

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Владимир Анатольевич Китов

*Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация,
Kitov.VA@rea.ru*

Аннотация – Статья посвящена трём созданным в СССР алгоритмическим языкам программирования, получившим значительную известность в широких кругах советских разработчиков программного обеспечения: язык АЛГЭМ для ЭВМ серии «Минск», язык АНАЛИТИК для ЭВМ серии «МИР» и язык НОРМИН для ЕС ЭВМ.

Ключевые слова – ЭВМ серии «Минск», АЛГЭМ, экономическая информатика, АСУ, ЭВМ серии «МИР», АНАЛИТИК, медицинская кибернетика, НОРМИН.

1. ВВЕДЕНИЕ

За весь период компьютерной эры в мире было разработано несколько тысяч алгоритмических языков программирования, подавляющее большинство из которых использовались весьма немногочисленными коллективами программистов. Лишь немногие алгоритмические языки, такие как Алгол, Фортран, ПЛ/1, Лисп массово использовались миллионами разработчиков программ из различных стран. Определённые успехи в создании алгоритмических языков программирования имелись и в нашей стране. Данная статья посвящена трём созданным в СССР алгоритмическим языкам, получившим значительную известность в широких кругах советских разработчиков программного обеспечения. Это алгоритмический язык программирования АЛГЭМ, созданный в середине 1960-х годов и массово использовавшийся при программировании задач экономики и управления на ЭВМ серии «Минск». В те же годы в киевском Институте кибернетики академии наук УССР для ЭВМ серии «МИР» был разработан язык АНАЛИТИК. В середине 1970-х годов для ЭВМ Единой Серии был разработан алгоритмический язык программирования НОРМИН, широко использовавшийся при создании прикладных программ в области медицины и здравоохранения, а также в других областях.

2. АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК АЛГЭМ

Язык программирования высокого уровня АЛГЭМ [1-3] относится к классу процедурно-ориентированных языков. Название АЛГЭМ (Алгоритмы Экономические и Математические) было дано создателем языка А.И. Китовым для идентификации его целевого назначения: АЛГЭМ создавался, в первую очередь, для программирования экономических и управленческих задач. Известно, что решение задач экономики и управления сопряжено с использованием больших массивов данных. Одной из самых главных целей, сформулированных А.И. Китовым при создании АЛГЭМа, было создание языкового инструментария, содержащего развитые средства работы с большими информационными массивами всех основных структур данных.

Тремя предпосылками создания алгоритмического языка АЛГЭМ были:

1. Опыт, накопленный А.И. Китовым при создании под его научно-организационным руководством в ВЦ № 1 МО СССР системного ПО ЭВМ «М-100» и комплекса прикладного ПО обработки информации, поступающей с установленных на всей территории страны РЛС.
2. Полученный им в НИИ-5 МО СССР опыт создания больших системных программных комплексов реального времени для советской системы ПВО.
3. Разработанная им в самом начале 1960-х годов теория ассоциативного программирования [4].

Изначальное влияние на разработку алгоритмического языка АЛГЭМ оказали идеи, заложенные в языке Алгол-60. При этом следует подчеркнуть, что АЛГЭМ остаётся на 100% самостоятельным алгоритмическим языком, обладающим, по сравнению с Алголом-60, целым рядом принципиальных отличий, в частности, возможностью работы с информационными массивами и переменными нового вида. АЛГЭМ позволял работать не только с числовой информацией, но и с символьными данными, с которыми, как известно, работает подавляющее количество информационно-поисковых систем (ИПС) и АСУ. Важным нововведением АЛГЭМа стала возможность использования строчных переменных, содержащих любые символы – буквы, цифры или знаки, над которыми стало возможным производить различные логические и арифметические операции. Кроме того, была введена возможность использования и составных переменных, включающих как символьные, так и числовые данные. Эти переменные нового типа можно было объединять в строчные и в составные массивы, что важно при

решении как экономических задач, так и задач управления, имеющих, по большей части, нечисловой характер.

