



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 97-70

ОЛУ

А.А. Боровиков, Г.Н. Хромова

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ АТТЕСТАЦИИ
УНИКАЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

Протвино 1997

Аннотация

Боровиков А.А., Хромова Г.Н. Постановка задач аттестации уникальных установок.: Препринт ИФВЭ 97-70. – Протвино, 1997. – 8 с., библиогр.: 10.

Предложена схема, которую можно взять за основу при построении методики аттестации уникальных технических установок. Рассмотрены показатели, по которым будущий пользователь может оценивать готовность установки для решения своих задач. Представлена новая система оценивания состояний установки и сформулированы условия, при которых ею можно воспользоваться. Описаны три группы факторов, влияющих на показатели.

Abstract

Borovikov A.A., Khromova G.N. Certification Tasks Formulation for Unique Installations: IHEP Preprint 97-70. – Protvino, 1997. – p. 8, refs.: 10.

The paper suggests the scheme that can be taken as the foundation to design the certification method for unique technical machines. The indications which can help a future user to estimate machine readiness for user's practical aims are discussed. The novel system of machine state estimating is described, the conditions of this system practical applicability are formulated. Three groups of factors that most influence the indications are described.

В мире сложилась ситуация, когда создаются уникальные небезопасные для человека и окружающей среды установки (например, ускорители заряженных частиц), а четкая постановка задач их аттестации отсутствует. Как следствие, научно-исследовательские объекты, не являющиеся промышленными образцами, активно используются в решении практических задач и даже тиражируются. Чем больше таких установок, тем выше вероятность аварийных ситуаций и техногенных катастроф.

В статье представлен общий подход к постановке задач аттестации подобных установок.

1. Общие положения

Процедуру аттестации уникальных установок следует рассматривать не как *требование чиновников* (что бытует в научных кругах [1]), а как систему общих норм для решения проблем подготовки технического объекта к длительному использованию. Задачи аттестации любых искусственных объектов определяются целями их создания. Поэтому, чтобы аттестовать работу вновь создаваемых установок, надо предварительно выполнить следующие действия: сформулировать цели сооружения установки; определить показатели достижения целей; разработать понятия, модели, средства для оценивания показателей. Тогда суть аттестации сведется к сравнению достигнутых показателей с требуемыми.

Специфика современных установок состоит в том, что они сложны и масштабны. Если после завершения работ по созданию аттестация показывает, что достигнутые показатели не отвечают требуемым, возникает весьма затруднительное положение: переделки в таких случаях, как правило, не всегда просты, если, вообще, возможны. Поэтому и на стадии проектирования, и на стадии реализации проекта необходимо выявлять и учитывать все факторы, влияющие на показатели.

Общая схема постановки задач аттестации технических установок выглядит следующим образом:

Цели создания установки

||
∨

Показатели достижения целей

||
||
||
||
||
||
∨

||
∨

Выявление и учет факторов,
влияющих на показатели

||
∨

Понятия, модели, средства для определения показателей

||
∨

А Т Т Е С Т А Ц И Я

процедура сравнения достигнутых показателей с требуемыми

2. Цели и показатели

Будем обсуждать только те цели, которые относятся непосредственно к функционированию установки (экономические и другие соображения в данном случае не рассматриваем).

Любой искусственный объект имеет определенное функциональное назначение. Результат выполнения объектом своего функционального назначения назовем *конечным продуктом* [2]. Конечный продукт может иметь различную природу (либо — это материальное тело, либо — некоторые функции преобразования).

Например конечным продуктом работы линейного ускорителя протонов [3] является ускоренный пучок заряженных частиц. В качестве характеристик этого конечного продукта можно рассматривать ток пучка, энергию, эмиттанс, атомный состав и т.п. Каждая часть установки имеет свой конечный продукт с его характеристиками. Так, конечным продуктом канала согласования между отдельными системами ускорителя является такая функция преобразования характеристик ускоряемого пучка, которая позволяет сформировать пучок, отвечающий требованиям на входе следующей системы.

