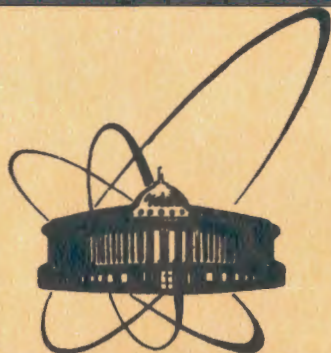


252419  
85-116



сообщения  
Объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна

УДЧ19  
3881/85

P10-85-116

В.Д.Аджиев\*, В.Б.Бруданин, В.М.Колобашкин\*,  
А.А.Пасько\*, В.В.Пилюгин\*, Л.Н.Сумароков\*,  
А.И.Сурин\*, О.Н.Сурина\*

КОМПЛЕКС МАШИНОЙ ГЕОМЕТРИИ  
И ГРАФИКИ САГРАФ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

\* Московский инженерно-физический институт

1985

## ВВЕДЕНИЕ

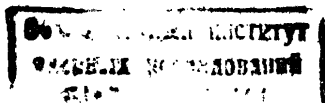
Современные научные исследования, как правило, проводятся с использованием средств вычислительной техники. В настоящее время одним из важных аспектов автоматизации научных исследований является применение средств машинной графики. Наиболее широкое применение средства машинной графики получили в задачах сбора, обработки и анализа экспериментальных данных. При этом общепринятым является построение с помощью ЭВМ графиков функций, гистограмм и других традиционных изображений.

Однако анализ различных научно-исследовательских задач, а также опыта использования средств машинной графики в других областях позволяет сделать вывод о более широких потенциальных возможностях машинной графики в научных исследованиях, причем как экспериментального, так и теоретического характера. Использование средств машинной графики, с нашей точки зрения, позволяет не только повышать эффективность существующих методов решения различных научно-исследовательских задач, но и создавать новые методы их решения. Такие графоаналитические методы, основанные на совместном использовании графических построений и аналитических вычислений, предполагают наличие развитых средств машинной графики, обеспечивающих решение разнообразных задач вычислительной геометрии, развитые языковые средства пользователя, диалоговый и пакетный режимы работы, а также отвечающие современным требованиям стандартизации графических систем.

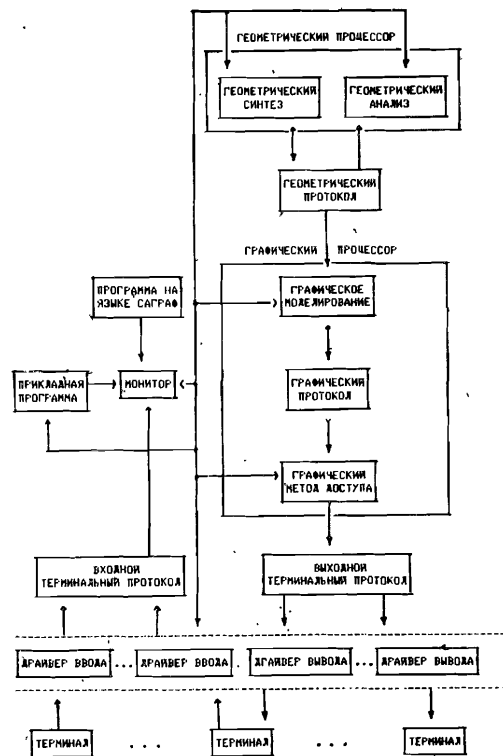
Данная работа посвящена описанию основных характеристик программного комплекса машинной геометрии и графики САГРАФ, предназначенного для использования в качестве геометрико-графического ядра при разработке машинных графоаналитических методов решения задач, с которыми сталкивается человек при проведении различных научных исследований.

### 1. СТРУКТУРА И ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА САГРАФ

С точки зрения пользователя САГРАФ представляет собой программный комплекс функциональных процедур, дающих возможность формировать модели двумерных и трехмерных геометрических объектов, определять их различные числовые характеристик, а также получать соответствующие графические изображения этих объектов на различных графических терминалах. В соответствии с этим все функциональные процедуры комплекса подразделены на две основные группы: геометрический и графический процессоры/см.рисунок/.



