

УДК 621.391

А.Ю. СТРЮК, Я.В. ЯНСОНС

*Военный институт телекоммуникаций и информатизации Национального технического университета Украины «КПИ», Украина*

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОССТАНОВЛЕННЫХ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

*Показана актуальность разработки информационных систем основанных на методах и алгоритмах повышения качества речевых сигналов. Повышение качества основано на проведении объективного оценивания веса элементов кадра речевых сигналов, их ранжировании и последующей дифференцированной защите. Разработана информационная технология поддержки принятия решения и информационная технология экспертных систем по обеспечению высокого качества речевых сигналов телекоммуникационной подсистемы передачи речи. Представлена схема потоков, процессов и инструментальных средств информационной технологии поддержки принятия решения по обеспечению высокого качества речевых сигналов телекоммуникационной подсистемы передачи речи.*

*Ключевые слова:* информационная технология, кодирование речи, объективная оценка качества речи, канальное кодирование, качество речевого сигнала.

### Введение

В современных сетях связи основной объем трафика приходится на речевую информацию. По оценкам экспертов, до 2015 года доля речевого трафика будет составлять более 50 процентов общего трафика сетей связи.

Проблемы ограниченности пропускной способности каналов связи, увеличения потоков передаваемых данных, необходимости качественной передачи речевого сигнала (РС), требуют разработки новых, эффективных методов обработки РС в радиотехнических и телекоммуникационных системах. Передача оцифрованного РС по каналу связи неминуемо приводит к его искажению, под действием помех. Одним из способов борьбы с помехами является применение помехоустойчивого кодирования. Применение классических схем помехоустойчивого кодирования приводит к повышению требований к полосе пропускания канала связи. Задача поиска компромисса между требуемой помехоустойчивостью (а значит и качеством РС) и пропускной способностью канала связи может быть частично решена за счет тщательного анализа перцепционных свойств РС и приоритетной защиты тех элементов сигнала, которые оказывают наиболее весомое влияние на качество воспроизведения речи. Необходимым условием дифференцирования элементов РС, является наличие развитых методов и алгоритмов объективной оценки речевой информации.

### 1. Постановка задачи

Информационной технологией (ИТ) является совокупность процессов, цель которых – получение информации совершенно нового качества о состоянии как объекта в частности, так и совокупности объектов, процесса или процессов, а также явлений (информационных продуктов). Под совокупностью процессов информационной технологии подразумеваются различного рода методы и средства сбора, обработки, хранения и передачи исходной (первичной) информации [1, 2].

Создание ИТ для систем приема, обработки и передачи речевой информации является актуальной задачей исходя из важности создания подобной аппаратуры [3, 4].

Созданию узлов и конечных агрегатов аппаратуры обеспечивающей обработку речевых сигналов предшествует создание ИТ. ИТ описывающая процедуры обработки речевой информации позволяет в полной мере описать функционирование, как отдельных элементов, так и всего устройства в целом. Использование ИТ обеспечивает экономию трудозатрат связанных с созданием устройств по приему, обработке и передаче речевых сообщений [5, 6].

### 2. Решение задачи

Информационная технология по обеспечению высокого качества РС телекоммуникационной подсистемы передачи речи, является процессом,

направленным на получение информации о состоянии и параметрах телекоммуникационной подсистемы передачи речи и ее отдельных элементов, которая в последующем будет использоваться в процессе обеспечения требуемых показателей качества РС.

Информационная технология по обеспечению высокого качества РС относится к виду ИТ, являющихся частью ИТ поддержки принятия решений и систем поддержки принятия решений, основные компоненты которой представлены на рис. 1.

