

# ЎЛЧОВ ТЕХНИКАСИ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

---

---

## О метрологическом обеспечении информационно-измерительных систем

Б.С. Утабаев (ГУП «UNICON.UZ»)

*В данной статье рассматриваются вопросы метрологического обеспечения информационно-измерительных систем (ИИС). Даны краткие сведения о структуре построения, расчета метрологических характеристик измерительных каналов ИИС. Отмечены проблемы метрологического обеспечения ИИС и пути их решений.*

*Ушбу мақолада ахборот ўлчаш тизимлари (АУТ) метрологик таъминотининг масалалари кўриб чиқилмоқда. АУТни шакллантириш структурасини, АУТни ўлчаш каналларининг метрологик характеристикаларини ҳисоблаш тўғрисида қисқача маълумотлар берилган. АУТларининг метрологик таъминоти муаммолари, ҳамда уларни ҳал қилиш йўллари кўрсатиб ўтилган.*

*This article discusses the issues of metrological provision of information-measuring systems (IMS). Brief information is given about the structure of construction, calculation of the metrological characteristics of measuring channels MIS. There are problems of metrological provision and IMS solutions.*

### Введение и постановка задачи

В настоящее время в целях обеспечения должного уровня качества предоставляемых услуг связи, необходимо своевременно проводить комплексные измерения и мониторинг ряда основных параметров оборудования и кабелей телекоммуникаций.

Основными параметрами, требующими постоянного мониторинга и измерения в системах телекоммуникаций являются параметры междугородних и внутризонавых волоконно-оптических систем передачи, систем электропитания телекоммуникационного оборудования, систем измерения длительности соединений, систем тактовой сетевой синхронизации, параметры волоконно-оптического кабеля и др.

Однако всем известно, что, использование целого парка измерительной техники и персонала измерителей приводит к усложнению системы мониторинга сетей телекоммуникаций и в связи с этим, применение на современном этапе информационно-измерительных систем (ИИС) в сфере телекоммуникаций является своевременным и актуальным решением обеспечения качества.

Это связано с тем, что, один комплект ИИС функционально способен заменить пять и более средств измерений, задействованных для выполнения конкретной миссии измерения и мониторинга.

При этом применение ИИС в системах телекоммуникаций, должно быть регламентировано в установленном порядке.

В соответствии с законом РУз «О метрологии», статьей 13 объектами государственного метрологического контроля и надзора [1] являются:

- эталоны;
- средства измерений (СИ);
- стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов;
- информационно-измерительные системы;
- методики выполнения измерений;
- иные объекты, предусмотренные нормами и правилами метрологии.

Учитывая вышеуказанное, при применении на сети телекоммуникаций ИИС, они также как СИ, должны быть метрологически обеспечены, должны пройти процедуры метрологической аттестации и занесения в государственный реестр СИ, разрешенных к использованию в РУз. [2, 3, 4, 5]:

Учитывая необходимость, метрологического обеспечения данных ИИС целью статьи является исследование принципов метрологического обеспечения ИИС и поиск эффективных методов решения по данному вопросу.

### Основные сведения, структура и классификация ИИС

В соответствии с стандартным определением ИИС — это совокупность определенным образом соединенных между собой линиями связи средств измерений (измерительных преобразователей, мер, измерительных коммутаторов, измерительных приборов) и других технических устройств (компонентов измерительной системы), образующих измерительные каналы, реализующая процесс измерений и обеспечивающая автоматическое (автоматизированное) получение результатов измерений (выражаемых числом или кодом) в общем случае изменяющихся во времени и распределенных в пространстве величин, характеризующих определенные свойства (состояние) объекта измерений [2 и 3]

В зависимости от выполняемых функций ИИС реализуются в виде измерительных систем (ИС), систем автоматического контроля, технической диагностики и др.

В свою очередь в зависимости от назначения ИИС разделяют на измерительные информационные, измерительные контролируемые, измерительные управляющие системы и др.

Обобщенная структурная схема построения ИИС показана на рисунке 1.

