

ПРОБЛЕМЫ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСОВ ПРОГРАММ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (1958-1988 ГГ.)

Лунаев В.В.

г. Москва, Россия

Аннотация. Рассматривается история развития в СССР в 50-70-е годы одного из закрытых в то время направлений вычислительной техники для обработки радиолокационной информации и управления активными средствами ПВО в реальном времени. Изложены основные проблемы, с которыми столкнулись разработчики аппаратуры и программного обеспечения при создании первых крупных территориально-распределенных информационных систем жесткого регламента реального времени. Значительное внимание уделено особенностям технологии и инструментальных средств для разработки прикладных программ для таких систем при жестких ограничениях вычислительных ресурсов объектных ЭВМ. Приводимые данные и анализ основаны на личном опыте автора и не претендуют на охват всего обширного направления развития технологии программного обеспечения в организациях военно-промышленного комплекса.

История и некоторые особенности развития систем обработки информации и управления в реальном времени и их программного обеспечения

В Советском Союзе вычислительная техника и программное обеспечение в 50-70-е годы развивались по двум почти независимым направлениям. Активизация работ по решению математических вычислительных задач определила соответствующую область применения первых ЭВМ в гражданских отраслях науки и техники, а также для расчетов в физике и управления космическими аппаратами. Разработчиками и изготовителями этих машин были многочисленные предприятия промышленности, Академии наук и ВУЗы. В середине 60-х годов в составе этого направления выделились ЭВМ для управления производственными и технологическими процессами в реальном времени, развитие которых было поручено Минприбору СССР. Это первое народно-хозяйственное направление достаточно полно отражено в фундаментальной книге Б.Н.Малиновского "История вычислительной техники в лицах". Второе направление не менее интенсивно и широко развивалось в организациях военно-промышленного комплекса (ВПК). Оно практически не отражено в открытой печати, что стимулировало данную статью.

С конца 50-х годов начались работы по применению цифровой вычислительной техники для систем противовоздушной и противоракетной обороны, для контроля космического пространства и управления полетом в

авиации и в космосе, для управления войсками разных видов. Эти задачи принципиально отличались от основной массы вычислительных задач в гражданских областях преобладанием логических операций и большой размерностью. Очень быстро увеличивались номенклатура и объем функций военных систем, которые требовалось автоматизировать. Для реализации таких функций были необходимы значительные ресурсы памяти и производительности ЭВМ, а также большие коллективы специалистов, способные создавать крупные комплексы алгоритмов и программ в допустимые сроки.

В 1956-1958 годах произошел первый "великий перелом" в системах управления средствами вооружения. До этого счетно-решающие устройства систем управления войсками и оружием строились на аналоговых электро-механических и электронных приборах. При появлении цифровых вычислительных машин открылись широкие возможности для решения новых задач обработки информации и управления, которые были недоступны ранее.

В начале 60-х годов произошел второй "великий перелом" - начали разрабатываться большие территориально-распределенные вычислительные системы, функционирующие в реальном времени. Все эти работы проводились в режиме строгой секретности и каждая функционально законченная система создавалась практически независимо. Поэтому приводимые ниже оценки и анализ носят в значительной степени субъективный характер, хотя общие проблемы и тенденции оказались достаточно близкими.

Разработка систем обработки радиолокационной информации и управления активными средствами ПВО в нашем институте N 5 ГАУ МО начиналась с освоения основ алгоритмирования и программирования. Для этого летом 1956 года группа сотрудников института под руководством А.Л.Лившица (впоследствии директора и генерального конструктора) неоднократно выезжала в Киев, где в лаборатории В.М.Глушкова осваивала азы цифровой вычислительной техники и программирования. Сотрудники этой лаборатории Б.Н.Малиновский, З.Л.Рабинович и др. принимали непосредственное участие в разработке первых алгоритмов сопровождения воздушных целей и учили нас программированию в объектном коде. Кроме того, для специалистов института в 1957-1958 годах были организованы курсы по программированию (А.Г.Шигин, А.И.Китов), и за короткое время подготовлены для предприятия сотни программистов в ряде военных и гражданских ВУЗов.

