



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2002-24
ОРИ

В.А. Ключников, С. И. Купцов, В.Н. Пелешко

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ОПЕРАТИВНОГО РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ
УСКОРИТЕЛЯ У-70**

Протвино 2002

Аннотация

Клюшников В.А., Купцов С.И., Пелешко В.Н. Программное обеспечение автоматизированной системы оперативного радиационного контроля ускорителя У-70: Препринт ИФВЭ 2002-24. – Протвино, 2002. – 9 с., 3 рис., библиогр.: 3.

В работе описано программное обеспечение автоматизированной системы радиационного контроля ускорителя протонов У-70. Показаны возможности получения информации о радиационной обстановке на ускорительном комплексе на любом компьютере института при помощи локальной информационной сети ИФВЭ. Разработка сетевой системы радиационного контроля с базами данных РК направлена на реализацию требований новых норм НРБ-99 и санитарных правил ОСПОРБ-99 по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения.

Abstract

Klyushnikov V.A., Kuptsov S.I., Peleshko V.N. The Software of the Automatic Radiation Control System of the Accelerator U – 70: IHEP Preprint 2002-24. – Protvino, 2002. – p. 9, figs. 3., refs. 3.

The software of the automatic radiation control system of the proton accelerator U - 70 is described. Opportunities of information reception about radiation conditions on accelerating complex from any computer using a local information network of IHEP are shown. The development of network radiation control system and radiation databases is directed on realization of requirements of new norms NRB-99 and sanitary rules OSPORB-99 on maintenance of radiation safety of the personnel and the population.

Введение

Работу любой высокоэнергетической ускорительной установки невозможно представить без развитой автоматизированной системы радиационного контроля (АСРК). На ускорительном комплексе ИФВЭ за 30 лет сменилось 4 поколения системы радиационного контроля (РК) [1-3]. Все варианты систем РК выполняли основные требуемые функции контроля радиационной обстановки на комплексе:

- проводить по заданному алгоритму первичную обработку поступающей с каждого радиационного детектора информации с учетом индивидуальных градуировочных коэффициентов;
- представлять в наглядной форме сведения о радиационной обстановке в целом по всему ускорительному комплексу;
- анализировать поступающую информацию в сравнении с установленными контрольными уровнями и выдавать сигналы на внешние исполнительные устройства;
- осуществлять запрет вывода пучков частиц по трактам транспортировки при возникновении непредусмотренных или аварийных потерь пучка;
- оповещать дежурный персонал о наличии участков с неблагоприятной радиационной обстановкой;
- сохранять накопленные детекторами дозы за весь сеанс работы установок.

Автоматизированные системы радиационного контроля являются частью системы обеспечения радиационной безопасности ускорительного комплекса. АСРК – это система контроля источника излучения, являющаяся основной системой предотвращения переоблучения персонала и исключения аварийных радиационно-опасных режимов работы ускорителя У-70, так как она ведет контроль за радиационной обстановкой в реальном масштабе времени и блокирует все радиационно-опасные режимы работы. В силу специфики контроля источника допускается регистрация мощности источника по одному ведущему компоненту излучения. Основной контроль за уровнем импульсного нейтронного излучения за защитой ускорителя У-70 осуществляет АСРК, которая регистрирует как мгновенную мощность эквивалентной дозы (за цикл ускорителя), так и интеграл за сеанс по всем детекторам.

Введенные новые нормы радиационной безопасности НРБ-99 снижают в 2,5 раза пределы доз облучаемости персонала, что требует изменения алгоритмов и логики контроля, а также разработки новых детекторов системы радиационного контроля ИФВЭ и новых систем диагностики качества работы ускорителя с пучком протонов.

