергоблока №2 Нововоронежской АЭС-2 на проектную мощность NW20.E.058.2.00JA&&JA&&021.PC.0004

Версия 1

№	Наименование системы	Критерий готовности	Состояние	Отметка о проверке
3	БРУ-К	Работоспособны БРУ-К	1) Проверены блокировки БРУ-К 2) Проверена работоспособность БРУ-К 3) БРУ-К прогреты и введены в режим ожидания.	НСБ НСЦ НСЦТАИ
4	Система питательной воды	Уровень в ПГ 1-4 (JEA10-40AC001) номинальный ± 50 мм, поддерживается в автоматическом режиме пуска-остановочными регуляторами LAV31-61AA201. Готовы к работе не менее 2-х питательных электронасосов на подпитку ПГ. Уровень в деаэраторе LAA10BB001 номинальный, поддерживается в автоматическом режиме.	ПЭН- 4 - в работе; ПЭН- 1,2,3,5 - в резерве Уровень в LAA10BB001 = 2500 мм Уровни в ПГ: ПГ1= 2700 мм ПГ2= 2720 мм ПГ3= 2730 мм ПГ4= 2700 мм	НСБ НСЦ

Дефектов, замечаний, препятствующих работе блока на энергетическом уровне мощности, нет.

НС АЭС 40ч.

«12» 06 2007г.

Рис. 3. Пример программы пуска в бумажном виде

8.1.1.4

ЦПР
РЦ-6

Закончены ремонтные работы в системе компенсации давления (JEF). ИЭ JEF., см. ВК JEF.

☒ Закрыты задвижки на впрыске.
10JEF11AA001 ОТКР, 10JEF11AA002 ОТКР, 10JEF11AA003 ЗАКР, 10JEF11AA004 ЗАКР,
10JEF12AA001 ОТКР, 10JEF12AA002 ЗАКР, 10JEF13AA001 ОТКР, 10JEF13AA002 ЗАКР.
РК впрыска 10JEF11AA201 ДИСТ, -0.5 %. 10JEF11AA202 АВТО, 67.8 %.

☒ Закрыты ИПУ КД.
11JEF21AA901 ЗАКР ИСПРАВЕН, 12JEF22AA901 ЗАКР ИСПРАВЕН, 12JEF23AA901 ЗАКР ИСПРАВЕН.

☒ Закрыты импульсные клапаны ИПУ КД.
11JEF21AA903 ЗАКР, 11JEF21AA904 ЗАКР, 12JEF22AA903 ЗАКР,
12JEF22AA904 ЗАКР, 12JEF23AA903 ЗАКР, 12JEF23AA904 ЗАКР.

☒ Открыты отключающие клапаны ИПУ КД.
11JEF21AA902 ОТКР, 12JEF22AA902 ОТКР, 12JEF23AA902 ОТКР.

☒ Закрыты запорные клапаны ИПУ КД.
11JEF21AA001 ЗАКР, 11JEF21AA002 ЗАКР,
12JEF22AA001 ЗАКР, 12JEF22AA002 ЗАКР, 12JEF23AA001 ЗАКР, 12JEF23AA002 ЗАКР.

☒ Закрыты запорные клапаны на сдувке в барботёр.
10JEG20AA001 ЗАКР, 10JEG20AA002 ЗАКР.

L_{КД} CL004 = 12.8 м, P_{КД} = 16.53 МПа.

Рис. 4. Сбор и представление информации в интерактивной процедуре

В программе можно вывести справку по точке контроля, которая содержит значения уставок требуемой переменной, или построить график, чтобы отследить динамику изменения параметра.

Программа является многопользовательской. Со своего рабочего места каждый участник процесса может наблюдать за ходом выполнения процедуры и подтверждать этапы, за которые он несёт ответственность. При подтверждении отображается логин пользователя, дата и время подтверждения. Это позволяет снизить время, затрачиваемое на коммуникацию между персоналом.

Фиксация времени выполнения шагов процедуры позволяет сделать вывод о длительности проведения каждого этапа, что поможет в дальнейшем скорректировать график пуска с внесением в него актуальной информации о продолжительности операций.

