

«АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ»¹

СОДЕРЖАНИЕ

7. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	6
7.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, ПОДЛЕЖАЩИХ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	
7.2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И МЕТОДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.....	20
7.3. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.....	37
7.4. ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.....	33

¹ Глава написана к.т.н. Гридиным С.В.

7. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

Современные предприятия оснащены большим количеством средств измерительной техники (СИТ). Эти средства контролируют технологические процессы, с их помощью поддерживают на требуемом уровне основные средства производства, оценивают качество продукции.

Кроме того, разумное применение имеющихся и введение новых средств контроля на различных этапах технологического процесса не только повышает качество выпускаемых изделий, но и снижает общие затраты на производство.

Вложение средств в измерения приводит к общему снижению затрат на обеспечение качества продукции, что свидетельствует об экономической целесообразности введения в более широких масштабах контрольно-измерительных операций в технологические процессы, особенно таких, которые позволяют прогнозировать появление дефектов.

Как показывает практика, не менее двух третей всех нарушений технологии, отступлений от стандартов, несопоставимости результатов испытаний и экспериментов вызваны неудовлетворительным состоянием метрологического обеспечения, нехваткой СИТ, неправильными показаниями применяемых приборов.

Среди задач по метрологическому обеспечению качества продукции, решаемых метрологическими службами предприятий и организаций, большой удельный вес имеют задачи по метрологическому обслуживанию СИТ на стадии их эксплуатации. Под метрологическим обслуживанием понимается комплекс мероприятий, обеспечивающих их постоянную пригодность к применению с нормированной точностью, включающий в себя такие операции как учет и планирование парка, планирование поверочно-ремонтных работ, контроль состояния и изъятие из обращения непригодных средств измерения, поверку, метрологическую аттестацию и ремонт СИТ.

Большинство перечисленных операций метрологического обслуживания в настоящее время осуществляется на предприятиях вручную, что приводит к большим затратам сил и времени работников метрологических служб, к ошибкам планирования и контроля, несвоевременному проведению метрологических работ; неэффективному использованию парка СИТ. Кроме того, решение ряда задач вручную в принципе невозможно.

Автоматизация управления метрологическим обслуживанием средств измерения на предприятиях и в организациях является новым прогрессивным способом повышения эффективности работы метрологических служб, важной составляющей комплексного управления качеством продукции. Автоматизация управления метрологическим обслуживанием СИТ, особенно учета и планирования, является технически доступным и экономически рентабельным мероприятием.

Возможны различные варианты аппаратурной реализации и решения

метрологических задач на предприятиях путем их автоматизации, разнообразный состав задач и глубина их проработки. Поэтому излагаемый далее материал следует рассматривать как один из вариантов методологии проектирования и практической реализации автоматизированной системы управления метрологическим обслуживанием СИТ.

Постоянная исправность и готовность к применению СИТ на предприятии обеспечивается их поверкой, техническим учетом, контролем состояния, регулировкой и ремонтом, правильным обращением и хранением. Хорошее состояние парка СИТ предприятия в целом поддерживается своевременным изъятием из применения отказавших средств измерения, списанием устаревших, обновлением парка. Совокупность перечисленных мероприятий (операций) организуется метрологической службой (или ответственным лицом предприятия) [1].

Рассмотрим кратко основные из этих операций под углом зрения необходимости и возможности их автоматизации.

Технический учет СИТ предприятия является основой для организации рационального использования их парка, в частности:

- планирования сроков периодических поверок по результатам ранее проведенных поверок; планирования обновления парка;
- расчета количества СИТ, стоимости, объема раздельно по группам, типам, цехам (отделам), участкам;
- расчета числа поверочных и ремонтных установок, а также численности обслуживающего персонала;
- планирования необходимых площадей поверочных лабораторий.

При организации контроля состояния СИТ составляются графики периодической поверки в виде отдельных книг, журналов, с группировкой СИТ по цехам, отделам и отдельным видам измерений. На основе графика составляется карточка учета поверки и ремонта на каждое средство. При измерении времени поверки, получении новых СИТ, списании старых и т.д. производится параллельная корректировка графиков и карточек вручную.

Таким образом, параллельно с учетом производится и *планирование* поверки СИТ предприятия.

Планирование и учет, ведение и составление графиков периодической поверки СИТ без применения средств автоматизации требует больших затрат труда и времени работников метрологической службы. Кроме того, ведение технического учета вручную приводит к ошибкам, запаздыванию нужной информации, другим трудностям в управлении эксплуатацией парка СИТ. Автоматизация технического учета СИТ позволяет существенно уменьшить трудоемкость этих работ, резко улучшить качество их метрологического обслуживания [1].

Выпускаемые промышленностью под государственным надзором средства измерительной техники общего применения с метрологическими характеристиками, регламентированными стандартами, составляют основу парка допущенных к применению в стране СИТ.

Наряду с ними в народном хозяйстве, особенно в научно-производственной сфере, широко применяются СИТ узкоцелевого назначения, изготавливаемые единичными экземплярами или мелкими партиями. Это так называемые нестандартизованные средства измерения, и как объект стандартизации они не представляют интереса. В качестве такого устройства можно использовать СИТ, ввезенное из-за рубежа в одном или нескольких экземплярах, метрологические характеристики которого не установлены или не подтверждены в установленном порядке. Можно использовать в целях или в условиях, не соответствующих его назначению устройство общего применения, причем в качестве такого устройства можно использовать даже устройство, изготовленное не как средство измерения, а в совершенно иных целях, если оно может создавать измерительный сигнал. Для обеспечения единства и достоверности измерений такие технические средства должны быть аттестованы.

Метрологическая аттестация (МА) - это исследование средства измерительной техники, выполненное метрологическим органом с целью определения его метрологических характеристик и установления пригодности к применению.

Порядок проведения метрологической аттестации СИТ в Украине регламентируется стандартом ДСТУ 3215-95.

Государственной метрологической аттестации подвергают СИТ, не подлежащие государственным испытаниям, на которые распространяется государственный метрологический надзор. Это касается СИТ:

- изготовленных в единичных экземплярах, уникальных, не предназначенных для серийного производства;
- единичных экземпляров серийно выпускаемых СИТ, применяемых в условиях, отличающихся от условий, для которых нормированы их метрологические характеристики;
- единичных серийно выпускаемых образцов, в схему и конструкцию которых внесены изменения, влияющие на их метрологические характеристики [2].

Основное отличие МА от поверки состоит в том, что по результатам МА средству измерительной техники приписываются определенные метрологические характеристики, определяются возможность применения его в качестве эталона или рабочего средства, в то время как при поверке только проверяется соответствие метрологических характеристик нормам.

Те приборы, на которые не распространяется государственный метрологический надзор, подлежат калибровке. К ним относятся:

- нестандартизованные СИТ, предназначенные для проведения научно - исследовательских работ;
- использующиеся при контроле качества продукции;
- контроле и управлении технологическими процессами;
- контроле режимов работы машин, аппаратов, оборудования, технологических линий.

Поверка СИТ является важнейшим направлением деятельности ор-

ганов метрологических служб по обеспечению единства измерений в стране.

Поверкой называется установление пригодности СИТ, на которые распространяется государственный метрологический надзор, к применению на основании результатов контроля их метрологических характеристик. Необходимость поверки обусловлена временной нестабильностью и зависимостью метрологических характеристик СИТ от качества их изготовления, соблюдения технологических процессов и геометрических размеров, физико-химических свойств материалов, из которых они изготовлены.

Организация и порядок проведения поверки СИТ в Украине регламентируется стандартом ДСТУ 2708-94.

Для тех СИТ, на которые не распространяется государственный метрологический надзор, законом Украины «О метрологии и метрологической деятельности» [3] предусмотрена калибровка.

К эксплуатации допускаются только СИТ, признанные годными к применению на основе их поверки (либо после их аттестации). Периодичность поверки зависит от временной нестабильности метрологических характеристик (метрологической надежности), интенсивности эксплуатации и важности получаемых с их помощью результатов.

Основными компонентами технической основы обеспечения единства измерений являются:

- 1) воспроизведение единиц физических величин,
- 2) передача информации о размере единицы от эталонов рабочим средствам измерительной техники;
- 3) метрологическая аттестация и поверка [2].

Поверка является наиболее трудоемкой и сложной операцией метрологического обслуживания. Для проведения поверки необходимы образцовые СИТ, поверочные установки и вспомогательное оборудование, документация, соответствующие помещения, подготовленные специалисты - поверители.

Поверочное оборудование, имеющее определенную производительность, точностные, временные и надежностные характеристики, само подлежит периодическому метрологическому обслуживанию. Поэтому для обеспечения его бесперебойного функционирования необходимо четкое планирование поверочной деятельности предприятия, учет и планирование эксплуатации СИТ. А так как средства измерения могут отказывать, то на предприятиях нередко организуется служба ремонта или регулировки этих средств. В зависимости от номенклатуры и количества СИТ на предприятии, технических возможностей предприятия и других условий организуются различные варианты их поверки и ремонта.

В этой связи возникает следующая технико-экономическая задача: при каком количестве и по каким видам средств измерения целесообразна организация на предприятии собственного *поверочного* или *поверочно - ремонтного подразделения*. В большинстве случаев решение этого вопроса

зависит от объема парка СИТ.