Принципиальное отличие АЛГЭМа от его предшественника, Алгол-60 состоит, прежде всего, в его явной практической ориентированности, нацеленности на разработку прикладного программного обеспечения (ПО) для решения задач из области экономики. Еще одним важным отличием АЛГЭМ от языка Алгол является наличие в нём средств ассоциативного программирования, позволяют динамически распределять оперативную память компьютера при решении задач информационного поиска. В АЛГЭМе были реализованы средства обработки списковых структур данных, аналогично тому, как это было сделано в языке Лисп. Следует заметить, что эти средства были реализованы в АЛГЭМ с существенным расширением – были добавлены новые списковые структуры, а также операторы их обработки. В языке Лисп эти операторы обеспечивали обработку лишь двух соседних членов линейных и цепных списков, в то время как в АЛГЭМе дополнительно были введены обобщенные списковые структуры: узловые и гнездовые списки.

В самом начале второй половины 1960-х годов командой программистов под руководством А.И. Китова, включавшей несколько его аспирантов (впоследствии кандидатов наук), был разработан и сдан в промышленную эксплуатацию транслятор с языка АЛГЭМ для ЭВМ серии «Минск» («Минск-22» и «Минск-32»). Возможности, базовые принципы создания, а также области применения языка АЛГЭМ А.И. Китов описал в своей монографии «Программирование информационно-логических задач» [1], изданной в 1967 году. В этой монографии А.И. Китов фактически изложил фундаментальные научно-практические результаты, полученные им за предыдущие 6-8 лет напряжённой работы в данном направлении. Свои дальнейшие научные результаты он описал в изданной в 1971 году монографии «Программирование экономических и управленческих задач» [3].



Рис. 1. Обложки книг А.И. Китова

Язык программирования АЛГЭМ отличали предельная простота использования, лёгкость освоения и высокая эффективность при создании программ обработки экономической информации. В тот период, когда в стране начиналось масштабное создание АСУ, язык АЛГЭМ стал весьма серьезным прорывом в области разработки и практического использования языков программирования высокого уровня [5, 6].

III. АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ АНАЛИТИК

С середины 1960-х годов одним из ключевых направлений Института кибернетики АН УССР (ИК АН УССР) было создание ЭВМ для инженерных расчетов. ЭВМ «Промінь» (1963 г.) была первой, за ней последовали ЭВМ «МИР» (1965 г.), «МИР-1» (1968 г.), «МИР-2» (1969 г.) и «МИР-3» (1974 г.). Основным достоинством ЭВМ «МИР-2» был реализованный на аппаратном уровне алголоподобный машинный язык АНАЛИТИК, близкий к алгоритмическому языку высокого уровня, который был создан в ИК АН УССР под руководством В.М. Глушкова А.А. Летичевским, Ю.В. Благовещенским и А.А. Дородницыной. Эти ЭВМ имели экран с электронным пером; взаимодействие пользователя (инженера) с машиной велось в режиме диалога. Возможности языка АНАЛИТИК описаны, в частности, в [7, 8].

Несомненным достоинством языка является широкое использование общепринятой математической символики. АНАЛИТИК развивал концепцию встроенного языка программирования, позволяя

инженерам достаточно просто непосредственно формулировать задания с аналитическими преобразованиями формул, получать аналитические выражения для производных и интегралов. С помощью средств языка АНАЛИТИК возможно было в удобной, компактной форме реализовывать на вычислительной машине алгоритмы решения линейных и нелинейных уравнений, задач линейной алгебры, уравнений математической физики (методом разложения в ряды), нахождения экстремальных точек.

Наряду с арифметическими операциями в языке используются операции дифференцирования и интегрирования. При этом областью значения переменных, помимо чисел, может быть множество математических выражений (выражение является в АНАЛИТИКе основным видом преобразуемой информации). Помимо стандартных операций СРАВНИТЬ и ПРИМЕНИТЬ в языке АНАЛИТИК имеются дополнительные операции ДИФФЕРЕНЦИРОВАТЬ и ИНТЕГРИРОВАТЬ.