Ведётся протоколирование действий оператора при работе с программой. Создание печатной копии протокола может использоваться при исправлении несоответствий бумажных версий программ, а также выявлении ошибочных действий оператора.

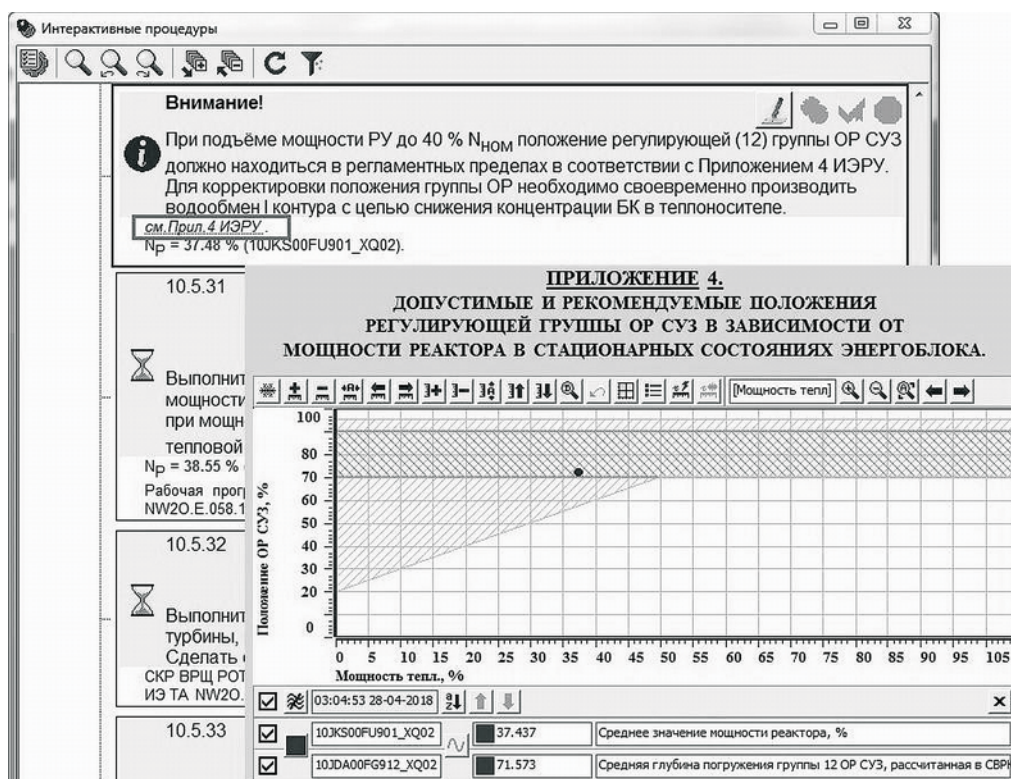


Рис. 5. Пример ссылки на эксплуатационную документацию

Интерактивные процедуры содержат активные ссылки переходов на требуемые видеокadres по технологическим системам, на графики с приведенными на них диапазонами уставок для каждого состояния энергоблока, а также ссылки переходов на интерактивные инструкции по эксплуатации систем или интерактивный регламент безопасной эксплуатации (рис. 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2019 г. на энергоблоке № 1 НВАЭС-2 была проведена валидация «Интерактивной процедуры пуска энергоблока» и «Интерактивной процедуры останова энергоблока». В процессе пуска (останова) энергоблока проверено регламентное прохождение переходов из одного состояния энергоблока в другое от «холодного» состояния до вывода энергоблока на проектную мощность и обратно.

Программное средство было установлено на БПУ на дополнительном рабочем месте. Участвующие в валидации представители НВ АЭС (оперативный персонал БПУ) на время валидации были выведены из смен и занимались только валидацией ПС.

В ходе валидации контролировались

- соответствие отображаемого программным средством состояния оборудования энергоблока реальному состоянию;
- соответствие представляемых ПС инструкций эксплуатационной документации энергоблока;

- возможность ввода оператором информации о выполнении действий по пуску блока;
- правильность автоматического определения готовности энергоблока к очередному шагу пуска;
- устойчивость функционирования ПС.

Выявленные несоответствия и рекомендации по улучшению ПС фиксировались в рабочем протоколе.

