УДК 004.43

Визуальный декларативно-алгоритмический язык «InteloGraf» в ракетно-космической технике

Н.П. Сенюгин, ведущий инженер-программист,
Акционерное общество «Научно-производственное объединение измерительной техники» (АО «НПО ИТ»), г. Королев, Московская область

Рассматривается применение визуального декларативно-алгоритмического языка «InteloGraf» в ракетно-космической технике (в качестве метода «Программирование без программистов»).

Язык InteloGraf, программирование без программистов, система на кристалле.

Visual declarative-algorithmic language «InteloGraf» in rocket space technology

N.P. Sinyugin, leading software engineer,
Joint stock company «Scientific-production Association of measuring equipment» (JSC «NPO IT»), Korolev, Moscow region

The application of the visual declarative-algorithmic language «InteloGraf» in rocket and space technology (as a method «Programming without programmers») is considered.

Language InteloGraf, programming without programmers, system on a chip.

ВВЕДЕНИЕ

В АО «НПО ИТ» создана инновационная визуальная технология программирования, центральным элементом которой является язык «InteloGraf».

«InteloGraf» – визуальный декларативно-алгоритмический язык программирования и моделирования. Был разработан (автор Сенюгин Н.П.) при создании сложных информационных систем. Разработка языка велась с 2012 года.

Язык построен на основе двух концепций: Интеллект-карт (Mind Map) [2], автор Тони Бьюзен, и Графит Флокс (язык Дракон), автор В.Д. Пароджанов [1].

Основной целью разработки было создание единого языка, который своей доступностью и мощностью способен заменить обычные языки программирования.

Работы по созданию «InteloGraf» были в основном закончены в 2015, когда была разработана автоматизированная система проектирования программных средств «IntelGraf».

«InteloGraf» можно определить как общедоступный визуальный язык, предназначенный:

— для систематизации, структуризации, наглядного представления и формализации декларативных и процедурных (императивных) знаний;

— для описания структуры человеческой деятельности и бизнес-процессов;

— для проектирования, программирования, моделирования и обучения.

Правила языка «InteloGraf» по созданию InteloGraf-схем оптимизированы для восприятия и понимания человеком. Язык предлагается в качестве инструмента усиления человеческого интеллекта.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА INTELGRAF-ТЕХНОЛОГИИ

На рисунке 1 показана структура **INTELGRAF**-технологии. Данные и алгоритмы изображаются графически, в виде схем языка InteloGraf (InteloGraf-схем). Сложные иерархические структуры данных также изображаются с помощью InteloGraf-схем. Исходный код любой InteloGraf-программы содержит как декларативную, так и алгоритмическую составляющую. Затем с помощью встроенного кодо-генератора схема переводится в исполняемый код.

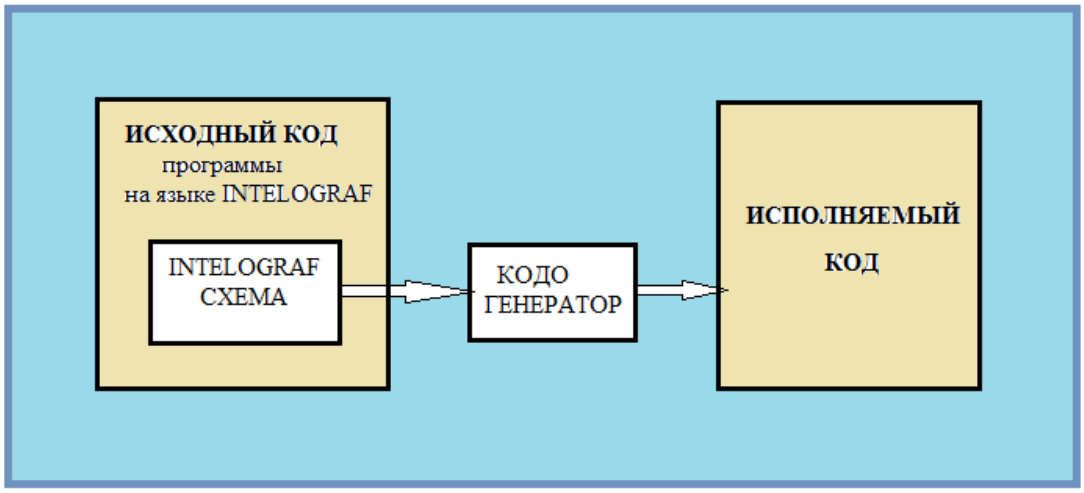

Рисунок 1 – Структурная схема INTELGRAF-технологии

КТО ДОЛЖЕН ФОРМАЛИЗОВАТЬ ЗНАНИЯ

Язык INTELOGRAF опирается на принцип: «Кто обладает знаниями, тот и должен их формализовать». Этот принцип вступает в противоречие с обычной практикой, согласно которой формализацию знаний для исполнения на компьютере выполняют специалисты по программированию.