Использование в ЭВМ «МИР-2» экрана со световым пером, который помимо вывода выражений и графиков, позволяло программисту работать не только со всем выражением, но и с его частью. Из нескольких подчеркнутых световым пером частей можно было в режиме диалога формировать новое выражение.

АНАЛИТИК разрабатывался как входной язык для конкретной ЭВМ («МИР-2»). Изначальная ориентация ЭВМ «МИР-2» на использование языка АНАЛИТИК в качестве входного обусловила эффективность его использования при проведении инженерных расчётов. В отличие от других языков аналитических преобразований, для АНАЛИТИКа не требовалось разрабатывать специальный транслятор.



Рис. 2. ЭВМ «МИР-2», входным языком которой был АНАЛИТИК

Работы по развитию серии машин инженерных расчетов «МИР» получили своё завершение в 1974 году, когда была создана ЭВМ «МИР-3», которая в 20 раз превосходила по производительности «МИР-2». Входным языком «МИР-3» была серьёзно усовершенствованная версия языка АНАЛИТИК – алгоритмический язык программирования АНАЛИТИК-74.

IV. ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ НОРМИН

1970-е годы характеризуются активным развитием производства ЭВМ и стремительным возрастанием компьютеризации всех областей промышленного производства. А.И. Китов стал пионером создания в СССР компьютерных систем управления для непромышленной сферы – здравоохранения и медицины [9]. Свыше десяти лет, занимая разные должности в системе Министерства здравоохранения (зам. директора по научно-исследовательской работе Всесоюзного института медицинской и медико-технической информации, начальник отдела АСУ Всесоюзного научно-исследовательского института биологической физики 3-го ГУ Минздрава СССР), а также будучи Главным конструктором ОАСУ «Здравоохранение» и Главным конструктором АСУ 3-го ГУ Минздрава СССР, он осуществлял научные исследования по разработке и внедрению кибернетических методов решения медицинских задач. Результатом его деятельности стали компьютерные системы для медицины и здравоохранения различного назначения и уровней: больничные АСУ, комплекс унифицированных АСУ «Аптека», АСУ для медсанчастей, специализирующихся на лечении работников атомной промышленности и ракетной отрасли, ОАСУ «Здравоохранение», АСУ 3-го главного управления Министерства здравоохранения СССР и др.

Важнейшим научным достижением А.И. Китова в этот период стало создание алгоритмического языка программирования высокого уровня НОРМИН, который нашел широкое применение в организациях Министерства здравоохранения СССР для автоматизации решения различных медицинских задач. В частности, НОРМИН использовался в Клинической больнице № 6 3-го ГУ Минздрава СССР при создании ИПС по медикаментам и больничной АСУ¹. При создании АСУ 3-го ГУ Минздрава СССР [10, 11] получили практическое внедрение разработанные А.И. Китовым на базе НОРМИНа методики поиска медицинских управленческих данных, организации их структур и автоматизированная обработка большого комплекса типовых медицинских запросов информации.

В алгоритмическом языке НОРМИН используются только простые предложения. Запрещено употребление деепричастных оборотов, вводных слов, идиоматических выражений и т.п. При этом допускается употребление причастных оборотов, при условии, что в одном предложении может быть только один причастный оборот, который должен быть выделен сначала двумя (или большим числом) запятыми и одной запятой в конце (или точкой с запятой). В конце каждого предложения должна стоять точка с запятой. Внутри причастного оборота не должно быть запятых. Количество запятых, стоящих перед причастным оборотом, всегда должно быть на две больше количества слов, стоящих между причастным оборотом и словом, к которому этот причастный оборот относится.