После включения энергоблока в сеть каждый принимавший участие в валидации сотрудник НВ АЭС дал оценку ПС по следующим параметрам:

- влияние использования ПС после учета сформулированных в процессе валидации замечаний на информационную перегрузку оператора;
- удобство использования после учета сформулированных в процессе валидации замечаний;
- целесообразность внедрения ПС после учета сформулированных в процессе валидации замечаний.

Проведенная валидация по оценке оперативного персонала БПУ подтвердила, что интерактивная процедура

- соответствует предъявляемым требованиям;
- удобна в использовании для оперативного персонала БПУ;
- сокращает время на обработку информации и принятие решения;
- позволяет ускорить сбор достоверной информации о состоянии оборудования и технологических систем;
- позволяет производить автоматическую обработку информации о состоянии энергоблока и систем с выдачей заключения о готовности к производству переключений;
- помогает получать достоверную информацию о ходе выполнения работ, ответственных за выполнение этапов, и замечаниях, препятствующих продолжению работ;
- позволяют снизить информационную нагрузку на оператора при контроле технологического процесса.

На основании отработанных и валидированных решений может проводиться разработка интерактивных процедур ввода (вывода) оборудования, регламентных проверок, бланков переключений, опробований, испытаний.

Литература

1. Куликова Е.А. Стрессы в профессиональной деятельности: причины возникновения и пути преодоления // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2019. – № 10 (октябрь). Электронный ресурс: <http://e-koncept.ru/2019/192039.htm> (дата доступа 12.11.2020).
2. Анохин А.Н. Адаптивный интерфейс для операторов сложных систем. / Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления ВСПУ-2014. Москва, 16-19 июня 2014 г. – С. 6345-6256.
3. НП-001-15. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. – М.: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, 2015. – 74 с. Электронный ресурс: <http://vol-nrs.gosnadzor.ru/about/documents/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%8C%20%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83%D1%8E%D1%89%D0%B8%D1%85%20%D0%A4%D0%9D%D0%9F/%D0%A4%D0%9D%D0%9F%201-20/%D0%9D%D0%9F-001-15.pdf> (дата доступа 12.11.2020).
4. НП-082-07. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций. – М.: Ростехнадзор, 2007. Электронный ресурс: <http://vol-nrs.gosnadzor.ru/about/>

documents/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%8C%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83%D1%8E%D1%89%D0%B8%D1%85%D0%A4%D0%9D%D0%9F/%D0%A4%D0%9D%D0%9F%2081-100/%D0%9D%D0%9F-082-07.pdf (дата доступа 12.11.2020).

5. РБ-152-18. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Комментарии к федеральным нормам и правилам «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (НП-001-15). – М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2018. – 205 с.

6. ГОСТ Р МЭК 60964-2012. Пункты управления. Проектирование. Атомные станции. – М.: Стандартинформ, 2014. Электронный ресурс: <https://docs.cntd.ru/document/1200101819> (дата доступа 12.11.2020).

7. Анохин А.Н., Калинушкин А.Е., Горбаев В.А., Сивоконь В.П. Состояние и перспективы систем поддержки операторов АЭС. // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2016. – № 2. – С. 5-16.

8. Машин В.А. Компьютеризированные системы поддержки операторов АЭС (психологические проблемы). // Электрические станции. – 1995. – №7. – С. 2-7.

9. Анохин А.Н., Острейковский В.А. Вопросы эргономики в ядерной энергетике. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 344 с.

10. Гусев И.Н., Поваров В.П., Тучков М.Ю., Кужиль А.С., Майорова М.М., Падун С.П. О проблеме интеллектуальной поддержки операторов для современных автоматизированных систем управления технологическим процессом энергоблоков с ВВЭР. // Ядерная и радиационная безопасность. – 2019. – № 1. – С 46-54.

11. Башлыков А.А., Еремеев А.П. Экспертные системы поддержки принятия решений в энергетике. – М.: МЭИ, 1994. – 216 с.

12. Анохин А.Н. Проблемы организации человеко-машинного интерфейса АСУ ТП АЭС. // Доклады БГУИР. – 2015. – С. 104-108.