Чтобы пояснить суть дела, зададим вопрос. Кто обладает прикладными знаниями при создании телеметрических систем или систем управления ракеты-носителя: инженеры или программисты? Конечно, инженеры.

Именно инженеры (а отнюдь не программисты) досконально знают «физику процесса». По этой причине, никто лучше инженера не знает и не может знать алгоритмы и структуры данных прикладных задач, решаемых системой.

А раз так, именно инженеры (а отнюдь не программисты) должны формализовать свои собственные профессиональные знания и превратить их в прикладные программы.

На этом пути возникает серьезное препятствие. Дело в том, что традиционные средства математической формализации знаний (в виде математического и программного обеспечения ЭВМ) оказываются чрезвычайно трудными – непосильными для инженера. К счастью, эту преграду удалось преодолеть при создании языка InteloGraf с помощью когнитивно-эргономических методов.

ЭРГОНОМИЗАЦИЯ ЯЗЫКА INTELOGRAF

Эргономичная программа – программа, позволяющая минимизировать интеллектуальные усилия, необходимые для её понимания человеком и облегчить выявление ошибок при зрительном восприятии текста программы. Преимущество эргономичных программ в том, что они намного понятнее, яснее, нагляднее и доходчивее, чем обычные. Если программа непонятна, в ней трудно или даже невозможно заметить затаившуюся ошибку. И наоборот, чем понятнее программа, тем легче найти в ней ошибку.

Эргономизация языка программирования подразумевает облегчение восприятия и понимания человеком средств проектирования, программирования и сопровождения программ. Она опирается на постулат *(принцип InteloGrafa)*:

«Язык – важнейший интеллектуальный инструмент разработчиков и программистов. Чем удобнее язык, чем лучше он адаптирован к решаемой задаче, тем лучше работает человеческий мозг, выше производительность труда».

При разработке языка InteloGraf исходили из следующих соображений. Процесс достижения интеллектуального взаимопонимания между соисполнителями сложных проектов – один из наиболее сложных видов умственного труда. Производительность этого труда недопустимо мала и разительно отстает от растущих потребностей, связанных с ростом объемов и сложности бортового и наземного программного обеспечения. Чтобы переломить неблагоприятную тенденцию, необходимо поднять уровень взаимопонимания и эффективность взаимодействия между специалистами. Язык InteloGraf и IntelGraf-технология специально ориентированы на решение данной проблемы за счет предоставления персоналу новых языковых

и инструментальных средств.

Эргономичный язык InteloGraf позволит устранить возникшие перед инженерами трудности понимания без потери математической строгости. Благодаря этому упомянутый выше *принцип InteloGrafa* можно использовать при разработке телеметрических систем, и даже систем, управления ракет-носителей и разгонных блоков космических аппаратов.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ БЕЗ ПРОГРАММИСТОВ

Язык INTELOGRAF позволил реализовать метод «Программирование без программистов» при разработке исходного кода программ. Данный метод можно считать одной из основных идей INTELGRAF-технологии.

Автор термина «Программирование без программистов» – американский ученый Джеймс Мартин. В 1982 году Д. Мартин опубликовал книгу под названием «Разработка прикладных программ без программистов» (Applications development without programmers) [3].

Книга Д. Мартина дала начало новому направлению исследований, которое обычно для краткости называют «Программирование без программистов» (хотя фактически речь идет только о программировании без *прикладных* программистов»).

В работе Мартина говорится о непроцедурных языках. При разработке INTELOGRAFa была использована идея Мартина «Программирование без программистов». Вместе с тем, было отказано от сделанного им выбора в пользу только непроцедурных языков. И был сделан диаметрально противоположный выбор - INTELOGRAF – не только декларативный, но и процедурный (императивный) язык программирования.