## Структурная схема комплекса САГРАФ.



Произвольный геометрический объект моделируется при помощи элементарных геометрических объектов /т.н. геометрических примитивов/ и аппарата вложенных преобразований. В системе реализован следующий набор плоских и пространственных геометрических примитивов: точка, отрезок, ломаная, эллипс, дуга эллипса, кубический сплайн с различными концевыми условиями, плоскость, эллиптический цилиндр, эллиптический конус, эллипсоид, интерполяционные поверхности. К функциям преобразования относятся: сдвиг, поворот вокруг произвольной точки на плоскости и вокруг произвольной оси в пространстве, масштабирование относительно произвольной точки, размножение объектов, параллельное и перспективное проецирование, объединение и пересечение объектов. В процессе моделирования возможны операции порождения и уничтожения геометрических объектов, включения одного объекта в состав другого.

Процедуры подсистемы геометрического анализа служат для определения различных числовых характеристик сформированных геометрических объектов, например, координаты точки, длины плоских и пространственных кривых, площади отсеков поверхностей и т.п. Связь подсистем синтеза и анализа осуществляется с помощью геометрического протокола, который представляет собой специальную форму описания геометрических объектов. Этот же протокол используется для информационной связи геометрического и графического процессоров.

Графический процессор также включает в себя две программные подсистемы - подсистему графического моделирования и графический метод доступа. Процедуры подсистемы графического моделиро-

вания служат для формирования поименованных графических объектов. Под графическим объектом в комплексе в общем случае понимается совокупность плоских геометрических объектов, дополненных графическими атрибутами /тип линии, цвет линии, яркость линии/, и графическими примитивов /текст, маркер, точка, отрезок, заполненная область, массив ячеек и т.д./. В процессе графического моделирования возможны операции порождения и уничтожения графических объектов, изменения их графических атрибутов, объединения нескольких графических объектов и аффинное преобразование.

При проектировании графического процессора учтены рекомендации по стандартизации графических систем<sup>1,2/</sup>.

Связь между подсистемой графического моделирования и графическим методом доступа осуществляется с помощью графического протокола, который представляет собой специальную форму описания множества графических объектов. Результатом работы процедур графического метода доступа является выходной терминальный протокол, представляющий собой специальную форму описания графического изображения в области так называемого виртуального экрана. Виртуальный экран является моделью устройства отображения графической информации. Построение графического изображения на конкретном терминале осуществляет программный драйвер выхода, который интерпретирует выходной терминальный протокол и формирует дисплейный файл используемого графического терминала. Такой подход позволил использовать широкий парк внешних устройств для отображения графической информации: АЦПУ ЕС 7032, графопостроители ЕС 7051, ЕС 7052, ЕС 7053, ЕС 7054, АП 7251, АП 7252, Н-306 и дисплеи ЭПГ-400, УПИ, ВК40Ц60, МС-6 и др.

Драйверы ввода, обрабатывая информацию, поступающую от используемых терминалов, формируют входной терминальный протокол, который представляет собой единую специальную форму описания поступающих терминальных сообщений. Следует подчеркнуть, что использование выходного и входного терминальных протоколов позволило реализовать в комплексе принцип приборной независимости, т.е. возможность подключения различных терминалов путем написания соответствующих драйверов, не изменяя комплекса в целом.

Другим важным принципом, реализованным в комплексе, является возможность выполнения процедур геометрического и графического моделирования как в пакетном, так и в интерактивном режимах. Функции организации доступа пользователя к процедурам моделирования возложены на специальную подсистему - монитор. Монитор запускается либо пользователем, либо прикладной программой и в процессе работы, интерпретируя программу, написанную на специальном языке высокого уровня САГРАФ, данные прикладной программы и входной терминальный протокол, осуществляет выполнение процедур моделирования в пакетном или в интерактивном режиме. Наличие монитора не исключает возможности обращения к функциональным процедурам из прикладной программы с помощью оператора CALL.

