

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P10-2000-235

В.М.Добрянский, Н.Н.Калякин, Г.П.Колтин,  
В.Н.Самойлов, А.В.Чекер, Б.А.Шестаков

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ  
УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В ОИЯИ

2000

## **Введение**

В сообщении представлены результаты разработки автоматизированной информационной системы учета и контроля ядерных материалов (ЯМ) ОИЯИ. Работа выполнялась в рамках международного российско-американского сотрудничества по программе совершенствования систем физической защиты, учета и контроля ЯМ. Система внедрена в опытную эксплуатацию в Институте, аттестована на безопасность обрабатываемой информации.

### **1. Назначение и краткое описание системы**

Автоматизированная информационная система учета и контроля ЯМ, получившая наименование МТИС (Materials Tracking Information System), предназначена для автоматизированного ведения учета ЯМ, используемых в ОИЯИ, слежения за их перемещениями, изменениями их инвентарных количеств, подготовки требуемой учетной документации, а также для информационной поддержки мероприятий, проводимых в Институте по безопасности хранения и использования ЯМ. Мероприятия по учету и контролю ЯМ в ОИЯИ включают в себя следующие основные моменты:

- организацию зон баланса материалов (ЗБМ), ключевых точек измерения (КТИ) инвентарных количеств и потоков ЯМ;
- регистрацию изменений инвентарного количества ЯМ;
- ведение материально-балансовых учетных документов и эксплуатационных учетных документов по ЗБМ;
- проведение физической инвентаризации (ФИ).

Для целей учета и контроля ЯМ в ОИЯИ установлено 9 зон баланса материалов:

- центральное хранилище – отдел радиоактивных и делящихся веществ (ОРДВ) ;
- реактор ИБР-2;
- реактор ИБР-30;
- 6 лабораторий и подразделений института (ЛНФ, ЛЯП, ЛЯР, ЛВЭ, ЛФЧ, ОРРИ).

Система МТИС ведет учет материалов в виде штучных учетных единиц. Ядерные материалы поступают в ОИЯИ и отправляются из Института через ОРДВ. На ОРДВ возложены функции службы учета и контроля ЯМ в ОИЯИ. Перемещение материалов между ЗБМ внутри Института производится также через ОРДВ.

Автоматизированная система отслеживает следующие типы изменений материалов:

- прием/передача ЯМ из источника, находящегося за пределами Института;
- передача/прием ЯМ в другую зону баланса материалов (ЗБМ) в пределах Института;

- уточнение характеристик ЯМ;
- сборка ЯМ;
- расфасовка ЯМ;
- списание ЯМ.

MTIS подготавливает как отчетные документы федерального уровня, так и документы для внутреннего использования при перемещении ЯМ внутри предприятия. В состав MTIS, как одна из подсистем, входит программный модуль подготовки отчетной информации в Федеральную информационную систему (ФИС).

Кроме основных функций учета и контроля ЯМ, MTIS обеспечивает контроль доступа персонала к базе данных (БД), защиту информации от несанкционированного доступа, разделение данных на закрытые и открытые.

## **2. Конфигурация системы**

### **2.1. Логическая структура комплекса программ системы**

В основу системы заложена сетевая архитектура “клиент-сервер”. Вся электронная часть информационного обеспечения хранится в БД на сервере. Ввод и обновление информации в БД MTIS осуществляют пользователи с рабочих станций–клиентов. Согласно [1], в любом “клиент-сервер” приложении могут быть выделены три логических компонента:

- компонент представления, реализующий функции ввода и отображения данных;
- прикладной компонент, поддерживающий функции, характерные для данной предметной области;
- компонент доступа к информационным ресурсам, поддерживающий функции хранения и управления информационными ресурсами (СУБД), а также определяющий соглашения о способах их взаимодействия (протокол взаимодействия).

В зависимости от того, как компоненты распределяются между компьютерами, какое программное обеспечение используется, и определяют различия в технологиях “клиент-сервер”. В MTIS реализована смешанная модель архитектуры “клиент-сервер” [1, 4], это – модель сервера базы данных (рис. 1) для большинства задач системы и модель доступа к удаленным данным для задач редактирования запросов.

Основу модели сервера базы данных составляет механизм хранимых (stored) процедур [2, 3]. Компонент представления выполняется на компьютереклиенте, тогда как прикладной компонент реализован как набор хранимых процедур и функционирует на компьютере-сервере. Процедуры хранятся в словаре базы данных и могут разделяться между несколькими клиентами. Язык, на котором разрабатывались хранимые процедуры, представляет собой процедурное расширение языка запросов SQL СУБД Microsoft SQL Server.