ИКОНЫ ЯЗЫКА INTELOGRAF

Основой графического синтаксиса языка InteloGraf является графический алфавит. Алфавит состоит из геометрических фигур, именуемых *иконами.* Всего имеется 30 икон. На рисунке 2 показаны основные из них. Для каждой иконы задана ориентация, однозначно показано направление соединительных линий, входов и выходов.

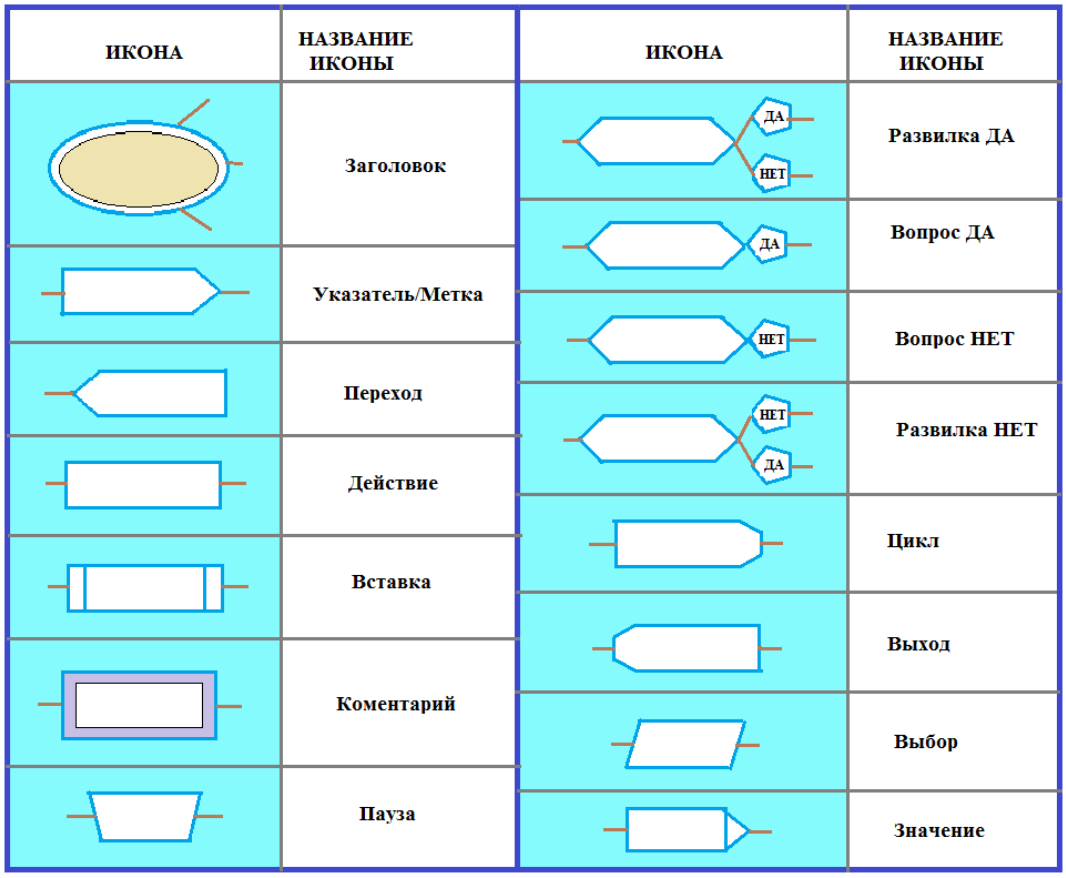

Рисунок 2 – Иконы языка INTELOGRAF

СЕМЕЙСТВО INTELOGRAF-ЯЗЫКОВ

INTELOGRAF – не один язык, а целое семейство, все языки которого имеют одинаковый визуальный синтаксис (что зрительно делает языки семейства почти близнецами) и отличаются текстовым синтаксисом.

Кроме собственно языка INTELOGRAF, семейство включает гибридные визуальные языки программирования: INTELOGRAF-БЕЙСИК, INTELOGRAF- PROLOG, INTELOGRAF-C++, INTELOGRAF-C#, INTELOGRAF-ASM++, INTELOGRAF-VHDL, и т.д. Чтобы получить гибридный язык, например, INTELOGRAF-C++, необходимо взять визуальный синтаксис INTELOGRAFa и присоединить к нему по определенным правилам текстовый синтаксис языка C++.