В комплекса САГРАФ пользователю предоставляется возможность выбора рабочей версии. Рабочая версия определяется списком используемых функциональных процедур, распределением их между вычислительными средствами комплекса, используемыми языковыми средствами и режимами работы.

Необходимо отметить, что САГРАФ является системой нового класса по сравнению с широко распространенными графическими системами /ГРАФОР/3/, GD 3/4/и др./. САГРАФ отличает наличие развитых средств решения задач геометрического моделирования на ЭВМ, возможность их гибкого совместного использования со средствами машинной графики, которые отвечают современным требованиям по стандартизации графических систем.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОЧИХ ВЕРСИЙ КОМПЛЕКСА САГРАФ

Режимы работы, состав технических, программных и языковых средств, которыми располагает пользователь, зависят от выбранной рабочей версии. Это отражается в индексации рабочих версий в виде "САГРАФ М.Н.", где М - номер выбранной технической конфигурации, который принимает следующие значения:

- 1 - ЕС ЭВМ,
- 2 - СМ ЭВМ,
- 3 - АРМ-Р и АРМ-М,
- 4 - ИВК,
- 5 - микро-ЭВМ,

а N характеризует состав программных и языковых средств, а также режимы работы. Выделение версий для СМ ЭВМ, АРМ и ИВК обусловлено различным составом графических терминалов и способами их подключения к моделям СМ ЭВМ.

Комплекс обладает широким набором рабочих версий, несколько новых версий находятся на стадии разработки. В нашей работе даны характеристики тех версий, которые в настоящее время нашли наибольшее применение в автоматизации научных исследований.

### Версия 1.2

Версия базируется на ЕС ЭВМ. В качестве терминалов для вывода графической информации используются АЦПУ 7032, графопостроитель ЕС 7052. Обеспечена связь с автоматизированным рабочим местом /АРМ/; промежуточным носителем является перфолента в формате кодировщика ЭМ-709. Процедуры геометрического и графического процессоров реализованы на языке ФОРТРАН-IV. Используется процедурный язык, т.е. к процедурам комплекса обращение производится с помощью оператора CALL из прикладных программ, написанных на языках ФОРТРАН, ПЛ/1 и др.

### Версия 1.3

Основные характеристики версии совпадают с характеристиками версии 1.2. Кроме того, в данной версии пользователю предоставляется возможность использования языка высокого уровня.

Ориентированный на "непрограммирующего пользователя" язык высокого уровня /ЯВУ/ САГРАФ позволяет с минимальными затратами производить написание и отладку программ для работы с комплексом.

В языке определены геометрические и графические объекты и операции над ними. Негеометрические операции выполняются в прикладной программе.

### Версия 4.1

Версия базируется на ИВК с операционной системой РАФОС (RT-11). В качестве графического терминала используется графопостроитель Н-306. Состав геометрического и графического процессоров совпадает с версией 1.2. Для работы с комплексом используется процедурный язык.

### Версия 4.2

Версия базируется на ИВК с операционной системой ОС РВ (RSX-11M). В качестве графических терминалов используются цветной телевизионный монитор и аналоговый плоттер, подключенные к ЭВМ через модули КАМАК КИ029 и КИ027. Состав геометрического и графического процессоров совпадает с версией 1.2. Для работы с комплексом используется процедурный язык.

### Версия 5.1

Версия базируется на микро-ЭВМ ИСКРА-226 /исполнение 1/. В качестве терминалов для вывода графической информации используется блок отображения символьно-графической информации /БОСГИ/ и АЦПУ DZM-180.

Процедуры версии реализованы на языке Бейсик. В состав подсистемы графического моделирования включены процедуры формирования содержимого картинной плоскости с помощью графических примитивов, к которым относятся: точка, отрезок, ломаная, эллипс /окружность/, сплайн, текст, числовая переменная, маркер.