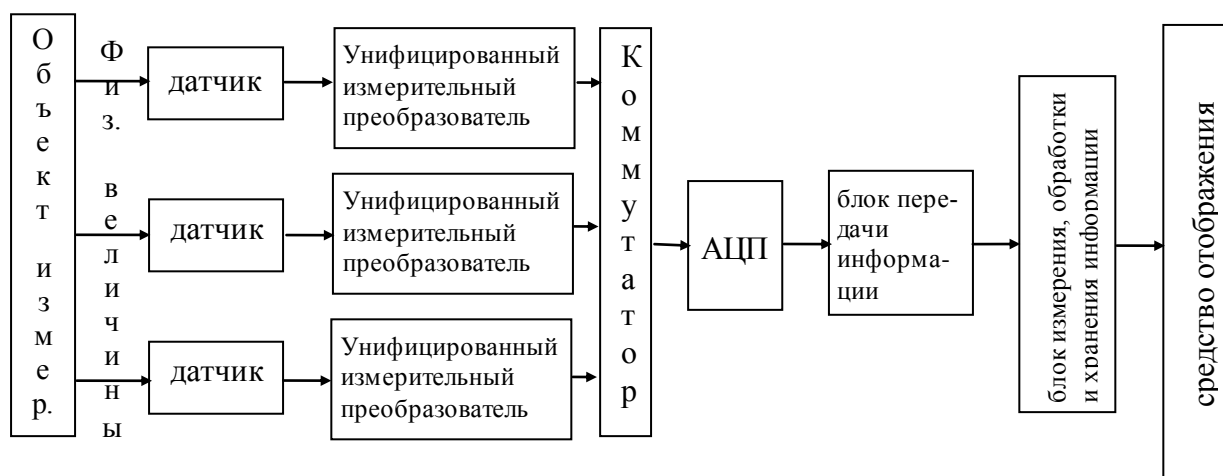


Рис. 1. Обобщенная структурная схема ИИС

Как видно из рисунка 1 к объекту измерения подключают два и более измерительных датчиков, которые через унифицированные измерительные преобразователи и коммутатор передают полученную измерительную информацию аналогово-цифровым преобразователям (АЦП).

АЦП в свою очередь через блок передачи информации отправляют на измерительный блок для дальнейшей обработки, отображения, временного и постоянного хранения.

Таким образом, основная функция ИИС — это получение измерительной информации от объекта исследования, ее обработка, передача, представление информации оператору или/и компьютеру, запоминание, отображение и формирование управляющих воздействий [5].

Применяемые ИИС должны автоматизировать производственные и другие процессы с последующей статистической и динамической обработкой полученной информации, с целью повышения уровня качества обслуживания и исключения ошибок, сбоев за счет «человеческого» и технического факторов[6].

По организации алгоритма функционирования классифицируют следующие виды ИИС:

- с заранее заданным алгоритмом работы, правила, функционирования которых не меняются, поэтому их можно использовать только для исследования объектов, работающих в постоянном режиме;
- программируемые, меняющие алгоритм работы по заданной программе, составляемой в соответствии с условиями функционирования объекта исследования;
- адаптивные, чей алгоритм работы, а часто и структура, изменяются, приспосабливаясь к изменениям измеряемых величин и условий работы объекта;
- интеллектуальные, обладающие способностью к перенастройке в соответствии с изменяющимися условиями функционирования и способные выполнять все функции измерения и контроля в реальном масштабе времени.

Но, как известно, любая ИИС должна быть технически и метрологически обеспечена.

Если технические вопросы решает служба технического сервиса, то метрологическое обеспечение ИИС должны выполнять метрологи или ответственные за метрологическое обеспечение производства.

И в дальнейшем в целях метрологического подтверждения требованиям метрологических норм и правил, ИИС должны периодически в соответствии с утвержденной методикой и межповерочным интервалом времени, должны проходить государственную поверку в метрологических службах.

Наиболее крупной структурной единицей, для которой могут нормироваться метрологические характеристики (МХ), является измерительный канал (ИК) ИИС.

### **Особенности метрологического обеспечения ИИС**

ИИС состоит из первичных преобразователей, ИК, АЦП, измерительных блоков, узлов и других составляющих ИИС.