Первоочередная цель, к достижению которой стремятся разработчики, это создание основанной на заданных принципах установки, способной производить конкретный конечный продукт. Показателем достижения этой цели служит наличие конечного продукта с проектными характеристиками. Последующие цели перед разработчиками ставят будущие пользователи установки. Для них главной целью является возможность использовать конечный продукт установки в решении практических задач. Выделим основные показатели, по которым можно судить о достижении этой цели.

А. Качество конечного продукта

Цель считается достигнутой по показателю качества конечного продукта, если при решении практических задач характеристики конечного продукта удовлетворяют требованиям пользователя. Построение процедур оценивания качества конечного продукта такой установки, как линейный ускоритель, показано в работах [2,4].

Б. Эффективность работы установки

В качестве критерия предлагается применять коэффициент эффективного использования [5] (отношение времени, когда установка производит конечный продукт требуемого качества, к общему времени использования установки, которое учитывает время включения, настройки, нормальной работы, а также время поиска и устранения неисправностей в процессе работы установки на пользователя). Коэффициент эффективного использования меньше единицы. Каждый пользователь определяет минимально допустимое значение этого коэффициента в решении своих задач.

В. Безаварийность использования установки

Для современных установок безаварийность становится подчас одним из главных показателей при оценивании возможности использования установки в практических целях. Работа любой установки построена на взаимодействии элементов ее структурного разбиения. Одна из сторон взаимосвязей заключается в том, что работа одних элементов определяет технологические условия работы других, от них зависящих. Поэтому условия безаварийной работы заложены во взаимодействии элементов. Отсюда ограничения на значения характеристик конечного продукта для элементов структурного разбиения установки.

Для каждого заданного режима работы установки создателям следует рассчитать, какие значения характеристик конечного продукта каждого элемента приводят к нарушению технологических условий работы зависящих от него элементов. Если это сделано для всех элементов, то, контролируя значения характеристик конечных продуктов, можно контролировать условия безаварийной работы.

Аварийные ситуации возникают по двум основным причинам: неправильные действия персонала при переводе установки из одного состояния в другое и выход из строя какого-либо элемента установки. Уровень обеспеченности безаварийного использования можно оценивать по ответам на следующие вопросы [2]: 1) насколько полно сформулированы условия безаварийной работы элементов; 2) обеспечен

ли контроль за их выполнением; 3) имеет ли обслуживающий персонал схему действий по восстановлению безаварийных технологических условий в случае появления нарушений; 4) есть ли возможность контролировать действия персонала в критических ситуациях.

Таким образом, идеальными показателями, которые хотелось бы иметь, являются: качество конечного продукта, удовлетворяющее решению практических задач пользователя; приближающийся к единице коэффициент эффективного использования установки; полная безаварийность ее работы.

3. Факторы, влияющие на показатели

Факторы влияющие на показатели, можно разделить на три группы.

Работа установки

В работе установки выделим следующие основные факторы: стабильность, надежность, детерминированность. Стабильность и надежность — понятия общеизвестные [6]. Поясним, что же подразумевается под понятием детерминированности работы установки.

Конечный продукт описывается множеством характеристик. В то же время процессы, протекающие в системах установки, характеризуются совокупностью технологических параметров. Если в заданном режиме при фиксации одних и тех же технологических параметров получаем одни и те же характеристики конечного продукта (в пределах допустимых погрешностей измерения), то процесс функционирования установки относится к классу детерминированных процессов [7], а ее работу можно считать детерминированной. Отсутствие детерминизма говорит о том, что в процессах есть скрытые существенные параметры, которые не выявлены на стадии создания.

Наличие недетерминизма влияет на все три показателя: качество конечного продукта в определенной степени начинает зависеть от умения оператора настроить установку на получение конечного продукта с заданными характеристиками; может увеличиться время настройки, а это снизит коэффициент эффективного использования; неопределенность в действиях персонала может служить причиной ошибок, что способствует возникновению аварийных ситуаций.

Условия работы обслуживающего персонала

К основным обязанностям оперативного персонала можно отнести: а) включение, настройку, выключение систем установки; б) отслеживание качества работы систем по наблюдениям за текущими характеристиками протекающих процессов; в) поиск и устранение неисправностей при возникновении нарушений в работе установки.