В формировании содержимого картинной плоскости могут участвовать также процедуры: стирание, запоминание и восстановление изображений.

Графический метод доступа представлен процедурами получения изображения содержимого некоторого прямоугольного окна, заданного в картинной плоскости. Вывод изображения на конкретный графический терминал осуществляют драйверы вывода: драйвер БОСГИ и драйвер АЦПУ DZM-180.

Обращение к процедурам комплекса производится с помощью оператора GOSUB из прикладных программ, написанных на языке Бейсик.

Версия предназначена для написания прикладных программ пассивного, а также интерактивного формирования графических изображений с использованием стандартных средств языка Бейсик.

### 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА САГРАФ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Как указывалось выше, комплекс в целом ориентирован на научные исследования и используется в настоящее время для решения четырех классов задач:

- 1/ обработка и анализ экспериментальных данных;
- 2/ математическое моделирование;
- 3/ информационное обслуживание;
- 4/ проектирование.

В соответствии с этим в настоящее время разработано прикладное программное обеспечение на базе комплекса САГРАФ, используемое при решении ряда научно-исследовательских задач. Примером таких задач могут служить следующие:

- анализ функциональных зависимостей при обработке спектрометрической информации;
- анализ геометрии кристаллических структур;
- поиск и представление информации при работе с базами научных и технических данных;
- проектирование электрофизических установок.

Подробное описание отдельных рабочих версий комплекса САГРАФ и соответствующего прикладного программного обеспечения предполагается изложить в отдельных публикациях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Graphics Standardt Planning Committee Status Report, ACM/SIGGRAPH. Compt.Graphics, 1979; vol.13,-No.3, p.179.
2. Graphical Kernel System, version 7.0 Functional Description. DIN Deutsches Inst. für Normung, July 1982, 150 pg.
3. Баяковский Ю.М., Галактионов В.А., Михайлова Т.Н. ГРАФОР: комплекс графических программ на Фортране. ИМП им.М.В.Келдыша АН СССР, М., 1983.
4. Miller R. GD 3 - CERN Computer Program Library Long Write-Up. CERN J510, Geneva, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 марта 1985 года.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют, как и другие издания ОИЯИ, статус официальных публикаций.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the JINR Communications and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

- Physics of elementary particles and atomic nuclei.
- Theoretical physics.
- Experimental techniques and methods.
- Accelerators.
- Cryogenics.
- Computing mathematics and methods.
- Solid state physics. Liquids.
- Theory of condensed matter.
- Applied researches.

Being a part of the JINR Communications, the articles of new collection like all other publications of the Joint Institute for Nuclear Research have the status of official publications.

*JINR Rapid Communications* will be issued regularly.



Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

Аджиев В.Д. и др.

P10-85-116

Комплекс машинной геометрии и графики САГРАФ и его использование в научных исследованиях

Описан программный комплекс САГРАФ, представляющий собой интегрированную систему машинной геометрии и графики. Основные структурные элементы комплекса: монитор, геометрический и графический процессоры, драйверы графических устройств, набор протоколов. Характеристики комплекса: двумерное и трехмерное геометрическое моделирование, приборная и машинная независимость, работа в пакетном и интерактивном режимах, наличие языка высокого уровня САГРАФ. Дано описание ряда версий комплекса для ЭВМ серии ЕС, SM и ИСКРА. Приведены примеры использования комплекса в автоматизации научных исследований.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Adzhiev V.D. et al.

P10-85-116

Computer Geometry and Graphics SAGRAF Program Complex and Its Use in Scientific Research

SAGRAF program complex being an integrated system of computer geometry and graphics is described. Its main structure are the monitor, geometric and graphic processors, drivers of graphic devices and a set of protocols. The complex features are the following: two- and three-dimensional geometric modelling, device and computer independence, batch and interactive operation, high level programming language SAGRAF. A number of versions for ES, SM and ISKRA computers are described. Examples of using SAGRAF in scientific research are presented.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1985