Сформулируем требования норм НРБ-99 и ОСПОРБ-99 к АСРК:

- повышение чувствительности детекторов АСРК;
- ведение интегрального радиационного контроля по зонам с учетом требуемого усреднения по дозам за любые 5 лет, что означает необходимость создания и сопровождения распределенных баз данных АСРК и группового контроля с соответствующим программным обеспечением;

- введение квот по дозам, получаемым персоналом различных экспериментальных установок;
- снижение нормативов, требующих повышения надежности контроля источника излучения и ведения контроля не по одному основному компоненту излучения (нейтроны), но также и по остальным компонентам (фотоны, мюоны).

В модернизированной автоматизированной системе радиационного контроля логика работы реализована в программном обеспечении (ПО) системы, что позволило резко упростить требования к аппаратной части и расширить возможности всей системы в целом, поскольку уровень и возможности программного обеспечения АСРК наряду с надежными детекторами определяют степень и полноту оперативного радиационного контроля.

Сетевая распределенная система оперативного радиационного контроля ИФВЭ

В результате развития экспериментальной базы ИФВЭ, ввода в строй новых высокоинтенсивных каналов частиц и непрерывного усложнения режимов работы ускорительного комплекса радиационная обстановка в экспериментальных залах достигла той степени динамизма, при которой только сетевой вариант АСРК с возможностью получения информации о радиационной обстановке с любого подключенного к сети компьютера ИФВЭ позволяет принимать оперативные решения по нормализации радиационной обстановки.

Очевидно, что без непрерывного развития и совершенствования системы РК как современной сетевой информационной технологии невозможно выполнить все требования, предписанные законом о РБ, нормами НРБ-99 и ОСПОРБ-99.

Система РК ИФВЭ развивается в рамках тенденций современных информационных технологий, а именно:

- автоматизации сбора и обработки данных с детекторов и установок с их модернизацией (переход на новые интеллектуальные детекторы и элементную базу, использование беспроводных систем связи с детекторами);
- объединения автономных систем РК в локальные защищенные сети;
- организации и заполнения баз данных в технологии "клиент-сервер" на выделенном сервере с базами данных;
- обработки, доступа и визуализации информации с использованием браузеров типа Internet Explorer;
- использования технологии ASP, JAVA и т.п.

Развитие информационной технологии радиационного контроля ИФВЭ происходит на основе автоматизированной системы радиационного контроля ускорителя У-70 – традиционно наиболее гибкой и ориентированной на сетевые технологии. Детектирующий комплекс и аппаратное обеспечение описаны в работе [3].

Штатный состав АСРК включает 3 крейта аппаратуры стандарта ВЕКТОР с крейт-контроллером К-331, управляемым РС. Одним из элементов АСРК является автономный модуль радиационного контроля на основе РС с ISA-платой, имеющей 64 пересчетных канала и 8 входных/выходных регистров для приема/выдачи сигналов управления и синхронизации, который может работать в автономном режиме в любом месте информационной сети ИФВЭ. В составе АСРК имеются также интеллектуальные детекторы нейтронов и фотонов на базе микропроцессора AT90S8535, присоединенные к ЭВМ АСРК по последовательной линии связи (интерфейс 485).

Программное обеспечение АСРК У-70 написано на языке C⁺⁺Builder, функционирует в среде Windows 9X и осуществляет сбор, обработку и отображение данных радиационного контроля. Оператор может вмешиваться в работу АСРК на уровне управляющей статусной информации или напрямую (выдача или снятие запрета на работу ускорителя). В штатном режиме

АСРК контролирует радиационную обстановку с задаваемым периодом от 100 мс и осуществляет запись информации на локальный диск и на сервер. Оператор может отказаться от записи по локальной сети на сервер. На сервер пишется текстовый файл с мощностями доз, дозами, кратностями превышений контрольных уровней, счетом детекторов. Эта информация дублируется SQL-запросом на сервер для записи информации в таблицу текущей радиационной обстановки. Через 8 часов (смена) интегральная информация по всем детекторам АСРК записывается на SQL-сервер в базу интегральных данных.

