Московский инженерно-физический институт

(технический университет)

### Факультет «Ф»

Реферат по прикладной физике

**На тему: «Тренажеры водо-водяных реакторов».**

Студента Группы Ф1-01

Саакяна А. Ю.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Консультант: Шумский Б. Е.

г. Москва. 1998 г.

**Содержание:**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение | **3** |
| Фирмы-изготовители | **3** |
| **Техническое обучение операторов** | **3** |
| **Краткий обзор типов тренажеров** | **4** |
| Учитываемые критерии | **4** |
| Физическая область | **4** |
| Топографический диапазон | **5** |
| Реалистичность человеко-машинного интерфейса | **5** |
| **Краткий обзор действующих тренажеров ЭДФ** | **6** |
| Тренажеры первого поколения | **6** |
| **Тренажеры S3C для нового компьютеризированного БЩУ №4** | **6** |
| **Многофункциональный послеаварийный тренажер СИПА** | **6** |
| Жизнь тренажеров | **7** |
| **Коренная переделка существующих тренажеров**  **(на примере СР0)** | **7** |
| Тенденции | **7** |
| Заключение | **7** |
| Список литературы | **9** |

## Введение

Эксплуатация атомной станции, один из самых опасных способов энергии. Из-за сложного управления реакциями протекающих в реакторах АЭС, несущие в себе огромную энергию, в не квалифицируемых руках может стать опасным оружием, оружием против человечества (к примеру того Чернобыльская АЭС). Поэтому для большей безопасности эксплуатации АЭС нужно готовить квалифицированный персонал, то есть сооружать для его обучения тренажеры.

Данный реферат содержит информацию о деятельности ЭДФ в области технической подготовки персонала на тренажерах. Основываясь ее опыте в этой области.

## 1. Фирмы-изготовители

До открытия Большого Европейского рынка 1 января 1994 г. Французский рынок тренажеров делили между собой две следующие фирмы:

* Томсон-ЦСФ/ДСИ, которая, вероятно, является на сегодняшний день крупнейшим в мире изготовителем тренажеров для энергетики и в частности, изготовила все французские полно объемные (full-scope) тренажеры и участвовала в многочисленных проектах в разных странах мира.
* Корис, молодое предприятие, созданное Комитетом по атомной энергии и являющееся филиалом фирм Фраматом и ЭДФ, динамичный конкурент в области «небольших» тренажеров базового принципа и «многофункциональных» тренажерах как во франции, так и в других странах.

**2. Техническое обучение операторов**

Что касается технического обучения операторов АЭС, оно поручено Отделу профессионально-технического обучения Управления DPRS. Это обучение обеспечивается:

* в 2 учебно-тренировочных центрах, расположенных в непосредственной близости от первых, самых крупных атомных электростанций и имеющих мощный педагогический персонал:

* Бюже: 4 полно объемных (full-scope) тренажера и тренажер S3C,
* Палюэль-Кан: 4 полно объемных (fullscope) тренажера (плюс 1 тренажер диспетчерского управления и 2 тренажера ТЭС на мазуте, в т.ч. 1 тренажер с компьютерным интерфейсом);
* в главном управлении фирмы Корис: базовое техническое обучение,
* и на самих АЭС, учебные базы которые оборудованы функциональными и многофункциональными тренажерами.

Ниже мы вернемся к обсуждению предлагаемой методики обучения, которая имеет, по крайней мере, не меньшее значение, чем качество технических средств, которыми она располагает.

## Краткий обзор тренажеров

Прежде чем перейти к непосредственному рассмотрению вопроса, необходимо уточнить используемые термины, т. к. Эта тема ведет к многочисленным приближениям и ошибкам, иногда допускаемым сознательно. Слово, выделенное *курсивом* в первый раз, когда оно встречается, соответствует очень точному и ограниченному определению.

1. **Учитываемые критерии**

Для составления технического задания на тренажер и для его создания необходимо учесть многочисленные параметры.