Достоинства такой структуры очевидны: это и возможность централизованного администрирования прикладных функций, и снижение трафика (вместо SQL-запросов по сети направляются вызовы хранимых процедур), и возможность разделения процедуры между несколькими приложениями, и экономия ресурсов компьютера за счет использования единожды созданного плана выполнения процедуры. Для вызова хранимых процедур использовались функции специальной библиотеки интерфейса прикладного программирования API.

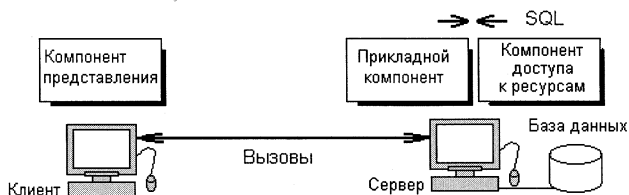


Рис. 1. Логическая структура приложений автоматизированной системы

В модели доступа к удаленным данным коды компонента представления и прикладного компонента совмещены и выполняются на компьютере-клиенте. Последний поддерживает как функции ввода и отображения данных, так и чисто прикладные функции. Доступ к информационным ресурсам обеспечивается операторами языка SQL. Сетевое взаимодействие программы-клиента с программой-сервером реализовано с использованием механизма ODBC (Open Database Connectivity) фирмы Microsoft [3]. Интерфейс ODBC обеспечивает взаимную совместимость серверных и клиентских компонентов доступа к данным.

Следует отметить, что средства разработки и отладки хранимых процедур не выдерживают сравнения по функциональным возможностям со средой разработчика языков программирования четвертого поколения, таких, как MS Visual Basic и Visual Access, поэтому ряд сложных функций были реализованы непосредственно в прикладной программе, которая выполняется на компьютере-клиенте.

## 2.2. Структура программного обеспечения системы

Структурно программное обеспечение состоит из общесистемного программного обеспечения и функционального (прикладного) программного обеспечения.

Общесистемное программное обеспечение реализует универсальные функции системы (операционная система, управление базой данных, сетевое взаимодействие и т.д.). В MTIS используется операционная система Windows NT

(Windows NT Server 4.0 и Windows NT Workstation 4.0) и СУБД на базе Microsoft SQL Server 6.5. Эти программные продукты прошли аттестацию на государственном уровне. Windows NT и SQL Server в настоящее время сертифицированы по классам безопасности C2/E3 [7]. В качестве средств разработки клиентских приложений используется MS Access 97 и Visual Basic.

Функциональное программное обеспечение реализует непосредственно функции системы. Все функции МТИС разбиты на комплексы задач:

- комплекс задач ответственных хранителей ЯМ центрального хранилища и лабораторий;
- комплекс задач завершителей, подтверждающих функции ответственных хранителей ЯМ;
- комплекс задач формирования отчетов (отчеты);
- комплекс задач отображения и просмотра информации (редактор запросов);
- комплекс задач администратора БД;
- комплекс задач взаимодействия с Федеральной информационной системой (ФИС).

В комплексах задач ответственных хранителей ЯМ и завершителей отслеживаются все типы изменений по ЯМ. Все ответственные хранители ЯМ вводят и обновляют данные промежуточных таблиц учетных единиц. Введенные данные заносятся в постоянные таблицы учетных единиц после подтверждения операций ответственных хранителей завершителями. Каждый из ответственных хранителей имеет доступ лишь к тем данным о ЯМ, с которыми он работает. Ответственный хранитель центрального хранилища имеет доступ к данным, описывающим ЯМ центрального склада, ответственные хранители лабораторий – доступ к данным о ЯМ, хранящихся в лаборатории.

В комплексе задач формирования отчетов реализованы функции подготовки, просмотра и печати требуемых учетных и отчетных документов, а также документов, используемых для проведения физической инвентаризации.

Комплекс задач просмотра и отображения информации предоставляет пользователю простые и удобные инструментальные средства для задания новых условий отбора информации к базе данных, выдачу выбранной справки, редактирование ранее заданных запросов. В этом комплексе задач SQL-запросы формируются в программе-клиенте.

Комплекс задач администратора БД реализует дополнительные возможности для безопасной работы администратора – просмотр и редактирование справочных таблиц базы данных системы, проверку корректности базы данных.