Обычно нормированные значения МХ ИК ИИС регламентируются техническими документами на СИ (техническое описание, руководство пользователя и др.).

Но, кроме контроля МХ ИК самого ИИС, необходимо контролировать такой параметр как, погрешность измерения ИИС в целом.

Основная погрешность измерения ИИС состоит из двух составляющих – погрешности первичного преобразователя (ПИП) и погрешности измерительного канала [7].

Вышеуказанные погрешности составляющих общую погрешность ИИС определяются по известным расчетным формулам:

#### **Расчет общей погрешности ИИС**

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{ПИП}} + \Delta_{\text{ИК}} , \quad (1)$$

#### **Расчет погрешности ПИП**

$$\Delta_{\text{ПИП}} = \frac{\delta}{X_{\text{ИЗМ}} \cdot 100} = \frac{\gamma}{X_N \cdot 100} , \quad (2)$$

### Расчет погрешности ИК

$$\Delta_{\text{ИК}} = \frac{\gamma}{X_N \cdot 100} , \quad (3)$$

где:

$\Delta_{\Sigma}$  - суммарная погрешность ИК, выраженная в абсолютной форме;

$\Delta_{\text{ПИП}}$  – погрешность ПИП, выраженная в абсолютной форме;

$\Delta_{\text{ИК}}$  - погрешность электрической части ИК, выраженная в абсолютной форме;

$X_{\text{изм}}$  – измеренное значение;

$X_N$  – нормированное значение диапазона шкалы;

$\Delta$  – относительная погрешность измерений;

$\gamma$  – приведенная погрешность измерения.

Таким образом, если известна структура построения ИСС, т.е. количество измерительных преобразователей (ИП) и ИК, то можно с помощью расчетных формул и подставляя известные значения МХ ИК компонентов ИИС, можно определить погрешность измерения ИИС в целом.

Проведя исследование информационных материалов из технической литературы по метрологическому обеспечению (МО) ИИС [3-7], можно отметить следующие основные особенности ИИС и связанные с ними проблемы МО ИИС (См. Таблицу 1).

### Основные особенности ИИС и связанные с ними проблемы МО ИИС

Таблица 1

Особенности ИИС 1	Проблемы МО ИИС 2
Многофункциональность	- обеспечение одновременных измерений ряда физических величин; - построение обобщенных оценок большого числа параметров; - вычисление комплексных параметров
Наличие в составе системы ЭВМ	Решение задач, связанных с оценкой качества алгоритмов обработки вычислений
Многоканальность	Оценка, уменьшение и исключение влияния каналов друг на друга
Неразрывная связь многих ИИС с объектом, на котором они эксплуатируются, невозможность снятия таких систем с объектов, не нарушая целостности	Решение проблем проведения метрологического обслуживания, в условиях невозможности привязки используемых СИ к эталону путём перемещения СИ к месту дислокации эталона. Невозможность комплектной поверки ИК по условиям установки датчиков на объекте
Сложность описания объектов и их моделирования	Сложность учета влияния объекта на точность измерений в условиях дефицита исходной (априорной) информации
Агрегатный способ построения	Возможность исследования ИИС в целом только на объекте эксплуатации
Распределения компонентов ИИС в пространстве	Учет влияния на точность измерений различных условий эксплуатации компонентов ИИС

Окончание таблицы 1

<b>Особенности ИИС</b>	<b>Проблемы МО ИИС</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
Возможность изменения состава ИИС в процессе эксплуатации	Сложность регламентации требований к системам на момент их выпуска
Наличие динамических режимов измерений	Необходимость исследования динамических свойств системы и сопряжения их со свойствами объекта

Как видно из таблицы 1, пути решения МО ИИС для отдельно взятых позиций необходимо решать системно или поэтапно.