Известно, что важной информацией в автоматизированных системах поиска и накопления медицинских данных является описание различных используемых методик, целей и результатов работ, аннотаций и т. п. В целях повышения эффективности использования языка НОРМИН в разнообразных системах накопления и поиска фактографических данных обязательным условием является требование заполнения унифицированными (или стандартными) предложениями специальных бланков нормализованных форм документов (сокращённо НФД). В языке НОРМИН не допускается использование местоимений, а количественные числительные должны быть записаны только цифрами. Использование глаголов в возвратной форме (т.е. с окончаниями «ся» и «сь») возможно только настоящего и прошедшего времени, причём единственного и множественного числа. В НОРМИНе с помощью частицы «не» строится отрицательная форма глагола. С глаголами возможно использование наречий для указания степени или качества действий. Допускается использование наречий в начале предложений, но, в качестве отдельных модальных слов, за которыми обязательно надо ставить двосточие.

Например. *Необходимо: осуществление флюорографии...* Наречие может быть последним членом предложения для характеристики действия главного члена предложения. Например: *Использование хирургических методов лечения возможно...* Для характеристики одного действия, посредством однородных наречий они должны быть связаны посредством запятых или союзов. Например: *Выздоровление происходит медленно и поэтапно....* Превосходные и сравнительные формы наречий, прилагательных и причастий в языке НОРМИН строятся с использованием наречий «более», «менее», «наиболее» и «наименее». Отметим, что наречия «более» и «менее» с прилагательным или причастием используются только после существительных, стоящих в именительном падеже. Они должны использоваться с последующей словарной связкой «по сравнению с» (т.е. «с чем»). Наречия «наименее» и «наиболее», как правило, употребляются с последующей связкой «среди». Ряд наречий, выделенных в специальную таблицу «Смысловые связи языка НОРМИН», используются в качестве смысловых связей этого языка. Возможно использование всех падежей существительных единственного и множественного числа. Причём, существительные, которые не изменяются по падежам, используются в именительном или в родительном падежах. Если в каком-либо предложении кроме рассматриваемого, нет другого слова в именительном падеже, то это слово считается в именительном падеже. В противном случае это слово считается стоящим в родительном падеже. Прилагательные, причастия и порядковые числительные объединены в НОРМИНе в качестве общего понятия «Определение».

Естественно, в НОРМИНе была предусмотрена работа с числовой информацией. При задании десятичных дробей числа его целая часть отделяется от его дробной части стандартно, т.е. с помощью точки. Числовые значения каких-либо параметров записываются привычным для человека образом, т.е. с последующими единицами измерения. Например: *Электрическая лампочка мощностью 60 Вт...* Количественные числительные могут применяться с существительными, в которые входят единицы измерения. При этом следует соблюдать следующее правило «*Задаваемое число должно относиться только к ближайшему существительному, стоящему справа*». Например: *Медицинская бригада 5 человек...* При этом, нескольких количественных числительных могут задаваться без повторения единицы измерения, просто через запятую. Например: *Упаковки шприцов по 10, 20, 50 шт.* В системах

¹ Эта больница стала известной на всю страну, потому что была главным научно-практическим центром спасения жизней ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС.

автоматизированной обработки данных важнейшим является указание дат, характеризующих либо какие-либо действия, либо процессы, либо состояния. В НОРМИНе даты могут быть указаны либо цифрами, либо словами. Например: *Операция сделана 20 мая 1989 года...* При использовании краткого указания даты и момента времени каждая единица измерения времени должна быть выражена обязательно двумя цифрами и отделяться друг от друга наклонной чертой, т.е. в виде: *мин мин/час час/день день/мес мес/год год*. Несколько дат и моментов времени могут быть перечислены через запятую или союз. Например: *Сдача анализов 01/01/2020, 10/02/2020, 30/02/2020...* Используемые связки «с» и «до» служат для задания начального и конечного моментов времени. Например: *Замечено улучшение с 01/01/98/ до 10/02/98...*

В НОРМИНе включаемые в тезаурус слова и наименования понятий (словосочетания) имеют, как правило, указатели двух семантических категорий – общей и специальной, которые нужны для конкретизации смысла слов (без учёта омонимии) и для уточнения использования смысловых связей. В состав общих семантических категорий входят:

1. Объект (как материальные, так и нематериальные, в том числе одушевленные, объекты, математические объекты, объекты внешней среды и др.).
2. Действие (существительные, образованные от переходных глаголов, в том числе математические действия).
3. Параметр (характеристика, имеющая числовое значение).
4. Информация (в том числе теоретические понятия: вывод, метод, способ, вероятность, статья и др.).
5. Свойство (характеристика, не имеющая числового значения: непрерывность, независимость и др.).
6. Материал или вещество.
7. Процесс (существительные, образованные от непереходных глаголов).
8. Время.
9. Состояние (усталость, сон, отдых и др., т.е. существительные, не образованные от глаголов).