На SQL-сервере в каждом сеансе работы ускорителя создаются и регулярно обновляются базы данных текущей и интегральной радиационной обстановки. Просмотр текущей и интегральной информации по детекторам АСРК и ПМС можно осуществить с помощью браузера с любого компьютера ИФВЭ, включенного в информационную сеть. WWW-страница радиационного контроля (*ori.ihep.su*) содержит статическую текстовую или графическую информацию, отображаемую браузером при помощи HTML ссылок, и динамические данные радиационного контроля, формируемые специальными запускаемыми браузером CGI-задачами или JAVA-скриптами, которые запрашивают у удаленных пользователей, какие данные им нужны, формируют соответствующие запросы SQL-серверу и отображают пользователю обработанную информацию в виде отдельного фрейма.

При изменении данных в SQL-сервере пользователю посылается обновленная информация. Вся информация на WWW-странице разделяется на доступную для всех пользователей внутриинститутской сети Intranet и для идентифицированных пользователей (парольная защита).

Рис. 1 наглядно представляет возможности получения с любого компьютера института информации о радиационной обстановке из распределенной сети ПК с поддержкой технологии клиент/сервер со стороны сервера ПК. Через компьютерную сеть можно получать данные по любой точке контроля о мощности дозы, интегральной дозе, типе детектора, кратности превышения, счете, месте размещения, интенсивности пучка в ускорителе, проценте запрещенных циклов, временном распределении дозы по циклу ускорителя и др.

Программное обеспечение АСРК функционально разделяется на ПО основной пультовой ЭВМ АСРК, ПО распределенных (удаленных) подсистем АСРК и ПО сервера радиационного контроля. Программное обеспечение основной пультовой ЭВМ Pentium написано на C++ Builder под операционной системой Windows 95/98 (**рис. 2, 3**). При разработке ПО широко использовались различные компоненты C++ Builder для создания дружеского интерфейса с оператором АСРК, для работы с базами данных АСРК и информационной сетью Интернет. Программное обеспечение распределенных подсистем АСРК написано на C/C++ (C++ Builder) и функционирует под Windows или MS DOS. Программное обеспечение сервера написано на C++ Builder и JAVA с использованием системного ПО Windows NT/ Windows 2000 server. На сервере установлен Internet Information Server/Apache и организована WWW-страница радиационного контроля. Все компьютеры АСРК включены в локальную информационную сеть. Выход в Интернет и информационную сеть ИФВЭ осуществляется через сервер АСРК, оснащенный двумя платами связи типа NE2000 и модемом.

Поскольку Windows 98 обеспечивает многозадачный режим работы в реальном времени, то в составе ПО АСРК созданы программы on-line сопровождения – программы определения и обработки фонов детекторов, контроля формирования поля излучения в течение цикла работы ускорителя с интервалом 100 мс и др.

В рабочем режиме после сброса ускоренного пучка протонов на мишени и окончания опроса детекторов АСРК считывает информацию с аппаратуры, преобразует показания детекторов в дозу и суммирует зарегистрированные ими дозы. После этого ПО анализирует показания детекторов, включенных в систему запрета вывода. При превышении контрольного уровня мощности дозы (порога) формируется сигнал запрета вывода пучка на число циклов работы ускорителя, равное максимальной кратности превышения контрольного уровня по мониторам, определяется число запрещенных по радиационной обстановке циклов работы ускорителя.

По прохождению (N-1) цикла вновь разрешается вывод пучка на внешние мишени и суммируется число отработанных и пропущенных циклов вывода. Программа подсчитывает общие интенсивности инжектируемого, ускоренного, выведенного и сбрасываемого на мишени пучка протонов в ускорителе.

