

## О Т З Ы В

**официального оппонента Битюкова Владимира  
Ксенофонтовича по диссертационной работе Бейлекчи  
Дмитрия Владимировича «Алгоритмы  
многокритериального формирования программно-  
аппаратных структур оперативно-командных систем  
телекоммуникаций», представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности  
05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»**

Основное внимание в оппонируемой работе Бейлекчи Д.В. уделено алгоритмам формирования критериев оценки программно-аппаратных структур с применением методов принятия решений основанных на теории нечетких множеств и нейронных сетей. Применение предложенных в диссертации методических подходов к многокритериальному анализу сложных систем телекоммуникаций, основанных на методах искусственного интеллекта, позволяет реализовать адаптивный подход для предметной области конкретной прикладной задачи.

### Актуальность темы диссертации

В настоящее время системы телекоммуникаций являются одними из наиболее быстро развивающихся направлений науки и техники, которые характеризуются постоянным совершенствованием технологий и возрастающими требованиями к повышению эффективности, достоверности и надежности передачи информации в условиях помех, например, обмен речевыми сигналами, передача данных, видео, телеметрической информации. При этом системы телекоммуникаций должны обеспечивать минимальные задержки на установление соединений и конфигурирование программно-аппаратных структур с высокой размерностью.

Определяющими вопросами при создании соответствующих систем телекоммуникаций являются задачи оптимизации их структуры, протоколов связи, программных алгоритмов и структуры аппаратной части.

Сложность построения программно-аппаратной структуры систем телекоммуникаций предопределена тем, что параметры элементов системы могут быть представлены характеристиками, часто имеющими нечисловую форму представления. Более того, формирование структуры системы телекоммуникаций относится к решению задачи принятия решений в нечеткой среде, так как в начале имеется неполное или нечеткое представление о конечном наборе выбранных элементов, а результат принятия решений не может быть однозначным.

Таким образом, диссертационная работа Бейлекчи Д.В. выполнена по актуальной научно-технической проблеме, связанной с повышением эффективности процесса проектирования систем и устройств



телекоммуникаций, в частности оперативно-командных систем громкоговорящей связи.

### **Соответствие темы диссертации паспорту специальности**

Тема диссертационной работы Бейлекчи Д.В. соответствует п. 8. «Исследование и разработка новых сигналов, модемов, кодеков, мультиплексоров и селекторов, обеспечивающих высокую надежность обмена информацией в условиях воздействия внешних и внутренних помех» и п. 11. «Разработка научно-технических основ технологии создания сетей, систем и устройств телекоммуникаций и обеспечения их эффективного функционирования» паспорта специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

### **Оценка научной новизны**

Новизна диссертационного исследования определяется тем, что впервые предложен и реализован оригинальный научно-методический подход к разработке алгоритмов формирования программно-аппаратных структур систем телекоммуникаций. Впервые предложено математическое описание алгоритма многокритериального формирования программно-аппаратной структуры системы телекоммуникаций и алгоритм определения критериев оценки структуры на этапе технического предложения. Впервые разработаны алгоритм принятия решений по оценке конфигурации оперативно-командных систем громкоговорящей связи, обеспечивающий повышение скорости проведения опытно-конструкторских разработок оперативно-командных систем телекоммуникаций, а также методика создания программного обеспечения системы принятия решений, позволяющая осуществлять оценку сочетания аппаратных и программных конфигураций для систем громкоговорящей связи.

**Обоснованность полученных результатов**, представленных в диссертации, характеризуются следующими оценками:

- корректной взаимосвязью теоретической, методической и экспериментальной частями выполненного исследования;
- работающими алгоритмами выбора критериев и оценки программно-аппаратной структуры устройств систем оперативно-командной громкоговорящей связи (подтверждено актом внедрения на АО «Муромский радиозавод» с указанием достигнутого положительного эффекта: повышение тактико-технических характеристик соответствующих изделий);
- проведенными экспериментальными исследованиями эффективности разработанных алгоритмов.

**Достоверность представленных результатов** подтверждена их согласованностью с экспериментальными данными, полученными при проектировании программно-аппаратной структуры устройств и систем громкоговорящей связи.



**Практическая значимость работы** состоит в разработке и внедрении алгоритмов и программного обеспечения определения критериев и оценки программно-аппаратной структуры устройств систем оперативно-командной громкоговорящей связи, что имеет практическую значимость в вопросах повышения эффективности процесса проектирования и качества функционирования устройств и систем телекоммуникаций.