Комплекс задач взаимодействия с Федеральной информационной системой предназначен для формирования инвентарных отчетов (СНК) и отчетов об изменении инвентарного количества ЯМ (ОИК), направляемых установками в ФИС, в виде текстовых файлов специального формата – XML [5].

### 2.3. Структура технических средств системы MTIS

Структура локальной сети MTIS приведена на рис.2. В состав сети входят два сервера (основной и резервный) и четыре рабочие станции – места пользователей. Локальная сеть системы физически изолирована от внешних сетей и территориально находится в здании центрального хранилища ЯМ ОИЯИ. Для пользователей с установок и лабораторий (другие ЗБМ) выделено специальное рабочее место в центральном хранилище на одной из рабочих станций.

Для подготовки документации в систему введены два лазерных принтера.

Для сохранения работоспособности серверов при сбоях системы энергоснабжения установлены источники бесперебойного питания.

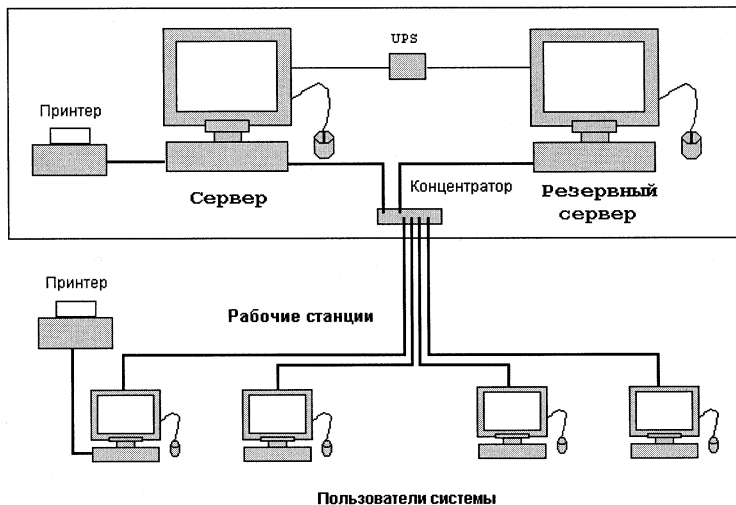


Рис. 2. Структурная схема локальной сети системы MTIS

## 3. Функциональные возможности системы

### 3.1. Ввод данных

Для выполнения основных функций в системе требуются два типа пользователей. Первым типом пользователей является хранитель ЯМ, который выполняет все операции с ЯМ и несет материальную ответственность за него.

Хранитель обычно вводит данные по мере поступления учетных единиц, ведет слежение за ними и их отправкой. Пользователи второго типа – завершители – это сотрудники организации, обеспечивающие контроль и учет ядерных материалов. Эти работники не имеют доступа к управлению базой данных через клавиатуру, а обеспечивают утверждение действий, которые собираются произвести хранитель. Все данные, введенные ответственными хранителями в промежуточные таблицы, заносятся в постоянные таблицы только после утверждения завершителями.

При работе с MTIS для описания учетной единицы используется до сорока параметров. Эти параметры разбиты на две группы – параметры описания учетной единицы и параметры описания материалов учетной единицы. Основные параметры учетной единицы:

- инвентарный номер, идентификатор инвентарной единицы;
- количество изделий, составляющих данную учетную единицу;
- установка;
- ЗБМ;
- КТИ;
- местоположение;
- дата получения;
- объект-отправитель;
- ЗБМ-отправитель;
- дата отправления;
- номер, дата паспорта;
- тип, номер, дата передаточного документа;
- тип контейнера ;
- тип пломб;
- номера пломб ;
- дата установки пломб;
- физическая форма;
- химическая форма;
- тип упаковки;
- идентификатор изготовителя учетной единицы;
- заводской номер;
- идентификатор контейнера, в котором содержится данная учетная единица;
- замечания.

Каждая учетная единица может состоять из нескольких материалов. Параметры описания материалов учетной единицы следующие:

- тип материала (наименование материала);
- лигатурный вес;
- чистый вес;
- единица измерения веса;
- процентное содержание изотопа;
- активность;

- единица измерения активности;
- базис измерения;
- дата расчета активности;
- дата последнего обновления;
- лицо, вводящее данные.

База данных автоматизированной системы МТИС содержит более 40 таблиц. Это промежуточные таблицы учетных единиц и материалов учетных единиц, таблицы историй, транзакций, справочные таблицы.