При поверке допускается брак. Он приводит к тому, что на производство после поверки часть СИТ поступает со скрытыми точностными отказами, а часть годных ошибочно бракуется. Устранить полностью брак поверки невозможно, но свести его к допустимому уровню необходимо, чего нельзя достигнуть без нормирования и периодического оценивания характеристик брака поверки. Последние являются сложными функциями погрешностей рабочих и образцовых СИТ, вида их распределений и других данных. Расчет таких характеристик целесообразен только с использованием вычислительной техники.

Таким образом, правильно организованное и экономичное метрологическое обслуживание СИТ предприятия целесообразно строить как автоматизированную систему преобразования и обработки информации о техническом состоянии парка СИТ.

Средства измерений и контроля подлежат обязательному учету для своевременной информации соответствующих должностных лиц и органов управления достоверными данными о наличии, движении и техническом состоянии приборов, контроля за сохранностью, законностью, целесообразностью и эффективностью использования [4].

Учет состоит в правильных и своевременных записях в книгах и журналах учета всех операций, связанных с движением и изменением технического состояния приборов. Широкое применение средств механизации и автоматизации повышает оперативность учета и обеспечивает высокое качество учетных операций. Учету подлежат все средства измерений и контроля независимо от их назначения и источников поступления. Учет должен вестись по специальным формам. Практика его организации в процессе эксплуатации показала целесообразность ведения следующих книг: учета наличия и движения средств; учета средств, выданных во временное пользование; учета технического состояния, поверки и ремонта средств.

Вся перечисленная документация предназначена для отражения технического состояния средств измерения с целью улучшения условий их эксплуатации и ремонта [5].

Организация технического учета СИТ на предприятиях является исходным условием обеспечения высокого уровня состояния парка СИТ. Технический учет дает возможность в каждый момент времени располагать оперативной информацией об их наличии, движении и использовании в пределах предприятия. Рационально организованный технический учет не только служит основой планирования поверки, но и создает удобство выбора средств измерения из имеющегося на предприятии резерва, позволяет правильно указывать место их установки и специалистов, которые эти СИТ в данное время используют.

Различают первичный, номенклатурный, паспортный, оперативный и документальный технический учет СИТ [1].

Первичный учет ведут с помощью регистрационных журналов, содержащих все необходимые сведения о движении каждого СИТ (продажа

или передача другим предприятиям, списание в лом), что обеспечивает более эффективный контроль за их состоянием.

Номенклатурный учет основан на данных первичного. Его ведут в виде карточек, составленных из учетных карточек установленной формы, содержащих характеристики СИТ: заводские и инвентарные номера СИТ, наименования подразделений, места установки СИТ, фамилии испытателей, экспериментаторов и т.д. Если дополнительно предусмотрен оперативный технический учет, то карточки в картотеке классифицируют по области измерений, видам, типам и характеристикам СИТ.

Паспортный учет осуществляют на основе ведения картотек, составленных из специальных форм — паспортов, в которых отмечают все сведения о СИТ, в том числе об их поверках и ремонтах. Часто такие картотеки используют в качестве оперативных планов — графиков поверки. В этом случае паспорта на СИТ в соответствии с принятыми межповерочными интервалами группируют по месяцам и кварталам.

Оперативный учет также осуществляется на основе ведения специальных картотек. Этот вид учета может включать и номенклатурный технический учет. Картотека этого учета состоит из трех основных разделов:

- 1) включает только учетные карточки и отражает состояние и наличие СИТ, находящихся в эксплуатации в подразделениях;
- 2) отражает наличие резерва СИТ и состоит из учетных карточек и паспортов-карточек для план-графика поверки согласно назначенному межповерочному интервалу;
- 3) состоит из учетных карточек и паспортов, в которых отражается оперативное перемещение СИТ, этапы их подготовленности и эксплуатации и указывается место, где их поверяют или ремонтируют.

По существу, оперативный учет реализует систему оперативного управления парком СИТ предприятия. Каждый ее раздел или отдельная рубрика содержит сведения о наличии СИТ, напоминает о необходимости совершения тех или иных трудовых операций, направленных на поддержание должного качества и рациональное содержание и распределение парка СИТ, отражая те или иные эксплуатационные и экономические показатели.

Документальный учет применяется в бухгалтериях, службах материально - технического обеспечения и состоит в том, что на СИТ заводят специальные папки, в которых хранят технические документы (паспорт, выданный предприятием - изготовителем, акт о вводе его в эксплуатацию). Как правило, такой учет организуют для сложных, дорогостоящих СИТ, состояние которых в период их эксплуатации находится под особым надзором, призванным поддерживать их на заданном уровне надежности.

Каждый из этих видов технического учета имеет свое назначение, соответствующую форму организации и методологию реализации. Безусловно ни одна из форм организации или методология технического учета не является каноном для всех предприятий. В зависимости от характера производства, размера парка СИТ и уровня развития метрологического

обеспечения для этой цели можно использовать карточки учета различной формы, а также и возможности программного обеспечения ЭВМ.

Основными недостатками организации учета, сбора и накопления информации при эксплуатации и периодическом метрологическом контроле являются:

- 1) значительная трудоемкость процесса составления, ведения, корректировки и планирования графиков и карточек периодической поверки СИТ;
- 2) сравнительно высокая вероятность ошибок при составлении документации;
- 3) недостаточно надежный контроль за поступлением СИТ на поверку и в эксплуатацию;
- 4) невозможность быстрого получения информации о местонахождении СИТ, их количестве по видам измерений и т. п.;
- 5) трудности оперативного анализа результатов выполнения поверочных работ и составления отчетности о реализации квартальных и годовых планов;
- 6) потребность в большом количестве обслуживающего персонала.

Дальнейшим шагом в направлении улучшения учета, распределения и пополнения парка СИТ, контроля его состояния является унификация документов, заключающаяся в оптимизации и автоматизации этих операций с помощью прикладных программных средств.

Справочно-информационный фонд по всем СИТ, имеющимся на предприятии, формируется из выходных документов, содержащих их индивидуальные, типовые технические и стоимостные характеристики. Фонд позволяет с помощью ЭВМ и разработанных прикладных программ реализовать решение задач метрологического обслуживания СИТ для достижения поставленной цели автоматизации. При этом необходимая корректировка справочно-информационного фонда осуществляется при поступлении новых СИТ или при смене выпускаемой продукции. Выходные документы представляются в виде таблиц. Табличное построение документов обеспечивает наглядность, облегчает чтение традиционным способом, удобно для операторов при переносе данных на машинные носители и при автоматическим считывании. Следует отметить, что техническое состояние СИТ зависит не только от состояния оперативного метрологического контроля, но и от условий их содержания в эксплуатации [4].

Организация автоматизированного учета и объективного метрологического контроля позволяет изымать из парка СИТ, не пригодные к применению, обоснованно выбирать СИТ для эффективного использования. Это в свою очередь дает возможность обоснованно планировать развитие парка СИТ, обеспечивает возможность устранения их излишков, создания пунктов проката СИТ, более продуктивного использования приборов одного предприятия на другом и повышения качества выпускаемой продукции.

7.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, ПОДЛЕЖАЩИХ АВТОМАТИЗАЦИИ

Критериями выбора задач метрологического обслуживания СИТ, нуждающихся в автоматизации, могут быть:

- трудоемкость и стоимость решения этих задач;
- принципиальная невозможность их решения вручную;
- достоверность и оперативность их решения;
- комплексность (системность) их решения;
- психологические и эргономические факторы.

Проведенный анализ решения задач метрологического обслуживания СИТ показал необходимость проведения моделирования процессов метрологического обслуживания, конкретизации критериев решения каждой задачи и при их комплексном решении. Причем анализ моделей метрологического обслуживания СИТ подтвердил правильность выбора следующих задач, выдвигаемых практикой работы промышленных предприятий и подлежащих автоматизации (оптимизации, в определенном смысле, решений):

- учет;
- учет движения;
- планирование и пополнение парка;
- планирование сроков периодической поверки;
- составление графиков периодической поверки;
- составление сводок об объемах поверочных и ремонтных работ;
- составление справок о технических характеристиках СИТ (массы, объема, площади, стоимости, количества) по нескольким уровням итогов (по месяцам, цеху, инвентарной группе, «всего»);
- составление заявок на приобретение;
- составление предупреждений цеху о непредъявлении СИТ на поверку;
- определение необходимого количества поверочных и ремонтных рабочих мест;
- определение характеристик метрологического обслуживания СИТ предприятия (вероятностей ошибок и поверки и регулировки, продолжительности поверки и ремонта; показателей простоя ремонтных установок; ритмичности обслуживания; удельной стоимости эксплуатации; количества СИТ и партии, поступающей на обслуживание; времени ожидания поверки и ремонта; брака поверки СИТ и т.д.);
- выходной дефектности СИТ, прошедших метрологическое обслуживание);
- оценивание правильности выбора и эффективного использования СИТ;
- обработка результатов поверки;
- подготовка предложений по распределению СИТ по подразделени-

ям предприятия.