Программное обеспечение позволяет дежурному персоналу оперативно изменять только статусы и пороговые уровни мощностей доз у отдельных детекторов АСРК и установку (или снятие) запрета на вывод пучка. Другие технические параметры АСРК, например, градуировочные коэффициенты для каждого монитора, можно изменить лишь редактированием ini-файла с градуировочными коэффициентами или таблицы с парольной защитой. Для защиты АСРК от ошибочно введенных оператором параметров при диалоге программа проверяет соответствие вводимых параметров с их возможным диапазоном изменений и не позволяет оператору вводить неверный параметр. Для нормальной организации и удобства работы дежурного персонала в АСРК предусмотрен вывод следующей информации:

- текущее время;
- текущие значения и интеграл интенсивности пучка инжектируемых, ускоренных и выведенных протонов в цикле;
- число циклов ускорения и число пропущенных за сеанс циклов вывода пучка на внешние мишени из-за неблагоприятной радиационной обстановки;
- номера точек контроля и кабельных каналов детекторов АСРК;
- счет и статус каждого детектора;
- мощность дозы и интеграл дозы (мкЗв) за сеанс работы ускорителя по каждому детектору;
- величину и кратность превышения контрольного уровня мощности дозы (порога);
- калибровочные коэффициенты преобразования показаний детекторов в дозу;
- вывод основной таблицы по всем (части) детекторам АСРК на дисплей или принтер;
- номера тех детекторов, показания которых нулевые в течение 5 минут (для проверки работы детекторов);
- гистограмму временного распределения мощности дозы по детектору;
- полную информацию о состоянии АСРК в дисковый файл на ЭВМ Pentium при аварийных превышениях.

Любая автоматизированная система контроля или управления требует определенного набора программно-аппаратных средств контроля работоспособности самой системы. Эти средства закладываются в разрабатываемую систему с самого начала, а затем совершенствуются по мере накопления опыта работы с системой. Чем богаче набор средств технического контроля системы, тем надежнее и быстрее выявляются ее неисправности. Для тестирования аппаратуры перед началом работы АСРК созданы отдельные программы, комплексно проверяющие работоспособность аппаратуры. Для контроля и настройки аппаратуры, отладки программного обеспечения и моделирования различных радиационных ситуаций предусмотрен генератор, позволяющий тестировать каждый измерительный канал системы.

Начало работы АСРК сопровождается подготовкой аппаратуры к работе, проверкой работоспособности и соответствия требуемой конфигурации аппаратуры с существующей. Если были ошибки в обмене с аппаратурой, программа имеет возможность выявить причину сбоя, тип ошибки, определить модуль, при работе с которым появилась ошибка, используя для этого информацию из буфера статусных слов. Кроме того, в АСРК широко применяются принципы проверки достоверности принимаемой информации, используемые в системах сбора данных на экспериментальных установках (проверка количества слов считываемой информации, чтение специального тестового клавишного регистра для проверки исправности шин данных, организация чтения в моменты времени с заведомо известным содержанием принятой информации – например, нули и т.п.).

Поскольку АСРК должна надежно запускаться каждым циклом ускорителя, то необходимо контролировать работоспособность аппаратуры, организующей систему прерываний АСРК. Это осуществляется на программном уровне. Если не произойдет перезапуск системы прерываний в течение 20 секунд, то оператору будет выдано сообщение об отсутствии запуска АСРК. ПО имеет режим работы, когда оператору АСРК выводятся номера радиационных мониторов (РМ), регистрирующих нулевые значения дозы. Введено также сравнение дозы за цикл по всем РМ с аварийным пороговым значением, при превышении которого АСРК выдает запрет на работу ускорителя, а вся информация о радиационной обстановке и о состоянии АСРК фиксируется в файл на диске для последующего анализа и выяснения причины превышения мощности дозы. Программное обеспечение АСРК при диалоге с оператором осуществляет защиту АСРК от ошибочно введенных параметров, сравнивая вводимые значения с возможным диапазоном их изменения и препятствуя вводу неверных значений (например, номера датчиков могут быть от 1 до 150, пороговые предупредительные уровни мощностей доз также имеют верхние и нижние границы и т.п.).