Приблизительно в это время нам стали известны работы Н.П.Бусленко по моделированию управления средствами вооружения на ЭВМ, что стимулировало первые наши работы по моделированию процессов обработки радиолокационной информации на ЭВМ Урал-1 (1958 г. В.В.Липаев, И.И.Савочкин). В 1959 году был разработан первый проект территориальной информационной системы ПВО (А.Л.Лившиц, З.М.Бененсон), которая в современной терминологии имела следующие особенности:

- глобальная территориально-распределенная информационная система с многими пунктами сбора и обработки радиолокационной информации и центральными командными пунктами управления активными средствами ПВО;

- все средства обработки информации и управления должны были работать в реальном масштабе времени при несинхронных потоках сообщений от источников информации с временем отклика, измеряемом секундами и долями секунды;

- на каждом пункте обработки информации и управления должны были применяться графические терминалы и их объединение в сеть для визуализации воздушной обстановки и обеспечения функционирования оперативного и командного состава группировки ПВО;

- средства обработки информации имели очень ограниченные ресурсы по памяти и производительности и низкую надежность;

- телекоммуникационные каналы связи имели низкую пропускную способность и большой процент ошибок в сообщениях.

Первые отечественные универсальные ЭВМ создавались для решения вычислительных математических задач и были не пригодны для решения задач управления в реальном времени. Слабая элементная база и хронический дефицит вычислительных ресурсов, а также ряд специфических требований (климатических и др.) военных систем привели к необходимости разработки широкого спектра специализированных управляющих ЭВМ для различных средств вооружения. Специфика этих систем состояла в том, что для обеспечения решения сложных задач архитектура и системы команд управляющих и бортовых ЭВМ тщательно адаптировались к характеристикам прикладных задач и сферы применения. Во многих институтах военно-промышленного комплекса в 1956-1958 годах начали разрабатываться многочисленные специализированные управляющие ЭВМ. В результате в стране к концу 70-х годов было создано свыше ста типов встроенных объектных ЭВМ реального времени, различающихся архитектурой и системами команд, и отличающихся по этим и другим характеристикам от универсальных ЭВМ.

В нашем институте в 1957-1959 годах была разработана первая ламповая специализированная стационарная ЭВМ для наведения истребителей-перехватчиков СПЕКТР-4. Первая мобильная полупроводниковая ЭВМ КУРС для обработки радиолокационной информации была создана Я.А.Хетагуровым (ЦМНИИ-1) в 1959 году по заказу института. Им же был разработан целый ряд специализированных ЭВМ для военно-морского флота. В то же время для командных пунктов ПВО была разработана первично ламповая, а затем полупроводниковая ЭВМ РАДОН (СКБ-245, Ю.Я.Базилевский, С.А.Крутовских), с расширенной полупроводниковой памятью КРИСТАЛ. В 1966 году для командных пунктов ПВО сотрудниками института была создана мощная по тем временам специализированная ЭВМ ГРАНИТ (А.З.Шостак), а также несколько позже малая машина - спецвычислитель СВ (А.М.Бойкевич). Эти ЭВМ долго применялись в различных компонентах распределенных информационных систем реального времени ПВО.

В конце 60-х годов институт прекратил собственные разработки ЭВМ и сориентировался на машины, создаваемые ИТМ и ВТ (С.А.Лебедев, В.С.Бурцев - 5Э26, 5Э92Б, 5Э51). Все специализированные машины, разработанные в стране в 50-70-х годах, активно применялись в различных системах, долго оставались секретными и к началу 80-х годов морально и физически устарели.

До конца 70-х годов разработка программ для управляющих ЭВМ военного назначения производилась полностью отечественными специалистами без использования импортных компонент. Было доказано, что наши алгоритмисты и программисты способны создавать различные сложные комплексы программ с высоким качеством в допустимые сроки. Однако некоторые руководители высшего звена страны боялись и не понимали методов и технологии создания программ и видели, что на Западе имеется огромный программный продукт, который "без особого труда" можно нелегально взять и использовать, если наладить производство ЭВМ с соответствующей архитектурой. Зарубежными прототипами для этого были приняты архитектура ряда IBM 360 и ряда PDP 11 фирмы DEC. Освоение импортных операционных систем, СУБД, прикладных программ для этих типов машин сильно подорвало отечественную школу программирования и сориентировало ее на заимствование и адаптацию готовых зарубежных программ, что стало доминирующим в настоящее время. Одновременно в угоду приоритету ЕС ЭВМ были по существу оборваны и прекратили существование отечественные линии развития универсальных ЭВМ.