Кроме задач собственно управления метрологическим обслуживанием имеет смысл рассматривать и автоматизировать задачи исследования процесса метрологического обслуживания — анализ статистики отказов СИТ, моделирование различных характеристик процесса метрологического обслуживания.

В ходе решения этих задач в процессе управления метрологическим обслуживанием представляется возможным автоматически уточнять цели функционирования системы, критерии оптимальности и др. С другой стороны, информация, собираемая в процессе автоматизированного решения перечисленных задач, составляет исходные, данные для новых исследований и моделирования.

Решение прикладных задач может производиться с помощью ЭВМ путем создания автоматизированной системы управления метрологическим обслуживанием СИТ (АСУ МО), позволяющая наиболее экономичным путем решать практические задачи метрологического обслуживания, включая сложные оптимизационные задачи [1].

При создании такой системы руководствуются определенной целью. С целью управления связан критерий эффективности (критерий качества) функционирования системы управления (целевая функция). Определение правильно выбранной и реальной целевой функции является непростой и ответственной задачей, так как она должна служить оценкой качества работы системы управления.

Выбор целевой функции отражает содержательную постановку задачи. После этого разрабатывается модель задачи, т.е. дается ее формализованное описание. Следующий шаг — разработка алгоритма решения и, наконец, разработка программы или инструкций (при ручном способе выполнения работ).

Мера необходимости создания системы находится в прямой зависимости от количества СИТ в обслуживаемом парке предприятия.

Для достаточно подробного описания парка СИТ объем только первичной информации, обрабатываемой при их метрологическом обслуживании, (из расчета 20—30 реквизитов на одно СИТ) очень большой. Такие объемы информации обрабатывать вручную в приемлемые сроки и с необходимой точностью практически невозможно, поэтому только применение ЭВМ с их высокой производительностью и точностью вычислений позволит решить поставленные задачи.

От качества метрологического обслуживания СИТ зависит точность технологического оборудования и результатов испытаний, качество выпускаемой продукции, поэтому исходные характеристики АСУ МО (уровень дефектности, время пребывания в обслуживании, своевременное пополнение парка СИТ и др.) должны определяться на основе требований производства и испытаний.

При разработке системы автоматизированного управления метрологическим обслуживанием для предприятия, имеющего функционирующую

АСУ производства, необходимо, чтобы разрабатываемая АСУ МО удовлетворяла требованию совместимости в информационном, программном, техническом и лингвистическом аспектах.

Таким образом, к автоматизированной системе метрологического обслуживания СИТ целесообразно предъявить следующие общие требования:

- автоматизации подлежат первоочередные задачи (задачи учета СИТ и планирования их обслуживания, информационно-справочные и др.) и перспективные задачи (оптимизационные, оценки характеристик метрологического обслуживания СИТ, оценки правильности их выбора и эффективного использования и т. д.);

- создание системы автоматизированного решения задач метрологического обслуживания СИТ следует производить по критерию максимума эффективности решения этих задач при наличии ограничений на вычислительные ресурсы (объемы оперативной и внешней памяти, быстродействие, точность, надежность и др.). В отдельных случаях критерием создания такой системы может быть минимум на метрологическое обслуживание и минимум потерь основного производства, максимум быстродействия или надежности работы системы;

- созданная система автоматизированного управления метрологическим обслуживанием СИТ должна быть экономически рентабельной. При этом критерием рентабельности созданной на предприятии системы является минимально допустимое количество СИТ предприятия, подлежащих обслуживанию;

- создаваемая система должна обладать достаточной реактивностью, т.е. позволять оперативно решать перечисленные задачи;

- для решения задач на ЭВМ необходимо наличие формализованных моделей автоматизируемых процессов по каждой задаче, включая общую модель функционирования системы и ряд частных моделей, например: модель эксплуатации, временную модель, точностную модель, модель надежности, модель оценивания правильности выбора и эффективности использования СИТ, модель определения оптимальной величины межповоротного интервала (МПИ);

- основные характеристики метрологического обслуживания, должны определяться характером производства, структурой обслуживаемого парка СИТ, точностью технологических операций и т.д.;

- обеспечение автоматизации метрологического обслуживания целесообразно строить на основе или в составе АСУ предприятия;

- в составе метрологической службы предприятия целесообразно иметь подразделение, на которое возлагается решение задач автоматизации и интерпретация их результатов, совершенствование системы.

7.2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И МЕТОДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Общие требования к автоматизированному управлению метрологическим обслуживанием СИТ, сформулированные выше, и модели обслуживания, а также метод системного анализа, позволяют определить принципы построения автоматизированной системы управления и методы решения задач метрологического обслуживания СИТ предприятия.

Кроме того, построение АСУ МО учитывает тот факт, что предлагаемая система является не только средством автоматизированного управления, но и средством исследования управляемого объекта с целью дальнейшей оптимизации и развития системы управления.

Автоматизированное решение задач метрологического обслуживания с помощью ЭВМ помимо традиционных методов автоматизации предусматривает активное использование моделей существующей системы метрологического обслуживания (СМО) и результатов моделирования. АСУ МО основана на моделировании и решении ее задач с помощью ЭВМ (рис. 1) и относится к классу адаптируемых информационно-справочных систем [6].

База данных (БД) является хранилищем информации о состоянии парка СИТ и должна быть подвержена воздействиям со стороны предметной области (т.е. существующей СМО), выраженным в виде данных об изменениях состояния парка; со стороны моделей функционирования СМО в виде сведений об изменении состава хранимых данных и отношений между ними. Программное обеспечение системы производит расчеты выходных показателей, характеризующих деятельность СМО. Состав и представительность таких показателей, а также критерии оценки оптимальности поступают со стороны моделей функционирования системы.

При создании АСУ МО руководствуются общими принципами, такими, например, как системность (комплексность), функциональность, типичность, технологичность, этапность [1].

Под *комплексностью* понимают связь данной системы с общеорганизационной системой предприятия, заключающуюся в переходе от локальной автоматизации отдельных функций управления к комплексным системам управления.

Под *функциональностью* понимают такой подход, который заключается в том, что главная цель создания системы — совершенствование основных функций управления (планирование, учет, анализ, регулирование) процессом метрологического обслуживания.

Типичность здесь понимается как применение общих, типовых, распространенных средств и методов автоматизации управления. Специальные методы и средства должны применяться в особых случаях, с осознанием того факта, что этим сужается область применения разрабатываемой системы. Причем применение таких методов не должно отрицательно вли-

ять на системные свойства.

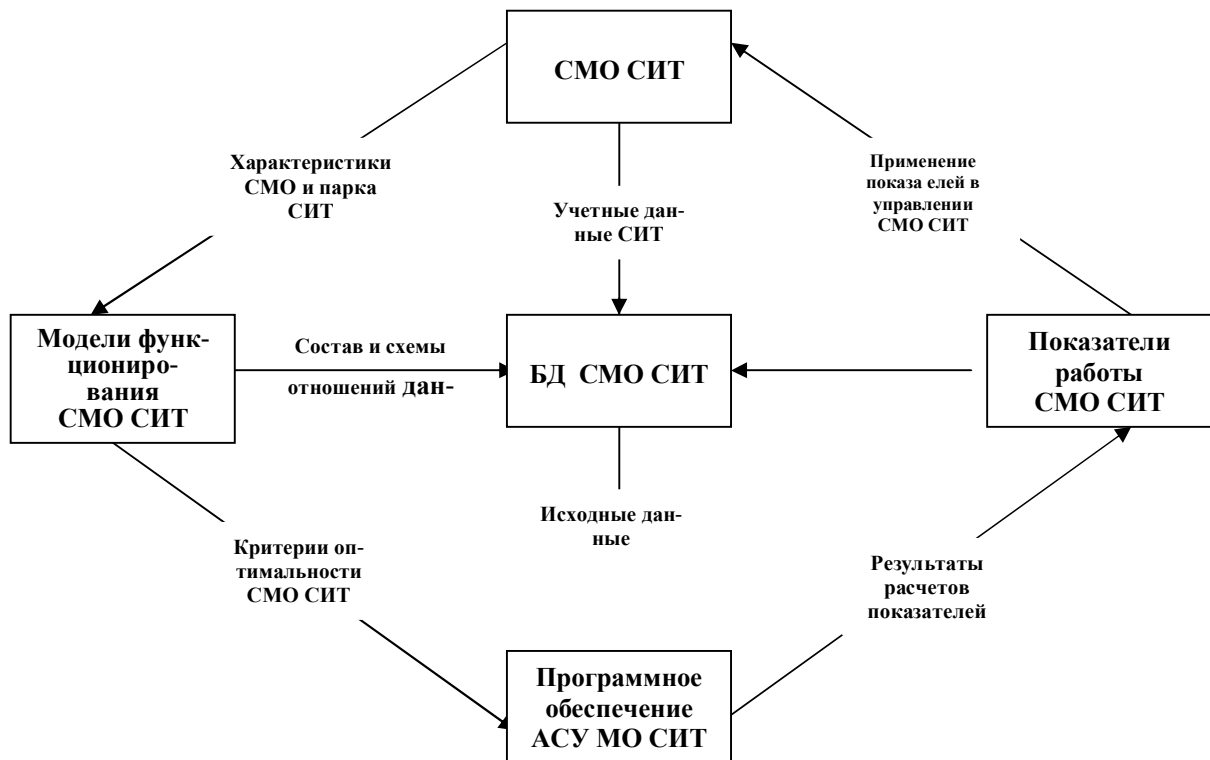


Рисунок 7.1. Система автоматизированного управления СМО (схема функционирования)

Под *технологичностью* понимают обеспечение технологических характеристик разрабатываемой системы не только в части эксплуатации, но и в части ее применения (реактивность, простота в обращении, надежность и т. п.).