Строгое разграничение визуального и текстового синтаксиса позволяет в максимальной степени расширить сферу применения языка, обеспечивая его гибкость и универсальность. При этом *единообразие* правил визуального синтаксиса семейства INTELOGRAF-языков обеспечивает их концептуальное единство, а *разнообразие* текстовых правил (т. е. возможность выбора любого текстового синтаксиса) определяет гибкость языка и легкую настройку на различные проблемные и предметные области.

ПРИМЕР, ДЕМОНСТРИРУЮЩИЙ ЯЗЫК INTELOGRAF-C++

Возьмём простой пример: блок-схему алгоритма из современного учебника «Информатика». Алгоритм носит название «Определение завтрашней даты». Он изображен на рисукне 3.

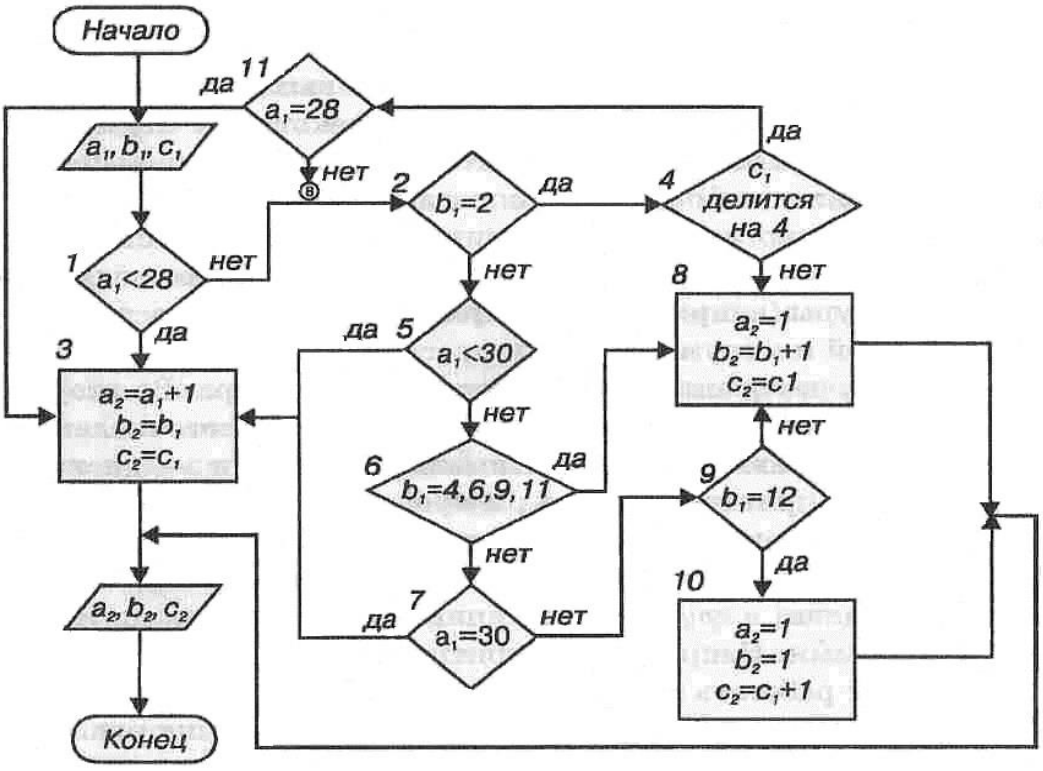

Рисунок 3 – Алгоритм «Определение завтрашней даты»

Изображенный на рисунке алгоритм, в виде традиционной блок-схемы, не удовлетворяет когнитивно-эргономическому требованию высокой понимаемости. Он скорей изображен по принципу: «Сколько ни смотри, всё равно вряд ли поймешь!» Критике традиционных блок-схем посвящены многие работы В.Д. Пароннджанова (смотри например книгу [1]). В ней делается категорический вывод, что блок-схемы должны быть заменены когнитивно-эргономическими схемами.

Попробуем перевести вышеуказанную блок-схему алгоритма в InteloGraf-схему программы «Определение завтрашней даты» в стиле C++. Результат показан на рис. 4.

Необходимо особо подчеркнуть, что INTELOGRAF-схема читается и исполняется слева-направо, сверху-вниз, как при обычном письме.