В области управляющих ЭВМ под флагом унификации в НИЦЭВТе начались работы по созданию бортовых машин с архитектурой и системами команд ЕС ЭВМ. Это позволяло использовать для разработки управляющих программ реального времени стационарные ЕС ЭВМ без применения интерпретаторов и кросс-систем. Ориентировка этих машин на вычислительные задачи привело к неэффективному их использованию при решении преимущественно логических задач, характерных для бортовых систем управления в реальном времени. Это направление не нашло ожидавшегося широкого применения, хотя такие машины под маркой А-50 и др. работают до настоящего времени в некоторых системах. Однако широкий парк специализированных и бортовых машин, ориентированных на особенности функциональных задач и огромный объем испытанных прикладных программ, сохраняет актуальность применения для разработки и развития программ реального времени технологических кросс-систем.

Для решения задач обработки информации и управления в начале 60-х годов был разработан и реализован ряд базовых принципов и методов построения больших комплексов программ реального времени. В то время они представлялись обычной инженерной разработкой на уровне здравого смысла. Полное отсутствие информации о подобных военных разработках на Западе и на соседних предприятиях ВПК обеспечивало оригинальность решений, которые впоследствии оказались достаточно универсальными. В 1962-1968 годах сотрудниками института были решены и практически апробированы следующие научно-технические задачи в области программного обеспечения:

- реализована глобальная вычислительная сеть, состоящая из ряда пунктов обработки информации на ЭВМ, связанных телекоммуникационными каналами связи, для решения единой комплексной функциональной задачи;
- разработаны сложные комплексы программ реального времени для обработки информации в целях управления с центральных командных пунктов;

- созданы методы и средства диалогового взаимодействия операторов с ЭВМ в интерактивном режиме жесткого масштаба реального времени при одновременном параллельном решении различных функциональных задач;

- разработаны и реализованы методы модульно-иерархического построения сложных комплексов программ, с унификацией межмодульного интерфейса и эффективным распределением ресурсов объектных ЭВМ по памяти и производительности;

- созданы операционные системы приоритетной организации вычислительного процесса в реальном времени при случайных потоках разнородных сообщений и случайной длительности решения различных задач;

- разработаны методы и средства обеспечения надежности функционирования комплексов программ с оперативным контролем и восстановлением путем рестарта вычислительного процесса и искаженных данных;

- созданы методы и средства для комплексной отладки и испытаний программ реального времени, а также для моделирования внешней среды территориальных объектов обработки информации и управления;

- созданы методы организации труда больших коллективов специалистов разного профиля для решения единой целевой задачи и обеспечения всего жизненного цикла сложных комплексов программ.

Одновременно и независимо подобные проблемы решались в ряде других предприятий ВПК. Последующее развитие показало, что многие, созданные в те далекие годы, идеи и методы имеют весьма широкое применение до настоящего времени при создании современных административных информационных систем.

В конце 50-х годов при разработке крупных программ выделялись два класса больших (зачастую по 100-200 человек) коллективов специалистов: алгоритмисты, которые создавали методы и алгоритмы решения задач, и программисты, от которых требовалось закодировать эти алгоритмы на языке программирования. Те и другие владели специфическими знаниями и языками их представления. При проявлении ошибок их причины часто были обусловлены взаимным непониманием основной задачи и ее отображением в программе. На этой почве хронически возникали конфликты при определении, чья ошибка: некорректно представлен алгоритм или он неправильно отражен в программе. В конце 60-х годов были предприняты организационные меры и алгоритмисты и программисты объединены в группы для решения определенных функциональных задач. Руководитель такого, относительно небольшого коллектива (5-10 человек), полностью отвечал за результаты и качество решения конкретной задачи и был обязан достаточно хорошо разбираться в программировании и алгоритмах. Отдельный коллектив наиболее квалифицированных специалистов-интеграторов выделялся для комплексирования программ набора функциональных задач.