Этапность — это непрерывный переход в развитии системы от реализации простых функций к более сложным, от разработки локальных задач к созданию комплексной системы.

Автоматизированная система управления — сложная система и при ее создании прежде всего необходимо произвести анализ существующей системы управления. Наиболее приемлемым является метод декомпозиции системы на отдельные составляющие. Однако такой анализ позволяет описать существующую систему, но не дает возможности определить в полной мере требования к разрабатываемой АСУ. А именно это требуется при автоматизации системы, для которой не формализованы средства и методы управления. Здесь более уместен подход, основанный на *декомпозиции целей* функционирования системы. Анализируя цели функционирования системы, необходимо сформировать подцели, которые, в свою очередь, тоже порождают собственные подцели. Таким образом формируется дерево целей системы.

Цели, полученные посредством декомпозиции, имеют следующие особенности иерархии: цели нижнего уровня подчинены целям верхнего

уровня; цели верхнего уровня не могут быть достигнуты, если не достигнуты все цели ближайшего нижнего уровня.

Метод анализа, основанный на декомпозиции целей системы, позволяет определить состав ее задач, принадлежность задач к определенным элементам функциональной структуры. Причем это можно сделать, исходя из целей функционирования системы и ее системных свойств. С точки зрения процедурных свойств задачи делятся на учетные, планирования, расчетные, справочные, оптимизационные. Как видим, АСУ МО можно отнести к классу гибридных информационных систем, так как ее классы задач обладают свойствами различных типов систем. В этом плане АСУ МО можно рассматривать как адаптацию многоцелевой информационно-справочной системы [7-11].

АСУ МО, являясь информационно-справочной системой, предполагает наличие в ней следующих составляющих (контуров): фактографического, обеспечивающего хранение и обработку данных в аналитическом виде (расчет выходных показателей на основании входных); документального, представляющего выходные данные в форме, требуемой пользователю; обеспечивающего, производящего ввод и первичную обработку входных данных.

Функционирование системы рассматривается здесь как взаимодействие ее составляющих. Фактографический контур предполагает хранение и сопровождение информации в виде БД с помощью специальных программ ведения БД и системы управления базами данных (СУБД). Обработка аналитических данных производится прикладными программами расчета выходных показателей. В документальном контуре выходные показатели с помощью соответствующих программ преобразуются в образы выходных документов.

В процессе исследования функциональной структуры, схемы решения задач системы, организационной структуры предприятия, строится информационная модель АСУ МО [8]. Цель разработки такой модели заключается в том, чтобы определить информационные потоки, выявить связи между задачами, классифицировать источники и потребители информации. Далее на основании информационной модели системы и исходя из структуры и функций подсистем информационно-справочной системы строится информационное и программное обеспечение.

Для задач учета в качестве исходных данных применяются регистрируемые сведения об эксплуатируемых СИТ — индивидуальные и типовые технические характеристики, нормативы эксплуатации и обслуживания, рапорта о производстве поверочных и профилактических работ. Результатом решения учетных задач являются комплексные характеристики и сведения о состоянии СИТ.

Задачи планирования в качестве исходных данных используют комплексные характеристики и сведения о состоянии СИТ. Результаты выдаются в виде графиков проведения поверочных работ на предприятии и в подразделениях.

Схема решения поисковых задач характеризуется тем, что искомые сведения хранятся в виде БД [12]. Для обслуживания БД в составе программного обеспечения предусматривается СУБД. В качестве исходных данных в поисковых задачах используются запросы на получение необходимых данных в формализованном виде, поисковые предписания. Методы поиска информации существенным образом зависят от способов хранения и методов организации данных. Для баз данных применяются специальные методы, основанные на применении СУБД.

Автоматизация решения оптимизационных задач СМО построена по иерархически-последовательному принципу, принятому в нисходящем проектировании с применением соответствующих методов оптимизации по заданным критериям. Автоматизация остальных задач возможна по обычной последовательной схеме с различными вариациями. Такой подход, являясь в данном случае наиболее целесообразным, позволяет реализовать достаточно эффективное программное обеспечение с минимальными затратами на их разработку. Следующим шагом к автоматизации задач является определение входа и выхода задачи, т.е. ее исходных данных и результатов решения задач МО. Существенным моментом в автоматизации решения задач является выбор метода для автоматизированного решения.

Так, для учетных задач и задач накопления статистических данных реализацией метода, выбранного для автоматизации, является алгоритм внесения изменений, широко используемый при корректировке упорядоченных массивов информации. Схема решения информационно-справочных задач реализуется по алгоритму последовательного поиска необходимых данных в упорядоченном массиве информации с последующим расчетом выходных показателей [5, 8]. Способ расчета выходных показателей является «индивидуальной» характеристикой конкретной задачи.

Способ определения показателей для справок о технических характеристиках определяется соответствующими формулами их расчета с подведением итогов по нескольким уровням (по месяцам, цеху, инвентарной группе, всего).

Разработка автоматизированной системы управления МО предполагает автоматизацию функций СМО, для чего необходимы подсистемы обеспечения: математического, информационного, программного, комплекса технических средств.

Математическое обеспечение представляет собой набор математических методов решения задач управления и оптимизации, моделей функционирования метрологических служб предприятия, алгоритмов расчета выходных показателей, характеризующих состояние метрологического обеспечения предприятия [1].

Основу математического обеспечения системы составляют:

- модели функционирования метрологических служб предприятия и математические методы решения задач определения оптимальных параметров: численности квалификационного состава, числа поверочных и ремонтных установок, оценки экономической эффективности функциониро-

вания метрологической службы и др.;

- алгоритмы расчета выходных показателей состояния метрологического обеспечения потоков обслуживания СИТ, функций распределения отказов и др.

Моделирование работы метрологических служб предприятия прежде всего производится с целью исследования особенностей моделируемого процесса, получения общих закономерностей, имеющих место в таких процессах. Процессы МО исследуются на моделях [1]. Исследуются свойства системы (пропускная способность, время простоев оборудования, время нахождения СИТ в очереди и некоторые другие характеристики) при различных вариантах дисциплины обслуживания и различных способах поступления СИТ в метрологические службы.

Также строятся различные модели на основе схемы процесса поверки и ремонта СИТ: модель функционирования МО с непрерывным потоком СИТ и особой их поверкой после ремонта, т.е. когда СИТ поступают на поверку партиями, а поверка их после ремонта производится на общих основаниях (когда отказы СИТ увеличивают интенсивность их поступления). Кроме того, исследуются характеристики МО с целью поиска оптимального сочетания различных параметров обслуживания СИТ с точки зрения комплексного критерия оптимальности. Попутно изучается характер взаимного влияния характеристик состояния и параметров МО и др.

Информационное обеспечение состоит из входных и выходных показателей, характеризующих состояние системы метрологического обслуживания, информационной базы, методов ее хранения и обслуживания.

Основу информационной базы системы могут составлять сведения (реквизиты), находящиеся в первичных документах [1, 8].

Так, документ «Индивидуальные характеристики средств измерений» содержит следующие реквизиты:

- «ЦЕХ» - эксплуатирующее подразделение — код подразделения, в котором прибор находится на учете и эксплуатируется;
- «КУЭ» - условия эксплуатации — код идентификации условий эксплуатации однотипных приборов либо приборов аналогичных типов.

Приборы, имеющие одинаковые условия эксплуатации, имеют одинаковые требования к порядку проведения поверочных работ:

- «ТИП» - тип прибора (децимальный номер стенда) — код, идентифицирующий типовые свойства прибора (его назначение, класс точности, габаритные размеры, цену и т. п.);
- «ГВЫП» - год выпуска — реквизит, обозначающий год выпуска СИТ заводом-изготовителем;
- «НГ, ВГ» - пределы измерения — реквизит, содержащий левый и правый пределы допускаемых значений шкалы измерительного прибора (проставляется при паспортизации);
- «ИНВГ» - инвентарная группа —реквизит, обозначающий группу приборов, имеющих общие инвентарные характеристики;
- «ЕИ» - единица измерения — реквизит, обозначающий выражение

минимальной цены деления СИТ;

- «ИНВ№» - инвентарный номер — реквизит, идентифицирующий конкретный прибор;

- «З№» - заводской номер — серийный номер, присвоенный прибору заводом-изготовителем;

- «ДП» - дата поверки — реквизит, указывающий дату последней поверки или дату паспортизации;

- «ДОП» - дата очередной поверки, реквизит, указывающий дату следующей (планируемой) поверки прибора.