Поскольку в течение цикла ускорителя радиационная обстановка резко меняется, то в АСРК введен ряд технологических сигналов, образующих развитую систему прерываний АСРК и позволяющих связать различные процессы в ускорителе с ухудшением радиационной обстановки и целенаправленно улучшать работу комплекса с точки зрения РК. В настоящее время в АСРК введены новые детекторы на основе счетчиков СНМ в пропорциональном режиме и сцинтилляционные детекторы для контроля мюонных полей. Поскольку новые детекторы имеют иной принцип работы, чем РМ (отдельные источники питания, работоспособность в течение всего цикла ускорителя, другой способ регистрации излучения и т.п.), то появилась возможность введения нового способа контроля сбоев АСРК. Если контролировать отношение доз, зарегистрированных новым детектором и близлежащим РМ за один и тот же промежуток времени, то ЭВМ может привлекать внимание оператора АСРК к резким отклонениям в отношении показаний.

В ИФВЭ используется также территориальный принцип контроля достоверности информации, поставляемой АСРК. Он основан на корреляции доз, зарегистрированных за одинаковые промежутки времени близлежащими радиационными мониторами, расположенными в 20-30 м друг от друга. Практика показывает, что модернизация автоматизированных систем контроля и управления на ускорителях происходит через 2-5 лет под давлением возникающих новых требований к ним. В новых системах контроля используется, по возможности, старый комплекс программно-аппаратных средств диагностирования системы и создаются новые средства. Наиболее надежным способом контроля работы автоматизированной системы является контроль по результирующим параметрам системы, обычно реализуемый в программном обеспечении. Такие способы контроля экономичны, надежны, не требуют разработок аппаратного обеспечения, менее всего подвержены изменениям при модернизациях автоматизированных систем, поскольку алгоритм контроля на программном уровне легко адаптируется к любой системе.

Выводы

1. Разработка и введение в штатный состав АСРК новых более чувствительных детекторов на основе счетчиков нейтронов СНМ и мюонных детекторов позволяет вести оперативный контроль практически по всем компонентам радиационного поля (нейтронам, мюонам, фотонам), как и требуют нормы НРБ-99.
2. Модернизация системы радиационного контроля в рамках современных распределенных информационных технологий позволяет получить мощный инструмент для информационной поддержки принятия решений по радиационному контролю. Отдельные системы РК обмениваются информацией, в том числе и статусной информацией о запретах на работу экспериментальных и ускорительных установок, выполняют функции сбора и экспертной

обработки данных и предоставляют ответственным лицам полную картину о радиационной обстановке для ее анализа и принятия решения.

3. Разработан сервер радиационно-экологической информации "ori.iher.su", концентрирующий информацию с локальных сетей РК. На сервер введена нормативная и архивная информация РК. Реализовано отображение радиационной обстановки экспериментальных залов У-70 в реальном масштабе времени. Получить всю требуемую информацию по радиационному контролю можно на любом компьютере ускорительного комплекса. Использование браузеров для просмотра позволяет оперативно доводить требуемую информацию по РК до широкого круга пользователей.
4. Создание распределенной системы РК с базами оперативных и персональных данных позволяет перейти к интегральному контролю по алгоритмам, заложенным в "Нормах радиационной безопасности НРБ-99".

Литература

- [1] Бородин В.Е. и др. Препринт ИФВЭ 75-135, Серпухов, 1975.
- [2] Барейша Ф.Ф. и др. Автоматизированная система радиационного контроля на Серпуховском синхротроне. X Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1986.
- [3] Купцов С.И., Пелешко В.Н., Сумароков А.Л. и др. Детекторы и аппаратура системы радиационного контроля ускорителя У-70. Препринт ИФВЭ 2000-26, Протвино, 2000.