При разработке программ для первых глобальных распределенных вычислительных систем в начале 60-х годов непрерывно срывались директивные сроки и проявлялись многочисленные ошибки в программах и аппаратуре. Проявился "заколдованный треугольник"- источники ряда ошибок

могли быть с одинаковой вероятностью как в аппаратуре, так и в алгоритмах и программах. Все три источника в опытных образцах систем давали более или менее похожие внешние ано-мальные эффекты. В результате возникали острые конфликты между специалистами разных направлений, которые не желали признавать свои ошибки, и требовались тщательные совместные исследования для определения их причин.

Особенно трудно приходилось разработчикам программ, результаты труда которых невозможно было просто "пощупать". Руководителям проектов систем и заказчикам представлялось, что после того, как изготовлена аппаратура - "железо", создать программы - "бумагу" не составляет особого труда, и они долго удивлялись и возмущались непрерывному потоку ошибок и низкому качеству решения функциональных задач. Только к началу 70-х годов руководителям крупных военных проектов стало ясно, что нужны новые принципиальные решения по методам, технологии и инструментальным средствам для создания сложных комплексов программ реального времени. Для этого Минрадиопроект СССР были открыты ряд последовательных НИР в этой области.

Разработка программ реального времени в условиях секретности приводила в основном к оригинальным решениям. Только в начале 70-х годов нам стали доступны материалы двух конференций НАТО 1967 и 1968 годов по программной инженерии и книга Дж. Мартина "Программирование для вычислительных систем реального времени" (русский перевод 1975 год). Ознакомление с этими публикациями показало, что уровень наших разработок по созданию распределенных систем реального времени практически не отличался от изложенных в этих работах, а многие наши независимые технические решения близки к опубликованным.

В начале 70-х годов произошел относительный прорыв "сквозь препоны и рогатки цензуры". На базе многочисленных публикаций в закрытой печати были изданы первые открытые книги в рассматриваемой области: Д.С.Конторов, Ю.С.Голубев-Новожилов "Введение в радиолокационную системотехнику", 1971 и С.З.Кузьмин "Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации", 1974 г., а также К.К.Колин, В.В.Липаев "Проектирование алгоритмов управляющих ЦВМ", 1970 г., В.В.Липаев, К.К.Колин, Л.А.Серебровский "Математическое обеспечение управляющих ЦВМ", 1972 г. и книга группы авторов под редакцией В.В.Липаева "Отладка систем управляющих алгоритмов", 1974 г. Эти книги имели хороший отклик в организациях ВПК и военных ВУЗах. Однако в гражданских ВУЗах отсутствовал интерес и понимание проблем создания крупных распределенных комплексов программ и обучение студентов сводилось к программированию небольших относительно простых вычислительных программ. Также до конца 70-х годов очень слабыми были контакты со специалистами АН СССР. В результате опыт и достижения организаций ВПК по методам и технологии разработки крупных комплексов программ реального времени не находили применения в народном хозяйстве.

Особенности развития технологии и инструментальных средств для разработки программ реального времени

Малые ресурсы объектных ЭВМ заставляли алгоритмистов и программистов искать и создавать очень экономные решения сложных задач. Невозможно было применять языки программирования высокого уровня, так как при работе с ними объектный код увеличивался в полтора-два раза. Поэтому до конца 60-х годов программы этих машин разрабатывались в объектном коде этих машин или, в лучшем случае, на специализированных ассемблерах. В середине 70-х годов начали применяться макроязыки, адаптированные к архитектуре объектных ЭВМ. Технологический инструментарий: компиляторы, отладчики, документаторы следовало адаптировать под особенности архитектуры каждой объектной ЭВМ. Из-за их малых ресурсов практически весь технологический инструментарий приходилось размещать на больших универсальных ЭВМ с совершенно иными системами команд. Таким образом активно развивались кросс-системы автоматизации программирования комплексов программ.

Увеличение объема решаемых функциональных задач и быстрое усложнение как аппаратуры, так и программных комплексов не позволяли создавать системы обработки информации в допустимые сроки без средств автоматизации проектирования. Еще в начале 60-х годов делались отдельные попытки применять универсальные ЭВМ для отладки программ на интерпретаторах, для выпуска части документов. Однако только в конце этого десятилетия стало ясно, что без комплексных систем автоматизации всего технологического процесса разработки аппаратуры и программ, трудоемкость и длительность создания систем обработки информации будут недопустимо большими. Это стимулировало развитие технологии и инструментальных средств комплексной автоматизации проектирования на базе универсальных ЭВМ.