* 1. **Физическая область**

По крайней мере, до последнего времени мы не располагали универсальными программами, способными одновременно моделировать, к примеру, термодинамическое поведение заполненного ГЦК (до создания пузыря в компенсаторе давления) и открытой активной зоны (что требует учета неконденсируемых газов) или же аварийной ситуации, в которой в значительной степени участвуют 2 среды, даже с деформацией тепловыделяющих сборок. То же относится к программе нейтронных расчетов: довольно трудно представить себе, чтобы она могла обеспечивать быструю и медленную кинетику, локальные и глобальные эффекты.

Т.о. физическая *область,* характеризующая сложность учитываемых физических явлений, является основным критерием выбора программ для тренажера с целью определения моделируемых ситуаций и явлений.

* 1. **Топографический диапазон**

Это понятие *диапазона* характеризует скорее совокупность программ (монтаж), чем ту или иную индивидуальную программу: какую часть (части) процесса, какие элементарные системы желательно моделировать? Так, несмотря на их название, традиционные «полно объемные» (fullscope) тренажеры избегают моделирования (или же делают это весьма рудиментарным образом) вентиляционных систем, здания для хранения топлива, вспомогательного корпуса (BAN), общих помещений электростанции и т. п. Именно поэтому в Германии начинают развивать идею “оптимизированных”, т. е. Облегченных, с экономической точки зрения, тренажеров.

**1.3. Реалистичность человеко-машинного интерфейса**

Тренажеры базового принципа, которые используются для обучения, оборудованы специальными пультами, не претендующими на полное наличие реальных органов управления моделируемыми процессами.

И напротив, *человеко-машинный* *интерфейс* (IHM) традиционных “полно объемных” (full-scope) тренажеров, называемых также “интегральной репликой”, является столь реалистичным, что учащийся не может сразу отличить тренажер от энергоблока. Мы предпочитаем называть эти тренажеры *полномасштабными* (full-scale), вкладывая в это понятие смысл пространственного масштаба и пологая, что наименование *полнообъемный* (full-scope) подходит более для определения диапазона/области моделирования.

За последнее время, как мы увидим наступление эры автоматизированных рабочих мест полностью революционизировало человеко-машинный интерфейс.

#### Краткий обзор действующих тренажеров ЭДФ

Кратко рассмотрим различные типы тренажеров, работающих на ЭДФ, отделив «предков» в классических корпусах из листовой стали от пышно расцветающих новых изделий, начиная с S3C и кончая СИПА, в т. ч. компактных функциональных и многофункциональных тренажеров.

**А)** **Тренажеры первого поколения**

##### Эти тренажеры появились в 70е годы, которые были основе программного обеспечения физических расчетов, тренажеры позволяли ознакомиться нормальному режиму работы, требующим небольшой вычислительной мощности, которые имели классическую форму исполнения человеко-машинного интерфейса.

**Б) Тренажеры S3C для нового компьютеризированного БЩУ №4**

###### Как только ЭДФ выдвинула идею компьютеризованного БЩУ (1982), стала очевидной необходимость уточнения технического задания на него с помощью создания тренажера и оказание помощи инженерам в выборе его проектного решения и в оптимизации его эргономики, а также обеспечения будущим операторам возможности ознакомления с человеко-машинным интерфейсом столь нового типа.

**В) Многофункциональный послеаварийный тренажер СИПА**

Этот проект отметил значительный прогресс вследствие своего тройного назначения, своей исключительно широкой областью применения, позволяющие моделировать крупные разрывы, своей техники и, наконец, своей технологии производства, которая позволила поставить две конфигурации: СР1 (ГРАВЛИН 1) и Р4 (ПАЛЮЭЛЬ 1).