Документ «Типовые технические характеристики» представлен следующим составом реквизитов:

- «ТИП» - тип прибора, десятичный номер стенда;

- «РТ» - род тока — реквизит, указывающий род тока (постоянный, переменный, пульсирующий и т. д.), измеряемый данным прибором;

- «КЛТ» - класс точности;

- «М» - масса прибора, в кг;

- «L, B, H» - габаритные размеры (длина, ширина, высота) прибора в мм;

- «СТ» - цена прибора, грн.;

- «НАМ» - норма амортизации, мера уменьшения восстановительной стоимости прибора за счет переноса ее на стоимость выпускаемой продукции предприятия.

Оперативный документ «Рапорт о проведении поверочных и ремонтных работ» имеет следующие реквизиты:

- подразделение, предъявившее СИТ на поверку;

- инвентарная группа СИТ, предъявленного на поверку;

- инвентарный номер СИТ;

- «РП» - результат поверки — данные, идентифицирующие отклонение состояния прибора, определенное в результате поверки (отказ, прибор подлежит списанию и т. п.);

- «ОП» - характеристика особенностей поверки (прибор не предъявлен для поверки, прибор предъявлен на внеплановую поверку и т.п.).

Представляется вполне очевидным, что существует много способов проектирования информационной базы конкретной системы. Все зависит от типов данных, хранимых в информационной базе, их взаимосвязей, характера средств их обработки и хранения.

Классы способов такого проектирования основаны на следующих подходах: реляционном, предполагающем хранение данных в виде их отношений, связанных ассоциаторами связей; иерархическом, характеризующемся тем, что информация хранится в виде сегментов, имеющих иерархические связи; сетевом, который отличается от иерархического тем, что связи между сегментами образуют граф, не являющийся деревом.

Ниже показан пример иерархического подхода в построении информационной базы, как наиболее целесообразный для задач МО в условиях применения СУБД.

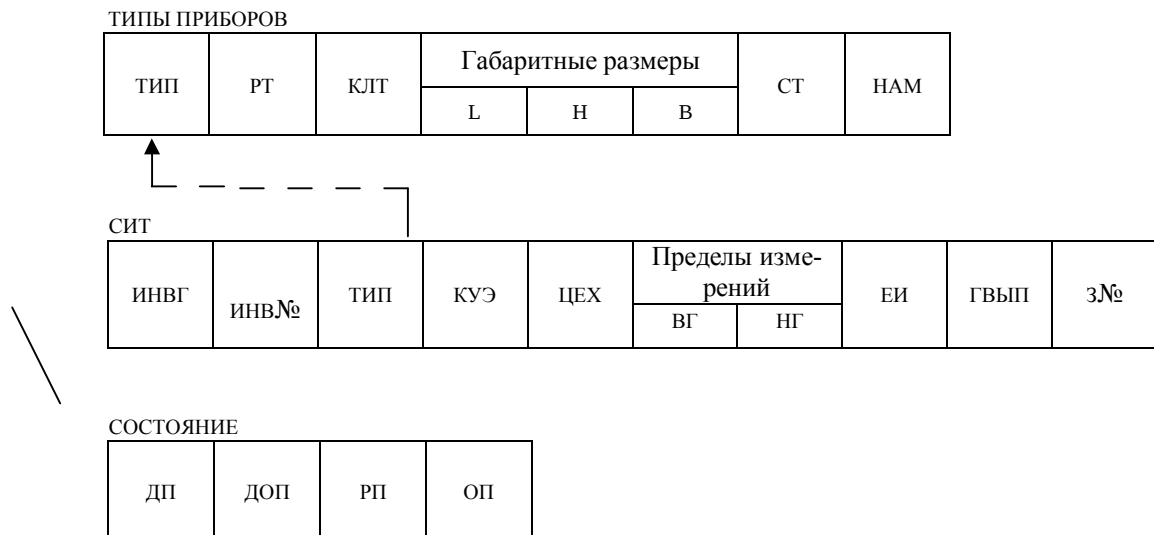


Рисунок 7.2. Модель данных системы.

Следует заметить, что классификация указанных способов исходит из одного – реляционного способа. При реляционном подходе данные представляются в виде таблиц.

На рисунке 7.2 показана схема или модель данных СМО, построенная на основе иерархического подхода. Видно, что данные СИТ и «Состояние» объединены иерархической связью. Из данных СИТ имеются ссылки на данные «Типы приборов». Указанные ссылки тоже можно заменить иерархической связью, подчинив сегмент СИТ сегменту «Типы приборов». Однако, основная масса задач, решаемых в системе не предполагает использование данных сегмента «Типы приборов».

Применение упомянутых данных возможно в незначительном количестве задач которые решаются довольно редко (как правило один раз в год). Если рассматривать указанные выше данные в терминах реляционного подхода, то мы имеем отношения трех видов: «Типы приборов», СИТ, «Состояние» (рисунок 7.3). Обозначения типов приборов взяты произвольно и никакие реальные типы не подразумеваются.

Информационная база в виде реляционной модели представляется двумерными таблицами, в которых в качестве столбцов выступают домены, а сторон — кортежи.

Отношение «Типы приборов» состоит из доменов: «ТИП», «РТ», «КЛТ» и т.д. Домен «Тип» в данном отношении является ключевым. В отношении «СИТ» ключевых доменов несколько. Первичный ключ здесь составляют домены «ИНВГ», «ИНВ№». В качестве вторичного ключа может быть использован набор доменов «ТИП», «ЦЕХ», «З№», так как наверняка такая последовательность доменов даст уникальный кортеж. Домен «ТИП» здесь является внешним ключом, так как он является первичным ключом отношения «Типы приборов». Отметим основные особенности отношений:

- кортежи отношений являются уникальными, т.е. ни одно отноше-

ние не содержит одинаковых кортежей;

ТИПЫ ПРИБОРОВ							
ТИП	РТ	КЛТ	Габаритные размеры			СТ	НАМ
			L	H	B		
Ц-19		1	200	120	40	890	13
ОС-64		1	800	400	400	560	13

СИТ								
ИНВГ	ИНВ№	ТИП	КУЭ	ЦЕХ	Пределы изме- рений		ГВЫП	З№
					ВГ	НГ		
3	018	Ц-19	05	1	-3	+3	1998	18365
3	164	Ц-19	04	1	-3	+3	1998	2541
17	005	ОС-64	05	2	-100	+100	2001	1024
26	140	ОС-64	01	1	-100	+100	2001	630
28	101	ОС-64	01	2	-100	+100	2001	951

СОСТОЯНИЕ					
ИНВГ	ИНВ№	ДП	ОП	РП	ДОП
3	018	17.10.00	-	Н	17.10.01
3	018	17.10.01	-	О	17.10.02
3	164	01.10.00	О	-	01.10.01
3	164	01.10.01	-	-	01.10.02

Рисунок 7.3. Отношения классов данных системы.

- проекция домена в кортеже (т.е. пересечение графы и строки в таблице) дает единственное значение (элементарное данное).

Заметим, что отношения, владеющие такими особенностями, являются нормализованными.

Программное обеспечение автоматизированной системы реализует алгоритмы расчетов показателей и функционирование моделей.

Базовым компонентом программного обеспечения любой системы является операционная система.

Всякая прикладная программа является отображением какой то части реального мира и поэтому содержит его формализованное описание в виде данных. Крупные массивы данных размещают, как правило, отдельно от исполняемого кода программы, и организуют в виде базы данных. Наиболее часто для работы с данными стали использовать особые программные комплексы - СУБД.

АСУ МО, являясь информационно-справочной системой, предполагает в своем составе набор средств общения системы с различными категориями ее пользователей.

Для информационных систем общего назначения такие средства общения представляет язык пользователя. Выбор или разработка такого языка в общем случае является одним из наиболее сложных и важных шагов

разработки информационной системы. Факторы, влияющие на выбор таких языковых средств зависят от характера категории пользователей и запросов их к информационной составляющей системы. К таким факторам относятся:

- уровень подготовки пользователя, его знание принципов обработки данных, навыки в формализации этапов этой обработки, опыт работы с системами автоматизированной обработки;
- степень регулярности обращения пользователя к системе (периодичность, частота обращений);
- способы выборки данных пользователем (последовательный, выборка по ключам, по «размытым» поисковым образам и т.п.).

Помимо факторов, характеризующих связь пользователя с системой следует учитывать автономные факторы человеко-машинного общения [5]:

- уровень отношения между процедурностью и естественностью языка, что существенно влияет на производительность системы;
- устойчивость интересов пользователя к системе — стабильность его стереотипов (выработанных в практике своей работы отдельных наиболее выразительно представляемых информационных образов).

Важно правильно сформулировать запрос пользователя на реализацию его интересов. При этом необходимо учитывать возможности системы реализации запросов, следовать принципам функционирования информационных систем, предполагая дальнейшее использование выразительных средств таких систем. Проблема же формализации запросов в таком случае решается достаточно просто, так как все вопросы уже решены при формировании запроса.

