

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

Кошекowa Абая Кайратовича

«РАЗРАБОТКА ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

Актуальность работы. На сегодняшний день основной тенденцией в развитии науки и техники является повсеместное внедрение инфокоммуникационных систем во все жизненные аспекты человеческой жизни. Основными факторами развития инфокоммуникационных систем является модернизация базы радиоэлектронных элементов, масштабирование систем телекоммуникаций и применение высокопроизводительных вычислительных технологий. Данные факторы способствуют повышению качества жизни населения страны, устранению цифрового неравенства и развития технологий.

Развитие инфокоммуникационных систем положительно влияет на развитие таких областей, как образование, медицина, приборостроение, машиностроение, обрабатывающая промышленность и др., за счет внедрения и интеграции современных телекоммуникационных и вычислительных решений, разработке и внедрения эффективных методов и алгоритмов интеллектуальной обработки и анализа сигналов. Внедрение инфокоммуникационных систем в вышеперечисленные области позволит снизить себестоимость производимых услуг, увеличить эффективность существующих методов при одновременной расширении доступности населению. В тоже время в данных областях появляются новые методы и алгоритмы обработки информации, требующие специальной аппаратной поддержки.

Основной задачей применения современных инфокоммуникационных систем является необходимость повышения автоматизации технологических процессов или анализа различного рода сигналов. Данные сигналы по средствам измерительного канала могут нести в себе важную информацию о состоянии исследуемого объекта, возможных дефектах и повреждениях, помогая оператору системы в автоматическом режиме получить предупреждение о неисправности и выбрать эффективный метод восстановления работоспособности системы. При этом от инфокоммуникационных систем автоматизированного анализа сигналов требуется обеспечить поддержку в принятии решений оператору системы для эффективного, качественного и быстрого проведения исследований с целью получения результатов анализа.

По состоянию на сегодняшний день наиболее эффективным элементом для выявления различного рода дефектов является интеллектуальный процессор обработки, который при помощи различных датчиков фиксирует сигналы и передает их по средствам измерительного канала. Таким образом интеллектуальный процессор обработки предоставляет максимум информации о состоянии объекта исследования.

Исходя из вышеперечисленного поиску решений в области автоматической обработки и анализа измерительного сигнала уделяется большое внимание на протяжении последнего десятилетия. Нельзя отрицать того, что в данном направлении достигнуты значительные результаты, однако все еще остается недостаточная обоснованность использования некоторых этапов в интеллектуальный процессор обработки. Так на сегодняшний день фактически отсутствуют методы автоматизированной экспресс-диагностики, остаются открыты вопросы касательно повышения помехозащищенности измерительного сигнала и др. Свойства измерительного канала порождают трудности при формализации задач и высокую неопределенность, что не подразумевает однозначного и универсального подхода к анализу измерительного сигнала.

При анализе измерительного сигнала применяются радиотехнические методы цифровой обработки сигнала с элементами интеллектуального анализа. Данный анализ позволяет определять искажения измерительного сигнала на ранних стадиях. В результате чего возникает необходимость применения различного рода мобильных регистраторов для удаленного мониторинга инфокоммуникационных систем. Разработка таких регистраторов требует сложных структурно-алгоритмических решений. Однако для эксплуатации таких регистраторов необходим интуитивно понятный функционал системы без необходимости дополнительного обучения персонала. Таким образом, на основании текущего состояния проблематики автоматизации исследования измерительного канала, можно утверждать, что дальнейшая научно-исследовательская работа в этом направлении связана с применением современных средств цифровой обработки сигналов и интеллектуального анализа.

Целью диссертационной работы является повышения качества функционирования инфокоммуникационных систем исследовательского и промышленного назначения путем построения измерительного канала на основе радиотехнических методов и алгоритмов интеллектуальной обработки и анализа измерительного сигнала и данных.