Ядром ИТ по обеспечению высокого качества РС является программная подсистема анализа, состоящая из следующих компонент:

- система управления базой исходных данных – обеспечивает отбор начальных данных (например, доступная полоса пропускания канала связи, минимальное требуемое качество РС, совокупность помехоустойчивых кодов и т.д.), из некоторой БД для их последующей обработки;

- система управления базой исходных моделей и методов – обеспечивает выбор необходимых моделей (например, канала связи и др.) и методов (например, кодирования РС и др.) для обработки данных полученных от системы управления базой исходных данных;

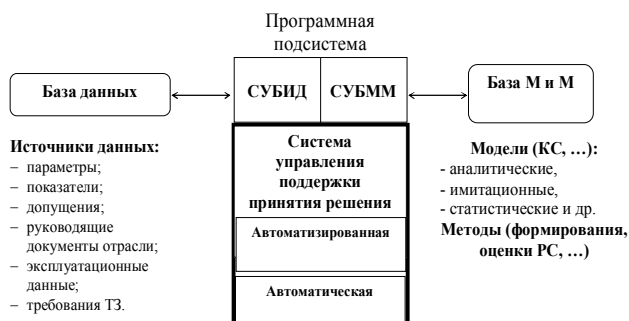


Рис. 1. Основные компоненты ИТ поддержки принятия решения по обеспечению высокого качества РС телекоммуникационной подсистемы передачи речи

- система управления принятием решений может быть двух видов. Первый вид предполагает наличие человека и обеспечивает отображение выходной информации в понятной для пользователя форме, а также позволяет пользователю корректировать работу системы управления базой исходных данных и системы управления базой исходных моделей и методов. Второй вид обуславливает принятие решение самостоятельно на основе имеющихся данных и данных полученных от системы управления базой исходных данных и системы управления

базой исходных моделей и методов, с учетом соответствия принимаемого решения заранее определенному критерию.

Конкретная современная ИТ представляет собой ряд определенным образом взаимосвязанных компонентов и инструментальных средств. ИТ имеет сложную структуру и определяется в результате компиляции и синтеза базовых технологических операций, специализированных технологий и средств реализации. К базовым технологическим операциям относятся: извлечение, передача, обработка, хранение, представление и использование информации. Специализированными технологиями являются базовые ИТ, используемые в конкретных технологиях в виде отдельной компоненты (например, технологии защиты информации, искусственного интеллекта), и технологии, отражающие специфику конкретной предметной области (управление и планирование в промышленности и экономике, образование, автоматизированное проектирование). Классификационно средства реализации ИТ делятся на технические, информационные, методические, математические, алгоритмические и программные [2].

Предлагаемая в данном подразделе технология по обеспечению высокого качества РС телекоммуникационной подсистемы передачи речи, является специализированной технологией в виде отдельной компоненты, такой как технология повышения качества РС.

Рассматриваемая ИТ предназначена для использования на этапах разработки, проектирования и эксплуатации телекоммуникационной подсистемы передачи речевой информации. Поэтому основными составляющими являются конкретные информационные потоки и их преобразования (т.е. процесс преобразования информации), а также математические средства (используемый математический аппарат) и соответствующие программные средства. Эти составляющие имеют непосредственное отношение к анализу ситуации и повышению качества РС циркулирующих в системе.

На рис. 2 представлена схема взаимодействия информационных потоков, процессов и инструментальной поддержки ИТ по обеспечению высокого качества РС телекоммуникационной подсистемы передачи речи в соответствии с разработанным методом повышения качества РС. Исходными данными для ИТ являются: требования проектной документации (технического задания – ТЗ, технических условий – ТУ), статистические данные по результатам оценки элементов параметров кадров закодированных РС, данные о характере и параметрах используемых моделей и методов. Результатом выполнения первого этапа и исходными данными для

обеспечения высокого качества РС телекоммуникационной подсистемы передачи речи являются: метод оценки качества РС, значения качества

элементов параметров кадра РС в зависимости от степени влияния на качество восстановленного сигнала, а также требования к качеству РС.