Примеры пользовательского интерфейса программ приведены на рис.3,4.

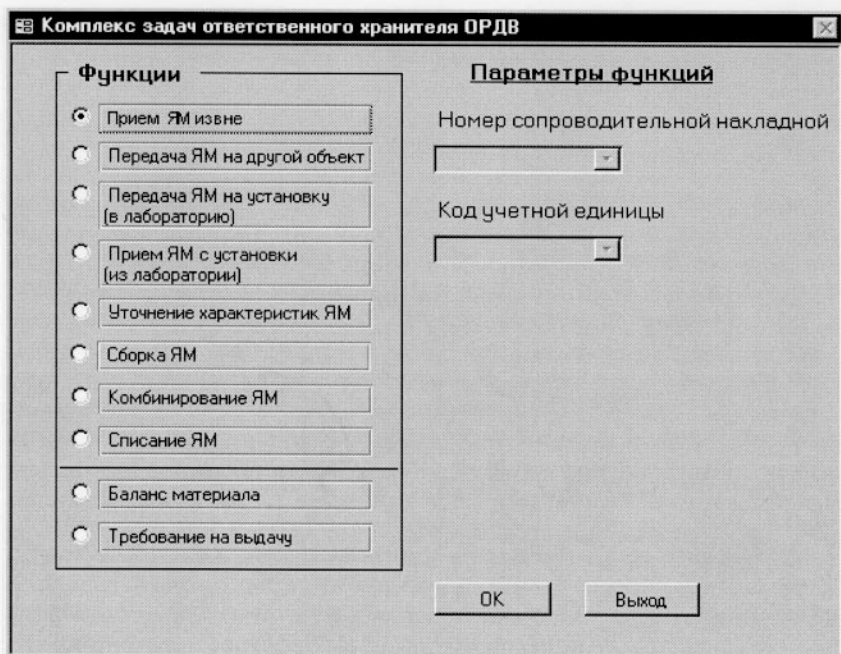


Рис. 3. Окно выбора функций программы



Прием ЯМ извне

Дублировать Копировать Удалить Новая Акт оприходования  На утверждение Выход

Учетная единица : Данные отправителя Данные получателя

Атрибуты:

инвентарный номер		3
код учетной единицы		Код1
номер партии	2	2
количество	1	1
вес брутто	20	20
единица веса брутто	г	г
лигатурный вес	18	18
единица веса	г	г
описание внешнего вида	мишень	мишень

Материалы учетной единицы Копировать Удалить Дублировать  Изотоп

Атрибуты:

наименование материала	Pu	Pu
чистый вес (вес по элем.)	10	8
единица веса	г	г
процент содержания	55,55556	44,44444
масса изотопа		

Запись: 1 из 1

Запись: 1 из 1 (Фильтр)

Рис. 4. Окно ввода данных при приеме ЯМ с другого объекта

### 3.2. Подготовка документации

Для внутреннего пользования МТИС позволяет генерировать следующие документы:

1. Отчеты:

- список фактически наличного количества материалов (СФК);
- отчет об изменениях инвентарного количества материалов (ОИК);
- материально - балансовый отчет (МБО).

2. Отчетные документы:

- акт оприходования;
- акт списания;
- приемосдаточная накладная от лаборатории (установки);
- сопроводительная накладная;
- требование на выдачу в лабораторию (установку).

3. Документы поддержки физической инвентаризации:

- ведомость физической инвентаризации для заданной ЗБМ;
- бирки учетных единиц принятого стандарта с данными, шаблоны бирок и др.

### 3.3. Защита данных от постороннего доступа

Как было отмечено выше, Windows NT на настоящее время сертифицирована по классам безопасности C2/E3. Это значит, что система безопасности имеет значительно усиленные средства разграничения полномочий, улучшенный контроль за доступом к ресурсам, мощный аудит и многое другое. MS SQL Server в MTIS настроен на работу в интегрированном режиме безопасности, предусматривающем использование механизмов аутентификации Windows NT для обеспечения защищенности всех пользовательских соединений. В этом случае к серверу разрешаются только трастовые, или аутентифицирующие, соединения. Все группы пользователей Windows NT отображаются на соответствующие имена пользователей MS SQL Server (login id). Стандартные средства прав доступа SQL Server позволяют разделять пользователей по правам до полей таблиц баз данных.