Рукопись поступила 18 июня 2002 года

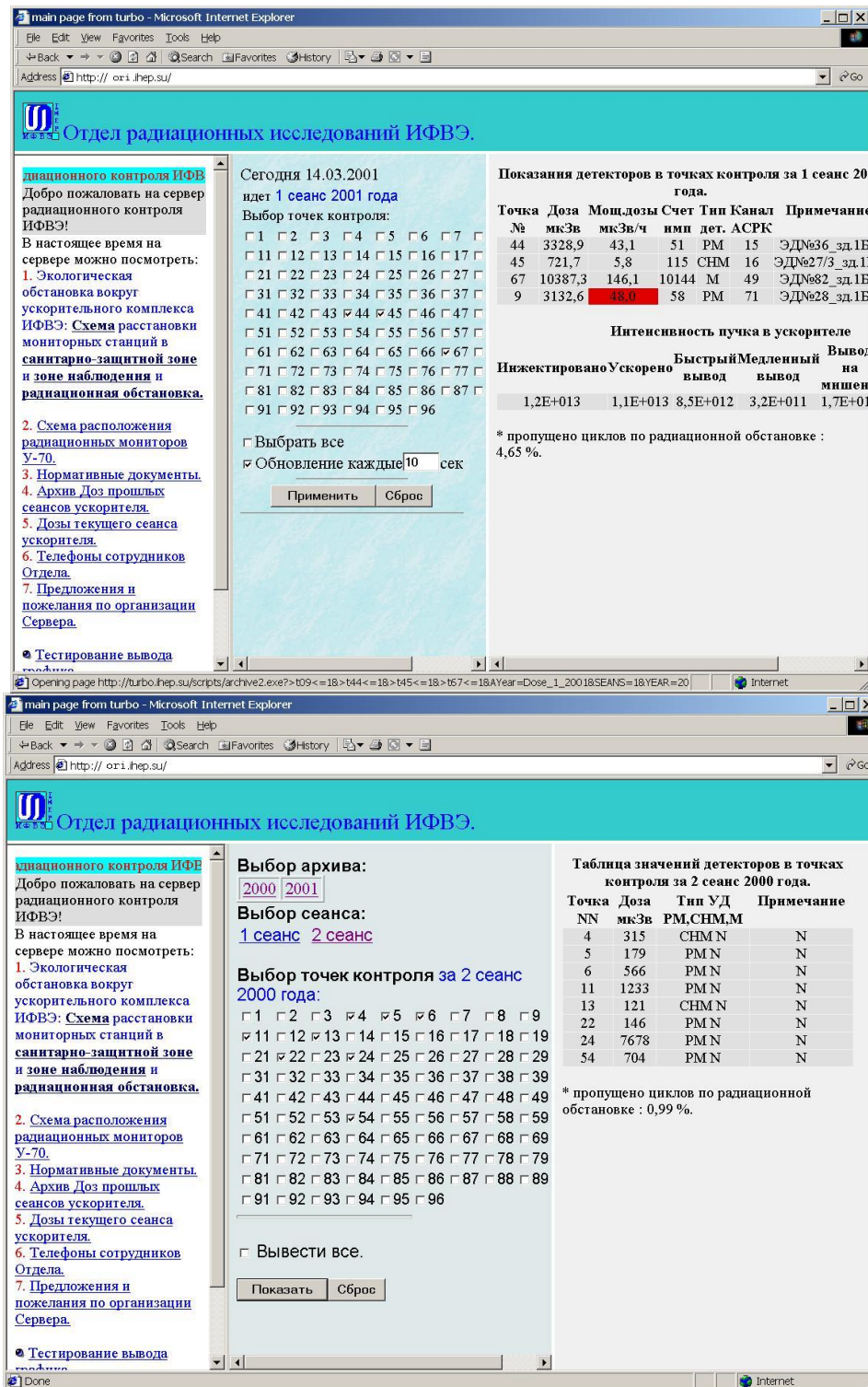


Рис. 1. Возможности получения информации о текущей и архивной радиационной обстановке на ускорителе сетевыми средствами (WWW- страница сервера ori.ihep.su).