В 1971 году на технологической ЭВМ М-220 под руководством Л.А.Серебровского была создана кросс-система автоматизации программирования (САП) ЯУЗА-1. В ней были реализованы: транслятор с ассемблера, автоматизированно настраиваемый на архитектуру управляющих ЭВМ, простейшая база данных проектирования, средства изготовления расширенной номенклатуры программных документов. Только в конце 70-х годов начали очень ограниченно применяться специализированные алгоритмические языки высокого уровня, которые имели ориентацию на решение специфических задач соответствующих систем. Массовое увлечение изобретением множества различных алгоритмических языков почти не задело организации ВПК, так как было ясно, что они не могут существенно повлиять на эффективность полного цикла разработки сложных комплексов программ. Тем не менее, Л.А.Серебровским был разработан алголоподобный язык ЯУЗА для специализированных ЭВМ и реализован компилятор с него, однако практического применения он не нашел.

Значительное расширение в институте фронта работ по автоматизации разработки комплексов программ реального времени произошло в 1973 году (руководитель работ - В.В.Липаев). В это время в институте устанавливается

ЭВМ БЭСМ-6, которая в последующем используется как технологическая база для решения широкого спектра задач автоматизации проектирования. Ведется разработка унифицированной технологии, которая должна была значительно повысить производительность труда разработчиков сложных комплексов программ. В 1975 году начинается эксплуатация первой версии системы комплексной автоматизации программирования и отладки программ (САПО) ЯУЗА-6. Система быстро развивается и расширяются автоматизируемые функции. Создаются и вводятся в систему:

- настраиваемые на архитектуру объектной ЭВМ трансляторы с трех взаимосвязанных языков программирования (ассемблера, макроязыка и алголоподобного языка высокого уровня);
- диалоговые средства взаимодействия программистов с технологической ЭВМ;
- средства планирования тестирования на базе графовых моделей программ и их автономной отладки для объектных ЭВМ в режиме интерпретации;
- средства формализованного контроля корректности структуры программных модулей;
- средства для формирования и использования базы данных проектирования, контроля проведения изменений и сопровождения версий комплексов программ;
- средства выпуска широкой номенклатуры документов на программы и машинные носители.

На базе компонент ЯУЗЫ-6 в конце 70-х годов для создания программ первых появившихся в стране микропроцессоров типа Intel 8086 и Intel 3000 была разработана система ТЕМП, которая нашла широкое применение при программировании соответствующих встраиваемых микроЭВМ. На разработку системы ЯУЗА-6 объемом свыше 350 тыс. строк автокода БЭСМ-6 было затрачено около 400 человеко-лет. К концу 1979 года кросс-система ЯУЗА-6 была настроена более чем на 25 архитектур объектных управляющих ЭВМ и передана на эксплуатацию в 14 организаций различных ведомств. Проявилась высокая рентабельность адаптируемых кросс-систем, которые позволили повысить производительность труда специалистов при создании крупных программ реального времени до 2-3-х строк ассемблера в день на человека при высокой эффективности объектного кода. Кроме того, стало ясно, что повышение уровня языков программирования значительно увеличивает потребности в памяти и производительности объектных ЭВМ и относительно слабо влияет на производительность труда специалистов при разработке комплексов программ для этих ЭВМ. Интегрирование программных компонент и комплексная отладка их в системе требуют больших затрат и нивелируют возможное изменение затрат на непосредственное программирование компонент. Дальнейшее повышение производительности труда разработчиков комплексов программ стало осуществляться, в основном, за счет накопления и многократного повторного использования в различных проектах систем готовых, апробированных программных компонент.

В 60-70-е годы для рассматриваемых систем очень остро проявилась проблема качества и надежности решения функциональных задач в реальном времени. Для комплексной отладки программ экономически невозможно было использовать в качестве источников тестов реальную внешнюю среду (натурные летные эксперименты) достаточно длительное время. Поэтому все данные натурных экспериментов регистрировались в реальном времени на специализированных магнитофонах и затем многократно использовались как тесты для отладки программ. В середине 60-х годов начали активно разрабатываться расчетные имитаторы объектов и процессов внешней среды, информация которых записывалась в реальном времени на магнитофонах. Это позволило резко увеличить число ситуаций внешней среды для проверки функционирования и отладки программ и тем самым ускорить работы и повысить их качество.