В MTIS разделение данных производится и по записям. Для этих целей, как механизм безопасности, используются объекты представлений (views) баз данных [3].

Пользователи MTIS имеют разные привилегии и права доступа. Одни могут обновлять данные MTIS, другие – только просматривать их. Часть пользователей может просматривать и обновлять данные, касающиеся определенной ЗБМ. Пользователи делятся на четыре группы:

- руководители института – могут только просматривать данные, но не изменять их;
- ответственные хранители ЯМ на установках и лабораториях – вводят и обновляют данные;
- утверждающие инстанции – утверждают данные о транзакциях, вводимые хранителями, но не изменяют их;
- администратор БД – предоставляет и отменяет полномочия доступа пользователей и обеспечивает функционирование БД.

Для доступа к MTIS пользователь вводит свое имя и пароль, MTIS проверяет, зарегистрирован ли этот пользователь, и определяет его уровень доступа и привилегии.

С целью введения дополнительных мер по защите доступа к закрытым данным открытые и закрытые данные в MTIS разнесены по различным физическим магнитным носителям. Открытые данные хранятся на постоянном магнитном диске сервера, закрытая информация – на съемном диске. Объем памяти съемного диска 2Гбайт.

Ведется протоколирование событий, происходящих в информационной системе и их периодический анализ. Реализация этих задач преследует следующие главные цели:

- обеспечение подотчетности пользователей и администраторов;
- обеспечение возможности реконструкции последовательности событий;
- обнаружение попыток нарушений информационной безопасности;
- предоставление информации для выявления и анализа проблем.

Уровень защищенности от постороннего доступа операционной системы Windows NT не позволяет, однако, включить MTIS в общую сеть ОИЯИ. Локальная сеть системы MTIS изолирована от внешних сетей и находится в здании центрального хранилища ЯМ.

### **3.4. Взаимодействие с Федеральной информационной системой**

Комплекс программ взаимодействия с ФИС реализован в виде отдельных программных модулей (утилит), входящих в состав MTIS. Подготовка отчетов в ФИС ведется на рабочих станциях локальной сети MTIS. Для взаимодействия с ФИС установлена вне локальной сети рабочая станция под управлением ОС MS Windows NT, имеющая выход в Internet. Передача данных в ФИС осуществляется по электронной почте Internet в зашифрованном виде. Шифрование информации ведется на специально выделенном для этого компьютере – шифровальной станции. Все отчеты, отправляемые в ФИС, формируются в текстовом обменном файле в формате XML [5, 6]. Каждый отчет предприятия обрабатывается в ФИС, проходя несколько стадий входного контроля. По завершении входной обработки каждого поступившего отчета ФИС генерирует и направляет обратно в Институт один или несколько отчетов о результатах этой обработки.

## **4. Заключение**

Большое внимание в работе уделялось организации процесса проектирования системы. Использовался циклический метод проектирования, характеризующийся тем, что жизненный цикл разработки повторяется несколько раз, с передачей в эксплуатацию новых версий и новых функциональных блоков (подсистем, задач) по завершении каждого цикла. Существенно, что процесс проектирования носил спиральный характер, при котором каждый следующий виток служил развитию спроектированной на предыдущих витках и уже функционирующей системы [8]. Для использования такого подхода были свои причины: невозможность долгосрочного планирования (финансирование проводилось в рамках одного года), отсутствие нормативной базы на такие

системы, неопределенность требований пользователей. На этапе концептуального планирования и формирования требований пользователей использовался метод быстрой разработки прототипов системы (rapid prototyping approach), что сократило путь к единому пониманию, "какой должна быть система", пользователей, руководителей и разработчиков системы. На настоящий момент система в своем развитии прошла три таких цикла. Планируется дальнейшее расширение возможностей системы в части автоматизации измерений характеристик ядерных материалов.

MTIS разрабатывалась для условий ОИЯИ, но была востребована на других ядерных объектах. Система MTIS также внедрена в филиале Научно-исследовательского физико-химического института (НИФХИ) им. Карпова (Обнинск) и в Научно-исследовательском институте приборов (Лыткарино). Версии MTIS на каждом предприятии имеют свои особенности, что связано с различием объектов в части решаемых задач, в части текущей организации учета и контроля ЯМ на предприятии и даже в части готовности сотрудников к внедрению на предприятии компьютеризированной системы учета ЯМ.

Работа докладывалась на международных конференциях и семинарах [9].