На одной общей InteloGraf -схеме созданы четыре подсхемы:
- класс “CData”
- конструктор “CData()”, класса “CData”
- функция-член “void zavt_data()”, класса “CData”
- функция “int main(…)”, с которой и начинается выполнение программы.

В заголовке схемы с помощью указателя “Lib” показаны подключаемые к проекту файлы.

Вид каждой из подсхем определяется с помощью указателя “Is”. Это может быть класс, структура, функция и т.д. Принадлежность же, например, функции конкретному классу, определяется указателем “Of”. Аргументы функции определяются с помощью указателя “In”, а возвращаемое функцией значение указателем “Out”. Данный способ описания является удобным и наглядным, а также единым для всех других подъязыков «INTELOGRAF».

Из рисунка 4 видно, что на языке INTELOGRAF можно с легкостью изображать как процедурные знания, так и сложные иерархические структуры данных. Это делает данный язык пригодным также и для объектно-ориентированного программирования.

Эта схема, набранная в САПР «IntelGraf», может быть автоматически переведена в исходник на языке C++, с помощью встроенного кода-генератора. А после компиляции этого исходника, может быть получен исполняемый файл.

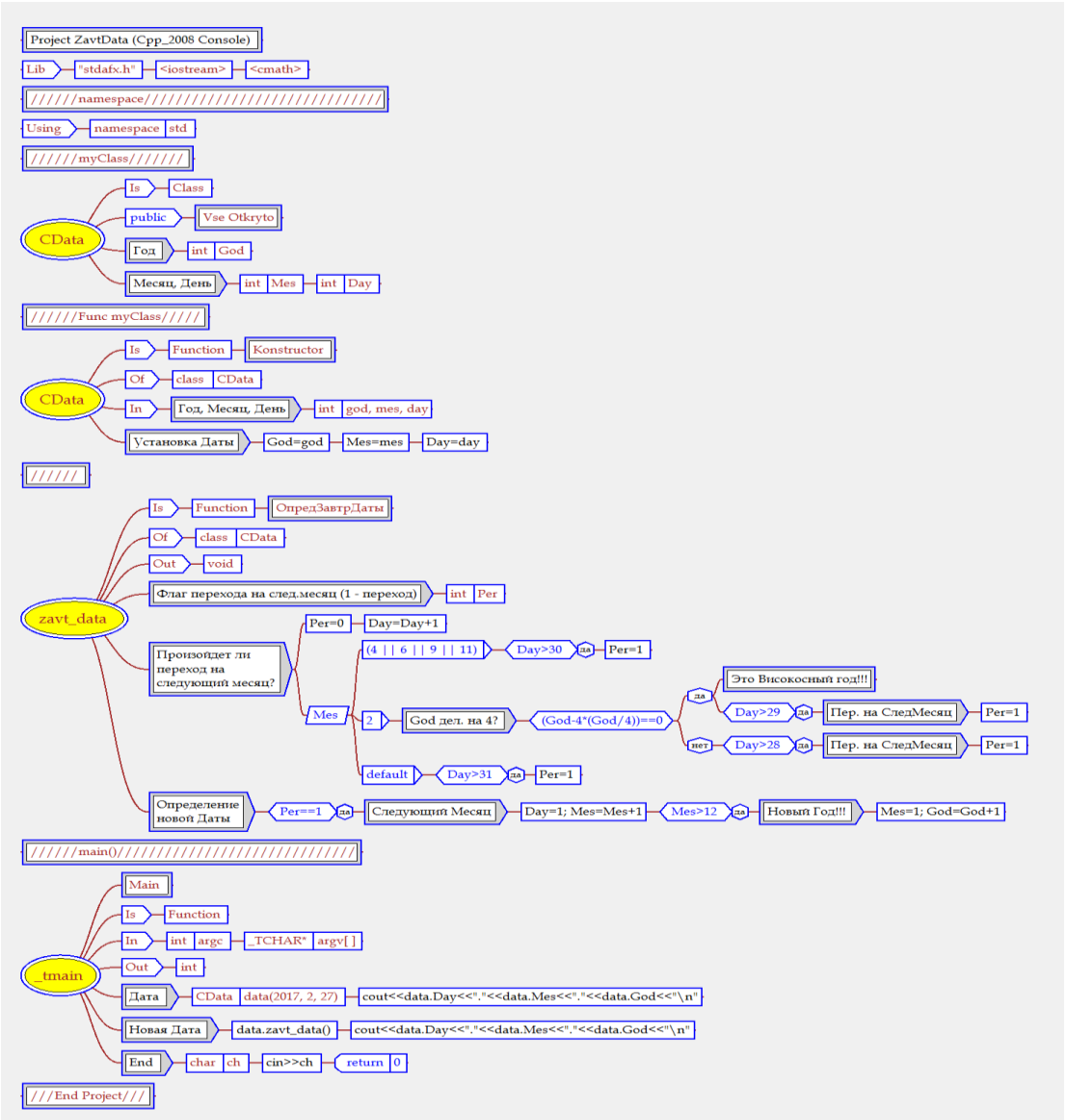

Рисунок 4 – INTELOGRAF-C++ «Определение завтрашней даты»

ЯЗЫК INTELOGRAF И СОВРЕМЕННАЯ ТЕЛЕМЕТРИЯ

В АО «НПО ИТ» удалось создать перспективную телеметрическую систему по технологии «Система на одном кристалле». Устройство выполнено на базе современной ПЛИС,

содержащей большое количество логических элементов. Это позволило сделать достаточно сложную техническую систему с малыми массогабаритными характеристиками, высокими надежностью и помехоустойчивостью.

Данная система осуществляет сбор и обработку, в реальном времени следующих видов сигналов: виброакустических, ударных и медленно меняющихся, и формирует из них следующие пакеты в «Пиритовском» формате:

1. Пакеты с непосредственными отсчетами быстроменяющихся процессов (БМП);
2. Пакеты с «простыми» характеристиками (пиковые значения, среднее значение, среднеквадратичное отклонение) БМП на интервале [0 ... 0.1 с];
3. Пакеты от вычислителя спектральной плотности мощности БМП полосовыми фильтрами 4-го порядка в 1/3 октавных полосах частот на интервале [0 ... 1 сек];