В состав специальных семантических категорий (основным назначением которых является является разделение омонимов) входят:

1. Объекты исследования, изучения, воздействия (организмы, популяции и др.).
2. Локализации (органы, ткани и др.).
3. Единицы измерения.
4. Проявления болезней и состояний или Морфология.
5. Химические препараты и медикаменты.
6. Болезни.
7. Оборудование, приборы или инструменты.
8. Процедуры и мероприятия.

В языке НОРМИН используется специальный «Список смысловых связей», в котором для каждой связи указано ее грамматическое представление (предлог или слово-связка, падеж, знак препинания). Металингвистические символы используются для компактной записи способов выражения смысловых связей. Например, | – *вертикальная черта для перечисления альтернативных вариантов*; < > – *угловые скобки для записи категорий слов, связываемых данной смысловой связью*. В языке НОРМИН важны функции и структура тезауруса (машинного словаря). При автоматической обработке текстов необходимо выделить каждое слово или устойчивое словосочетание исходного (входного) сообщения присвоением ему уникального числового кода. Необходимо также определить для этого слова соответствующую грамматическую информацию (род, падеж, число, часть речи и т.д.). Указанные операции выполняются компьютером с использованием заранее составленного тезауруса, точнее, той его части, которая называется текстовым словарем. В информационно-поисковых системах при поиске требуемых данных имеют место случаи, когда приходится иногда производить замену более общих понятий частными и наоборот. Иногда также приходится осуществлять обратные переходы от числовых кодов к текстовым представлениям слов. Эти операции производятся с использованием кодового иерархического словаря, являющегося также составной частью тезауруса.

Суть алгоритмического языка (системы) НОРМИН состоит в том, что он является входным и выходным языком для АФИЛС (автоматизированных фактографических информационно-логических систем). По сравнению с естественным языком в языке НОРМИН нормализация лексических и грамматических средств обеспечивает возможность значительно более точного и единообразного выражения содержания входных документов и более точного семантико-синтаксического анализа входных текстов (документов и запросов).

Существует два основных направления использования языка НОРМИН.

Первое – для библиографического (документального) поиска повышенной точности. В этом случае в качестве промежуточных результатов процедуры поиска выдаются развернутые аннотации отчетов, патентов, статей, историй болезни и других документов. Эти аннотации пишутся на НОРМИНе индексаторами или сразу же авторами. В информационно-поисковых системах они используются как ПОДы (поисковые образы документов) и как библиографические справки. Индексаторы пишут на НОРМИНе задания на поиск на основе запросов, которые заказчики сформулировали на обычном естественном языке. НОРМИН не предъявляет каких-либо особых требований к записи аннотаций документов (ПОДов). Требуется лишь, чтобы они информативно и сжато отражали главное содержание работы и ее основные аспекты. При подготовке аннотаций работ из одной и той же области желательно использовать однотипные обороты и терминологию.

Второе направление – применение самих АФИЛС (которые должны в этом случае создаваться для узких областей знаний) в качестве внешнего языка НОРМИН. В этом случае к общим средствам языка НОРМИН для каждой узкой области знаний должны добавляться конкретные правила построения унифицированных фактографических записей. При этом конкретные правила должны предельно четко описывать структуру записей (состав их пунктов и подпунктов) и структуру используемых в записях типовых предложений. Важно максимально облегчать работу индексаторов. Для этого информация должна указываться в соответствующей инструкции или высвечиваться на экране видеотерминала по соответствующим запросам индексаторов для их обучения или инструктирования. Существует специальная методика применения системы НОРМИН в качестве информационно-поисковой системы для работы с рефератами и тематическими картами НИР.