7.3. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Автоматизированное рабочее место метролога «АРММ», которое представляется в виде автоматизированной системы метрологического обслуживания средств измерительной техники, предназначено для автоматизации решения следующих задач метрологического обслуживания средств измерительной техники:

- учет СИТ предприятия;
- планирование поверочных работ;
- анализ состояния и рационального использования имеющегося парка СИТ;
- организация и управление деятельности метрологических служб;
- составление справок, содержащих определенные технические характеристики определенных групп СИТ (массы, объема, стоимости, количества) по различным уровням итогов (по месяцам, цеху, инвентарной группе);
- составление предупреждений цеху о непредъявлении приборов на поверку.

Структура АРММ представлена на рисунке 7.4.

Исходными данными для АРММ являются: учетные данные о СИТ и их состоянии (блок 1); извещения об изменениях состояния парка СИТ (блок 2); рапорта о поверках (блок 3); типовые технические характеристики СИТ (блок 4).

Результатами решения метрологических задач являются: планы поверочных работ (блок 5); справки о характеристиках парка СИТ, содержащие определенные технические характеристики различных групп СИТ (массы, объема, площади, стоимости, количества) по нескольким уровням итогов (по месяцам, цеху, инвентарной группе, «всего») (блок 6); предупреждения о непредъявлении СИТ на поверку (блок 7); заявки на приобретение СИТ (блок 8).

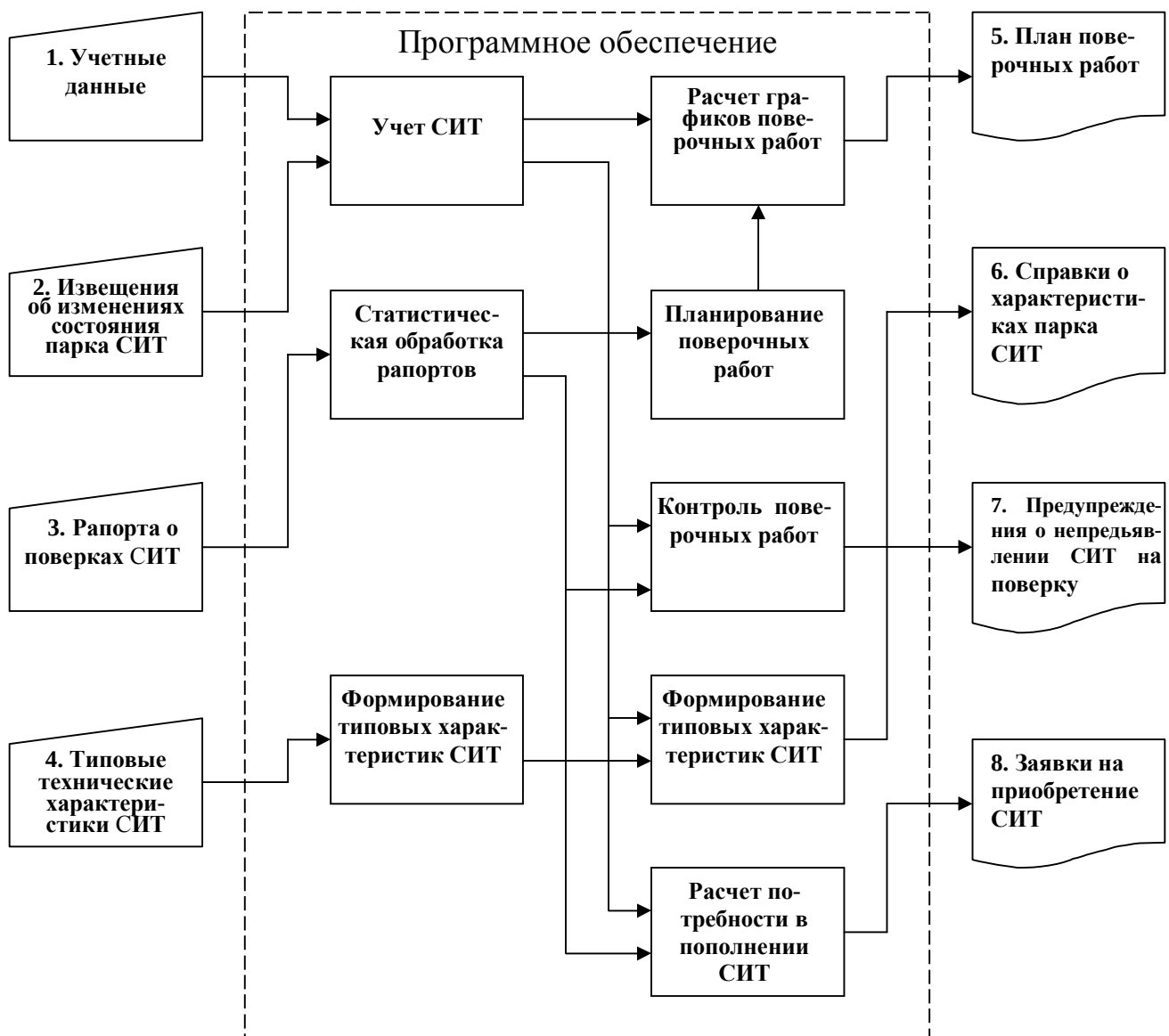


Рисунок 7.4. Структура «АРММ».

Автоматизированное рабочее место метролога - это компьютерная

информационная система, которая предназначена для хранения и накопления данных, поиска и отбора, их обработки с целью внесения необходимых изменений в выходные данные.

Программная среда разработана на основе Borland Delphi 6.0 [12], рассчитана на использование в операционной среде Windows и имеет привычный большинству пользователей стандартный интерфейс программ, работающих под Windows.

Работа с системой строится в диалоговом режиме с помощью меню, подсказок и т.п. Система представлена в открытом виде - система меню, подсказок таблиц и текстов может корректироваться пользователем как угодно.

При загрузке АРММ загружается главное окно программы (рисунок 7.5).

Главное окно состоит из следующих элементов:

- строки главного меню;
- рабочего окна.

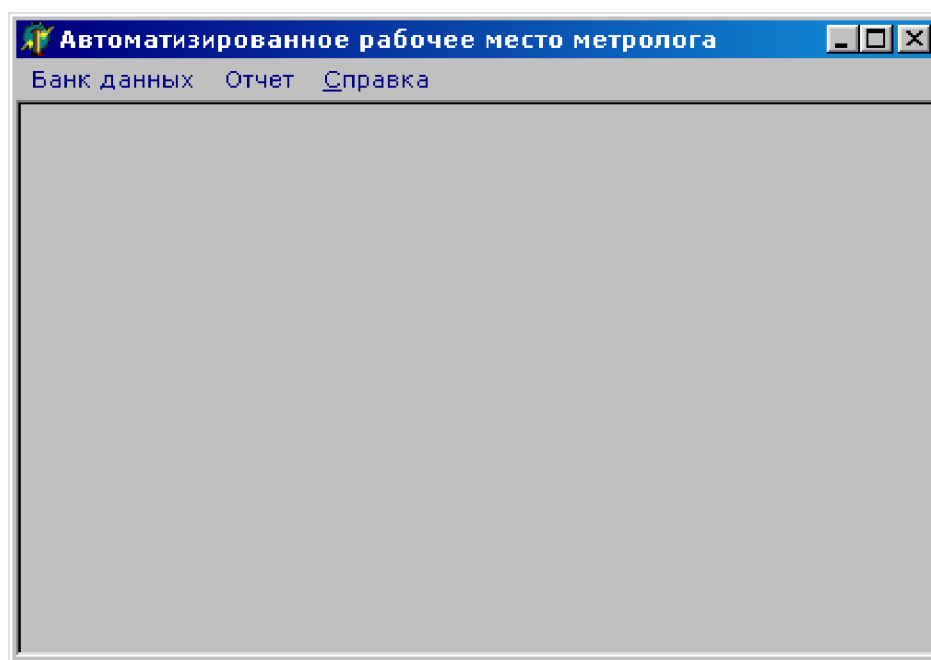


Рисунок 7.5. Главное окно АРММ.

Главное меню.

Строки меню являются самыми распространенными приложениями Windows. Главное меню позволяет получить доступ ко всем функциям, предоставляемым АРММ, таким как ввод данных, создание отчетов, просмотр базы данных и т.д.

Команды имеют клавиатурные комбинации, приведенные справа от имени команды.

Главное меню включает в себя:

- меню *Банк данных*;
- меню *Отчет*;
- меню *Справка*.

Меню *Банк данных* содержит следующие элементы:

- Средства измерительной техники;
- Типы приборов;
- Ввод данных;
- Выход.

Меню *Отчет* содержит команды, позволяющие создавать отчетные документы с результатами решения задач метрологического обслуживания.

Меню *Справка* позволяет получить доступ к руководству пользователя. В руководстве пользования при работе с системой приведены описание системы и ее назначение: состав программных и технических средств и их назначение; дано описание взаимодействия отдельных подсистем и блоков; указан порядок выполнения работы программы.

Команда *Средства измерительной техники* производит подключение к БД и выводит диалоговое окно *Средства измерительной техники*. (рисунок 7.6).

Средства измерительной техники

⏪ ⏩ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏵ ⏴ ⏴ ⏵ ⏴

Рис. 7.6. Диалоговое окно *Средства измерительной техники*.