### **Внедрение результатов работы**

Результаты работы внедрены при разработке аппаратного и программного обеспечения оперативно-командных телекоммуникационных систем громкоговорящей связи и трансляции на АО «Муромский радиозавод» и в учебный процесс Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. Столетова и Н.Г. Столетова» (акты имеются в приложении к диссертации).

Особо надо отметить тот факт, что предложенные в диссертационной работе Бейлекчи Д.В. оригинальные научно-методические разработки и полученные результаты уже используются в учебном процессе, что способствует привлечению творческой молодежи к активной научной работе.

### **Структура работы**

Диссертация состоит из введения, четырех глав с выводами по каждой главе, заключения, списка литературы в объеме 127 источников и приложения. Объем диссертации составляет 125 страниц, оформление текста, таблиц, графиков и рисунков соответствует требованиям стандартов.

Традиционно во введении дана общая характеристика работы. Обоснована актуальность выбранной темы. Сформулированы цель и задачи работы. Представлена научная новизна, теоретическая значимость работы, перечислены положения, выносимые на защиту, сформулированы основные результаты работы.

Обзор современных структур программно-аппаратного обеспечения систем телекоммуникаций, таких как диспетчерско-технологические, оперативно-командные системы связи, а также громкоговорящие системы оповещения представлен в первой главе. Кроме этого, выполнен анализ факторов, влияющих на общую оценку вариантов структуры, и общий перечень критериев эффективности принимаемых решений по формированию программно-аппаратных структур систем телекоммуникаций, в результате чего были сформулированы задачи диссертационной работы.

Вторая глава посвящена алгоритмам формирования программно-аппаратного обеспечения структур обмена информацией. Отмечено, что при синтезе допустимых вариантов программно-аппаратной структуры существенную роль играет выбор количества параметров, характеризующих структуру, и количество альтернативных вариантов, описываемых рядом критериев. Оптимальной будет стратегия максимизирующая ожидаемую ценность. Проведена классификация критериев. К первой группе критериев



отнесены временные параметры функционирования программно-аппаратной структуры. Вторая группа критериев оценивает некоторые внутренние факторы, присущие выбранной в альтернативном варианте элементной базе, например, энергопотребление, технологические особенности корпусов микросхем и их монтажа на печатную плату, используемую систему команд и др. Третья группа критериев отражает внешние обстоятельства, например, наличие у разработчика инструментальных средств проектирования для выбранной элементной базы, а также опыта работы с новой прогрессивной элементной базой. Отмечено, что последнее может вначале замедлить скорость проектирования, но затем, довольно быстро, компенсировать это уменьшением трудоемкости разработки. Определенно множество критериев, определяющее варианты программно-аппаратной структуры оперативно-командных систем телекоммуникаций. Выполнено обобщение известных методов решения задачи оптимального выбора, описана математическая модель программно-аппаратной структуры устройств и систем телекоммуникаций, и методика построения на ее основе функциональной схемы системы принятия решений. Определена методика оценки сочетаний аппаратных и программных средств по качественным и количественным критериям. Разработана функциональная модель программно-аппаратной структуры устройств и систем телекоммуникаций. Определены и исследованы методы принятия решения по оптимальному выбору программно-аппаратных структур систем телекоммуникаций на базе теории нечетких множеств и генетических алгоритмов.

Результаты разработки алгоритма функциональной схемы системы принятия решений, основанной на нейро-нечеткой (гибридной) сети, представлены третьей главе. Показано, что объединение нейронных сетей и систем управления с нечеткой логикой позволяет, с одной стороны, привести способность к обучению и вычислительную мощность нейронных сетей в системы с нечеткой логикой, а с другой стороны - усилить интеллектуальные возможности нейронных сетей свойственными «человеческому» способу мышления нечеткими правилами выработки решений. Рассмотрены разработанные подсистемы и алгоритмы определения критериев оптимальности принимаемых решений и оценки вариантов программно-аппаратных структур. Разработан модуль вычисления оценки на основе нейро-нечеткой сети, который обеспечивает формирование частных и общих оценок программно-аппаратной структуры оперативно-командной системы телекоммуникаций с учетом многокритериального и многопараметрического характера элементов структуры. Показано, алгоритм вычисления обобщенной оценки с суммированием критериев, умноженных на весовые коэффициенты по закону Парето, обеспечивает вычисление обобщенной оценки варианта программно-аппаратной структуры на основе ограниченного множества критериев. Разработаны алгоритм ввода информации о параметрах аппаратных и программных элементов и алгоритм поиска параметров и ввода критериев, которые позволяют сократить время



ввода информации о параметрах аппаратных и программных средствах в разрабатываемую систему.