Однако заранее рассчитанные сценарии варьирования внешней среды не позволяли учитывать обратную реакцию на внешнюю среду от отлаживаемых программ. Поэтому в конце 70-х годов в институте был разработан комплексный имитационно - моделирующий стенд на базе ЭВМ БЭСМ-6 и аппаратуры АС-6. Он позволил имитировать практически любые ситуации внешней среды с учетом обратных связей от контролируемых программ и резко сократить очень дорогие натурные эксперименты. После того как стенд и программы имитации были паспортизированы и аттестованы заказчиком, качественно изменились процессы испытаний систем. Редкие натурные испытания использовались только для подтверждения в отдельных точках результатов испытаний на имитаторах. Подобный же стенд в организации испытателей использовался дополнительно как тренажер для обучения и подготовки оперативного и командного состава.

Одновременно решалась проблема корректной и однозначной обработки результатов экспериментов. Разработчиками технологической системы был создан комплекс методик обработки и интерпретации каждого вида испытаний, которые тщательно согласовывались с заказчиком и представителем испытателей. Методически они обеспечивали всю программу испытаний, которые по существу соответствовали сертификации.

В конце 70-х годов в институте стали появляться большие ЕС ЭВМ, ресурсы которых были соизмеримы с БЭСМ-6 и достаточны для размещения сложных инструментальных кросс-систем. В это время была разработана технологическая кросс-система РУЗА (А.А.Штрик), которая базировалась на основных концепциях ЯУЗЫ-6 и исключала некоторые ее дефекты. Одновременно была разработана инструментальная резидент-система ПРОТВА, автоматизировавшая разработку комплексов программ для управляющих ЭВМ с архитектурой ЕС ЭВМ. Эти две системы широко тиражировались и распространялись Ереванским СНПО "Алгоритм". По программе ПРОМЕТЕЙ была разработана гамма отраслевых стандартов и руководящих документов Минрадиопрома, регламентировавших почти весь жизненный цикл сложных комплексов программ реального времени.

По мере возрастания объема комплексов программ увеличивалась их доля в общей стоимости информационных систем. Уже в конце 60-х годов это приводило к конфликтам между разработчиками и заказчиками, которые

пытались не признавать высокие затраты на создание программ и требовали их научного обоснования. По комплексной программе НИР ПРОМЕТЕЙ в конце 70-х годов начались работы по технико-экономическому анализу и оптимизации технологических процессов разработки сложных комплексов программ. Первоначально с удивлением было установлено, что производительность при полном цикле разработки сложных программных средств реального времени в объектном коде в 60-е годы составляла около 0,1-0,2 команд в день на человека и имеется возможность и необходимость ее повышения более чем на порядок.

Индустриальное, коллективное создание крупных программных комплексов необходимо было структурировать, планировать и поэтапно регламентировать с учетом ограничений сроков и стоимости проектов. Для этого следовало детально исследовать реальные технико-экономические показатели (ТЭП) достаточно представительного набора проектов комплексов программ и создать на этой статистической базе методики прогнозирования трудоемкости, длительности и числа необходимых специалистов по этапам работ и интегрально по проектам разных классов и объема. Такая работа была выполнена в начале 80-х годов по программе ПРОМЕТЕЙ, в ходе которой проанализированы ТЭП около 250 реализованных проектов разных предприятий с общим объемом свыше 17 млн. строк текста. На базе этих данных было разработано методическое руководство для оценки и согласования с заказчиками ТЭП разработки комплексов программ. Сокращенные результаты этих исследований опубликованы в 1988 году в монографии В.В.Липаева и А.И.Потапова "Оценка затрат на разработку программных средств".

В 80-е годы в работах по теме ПРОМЕТЕЙ одновременно участвовало свыше 400 специалистов около десяти организаций ВПК. Группа ведущих специалистов за работы по НИР ПРОМЕТЕЙ и за создание комплекса инструментальных систем ЯУЗА-6, РУЗА, ТЕМП, значительно сокративших трудоемкость и длительность разработки программ реального времени, в 1985 году были отмечены Премией Совета Министров СССР.