Диалоговое окно *Средства измерительной техники* состоит из следующих элементов:

- панель инструментов;

- рабочее окно 1, содержащее таблицу «Средства измерительной техники»;
- рабочее окно 2, содержащее таблицу «Состояние»
- статусная строка.

Панель инструментов (рисунок 7.7) состоит из ряда кнопок выполняющих следующие функции:

- навигация по набору данных;
- изменение набора данных;
- работа с данными;
- вызов справки.

Для того, чтобы можно было работать с данными всей таблицы, то есть набора данных, необходимо перемещаться по нему вверх и вниз (такое перемещение называется «навигацией»). Для этого на панели инструментов имеются следующие кнопки:

Первый	Перемещает курсор на первую запись набора данных.
Последний	Перемещает курсор на последнюю запись набора данных.
Следующий	Перемещает курсор на следующую запись набора данных.
Предыдущий	Перемещает курсор на предыдущую запись набора данных.

Для изменения набора данных предусмотрены следующие кнопки:

Добавить	Добавление записи.
Удалить	Удаление записи.
Редактировать	Редактирование записи.
Сохранить	Сохранение текущих изменений в базу данных.
Отменить	Отмена текущих изменений.
Обновить	Обновить набор данных.

Для работы с данными:

Поиск	Поиск данных по значениям полей.
Фильтр	Фильтрация данных.

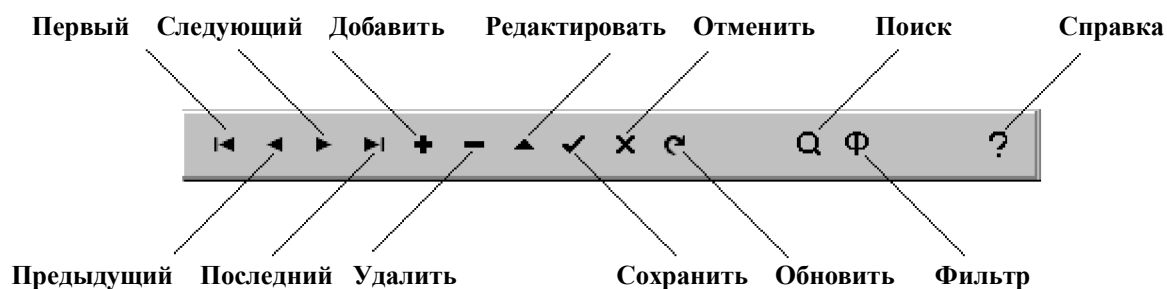


Рисунок 7.7. Панель инструментов.

Поиск СИТ в БД осуществляется по инвентарному или заводскому номеру.

Фильтрация данных осуществляется по следующим полям: «тип прибора», «цех» и «инвентарная группа».

Команда *Типы приборов* производит подключение к БД и выводит

на монитор диалоговое окно *Типы приборов*. (рисунок 7.8).

Пункт меню *Ввод данных* содержит команды ввода данных:

Индивидуальные характеристики СИТ;

Типовые технические характеристики;

Отчеты о результатах поверки.

Тип прибора	РТ	КЛТ	Длина	Ширина	Высота	Цена	Норма амортизации
Ц-19		1	200	120	40	890	13
ОС-64		1	800	400	400	560	13

ИНИГ	ИНВ№	Тип прибора	КУЭ	Цех	НГ	ВГ	ЕИ	ГВ	Э№
26	140	ОС-64	1	1	-100	100		2001	630
28	101	ОС-64	1	2	-100	100		2001	951
17	5	ОС-64	5	2	-100	100		2001	1024

Рисунок 7.8. Диалоговое окно *Типы приборов*.

Диалоговое окно ввода индивидуальных характеристик СИТ представлено на рисунке 7.9.

При вводе новой информации система запрашивает индивидуальный номер СИТ, и если такого в БД нет, сохраняет введенные данные. Затем система определяет наличие данного типа в БД и если такой тип не определен, предлагает ввести необходимые данные.

Меню *Отчет* для расчета и печати плана поверочных работ, перечня СИТ, составления справок, содержащих определенные технические характеристики определенных групп СИТ, составлении предупреждений цеху о непредъявлении приборов на поверку и др.

При планировании поверочных работ система запрашивает сроки планирования и подразделение предприятия (рисунок 7.10).

Рисунок 7.9. Диалоговое окно ввода данных.

Рисунок 7.10. Диалоговое окно ввода сроков планирования поверочных работ.

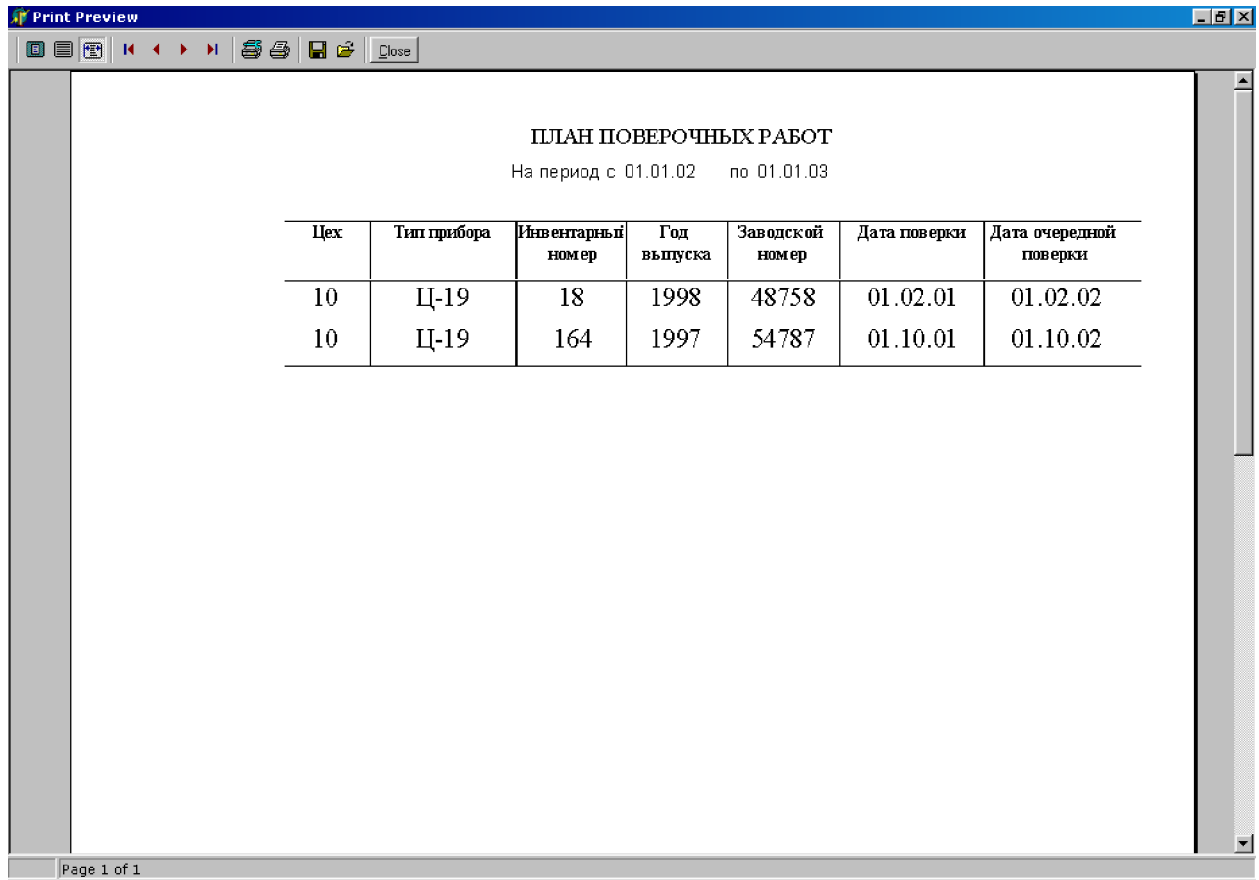
План поверочных работ выводятся на печать в удобном и наглядном виде, при этом предусмотрен режим предварительного просмотра и настройки параметров печати (рисунок 7.11.)

Завершение работы с программой осуществляется командой *Выход* меню *Банк данных*.

Деятельность администратора БД в части сопровождения БД характеризуется следующими функциями:

- оказание технической помощи пользователю при составлении описания БД;
- загрузка БД;

- поддержка БД в актуальном состоянии;
- обеспечение сохранности БД.



ПЛАН ПОВЕРОЧНЫХ РАБОТ
На период с 01.01.02 по 01.01.03

Цех	Тип прибора	Инвентарный номер	Год выпуска	Заводской номер	Дата поверки	Дата очередной поверки
10	Ц-19	18	1998	48758	01.02.01	01.02.02
10	Ц-19	164	1997	54787	01.10.01	01.10.02

Page 1 of 1

Рисунок 7.11. Формат экрана ввода-вывода данных (предварительный просмотр перед выводом на печать).

Описание БД производится на стадии разработки системы и как элемент ее эксплуатации не рассматривается.

Поддержка БД в актуальном состоянии осуществляется в процессе ее эксплуатации.

Обеспечение сохранности БД – это совокупность работ, обеспечивающих БД в рабочем состоянии, т.е. предотвращающих от разрушения БД вследствие неквалифицированного доступа, устраняющих последствия машинных сбоев и сбоев магнитных носителей.