Самое первое описание алгоритмического языка программирования НОРМИН было дано А.И. Китовым в его статье «Нормализованный язык медицинской информации НОРМИН» [12]. В течение почти двух десятков лет коллектив, состоящий из учеников-аспирантов А.И. Китова, осуществлял под его научным руководством дальнейшее развитие языка в соответствии с меняющимися со временем потребностями. Большая работа была проделана для обеспечения взаимодействия со всеми ведущими системами управления базами данных (СУБД) того времени, был реализован удобный медицинским работникам режим диалогового взаимодействия с ЭВМ, был создан комплекс ПО, обеспечивающий использование режима межмашинного обмена медицинскими данными и другие возможности.



Рис. 3. Обложки книг А.И. Китова по медицинской кибернетике

² Они были написаны в соавторстве с начальником 3-го ГУ Минздрава СССР (в ранге заместителя министра) Е.И. Воробьевым.

³ Особо следует подчеркнуть важную роль книги «Автоматизация обработки информации и управления в здравоохранении», в которой изложение проблем здравоохранения дано с точки зрения системного подхода. Сам термин «здравоохранение» появился впервые в Советском Союзе и уже после этого был воспринят другими странами. Развитие отрасли здравоохранения в масштабах всего государства требовало сбора, обработки, упорядочивания и хранения сверхбольших объемов учетно-лечебной информации, что влекло необходимость автоматизации решения всего громадного комплекса соответствующих задач.

Описания возможностей и технологии использования языка НОРМИН можно найти в работах А.И. Китова. Им были опубликованы три монографии : «Автоматизация обработки информации и управления в здравоохранении» , «Введение в медицинскую кибернетику» и «Медицинская кибернетика» [13-15] (рис. 3), и ряд статей по медицинской кибернетике, написанных в соавторстве с его аспирантами [16-20]. В них описаны назначение, структура и уникальные для своего времени возможности системы НОРМИН, в частности, по накоплению и поиску текстовой информации, представленной на формализованном русском языке. Наиболее подробное описание НОРМИН дано в [15].

Научно-практические результаты А.И. Китова в области медицинской кибернетики и информатики, и, в частности, в области разработки и использования алгоритмического языка НОРМИН заслужили признание как в СССР, так и в развитых зарубежных странах. Двенадцать лет А.И. Китов являлся официальным представителем от Советского Союза в техническом комитете № 4 ИФИП (ТС-4 IFIP – Technical committee of #4 International Federation for Information Processing), а также в Medical Informatics organization (MedINFO) и в International Medical Informatics Association (IMIA), в которой он имел статус «IMIA officer from the USSR». На всемирном конгрессе «МЕДИНФО-77», проходившем в 1977 г. в Торонто (Канада), А.И. Китов в качестве приглашённого спикера сделал пленарный доклад «Компьютеры, информатика и биомедицинские исследования», в котором, в частности, определённое внимание было уделено алгоритмическому языку НОРМИН.

И после выхода на пенсию, работая заведующим кафедрой «Вычислительная техника и программирование» в МИНХ (РЭУ) имени Г.В. Плеханова, А.И. Китов продолжал свою научную деятельность, совершенствуя методы компьютерной обработки текстов на естественном языке, осуществляя руководство аспирантами, в том числе и иностранными, в области совершенствования возможностей задуманной им системы программирования НОРМИН. В результате НОРМИН вышел за рамки языка для программирования медицинских задач и стал успешно применяться и в ряде других областей.