13. Подшибякин М.А., Васин В.М., Гермаш М.М., Стребнев Н.А., Мартынов А.В., Подшибякин А.К. Вопросы концепции создания системы представления параметров безопасности РУ ВВЭР. / Материалы VIII Международной научно-технической конференции «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР» г. Подольск, Россия, 28-31 мая 2013.

14. ГОСТ Р МЭК 62241-2012. Атомные станции. Блочный пункт управления. Функции и представление сигнализации. – М.: Стандартинформ, 2014. Электронный ресурс: http://certatom.kiev.ua/images/files/tk/GOST_R_MEK_62241-A-0kR.pdf (дата доступа 12.11.2020).

Поступила в редакцию 16.11.2020 г.

Авторы

Тучков Максим Юрьевич, начальник смены АЭС

E-mail: TuchkovMU@nvnpp1.rosenergoatom.ru

Поваров Петр Владимирович, начальник смены блока

E-mail: PovarovPV@nvnpp1.rosenergoatom.ru

Тихонов Александр Игоревич, начальник смены блока

E-mail: TihonovAI@nvnpp1.rosenergoatom.ru

Майорова Маргарита Михайловна, начальник отдела

E-mail: mayorova@sniip-atom.ru

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF THE SOFTWARE TOOL «INTERACTIVE UNIT STARTUP PROCEDURE» AS PART OF IMPLEMENTATION OF THE OPERATOR INFORMATION SUPPORT SYSTEM AT NVNPP

Tuchkov M.Yu.* , Povarov P.V.* , Tihonov A.I.* Mayorova M.M.**

* Branch of JSC Concern Rosenergoatom Novovoronezh Nuclear Power Plant
1 Promyshlennaya zona Yuzhnaya, 396071 Novovoronezh, Voronezh Reg.,
Russia

** LLC «Innovative Firm SNIIP ATOM»
5, bld. 1, block 135 Raspletin Str., 123060 Moscow, Russia

ABSTRACT

This article is focused on the current issue of developing an operator information support system (OISS) for the Novovoronezh NPP-2 project. One of the main reasons to raise this topic is the MCR operator's overload with data due to the greatly increased information flows related to the VVER-1200 Process I&C compared to the serially produced VVER-1000 power units. The other important reason, in the authors' opinion, is the increased volume of existing procedures in hard copy due to the strengthened requirements for their registration and attempts to describe all possible failures and deviations in the programs and plant evolution sheet, work on them becomes complicated. In the era of ubiquitous digitalization, the paper procedures can only distract the attention of the operator overloaded with information. The obvious solution is to create a system providing automatic collection and analysis of information. In addition, the functionality of the operator information support system allows the use of operating experience, thus minimizing the impact of the human factor. The lack of knowledge or experience could be especially challenging with procedures being applied infrequently, for example, for starting up and shutting down the unit. The article deals with the development and functionality of interactive procedures and applicable requirements. During the development of the software product, special attention was paid to the ergonomics of the workplace and the convenience of operating personnel working according to an interactive procedure. Since the transition from the paper version of the programs can cause problems with reading the procedures and, ultimately, lead to the failure of the unit start-up time, the personnel of the operating station were directly involved in the development of interactive programs. Based on the review results, conclusions were made about the correctness of the approaches in developing the interactive procedures and validated solutions to be disseminated for all routine operations.

Key words: operator information support system, interactive procedure, information, alarm, functions, validation.

REFERENCES

1. Kulikova E.A. Stresses in Professional Activity: Causes of Occurrence and Ways of Overcoming. *Nauchno-metodicheskiy Elektronnyj Zhurnal «Kontsept»*. 2019, no. 10 (October). Available at: <http://e-koncept.ru/2019/192039.htm> (accessed Nov. 12, 2020) (in Russian).
2. Anokhin A.N. Adaptive interface for operators of complex systems. *Proc. of the XII-th All-Russian meeting on control problems VSPU-2014*. Moscow, June 16-19, 2014, pp. 6345-6256 (in Russian).

