

11 - 8714

Д-687

ДОРЖ Лодонгийн

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ
ОБРАБОТКИ СНИМКОВ С ВОДОРОДНЫХ,
СТРИМЕРНЫХ И ИСКРОВЫХ КАМЕР ОИЯИ,
ПОСТРОЕННОЕ НА СЕКЦИОННОМ
И МОДУЛЬНОМ ПРИНЦИПАХ

Специальность 01.01.10 - математическое обеспечение
вычислительных комплексов и АСУ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук
В.Г.Иванов.

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,
профессор В.В.Воеводин,
доктор физико-математических наук
И.М.Граменицкий.

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Институт прикладной математики АН СССР.

Автореферат разослан "___" _____ 1975 г.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1975 г.

на заседании Ученого совета Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ, г.Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета
канд. физ.-мат. наук

Т.П.Пузынина

Т.П.ПУЗЫНИНА

11 - 8714

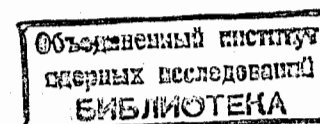
ДОРЖ Лодонгийн

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ
ОБРАБОТКИ СНИМКОВ С ВОДОРОДНЫХ,
СТРИМЕРНЫХ И ИСКРОВЫХ КАМЕР ОИЯИ,
ПОСТРОЕННОЕ НА СЕКЦИОННОМ
И МОДУЛЬНОМ ПРИНЦИПАХ

Специальность 01.01.10 - математическое обеспечение
вычислительных комплексов и АСУ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)



Пузырьковые, искровые и стримерные камеры широко используются в экспериментальных исследованиях, проводимых в Объединенном институте ядерных исследований. В лабораториях института эксплуатируются две жидководородные и две пропановые пузырьковые камеры^{/1/}, пятиметровый магнитный искровой спектрометр^{/2/}, двухметровая стримерная камера^{/3/} и ряд других трековых установок.

Для обработки получаемой в ОИЯИ फिल्मовой информации в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации создаются и развиваются высокопроизводительные системы обработки камерных фотографий, состоящие из сложной просмотрово-измерительной аппаратуры, электронно-вычислительных машин^{/4/} и соответствующего математического обеспечения^{/5/}.

Одним из важных элементов систем обработки फिल्मовой информации является их математическое обеспечение, которое состоит из комплекса программ, предназначенных для управления работой просмотрово-измерительных устройств, предварительной обработки и фильтрации результатов сканирования, реконструкции пространственной картины событий, кинематического и статистического анализа экспериментальных данных. Для обмера результатов обмера камерных снимков с жидководородных камер ОИЯИ в 1969-1970 г.г. на ЭВМ БЭСМ-6 была поставлена система программ обработки फिल्मовой информации (THRESH, GRIND, AUTOGR, SLICE и SUMX)^{/6-8/}. Опыт работы с этими программами показал, что для различных экспериментальных исследований необходимо создавать специальные версии, учитывающие специфические особенности конкретных камер и проводимых на них экспериментов.

В связи с этим работы последующих лет (1970-1974 г.г.) были направлены на решение следующих задач:

1. Организация хранения и поддержания в рабочем состоянии различных версий программ системы.
2. Постановка на ЭВМ БЭСМ-6 специальной программы редактирования и перевод программ системы на секционную структуру.
3. Расширение возможностей системы и повышение ее эффективности за счет создания новых программ.
4. Внедрение в практику программирования модульных принципов и постановка на ЭВМ БЭСМ-6 специальных подпрограмм, позволяющих создавать программы из отдельных функциональных блоков (модулей).
5. Создание программ модульной структуры, предназначенных для реконструкции событий с камеры "Людмила", двухметровой стримерной камеры (СКМ-200) и пятиметрового магнитного искрового спектрометра (МИС ОИЯИ).

Изложению методики решения этих задач и полученным результатам посвящено содержание настоящей диссертации.

В основу диссертации положены работы /6-II, 17-25/, выполненные автором в Объединенном институте ядерных исследований совместно с сотрудниками ОИЯИ и ИФВЭ (г. Серпухов).

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и приложения.