Процесс эксплуатации базы данных системы «АРММ» предполагает обращение к ней в интерактивном режиме. Процесс эксплуатации БД предполагает выполнение следующих функциональных и информационно-справочных задач:

- планирование поверочных работ;
- ввод отчетов о результатах проверок;
- корректировка индивидуальных характеристик;
- корректировка типовых характеристик;
- ввод новых данных и др.

Планирование поверочных работ сводится к формированию и выдаче плана периодических проверок. План выдается с учетом начального и конечного сроков планирования, а также для определенных подразделений организации (предприятия). Если подразделение для которого необходимо сформировать график не указано – формируется план поверочных работ для всего предприятия.

Для режима ввода отчетов о результатах проверок система предлагает ввести индивидуальный номер СИТ и результаты проверки. После ввода информации система запоминает ее для формирования статистических данных.

Корректировка типовых (индивидуальных) характеристик производится в процессе эксплуатации базы данных. При этом тип СИТ и его инвентарный номер изменению не подлежат.

Программное обеспечение системы включает в себя:

- *CLGDB* – база данных InterBase-сервера для хранения данных о СИТ.

Сценарий создания базы данных приводится в приложении А;

- *ARMM.EXE* – загрузочный модуль для запуска системы.

- *RYKOVPOL HLP*- файл с описанием руководства пользователю

Программные модули:

- *Main1* – главный модуль программы;

- *Ci1, Tip1* – подключения к БД;

- *Vci, Vsost, Vtip* – ввода данных в БД;

- *Reprt1, Reprt2, Reprt3, VRep2, VRep3* – создания отчетов;

- *Filter, Poisk* – реализация фильтрации и поиска данных.

Листинги программных модулей *Main1, Ci1, Filter, Poisk, Vci, VRep2, Reprt2*, приведены в приложении Б.

7.4. ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Результаты функционирования данной системы, как и любой другой АСУ, проявляются в источниках ее эффективности при внедрении. В общем случае методы определения экономической эффективности АСУ различных назначений значительно отличаются между собой главным образом составом элементов неупорядоченности (потерь) и степенью влияния использованной информации на состояние управляемой системы.

Основным критерием экономической эффективности разработки и внедрения АСУ является рост прибыли промышленного предприятия на основе роста производительности общественного труда, т.е. в основном за счет снижения затрат на производство продукции.

В качестве количественного выражения экономической эффективности создания АСУ принимается годовая экономия от внедрения АСУ и срок окупаемости дополнительных капитальных вложений.

Источниками экономической эффективности в сфере производства

при внедрении АСУ являются:

- увеличение выпуска продукции;
- рост производительности труда благодаря лучшей организации производства;
- сокращение простоев и сверхурочных работ;
- повышение коэффициента загрузки оборудования;
- снижение брака благодаря повышению ритмичности производства;
- уменьшение нормируемых оборотных средств;
- сокращение потерь товароматериальных ценностей;
- снижение непроизводительных расходов, связанных с уменьшением штрафов, пени, неустоек,
- сокращение условно постоянных расходов.

Факторы экономии и собственно экономия по каждому фактору в ряде случаев могут быть определены прямым счетом. Это, как правило, можно сделать для АСУ, дающих большую экономию, где осуществляются расчеты по оптимизации плана производства либо внедрение АСУ сопровождается значительным сокращением потерь в производстве. Экономия, получаемая в результате оптимизации плана производства, прямо пропорциональна затратам и условно постоянным расходам и целиком включается в общую экономию от АСУ. Прибыль, получаемая от увеличения выпуска продукции в результате оптимизации плана производства, также добавляется к общей экономии в полном объеме.

В большинстве случаев на современном этапе применения АСУ их эффективность приходится определять с помощью ряда приемов, которые в сумме и составляют методику.

Экономическая эффективность АСУ определяется годовым приростом прибыли в связи с функционированием АСУ, годовым экономическим эффектом и эффективностью затрат на ее создание (рисунок 1).

Если говорить о косвенных составляющих эффективности внедрения системы, то нужно отметить следующее. Первый положительный сдвиг после внедрения системы наблюдается в части систематизации измерительной техники, наведения порядка в учете СИТ. Поскольку для системы требуется информация о наличии различных СИТ, их состоянии, технических характеристиках, то ее внедрению предшествует этап паспортизации измерительной техники. Это приводит к наведению порядка в измерительном хозяйстве.

Следующее, что приносит внедрение системы автоматизации МО СИТ — это наведение порядка в организации поверочных работ, что можно сделать и вручную, но с большими затратами; ЭВМ выдает график проверки приборов по месяцам и подразделениям. Первый график передается в метрологическую службу для планирования поверочных работ, другой — подразделениям для планирования предъявления имеющихся у них СИТ на проверку. График составляется с учетом равномерной загрузки метрологической службы. Это способствует производству поверительных работ в наиболее короткие сроки.

Рисунок 1. Диалоговое окно ввода данных для расчета экономической эффективности метрологического обеспечения предприятия

С другой стороны, регулярные поверки СИТ способствуют поддержанию их высоких технических характеристик, что, в свою очередь, положительно сказывается на качестве выпускаемой продукции. В случае отклонений в поверочных работах (прибор не предъявлен вовремя на поверку либо подлежит списанию по результатам поверки) система выдает соответствующую информацию в виде заявок приобретения приборов взамен списанных либо предупреждений подразделением о срыве сроков предъявления СИТ на поверку. Это способствует своевременному обновлению парка СИТ, поддержанию его в удовлетворительном техническом состоянии, исполнительской дисциплине подразделений, эксплуатирующих СИТ и т. д.

Далее в процессе функционирования системы накапливается статистика отказов СИТ, на ее основании производится перерасчет МПИ с учетом различных критериев (качества выпускаемой продукции, экономических показателей и т. п.). Дальнейшее планирование процесса поверочных работ производится на основании нового МПИ, что приводит к снижению потерь на поверочные работы, улучшению комплексных показателей работы метрологической службы предприятия.

Система позволяет рассчитывать производственные площади под метрологические службы, определять трудоемкость выполнения работ по метрологическому обслуживанию. Причем определяется верхняя и нижняя границы трудоемкости выполнения таких работ. Т.е. можно оценить, до

какой величины можно сократить трудоемкость выполнения поверочных работ за счет рациональной организации и совмещения работ, освоения смежных профессий и т. п.

Таким образом, в процессе проведенных исследований в области автоматизации метрологического обслуживания СИТ были получены следующие результаты:

- определены задачи метрологического обслуживания СИТ подлежащие автоматизации;
- рассмотрены общие принципы построения и методы автоматизированного управления метрологическим обслуживанием СИТ;
- разработана автоматизированная система метрологического обслуживания средств измерительной техники.

Автоматизированная система метрологического обслуживания средств измерительной техники «АРММ» предназначенная для автоматизации решения задач метрологического обслуживания СИТ, в частности:

- учета СИТ;
- планирования поверочных работ; анализа состояния и рационального использования имеющегося парка СИТ;
- организации и управления деятельности метрологических служб;
- составления справок, содержащих определенные технические характеристики определенных групп СИТ;
- составления предупреждений цеху о непредъявлении приборов на поверку и др.

Программная среда разработана на основе Borland Delphi 6.0 [12], рассчитана на использование в операционной среде Windows и имеет привычный большинству пользователей стандартный интерфейс программ, работающих под Windows.

1. Игнаткин В.У. и др. Автоматизация метрологического обслуживания средств измерений промышленного предприятия. – М.: Изд-во стандартов. 1988. – 208 с.

2. Милославский А.Г., Троцан А.Н. Прикладная метрология: Учебное пособие. – Донецк: ДонГУ, 1999. – 87 с.

3. Закон Украины «О метрологии и метрологической деятельности» - 13 марта 1998 г.

4. Покровский Р.П. Основы эксплуатации средств измерений. -М.: Радио и связь, 1984. – 184 с.

5. Игнаткин В.У. и др. Методические вопросы разработки и внедрения АСУ – Метролог/Сборник научных трудов ВНИИМС. – М., 1986.

6. ДСТУ 3215-95. Метрология. Метрологическая аттестация средств измерительной техники. Организация и порядок проведения.

7. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной тех-

ники. Богданов Г.П., Кузнецов В.А., Лотонов М.А. и др. – М.: Радио и связь. 1990. – 240 с.

8. Зотов А.Г. и др. Формирование информационной базы данных по метрологическому обеспечению в Минприборе // Измерительная техника, - 1985. -№ 5, -С. 65.

9. ДСТУ 2708-94. Метрология. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения.

10. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб. –М.: Издательство стандартов, 1990. – 352с.

11. О реализации документального контура многоцелевой информационно-справочной системы / В.И. Мордань, Ф.Д. Кожурин, Н.Н. Грунский, В.И. Карпенко//Управляющие системы и машины. –1984. -№1. –С. 93-98.

12. Кандзюба С.П., Громов В.Н. Delphi 6. Базы данных и приложения. Лекции и упражнения. – К.: Издательство «ДиаСофт», 2001. –576 с.