Во всех перечисленных процедурах оператор решает две основные задачи: принятие решений по управлению установкой и выполнение принятых решений. Принятие решений заключается в определении текущего состояния установки, сопоставлении его с требуемым состоянием и выборе, если это необходимо, последовательности действий для перевода из текущего состояния в требуемое. Оперативность и

достоверность принятия решений влияют как на эффективность работы установки, так и на ее безаварийность.

Для современных установок сложно решить эти проблемы на должном уровне без привлечения средств автоматизации. Следует сказать несколько слов о часто употребляемом выражении “автоматизация установки”. При обозначении общего направления деятельности специалистов использование такого выражения допустимо. Если же оно употребляется в качестве постановки задач перед тем или иным коллективом, то это не вполне корректно. Автоматизация не есть цель работы, она является средством решения определенных задач. Поэтому результаты работ по автоматизации, достаточность прилагаемых усилий следует оценивать только по уровню решения поставленных задач, а в конечном счете, и по показателям достижения целей, поставленных при создании установки.

Если рассматривать использование средств автоматизации при работе на уже действующих объектах, то они привлекаются к решению трех основных задач:

Задача 1: совершенствование работы систем установки.

Задача 2: помощь в управлении установкой.

Задача 3: анализ качества работы установки.

С точки зрения условий работы обслуживающего персонала, нас интересует прежде всего решение второй задачи. Полная автоматизация управления требует реализации трех составляющих:

- а) построение на формальном языке схемы принятия решений;
- б) обеспечение информацией, которая позволит использовать формализованную схему принятия решений в конкретных ситуациях;
- в) создание устройств, с помощью которых можно осуществлять принятое решение.

Полную автоматизацию в решении задачи 2 не всегда удастся выполнить. Прежде всего это связано с большими трудностями в построении формализованной схемы принятия решений. Отсутствие формализмов делает использование вычислительной техники малоэффективным. Зачастую [8] все сводится к автоматизации измерений и сбора информации о текущих значениях параметров, поскольку именно эти процедуры на данный момент хорошо формализованы. Разберем возможный подход к решению задач формализации принятия решений при оценивании работы установки.

Ключевой проблемой в принятии решений при управлении технической установкой является определение текущего состояния. Необходимо иметь систему оценок, которая позволяла бы отделять одно состояние от другого. Если состояние установки рассматривать в пространстве параметров, то из-за больших размеров этого пространства создание системы оценок представляет для оператора значительную сложность.

Опыт общения с персоналом линейного ускорителя, наблюдения за действиями операторов при работе с установкой показали, что оценки основаны на факте —

выполняет ли ускоритель или его конкретная система свое функциональное назначение. В целом состояние установки оператор определяет по состоянию ее конечного продукта: если конечный продукт отсутствует, считается, что установка не функционирует; если конечный продукт вырабатывается, но его характеристики не соответствуют требуемым, — установка функционирует, но не настроена на заданный режим; если конечный продукт отвечает предъявленным требованиям — установка работает нормально.

Когда оператор занимается включением и настройкой, он детализирует общее состояние установки, выражая его через состояния конкретных элементов (тех, которые требуется включать и настраивать). Состояния этих элементов можно определять либо непосредственно по состоянию их конечных продуктов, либо косвенно по значениям технологических параметров установки. Именно квалификация и умение персонала, ориентирующегося в массе измеряемых и оцениваемых сигналов с установки, позволяют определять границы между тремя выделенными состояниями.

Таким образом, чтобы помогать обслуживающему персоналу в управлении установкой, предлагается определять состояние установки не в пространстве параметров, а в пространстве состояний элементов ее структурного разбиения. По существу, этот процесс необходимо продумать и выполнить заранее (до сдачи установки в эксплуатацию). Создатели установки, а не оператор за пультом [9] должны рассчитать границы допустимых состояний элементов в зависимости от допусков на характеристики конечного продукта установки в заданных режимах.

Если заранее обозначить границы допустимых состояний, то можно формализовать процедуру определения состояний, а для описания детального состояния установки строить матрицу состояний [5]. Автоматическое заполнение такой матрицы возможно при двух условиях: 1) работа элементов и установки в целом детерминированы; 2) имеется вся необходимая информация для определения состояний элементов.