Сущность предлагаемых методов заключается в разработке новых подходов регистрации и сбора измерительного сигнала и формированию новых подходов по оценке функционального состояния объектов: прогнозирование, идентификация, распознавание и т.д. Предлагаемые решения должны быть способны интегрировать в инфокоммуникационных систем исследовательского

и промышленных назначений. А также эффективно использовать их преимущества.

После формирования цели исследования автором были сформированы следующие **задачи**:

1) Исследование общей структуры процессов сбора, обработки и анализа ИС и данных с целью выявления существующих проблем при интеллектуальной обработке данных.

2) Разработка и поиск эффективных методов интеллектуальной обработки и анализа измерительного сигнала по средством теоретических и экспериментальных исследований первичной обработки сигналов и обеспечение совместимости с последующими стадиями обработки информации.

3) Разработка рекомендаций по использованию методов интеллектуального анализа и обработки сигналов для проектирования измерительного канала инфокоммуникационных систем научно-исследовательского и промышленного назначения.

4) Разработка и экспериментальное исследование интеллектуальных алгоритмов анализа и обработки измерительного сигнала для применения в следующих отраслях: сейсмологии, металлургии, нефтегазовом машиностроении, распознавании рукописных символов, электрокардиографии.

5) Разработка аппаратно-программной модели инфокоммуникационных систем идентификационных измерений.

6) Оптимизация структуры аппаратного обеспечения тракта инфокоммуникационных систем идентификационных измерений.

7) Синтез аппаратно-программной модели инфокоммуникационных систем идентификационных измерений на базе разрабатываемых методов и алгоритмов интеллектуальной обработки и анализа измерительного сигнала.

Методы исследования

Для достижения поставленной цели и решения задач применялись радиотехнические методы цифровой обработки сигналов, интеллектуальные методы распознавания образов и идентификации сигналов, инструменты математического и компьютерного моделирования и статистической радиотехники.

В ходе выполнения экспериментальных исследований активно использовались средства компьютерного моделирования, использовались измерительного сигнала реальных объектов и процессов. Схемотехнические решения аппаратной части модели базировались на применении современной базы радиоэлектронных компонентов.

Предметом исследования является процесс извлечения достоверной информации и данных о состоянии объекта для решения дополнительных функциональных задач.

Объектом исследования являются радиотехнические методы интеллектуальной обработки и анализа измерительного сигнала в

инфокоммуникационных системах исследовательского и промышленного назначения.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующих положениях и результатах:

1) Сформирован концептуальный подход к построению инфокоммуникационных систем исследовательского и промышленного назначения с измерительными каналами на основе интеллектуальной обработки и анализа сигналов и идентификационных измерений;

2) Научно обосновано введение дополнительных функций измерительного канала в состав инфокоммуникационных систем, предназначенных для анализа и обработки измерительного сигнала, что позволяет получить более информативные признаки об условиях и эксплуатации объектов.

3) Предложена методика и алгоритм функционирования измерительного канала поиска оперативных предвестников землетрясений на основе интеллектуального анализа идентификационных характеристик сейсмограмм.

4) Предложена методика и алгоритм функционирования измерительного канала распознавания рукописных символов, построенных на основе преобразования измерительного сигнала в двоичный код с последующим сравнением с файлами эталонами-прецедентами.

5) Предложена методика и алгоритм функционирования измерительного канала, обеспечивающих представления случайных биомедицинских сигналов для проектирования баз данных представляющие измерительный сигнал в виде кластеров.

6) Предложена методика и алгоритм функционирования измерительного канала, предназначенная для определения неисправностей нефтегазового оборудования, позволяющая идентификации групп дефектов с одинаковыми частотными признаками.

7) Предложена методика и алгоритм функционирования измерительного канала обработки информации в инфокоммуникационных системах для определения эффективной величины, характеризующей состоянием объекта или процесса по распределениям мгновенных значений по форме-мгновенных значений сигнала.

8) Предложены новые конструктивно-технологические решения по проектированию инфокоммуникационных систем с интегрированными измерительными каналами, построенные на основе идентификационных измерений информационных сигналов и данных.