4. Пакеты от вычислителя ударных спектров на интервале [0 ... 1 сек];
5. Пакеты от сборщика медленно меняющихся процессов

и передает все эти пакеты на радиопередающее устройство по выбору на скоростях: от 4096 кб/с и ниже, до 8 кб/с.

Обработка на борту в реальном времени сигналов БМП, позволяет на несколько порядков сократить объём передаваемой телеметрической информации (ТМИ), практически без потерь информативности. Этот фактор имеет огромное значение при передаче ТМИ с борта при большом удалении от Земли.

Данная сложная телеметрическая система была создана, в основном, благодаря применению при разработке, языка INTELOGRAF и технологии «INTELGRAF», описанных выше.

Проект создавался в виде INTELOGRAF-схем, набранных на специально разработанном графическом редакторе (САПР).

Далее схемы, с помощью, встроенного в САПР кода-генератора, переводились в VHDL-файлы. А затем уже с помощью несложных стандартных процедур создавалась и «прошивка» ПЛИС.

Применение языка INTELOGRAF, позволило создать VHDL-проект чрезвычайно сложной системы практически с нуля за очень короткое время (3-4 месяца), одним человеком. Следует добавить, что применение когнитивно-эргономической технологии при создании кода, позволило избежать грубых ошибок в проекте и создать устойчиво работающую систему практически без отладки.

ВЫВОДЫ

- Создан новый визуальный декларативно-алгоритмический язык высокой понимаемости INTELOGRAF.
- Основной принцип языка: «Посмотрел и сразу всё понял!»
- Предлагаемый язык достаточно прост в изучении и использовании.
- INTELOGRAF построен на базе когнитивно-эргономических принципов.
- Использование языка «InteloGraf» позволяет значительно увеличить интеллектуальную мощность работы человека. Резко уменьшить вероятность ошибок, просчетов, недоработок и затраченного времени.
- Язык INTELOGRAF предназначен для создания многочисленных приложений в различных областях: от образования и медицины до ракетно-космической техники.

Литература

1. Бьюзен Т. и Б. Супермышление // М. 2-е издание ООО «Попурри». 2003. 304с.
2. Паронджанов В.Д. Учись писать, читать и понимать алгоритмы. Алгоритмы для правильного мышления. Основы алгоритмизации // М.: ДМК Пресс. 2014. 520 с.
3. James Martin. Application Development without Programmers, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 1982. 368 p.