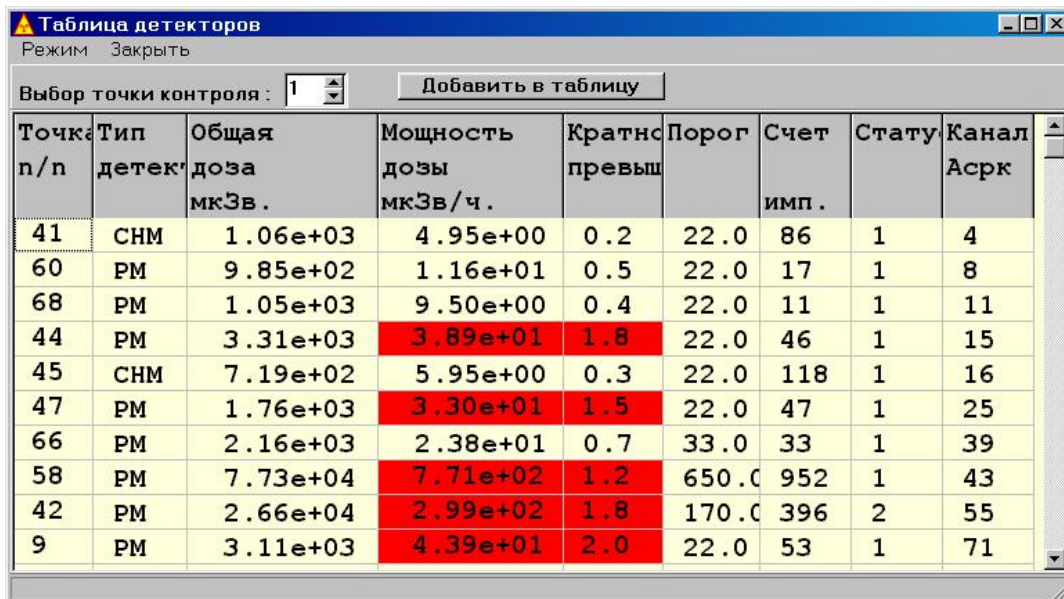
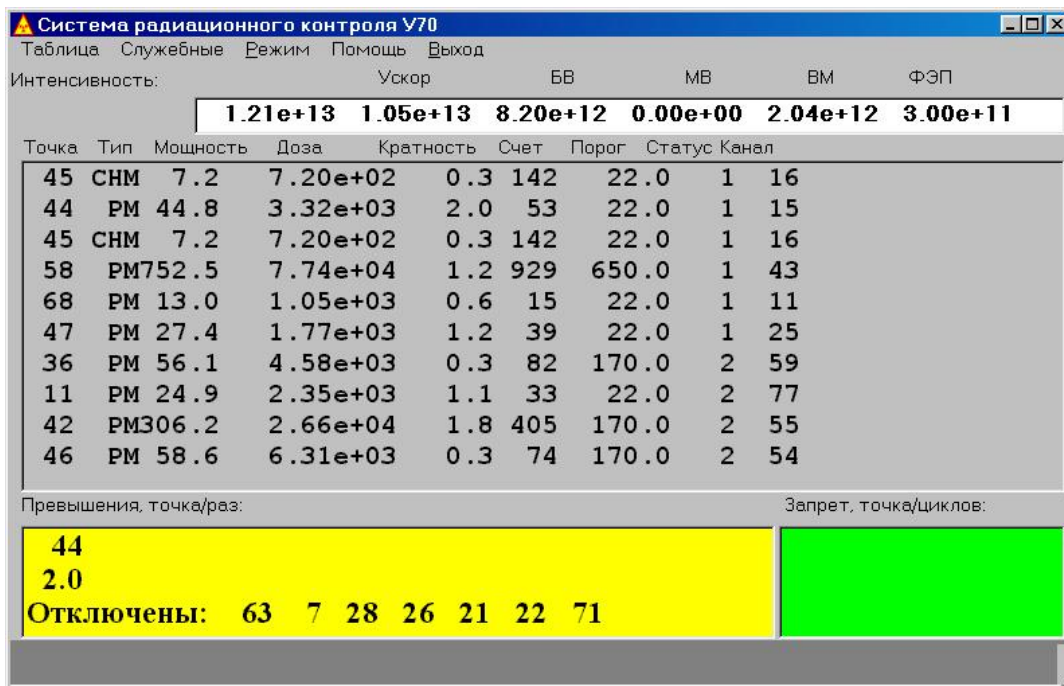