В четвертой главе рассмотрены практические результаты применения разработанных алгоритмов и системы для проектирования устройств и систем телекоммуникаций, а именно в задачах синхронизации разделенных каналов передачи данных систем телекоммуникаций, выбора программно-аппаратной структуры коммутационных центров и абонентских устройств оперативно-командной телекоммуникационной системы корабельной связи, проектирования программно-аппаратной структуры модуля кодирования речевого сигнала в устройстве беспроводной передачи речевой информации для системы громкоговорящей связи и при разработке устройства системы приема текстовой информации и аудиопотока через сеть Ethernet. На основе анализа результатов Бейлекчи Д.В. показано, что применение разработанных алгоритмов позволило повысить эффективность процесса проектирования и качество функционирования устройств систем телекоммуникаций с обеспечением синхронизации разделенных каналов передачи информации, в частности алгоритмы обеспечивают оценку близкую к экспертной с погрешностью не более 15 %.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы. При этом надо отметить правильную форму представления полученных выводов и результатов, а именно указание положительного эффекта, достигаемого каждым утверждением.

В приложении приведены копии акта внедрения и акта об использовании результатов диссертационного исследования.

### **Замечания по диссертации**

1. Программное обеспечение разработанной диссертантом системы принятия решений и её технические характеристики рассмотрены недостаточно полно.

2. Не рассмотрен вопрос необходимого и достаточного количества критериев для оценки программно-аппаратной структуры систем громкоговорящей связи.

3. Нельзя согласиться с утверждением соискателя, что достоверность результатов работы обеспечивается применением апробированных методов теории нейронных систем и теории нечеткой логики, а также обсуждением результатов работы на научных конференциях.

4. Имеется ряд упущений в оформлении автореферата и диссертации. Например, в автореферате в недостаточной степени приведены расшифровки буквенных обозначений в ряде формул. В диссертации рис. 3.10, рис. 3.11, рис. 4.3 и рис. 4.4 выполнены не удовлетворительно, на рис. 3.12 и рис. 3.13 отсутствуют обозначение оси ординат графика, а на рис. 4.3 и рис. 4.4 отсутствуют обозначения обеих осей графика.

5. Алгоритм сглаживающей фильтрации наблюдаемых выборок представлен достаточно формально без программного обеспечения его реализации.



6. Рассмотренное уравнение автоподстройки в системе передачи данных с алгоритмами синхронизации разделенных каналов представляется в диссертации как уравнение регулировки с усреднением без соответствующих исследований.

В целом диссертация и автореферат написаны ясным научным языком и нормально оформлены.

Указанные замечания не снижают достоинства оппонируемого диссертационного исследования.

Сформулированные в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации являются научно-обоснованными, достоверными и обладают научной новизной.

Основные положения диссертации опубликованы в 5 статьях из Перечня ВАК при Минобрнауки России, прошли апробацию на международных и российских научно-технических конференциях.

Автореферат в полной мере и правильно отражает содержание работы.

### Заключение

Диссертация соискателя Бейлекчи Д.В. на тему «Алгоритмы многокритериального формирования программно-аппаратных структур оперативно-командных систем телекоммуникаций» является законченной квалификационной работой. Она выполнена на высоком научном уровне, имеет элементы новизны, характеризуется теоретической и практической значимостью, полностью соответствует паспорту специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» и требованиям п.9, п.10 и п.11 «Положения о присуждении учёных степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 года № 842), предъявляемых к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

В соответствии с вышеизложенным считаю, что автор диссертации Бейлекчи Дмитрий Владимирович заслуживает присуждения ученой степени «кандидат технических наук» по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Профессор кафедры телекоммуникаций и радиотехники  
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»

д.т.н., профессор \_\_\_\_\_

В.К. Битюков

Тел. +7(916)4948635 (сотовый) и 8-499-2156565 добавочный 2033  
(служебный)

E-mail: [bitukov@mirea.ru](mailto:bitukov@mirea.ru)

119454, г. Москва, проспект Вернадского, д.78.

Подпись профессора Битюкова В.К. заверяю.

Начальник  
Управления кадров Филатенко Л.Г.