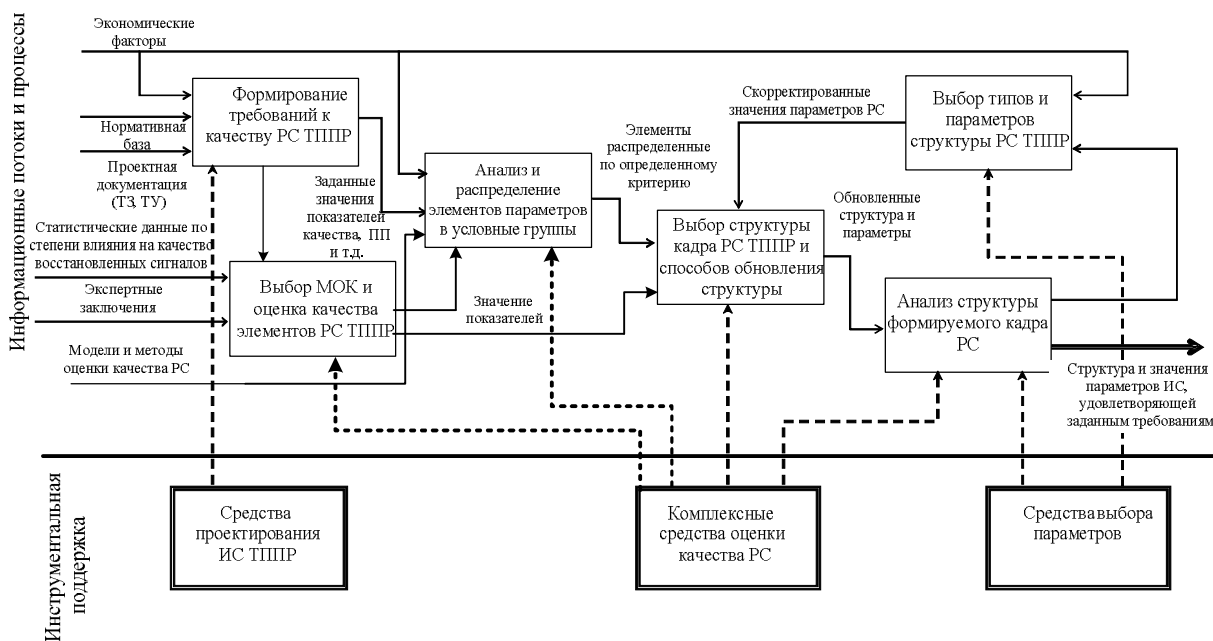


Рис. 2. Схема потоков, процессов и инструментальных средств ИТ поддержки принятия решения по обеспечению высокого качества РС телекоммуникационной подсистемы передачи речи

Следующий этап непосредственно реализуется на основе разработанного метода повышения качества РС телекоммуникационной подсистемы передачи речи в целом с учетом полученных данных, путем анализа текущих параметров системы передачи речевой информации и формирования оптимальной структуры кадра РС.

Четвертым и заключительным этапом работы предлагаемой ИТ по обеспечению высокого качества телекоммуникационной подсистемы передачи речи является анализ полученных параметров структуры кадра РС, путем сравнения их с заданными требованиями.

ИТ экспертных систем по обеспечению высокого качества представляет собой ИТ, в которой конечное решение принимается на основе экспертного мнения. В данном случае решение принимается автоматически. Конкретное решение – является выбором определенной, заранее рассчитанной структурой РС.

Множество возможных вариантов кадров РС, рассчитанные с использованием разработанных методов, хранятся в базе данных в виде совокупности структур и соответствующих им номеров. Каждому номеру (варианту структуры) соответствуют определенные значения исходных данных, изменяющихся параметров системы. Соответствие реализовано

таким образом, что данная структура является наилучшей из возможных и обеспечивает максимальное качество РС. Основные компоненты ИТ представлены на рис. 3.

Отличительной особенностью разработанной ИТ экспертных систем, кроме принятия решения на основе заранее сформированных ответов (выбор определенного), является то, что ИТ экспертных систем при определенных условиях наращивает функциональные составляющие, которые позволяют ей переходить к структуре ИТ поддержки принятия решения.

Одним из таких условий является, несоответствие ни одного из вариантов структур БД решений заданным требованиям по обеспечению качества РС и пропускной способности канала связи.