Рис. 2. Штатный режим вывода информации АСРК на пульт дежурного дозиметриста. Показаны режим работы ускорителя, номера отключенных детекторов, превышение по точке контроля №44.

Изменение конфигурации

Применить Пароль Закреть

Точка n/n	Тип детектора	Фон мкЗв/ч.	Козф. пересчета в мкЗв/ч.	Порог	Статус	Канал Асрк
1	PM	1.49e+00	6.40e-04	170.0	1	1
		0.00e+00	1.50e-04	22.0	0	2
		0.00e+00	5.00e-04	22.0	0	3
41	СНМ	1.99e-02	1.60e-04	22.0	1	4
18	PM	1.07e+00	4.00e-04	22.0	1	5
2	PM	1.12e+00	4.00e-04	33.0	1	6
65	PM	8.69e-01	3.70e-04	22.0	1	7
60	PM	8.70e-01	3.80e-04	22.0	1	8
		0.00e+00	5.00e-04	22.0	1	9
50	PM	1.26e+00	4.20e-04	170.0	1	10
68	PM	1.00e+00	4.80e-04	22.0	1	11
		0.00e+00	5.00e-04	22.0	0	12

Система радиационного контроля У70

Таблица Службные Режим Помощь Выход

Интенсивность: Ускор БВ МВ ВМ ФЭП

1.19e+13 1.07e+13 8.40e+12 0.00e+00 2.00e+12 3.40e+11

Точка	Тип	Мощность	Доза	Кратность	Счет	Порог	Статус	Канал
45	СНМ	7.2	7.20e+02	0.3	143	22.0	1	16
44	PM	34.7	3.32e+03	1.6	41	22.0	1	15
45	СНМ	7.2	7.20e+02	0.3	143	22.0	1	16
58	PM719.3	7.74e+04	7.74e+04	1.1	888	650.0	1	43
68	PM 20.7	1.05e+03	1.05e+03	0.9	24	22.0	1	11
47	PM 30.9	1.77e+03	1.77e+03	1.4	44	22.0	1	25
36	PM 48.6	4.58e+03	4.58e+03	0.3	71	170.0	2	59
11	PM 27.2	2.35e+03	2.35e+03	1.2	36	22.0	2	77
42	PM292.6	2.66e+04	2.66e+04	1.7	387	170.0	2	55
46	PM 37.2	6.31e+03	6.31e+03	0.2	47	170.0	2	54

Превышения, точка/раз: Запрет, точка/циклов:

Канал Точка Тип Статус Порог

Рис. 3. Режим настройки и изменения оператором параметров АСРК.

В.А. Ключников и др.
Программное обеспечение автоматизированной системы оперативного
радиационного контроля ускорителя У-70

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы WORD.

Редактор Н.В. Ежела. Технический редактор Н.В. Орлова.

Подписано к печати 24.06.2002. Формат 60 x 84/8. Офсетная печать.
Печ.л. 1,37. Уч.-изд.л. 1,1. Тираж 130. Заказ 107. Индекс 3649.
ЛР №020498 17.04.1997.

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