Так, например:

- если ИИС выпускается, как единое целое, то в нормативной документации на ИИС должны быть установлены метрологические характеристики (МХ) ИК и методы их контроля в целом. Если же ИИС строится по агрегатному принципу, то тогда регламентируются расчетные МХ и методы расчета МХ ИК ИИС по МХ входящих в их состав компонентов, либо нормируются индивидуальные характеристики ИК систем и методы их экспериментального определения;

- если все компоненты ИИС находятся в одинаковых внешних условиях, то функции влияющих величин (ВВ) и дополнительные составляющие неопределённости, возникающие под их воздействием, нормируются, как для обычных ИИС;

- если в различных условиях, то нормирование и определение ВВ – исключительно сложная задача, для решения которой прибегают к планированию эксперимента. Когда функция влияния одной ВВ на МХ зависит от других ВВ, необходимо нормировать и определять многомерные функции влияния и проводить многофакторный эксперимент;

- аналоговые вычислительные устройства рассматривают, как обычные измерительные компоненты системы и соответствующим образом нормируют их МХ. Если используются сложные вычислительные устройства (включая ЭВМ), то возникает задача регламентации МХ или алгоритмов их вычислений.

МО ИИС охватывает весь путь жизни созданной и внедренной ИИС и включает все вопросы контроля не только расчета МХ ИК ИИС, но и последующие операции по МО ИИС:

- метрологический контроль МХ ИК ИИС на этапах проектирования и ввода в эксплуатацию;

- метрологическая экспертиза технической документации на ИИС;

- прогнозирование и определение характеристик неопределённости измерений ИИС в соответствии с руководством по выражению неопределенностей измерений;

- поверка и калибровка ИИС;

- метрологический надзор за выпуском, монтажом, наладкой, состоянием и применением ИИС;

- проверка уровня защиты информации по МО ИИС от несанкционированного доступа на программном и аппаратном уровне.

## Выводы

1. Основная функция ИИС — это получение измерительной информации от объекта исследования, ее обработка, передача, представление информации оператору или/и компьютеру, для последующего запоминания, отображения и формирование управляющих воздействий;

2. Информационно-измерительных системы (ИИС) также как СИ должны быть метрологически обеспечены;

3. Нормированные значения МХ ИК ИИС должны быть регламентированы техническими документами на СИ (техническое описание, руководство пользователя и др.).

4. Основная погрешность измерения ИИС состоит из двух составляющих – погрешности первичного преобразователя и погрешности измерительного канала;

5. Если известна структура построения ИИС, т.е. количество измерительных преобразователей и измерительные каналы, то можно с помощью расчетных формул и подставляя известные значения, определить метрологические характеристики ИИС в целом;

6. Необходимо учитывать влияния на точность измерений различных условий эксплуатации компонентов ИИС;

7. Пути решения МО ИИС для отдельно взятых позиций необходимо решать системно или поэтапно.

Обеспечение вышеуказанных решений по МО ИИС поможет обеспечить долгую, бесперебойную и качественную эксплуатацию, внедряемых в телекоммуникациях ИИС.

## Литература

1. Закон Республики Узбекистан «О метрологии». (Ведомости Верховного Совета Республики Узбекистан, 1994 г., № 2, ст. 48; Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 2000 г., № 5-6, ст. 153; 2003 г., № 5, ст. 67; Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2013 г., № 18, ст. 233).

2. O'z DSt 8.010.1:2002 Метрология. Термины и определения. Часть 1. Основные и общие термины;

3. O'z DSt 8.010.2:2003 Метрология. Термины и определения. Часть 2. Средства измерений и их параметры;

3. Ацюковский В.А. Основы организации системы цифровых связей в сложных информационно-измерительных комплексах. — М. Энергоатомиздат, 2001. — 97 с.;

4. Метрологическое обеспечение измерительных информационных систем (теория, методология, организация) / Е. Т. Удовиченко, А.А. Брагин, А.Л. Семенюк и др. — М. Издательство стандартов, 1991. — 192 с.;

5. Классификация измерительных систем и их измерительных каналов как основа выбора способа метрологического обслуживания / А. А. Данилов // Законодательная и прикладная метрология. — 2007. — №4. — С. 74-78.;

6. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы: - М.: Энергия, 1974.;

7. Кузнецов В.П. Метрологические характеристики измерительных систем. — М.: Машиностроение, 1984.