Функциональной составляющей, которая позволяет преобразовывать ИТ экспертных систем к ИТ поддержки принятия решения является устройство, работа которого основана на разработанном методе повышения качества РС [7 – 11]. Данное устройство позволяет произвести анализ состояния системы, определение, расчет и выдачу конкретного решения на основе проведенного анализа, о структуре кадра РС, и обеспечить максимизацию качества восстановленного РС.

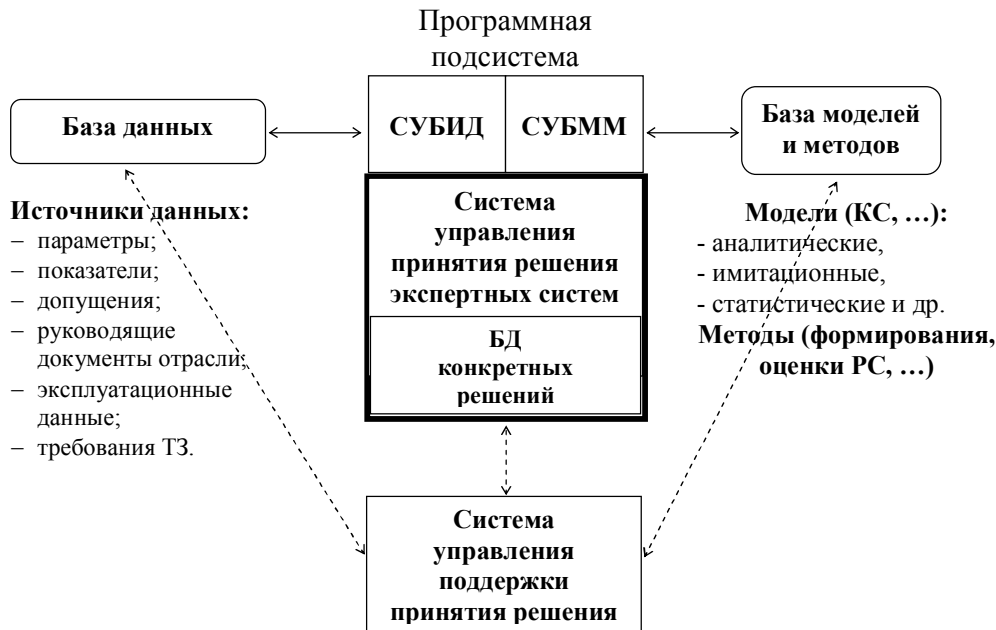


Рис. 3. Основные компоненты разработанной ИТ экспертных систем по обеспечению высокого качества РС телекоммуникационной подсистемы передачи речи

Элементы разработанных ИТ были использованы для анализа и обработки элементов параметров кадров РС в соответствии с проведенными исследованиями с целью повышения качества восстановленных РС в различных устройствах связи.

Таковыми устройствами являются: семейство радиостанций ультракоротковолнового диапазона „Акация” и коротковолновой радиостанции Р-1151 (СКБ ООО „Телекарт-прибор”).

Применение метода повышения качества РС позволило получить оптимальную структуру кадров РС.

Использование данной структуры позволяет повысить качество РС до 15%, относительно требований технического задания. Данная цель достигнута вследствие применения автоматизированной объективной оценки качества РС, перераспределения элементов параметров цифрового РС, структуризации и дифференцирования защиты кадра передаваемых речевых данных.

### Заключение

Определены общие концепции ИТ поддержки принятия решения по обеспечению высокого качества РС телекоммуникационной подсистемы передачи речи и их элементов, основанные на предложенных в работе соответствующих методах. Рассмотрены ключевые составляющие данных ИТ, имеющие непосредственное отношение к обеспечению качества – информационные пото-

ки, их преобразование, и программные средства.

Предложены элементы ИТ экспертных систем по обеспечению высокого качества РС телекоммуникационной подсистемы передачи речи.