НОРМИН стал первым разработанным в СССР языком программирования, в котором для осуществления поиска требуемой информации использовался язык запросов на формализованном естественном языке. Для своего времени НОРМИН был выдающимся достижением в области алгоритмических языков.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности Министерства науки и высшего образования РФ на тему «Модели, методы и алгоритмы искусственного интеллекта в задачах экономики для анализа и стилизации многомерных данных, прогнозирования временных рядов и проектирования рекомендательных систем», номер проекта FSSW-2023-0004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Китов А.И. Программирование информационно-логических задач. М.: Сов. радио, 1967. 328 с.
2. Бородулина Н.Г. и др. Система автоматизации программирования АЛГЭМ. Под ред. А.И. Китова. М.: Статистика, 1970. 160 с.
3. Китов А.И. Программирование экономических и управленческих задач. М.: Сов. радио, 1971. 156 с.
4. Китов А.И. Программирование ассоциативное // Автоматизация производства и промышленная электроника. Т. 3. Серия «Энциклопедия современной техники». М.: Сов. энциклопедия, 1964. С. 98-101.
5. Сибиряков П.Г. Истоки алгоритмического языка АЛГЭМ и его место в творчестве А.И. Китова // Труды SoRuCom-2011. С. 263-265.
6. Kitov V., Shilov V., Silantiev S. Anatoly Kitov and ALGEM algorithmic language // AISB/IACAP World Congress. International Symposium on History and Philosophy of Programming (HAPOP 2012). Birmingham, England. 3 p.
7. Глушков В.М. и др. АНАЛИТИК (алгоритмический язык для описания вычислительных процессов с использованием аналитических преобразований) // Кибернетика. 1971. № 3. С. 102-134.
8. Гринченко Т.А. АНАЛИТИК // Энциклопедия кибернетики. Т. 1. Киев: Главная редакция Украинской Советской энциклопедии, 1974. С. 114-116.
9. Анатолий Иванович Китов. Под редакцией В.В. Шилова и В.А. Китова. М.: МАКС Пресс, 2020. 688 с.; 2-е изд., испр. и доп. М.: МАКС Пресс, 2021. 720 с.
10. Китов А.И. (Главный конструктор ОАСУ «Здравоохранение»). Технический и рабочий проекты ОАСУ «Здравоохранение». М.: 3-е Главное управление Министерства здравоохранения СССР, 1975. 102 с.
11. Китов А.И. (Главный конструктор АСУ 3-го ГУ). Техно-рабочий проект АСУ 3-го ГУ Минздрава СССР. М.: 3-е Главное управление Министерства здравоохранения СССР, Ин-т биофизики, 1978. 80 с.

12. Китов А.И., Будько Н.Н. и др. Нормализованный язык медицинской информации «НОРМИН» // Вопросы информационной теории и практики. № 33. М.: ВИНТИ, 1978. С. 64-77.
13. Воробьев Е.И., Китов А.И. Автоматизация обработки информации и управления в здравоохранении. М.: Советское радио, 1976. 272 с.
14. Воробьев Е.И., Китов А.И. Введение в медицинскую кибернетику. М.: Медицина, 1977. 288 с.
15. Воробьев Е.И., Китов А.И. Медицинская кибернетика. М.: Радио и связь, 1983. 240 с.
16. Китов А.И. Основные принципы построения документально-фактографической информационно-поисковой системы // Алгоритмы и организация решения экономических задач. Вып. 7. М.: Статистика, 1976. С. 14-25.
17. Китов А.И., Костюк В.В. Поиск документов, записанных 3У ЭВМ на естественном языке // Информационно-поисковые системы. 1975. Серия 2. Информационные процессы и системы. № 10. М.: ВИНТИ, НТИ. С. 25-28.
18. Китов А.И., Литвинова В.А., Дубинина Е.И., Таралова В.Н. Программная реализация информационно-поисковых систем на мини-ЭВМ типа СМ // Программирование. 1981. № 3. С. 65-76.
19. Китов А.И., Орлова Ю.Д. Реализация диалогового режима взаимодействия человека и ЭВМ с использованием нормализованного естественного языка // Программирование. 1982. № 5. С. 65-71.
20. Китов А.И., Романова Ю.Д., Обидный Г.В. Организация диалогового режима работы информационной системы НОРМИН с помощью мультитерминальной системы ОБЬ // Программирование. 1986. № 2. С. 64-69.