Практическая значимость

Полученные в результате проведенных исследований научные выводы автором были применены на практике для построения мобильных регистраторов измерительного сигнала в составе инфокоммуникационных систем

идентификационных измерений исследовательского и промышленного назначения в различных отраслях производства.

Благодаря предложенным методам интеллектуальным методам появляется возможность упростить структуру и расширить динамический диапазон и возможности измерительного канала и инфокоммуникационных систем в целом.

Предлагаемый в работе подход по использованию алгоритмов, функционирующих в режимах обучения и исследования, позволяет повысить точность и результативность выполняемых задач, а также реализовывать системы поддержки принятия решений для обслуживающего персонала.

Используемая в работе модель инфокоммуникационных систем идентификационных измерений может быть использована на практике в других отраслях, для решения задач в условиях ограниченности и неопределенности обучающих данных.

Связь с государственными программами

Научные исследования, представленные в диссертационной работе, проводились в рамках грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан по теме: «Разработка интеллектуальных компьютерных приборов и системы диагностики и мониторинга нефтегазового оборудования» (№ государственной регистрации 2605/ГФ4-15-ОД).

Результаты исследований, представленных в данной работе направлены на решение задачи развития инфокоммуникационных систем, озвученные в программе «Информационный Казахстан-2020». В такие задачи входит устранение цифрового неравенства между городским и сельским населением путем предоставления доступа к современным инфраструктурным решениям инфокоммуникационных компаний, обеспечение большей вовлеченности населения в социокультурную жизнь страны путем предоставления доступа к различным медиа сервисам, онлайн платформам.

Предлагаемые в работе интеллектуальные методы и алгоритмы анализа, а также модель инфокоммуникационных систем идентификационных измерений согласуется с концепцией развития инфокоммуникационных систем в Республики Казахстан, предложенной в Государственной программе «Цифровой Казахстан» на 2018-2022 гг. В частности, в данной программе предлагается в среднесрочной перспективе создать принципиально новую траекторию развития, которая в будущем станет фундаментом для создания новой цифровой экономики.

Положения диссертации, выносимые на защиту

1) Совместимые методы преобразования, интеллектуального анализа и обработки измерительного сигнала, позволяющий более эффективно оценивать и распознавать состояние объектов исследования.

2) Новые технические решения и научно-обоснованная техническая разработка модели инфокоммуникационной системы с измерительными каналами, построенными на основе идентификационных измерений.

3) Подход к проектированию измерительных каналов с дополнительными функциями, в том числе прогнозирования, распознавания, идентификации, оценки средних величин, кластеризации измерительного сигнала.

4) Методологический подход к интегрированию измерительного канала в инфокоммуникационных системах научно-исследовательского или промышленного назначения.

5) Аппаратно-программная модель инфокоммуникационных систем для обработки и анализа измерительного сигнала.

Апробация работы

Сделанные автором диссертации выводы были презентованы и представлены к обсуждению на следующих научных площадках: Международной научной конференции «IEEE International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering» (ICPCSI, Индия, 2017); Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы» (Россия, 2019); Международной научно-практической конференции «Динамика систем, механизмов и машин» (Россия, 2019); Международной научно-практической конференции «Научно-практические исследования» (Россия, 2020).

Публикации

Основные результаты диссертационного исследования были отражены в 15 научных работах, в том числе в 4-х статьях в научных журналах, входящих в Перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности, утвержденный уполномоченным органом; в 3-х статьях в международных научных журналах, имеющих ненулевой импакт-фактор по данным Journal Citation Reports компании Clarivate Analytics и Scopus; в 5-ти работах, отраженных в трудах международных научных конференции, в том числе 5-ти зарубежных (2 проиндексированы в базе данных Scopus), а также в 3-х патентах.

Личный вклад автора

Основные экспериментальные и теоретические результаты, полученные в ходе проведения диссертационного исследования, получены автором самостоятельно. В опубликованных научных работах в составе коллектива соавторов, соискателю принадлежит основной вклад при получении, обобщении и анализе достигнутых результатов.