### Литература

1. Макарова Н.В. Информатика: учебник / Н.В. Макарова. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 768 с.
2. Советов Б.Я. Информационные технологии / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. – М.: Высш. шк., 2005. – 263 с.
3. Spanias A. Audio signal processing and coding / A. Spanias, T. Painter, V. Atti. - Hoboken, New Jersey: A John Wiley & Sons, Inc., 2007. – 465 p.
4. Chou P.A. Multimedia over IP and wireless networks (compression, networking, and systems) / P.A. Chou, M.V. Schaar. – California, USA: Elsevier Inc., 2007. – 712 p.
5. Harris R. A. Voice interaction design – Crafting the New Conversational Speech Systems / R.A. Harris. – California, USA: Elsevier Inc., 2005. – 619 p.
6. Benesty J. Speech Enhancement / J. Benesty, S. Makino, J. Chen – Springer, 2005. – 408 p.
7. Янсонс Я.В. Метод повышения качества восстановленного сигнала на основе дифференцированной защиты кадра речевых данных / Я.В. Янсонс // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – № 5(32). – С. 116-120.
8. Стрюк А.Ю. Методика оценки помехоустойчивости параметров сжатого сигнала кодеков речи / А.Ю. Стрюк, Я.В. Янсонс // Радіо-

електронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 5(17). – С. 198-204.

9. Янсонс Я.В. Методика дослідження помехостійкості параметрів кодеків мови з використанням оцінок PESQ / Я.В. Янсонс, А.Ю. Стрюк // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2007. – № 1 (8). – С. 130-136.

11. Стрюк А.Ю. Методика дослідження помехостійкості бит параметрів низькоскоростних кодеків мови / А.Ю. Стрюк, Я.В. Янсонс // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2007. – № 7 (26). – С. 222-226.

Поступила в редакцію 2.02.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, завідувач кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем О.Л. Ляхов, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, Полтава, Україна.

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕНИХ МОВНИХ СИГНАЛІВ

*Я.В. Янсонс, О.Ю. Стрюк*

Показана актуальність розробки інформаційних систем заснованих на методах і алгоритмах підвищення якості мовних сигналів. Підвищення якості ґрунтується на проведенні об'єктивного оцінювання ваги елементів кадру мовних сигналів, їх ранжуванні і подальшому диференційованому захисті. Розроблена інформаційна технологія підтримки прийняття рішення і інформаційна технологія експертних систем щодо забезпечення високої якості мовних сигналів телекомунікаційної підсистеми передачі мови. Представлена схема потоків, процесів та інструментальних засобів інформаційної технології підтримки прийняття рішення щодо забезпечення високої якості мовних сигналів телекомунікаційної підсистеми передачі мови.

**Ключові слова:** інформаційна технологія, кодування мови, об'єктивна оцінка якості мови, каналне кодування, якість мовного сигналу.

## INFORMATION TECHNOLOGY OF UPGRADING THE RECOVERED SPEECH SIGNALS

*A. Y. Struk, Y. V. Yansons*

Actuality of informative systems development based on methods and algorithms of upgrading speech signals is demonstrated. Quality upgrading is based on the leadthrough of speech signal parameters weights objective estimation, their ranging and subsequent differentiated defense. Decision support information technology and expert system information technology on providing high quality transmission speech telecommunication subsystem speech signals is developed. The chart of streams, processes and tools of Decision support information technology on providing on providing high quality transmission speech telecommunication subsystem speech signals is presented.

**Keywords:** informative system, encoding of speech signals, speech signals quality estimation, channel coding, speech signals quality.

**Стрюк Алексей Юрьевич** – канд. техн. наук, доцент, докторант науково-організаційного відділу, Воєнний інститут телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України «КПІ», Полтава, Україна, e-mail: strjuk@rambler.ru.

**Янсонс Янис Валериевич** – ад'юнкт науково-організаційного відділу, Воєнний інститут телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України «КПІ», Полтава, Україна, e-mail: yanis.el@list.ru.