3. NP-001-15. Federal Rules and Regulations in the Area of Atomic Energy Use. *General Safety Provisions for Nuclear Power Plants*. Moscow. Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service of Russia Publ., 2015, 74 p. Available at: <http://vol-nrs.gosnadzor.ru/about/documents/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%8C%20%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83%D1%8E%D1%89%D0%B8%D1%85%20%D0%A4%D0%9D%D0%9F/%D0%A4%D0%9D%D0%9F%201-20/%D0%9D%D0%9F-001-15.pdf> (accessed Nov. 12, 2020) (in Russian).
4. NP-082-07. Federal Rules and Regulations in the Area of Atomic Energy Use. *Nuclear Safety Rules for Reactor Installations of Nuclear Power Plants*. Moscow. Rostechndzor Publ., 2007. Available at: <http://vol-nrs.gosnadzor.ru/about/documents/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%8C%20%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83%D1%8E%D1%89%D0%B8%D1%85%20%D0%A4%D0%9D%D0%9F/%D0%A4%D0%9D%D0%9F%2081-100/%D0%9D%D0%9F-082-07.pdf> (accessed Nov. 12, 2020) (in Russian).
5. RB-152-18. Safety Guide for the Use of Atomic Energy. *Comments to the federal rules and regulations «General Provisions for Ensuring the Safety of Nuclear Power Plants»* (NP-001-15). Moscow. FBU «NTTs YaRB», 2018, 205 p. (in Russian).
6. GOST R MEK 60964-2012. *Nuclear Power Plants Control Rooms. Design*. Moscow. Standartinform Publ., 2014. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200101819> (accessed Nov. 12, 2020) (in Russian).
7. Anokhin F.N., Kalinushkin A.E., Gorbaev V.A., Sivokon V.P. Current State and Trends of NPP Operator Support Systems. *Izvestiya vuzov. Yadernaya Energetika*. 2016, no. 2, pp. 5-16 (in Russian).
8. Mashin V.A. Computerized Support Systems for NPP Operators (Psychological Problems). *Elektricheskie Stantsii*. 1995, no. 7, pp. 2-7 (in Russian).
9. Anokhin A.N., Ostreykovsky V.A. *Ergonomics in Nuclear Power*. Moscow. Energoatomizdat Publ., 2001, 344 p. (in Russian).
10. Gusev I.N., Povarov V.P., Tuchkov M.Yu., Kuzhil A.S., Mayorova M.M., Padun S.P. About the Smart Help to the Operators in State-of-the-art Process I&C for VVER Type Reactors. *Yadernaya i Radiatsionnaya Bezopasnost'*. 2019, no. 1, pp. 46-54 (in Russian).
11. Bashlykov A.A., Ereemeev A.P. *Expert Systems for Decision Support in the Energy Sector*. Moscow. MEI Publ., 1994, 216 p. (in Russian).
12. Anokhin A.N. Problems of the Organization of the Man-Machine Interface of the NPP ACS. *Doklady BGUIR*. 2015, pp. 104-108 (in Russian).
13. Podshibyakin M.A., Vasin V.M., Germash M.M., Strebnev N.A., Martynov A.V., Podshibyakin A.K. Issues of the Concept of Creating a System for Representing the Safety Parameters of VVER RP. *Proc. of the VIII-th International Scientific and Technical Conference «Ensuring the Safety of NPP with VVER»*. Podolsk, Russia, May 28-31, 2013.
14. GOST R MEK 62241-2012. *Nuclear Power Plants. Main Control Room. Alarm Functions and Presentation*. Moscow. Standartinform Publ., 2014. Available at: http://certatom.kiev.ua/images/files/tk/GOST_R_MEK_62241-A-OkR.pdf (accessed Nov. 12, 2020) (in Russian).

Authors

Tuchkov Maxim Yurievich, NPP Shift Supervisor

E-mail: TuchkovMU@nvnpp1.rosenergoatom.ru

Povarov Petr Vladimirovich, Unit Shift Supervisor

E-mail: PovarovPV@nvnpp1.rosenergoatom.ru

Tikhonov Aleksandr Igorevich, Unit Shift Supervisor

E-mail: TikhonovAI@nvnpp1.rosenergoatom.ru

Mayorova Margarita Mikhailovna, Head of Department

E-mail: mayorova@sniip-atom.ru