**Г) Жизнь тренажеров**

Надо подчеркнуть, что операция приобретения тренажера не должна считаться завершенной по подписании протокола окончательной приемки. Она должна сопровождаться созданием целой организации:

* квалифицированный преподавательский состав для обучения персонала.
* техобслуживания оборудования и введение программного обеспечения.
* Материально-технического обеспечения изменений: любой тренажер, особенно если он приближается к реальному оборудованию, должен быть полностью подобен своей модели.

**Д) Коренная переделка существующих тренажеров**

**(на примере СР0)**

При обзоре различных тренажеров бросается в глаза явный пробел: одно из поколений, СР0, наиболее нетипичное, т. к. Первый экземпляр был выпущен до запуска (февраль 1974 г.) многолетней программы водо-водяных реакторов, имеет лишь один тренажер, к тому же морально устаревший. Кроме того, операторы опытного образца в ФЕССЕНГЕЙМЕ, явно несколько отличного от последующих, не имеют учебного пособия, адаптированного к их собственному БЩУ.

Т.о. проект «коренной перестройки», запущенный в декабре 1993 года, имеет двойную цель: во-первых, модернизировать тренажер АЭС БЮЖЕ, а во-вторых, создать специальный тренажер для АЭС ФЕССЕНГЕЙМ.

**Тенденции**

После «инвентарной описи» и обзора различных тренажеров, поставленных ЭДФ или проектируемых для нее, необходимо заглянуть в более или менее близкое будущее в том, что касается методов работы, доступного для предвидения физического прогресса и новых технологий изображения.

**Заключение**

Итак, наблюдается чрезвычайное оживление деятельности вокруг проектирования, технологии изготовления и даже использование тренажеров, первые промышленные которые появились на свет едва не четверть века назад.

Франция, перед лицом недостаточности природных ресурсов, была вынуждена обратится к массивному использованию атомной техники для производства своей электроэнергии и тем самым должна была пережить этот необычайный расцвет тренажеров и воспользоваться им.

Однако лишь тренажер нового типа, основанный на сети автоматизированных рабочих мест, представляется нам фундаментальным подлинным достижением. С помощью прогресса в области изображений можно существенно снизить стоимость изготовления первого тренажера, модифицировать его, снабдить его новыми модулями для расширения его области или/и диапазоном моделирования. Ничего нет проще, чем размножить его в дальнейшем, адаптируя каждый раз для учета особенностей другого энергоблока.

Можно предположить, что более широкие организационные усилия совместно с различными изготовителями и операторами тренажеров позволят обеспечить совместимость этих изделий и, следовательно, гарантировать независимость заказчиков от поставщиков. Это тенденция может пересечь границы и оказаться полезной для всех операторов атомной энергетики.

**Список литературы**

1. N. TANGY: «Точность и актуальность учебных тренажеров», совещание специалистов OECD-CSNI; апрель 1987, ТОРОНТО(Канада) – в переводе.
2. G. BELTRANDA: «Полно объемный (fullscope) тренажер для проектирования БЩУ новых французских энергоблоков 1400 Мвт», заседание МАГАТЭ; сентябрь 1987, ТОРОНТО(Канада) - в переводе.
3. G. PETIT: «Техническое обучение и учебные тренажеры аварийных ситуаций во Франции», заседание GRS; октябрь 1989, МЮНХЕН(Германия) - в переводе.
4. X. NORMAND и др. \*\*: «Сертификация термогидравлической модели на тренажерах энергоблоков 1300 Мвт», 9я многопредметная конференция по моделированию SCS; апрель 1992, ОРЛАНДО(Канада).
5. Романов А. В. «Как сделать атомную энергию безопасной?» 1996. – на русском языке.
6. Коломейцев Л. Р. «Ядерные реакторы повышенной безопасности Анализ концептуальных разработок», 1997.
7. Иванов В. Э. «Аварийные переходные процессы на АЭС с ВВЭР», 1996.
8. Пукалова И. А. «Интегрирование системы и банк моделей для анализа отдаленных последствий радиационных аварий», 1997.