Авторы выражают благодарность за плодотворное сотрудничество специалистам Тихоокеанской Северо-Западной национальной лаборатории США (PNNL) Д. Стоттлмайеру, П. Коули, С. Хайнберг.

## Литература

1. Ладыженский Г. Системы управления базами данных - коротко о главном. // СУБД, 1995, №2.
2. Microsoft SQL Server. Client-Server Database Management System, Version 6.5. Transact-SQL Reference.
3. Microsoft SQL Server. Version 6.5. Administrator's Companion.
4. Васкевич Д. Стратегии Клиент/Сервер .- Киев: Диалектика, 1996.
5. Extensible Markup Language (XML) 1.0 W3C Recommendation 10-February-1998.
6. Храмов П. XML через призму программирования.// Открытые системы, 1999. №9-10.
7. Гостехкомиссия России. Руководящий документ. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации. - Москва, 1992.
8. Самойлов В.Н. "Информационная технология моделирования высоких технологий"// Сборник ТвГУ, выпуск 2, Тверь, ТвГУ, 1999.
9. Samoilov V.N., Checker A.V., Shestakov B.A., Dobrianskii V.M., Koltin G.P., Heinberg C.L., Cowles P.J., Stottlemire J.A. Materials Tracking Information System for Tracking Items at Russian Nuclear Facilities. Annual Meeting Proceedings of the Institute of Nuclear Materials Management, v. XXVII, Naples, Florida, July 26-30, 1998.

---

Рукопись поступила в издательский отдел  
11 октября 2000 года.

Добрянский В.М. и др.

P10-2000-235

Внедрение автоматизированной системы учета и контроля ядерных материалов в ОИЯИ

Представлены результаты разработки автоматизированной информационной системы учета и контроля ядерных материалов (ЯМ) в ОИЯИ. Работа выполнялась в рамках международного российско-американского сотрудничества по программе совершенствования систем физической защиты, учета и контроля ЯМ. Система внедрена в опытную эксплуатацию в Институте, аттестована на безопасность обрабатываемой информации. Автоматизированная информационная система учета и контроля ЯМ, получившая наименование MTIS (Materials Tracking Information System), предназначена для автоматизированного ведения учета ЯМ, используемых в ОИЯИ, слежения за их перемещениями, изменениями их инвентарных количеств, подготовки требуемой учетной документации, а также для информационной поддержки мероприятий, проводимых в Институте, по безопасности хранения и использования ЯМ. MTIS подготавливает отчетные документы и федерального уровня, и для внутреннего использования при перемещении ЯМ внутри предприятия. В состав MTIS, как одна из подсистем, входит программный модуль подготовки отчетной информации в Федеральную информационную систему (ФИС). Кроме основных функций учета и контроля ЯМ, MTIS обеспечивает контроль доступа персонала к базе данных, защиту информации от несанкционированного доступа, разделение данных на закрытые и открытые.

Работа выполнена в Лаборатории информационных технологий и Научном центре прикладных исследований ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2000

Перевод авторов

Dobrianskii V.M. et al.

P10-2000-235

Implementing of the Nuclear Materials Accounting and Control Computerized System at JINR

The results of the development of the computerized nuclear materials accounting system at the Joint Institute for Nuclear Research (JINR) are submitted. This work was carried out under Russian-American Nuclear Materials Protection, Control and Accounting (MPC&A) Program. The System was implemented at the Institute, it was attested to work with sensitive information. The computerized information nuclear materials accounting and control system, named MTIS (Materials Tracking Information System), is intended for the automated accounting of the nuclear materials used in JINR, tracking their movings, changes of their inventory amounts, preparation of the required documentation, and also for information support of the measures spent in the JINR on MPC&A program. MTIS can prepare reports for federal level and can also generate data to be reported for internal purposes. MTIS includes as one of the subsystems a program module to prepare reporting information to the Federal Information System (FIS). System MTIS provides the control of access to the database (DB), protection of the information against the non-authorized access, division of the data into the sensitive and non-sensitive data.

The investigation has been performed at the Laboratory of Information Technologies and at the Scientific Center of Application Research, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2000

Редактор Е.К.Аксенова. Макет Р.Д.Фоминой

Подписано в печать 03.11.2000

Формат 60 × 90/16. Офсетная печать. Уч.-изд. листов 1,08

Тираж 305. Заказ 52330. Цена 1 р. 30 к.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований  
Дубна Московской области