Знание детального состояния установки решает проблему контроля условий безаварийной работы элементов. Такие показатели, как эффективность и безаварийность работы, прямо зависят от того, насколько обеспечены условия детерминированности действий обслуживающего персонала. Для сложных установок весьма проблематично обеспечить условия детерминированности действий оператора без автоматического определения детального состояния установки.

Относительно третьей задачи, которая возлагается на автоматизацию, можно сказать, что степень достоверности результатов анализа работы установки зависит от уровня автоматизации процедур определения показателей.

Уровень квалификации персонала

Требования к квалификации персонала напрямую зависят от того, насколько полно выполнены условия второй группы. Фактически речь идет о наличии формализованных процедур управления — составлении правил для оператора, по которым он может включать, настраивать, выключать установку, не вникая в суц-

ность протекающих процессов. Формализация процедур принятия решений снизит требования к уровню квалификации обслуживающего персонала и обеспечит преемственность кадров в условиях длительного использования сложных установок.

Заключение

Уникальные установки разрабатываются в научных центрах. Создатели сами их аттестуют и сами, как правило, обслуживают. Когда возникают потребности в тиражировании таких установок [10] и передаче их на обслуживание персоналу, не имеющему знаний разработчиков, важно иметь стандартную методику аттестации, с помощью которой независимые эксперты смогут оценить степень готовности установки к эффективному и безаварийному использованию. Появление такой методики явится важной вехой на пути к достижению второй цели — превращению научно-исследовательских объектов в промышленные образцы.

Обозначенную в работе схему аттестации в совокупности с понятиями и моделями из работы [2] можно предложить как основу для построения методик аттестации уникальных технических установок.

Авторы признательны начальнику Отделения линейных ускорителей В.А.Теплякову за многочисленные дискуссии и критические замечания, которые помогают совершенствовать наш подход в оценивании готовности ускорительной установки к использованию в практических задачах.

Любая конструктивная критика будет воспринята нами с благодарностью (адрес для связи *borovikov@vxolu.decnet.ihep.su*).

Список литературы

- [1] Грановский В.А. // Вестник РАН, 1994, том 64, № 12, с. 1140-1141.
- [2] Боровиков А.А., Хромова Г.Н. // Приборы и системы управления, 1997, № 6, с. 6-10.
- [3] Зенин В.А., Мальцев А.П., Мальцев И.Г. и др. — Препринт ИФВЭ 93-147. Протвино, 1993.
- [4] Боровиков А.А., Хромова Г.Н. ПТЭ, 1993, № 4, с. 72-78.
- [5] Боровиков А.А., Хромова Г.Н. // Приборы и системы управления, 1995, № 7, с. 11-14.
- [6] Статистический словарь. / Гл. ред. М.А.Королев. — М.: Финансы и статистика, 1989.
- [7] Математический энциклопедический словарь. // Гл. ред. Ю.В.Прохоров. — М.: Советская энциклопедия, 1988.

- [8] Воеводин В.П., Губаева М.М., Зайцев Л.Ф. и др. В кн.: Труды XIV совещания по ускорителям заряженных частиц. — Протвино, 1994. Том 2, с. 137-143.
- [9] Легасов В.А. // Бюллетень МАГАТЕ, 4/1987, том 29, с. 28-29.
- [10] Тезисы докладов VII совещания по применению ускорителей заряженных частиц в народном хозяйстве. — М.: ЦНИИАтоминформ, 1992.

Рукопись поступила 27 октября 1997 г.

А.А.Боровиков, Г.Н.Хромова.

Постановка задач аттестации уникальных установок.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы \LaTeX .

Редактор Н.В.Ежела.

Технический редактор Н.В.Орлова.

Подписано к печати 29.10.97. Формат $60 \times 84/8$. Офсетная печать.

Печ.л. 1. Уч.-изд.л. 0,76. Тираж 150. Заказ 1143. Индекс 3649.

ЛР №020498 17.04.97.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий
142284, Протвино Московской обл.