Первая глава содержит краткий обзор систем обработки filmовой информации и их математического обеспечения. В ней рассматриваются основные этапы процесса обработки камерных фотографий, типы современных просмотрно-измерительных систем, структура и состав математического обеспечения систем обработки filmовой информации и вопросы организации больших комплексов программ.

Вторая глава диссертации посвящена рассмотрению основных характеристик системы программ для обсчета результатов обмера камер-

ных фотографий на ЭВМ БЭСМ-6, вопросам ее организации и эффективного использования.

В связи с постоянным вводом в эксплуатацию новых камерных установок и увеличением числа проводимых на них экспериментов необходимо не только модифицировать имеющиеся программы, но и создавать новые версии. Для организации хранения и поддержания в рабочем состоянии основных вариантов программ системы и их различных модификаций на ЭВМ БЭСМ-6, программы THRESH, GRIND, AUTOGR, SLICE и SUMX были переведены на секционную структуру. Первым шагом на пути решения этой задачи явилось создание для ЭВМ БЭСМ-6 специальной программы редактирования и модернизации текстов программ (версия программы PATCHY /9/, а затем перевод программ на секционную структуру /10, 11/.

Система программ секционной структуры состоит из программы PATCHY и текстов программ, записанных на магнитные ленты или диски, в виде PAM-файлов (PATCHY MASTER FILE). PAM-файлом называется текст программы, разделенный на отдельные структурные элементы. Каждый элемент PAM-файла определяется специальным идентификатором. PATCHY - это программа, предназначенная для редактирования и сборки рабочих вариантов программ из элементов PAM-файлов.

Организация системы программ в виде PAM-файлов является весьма эффективным и удобным аппаратом для хранения и развития больших программ, состоящих из многих тысяч перфокарт. Она позволяет хранить на одной магнитной ленте (или файле на диске) различные версии программ и легко их собирать.

В ходе дальнейших работ по развитию системы последняя была дополнена рядом новых программ (GINPUT, KINEML, AZA, INDEX). Программа GINPUT /12/ предназначена для преобразования результатов

геометрической реконструкции событий по программе I-6/13/ на ЭВМ БЭСМ-4 во входной формат программы GRIND. Создание этой программы позволяет производить кинематический и статистический анализ данных с пузырьковых камер на ЭВМ БЭСМ-6 вместо ЭВМ БЭСМ-4, что значительно сокращает сроки обработки экспериментальных данных.

Программы KINEML и AZA /17/ предназначены для кинематической идентификации одновершинных событий и V^0 -частиц, соответственно. Они могут быть использованы для анализа данных как с жидководородных, так и пропановых пузырьковых камер ОИЯИ.

В связи с увеличением количества анализируемых в отдельных экспериментах событий до десятков и сотен тысяч получение информации о результатах анализа данных на различных этапах процесса обработки становится весьма сложной задачей. Поэтому на ЭВМ БЭСМ-6 были поставлены специальные версии программы INDEX /14/, использование которых позволяет оперативно получать информацию о результатах анализа событий на всех основных этапах процесса обработки.

В таблице I приведены длины программ системы (число слов, которое они занимают в оперативной памяти ЭВМ БЭСМ-6).

Таблица I

Название программы	Длина (К слов)	Число сегментов	Название программы	Длина (К слов)
THRESH	48,9	10	PATCHY	28
GRIND	44,2	4	GINPUT	16,8
AUTOGR	26,0	-	KINEML	23,5
SLICE	35,3	3	AZA	23,7
SUMX	34,4	10	INDEX	19-30

Программы, длина которых превышает размер оперативной памяти ЭВМ БЭСМ-6, отводимой для программ пользователей (30К), разделены

на несколько перезагружаемых при счете сегментов. Операционная система ЭВМ БЭСМ-6 допускает два режима загрузки сегментов: динамический и статический /15/. При динамической загрузке сегментов загрузчик каждый раз извлекает стандартные массивы нужных подпрограмм из временной библиотеки, объединяет их и размещает собранный сегмент в отведенный для него участок оперативной памяти. При статической загрузке сборка элементов производится один раз до начала счета, а процесс перезагрузки заключается в считывании сегмента с барабана и передаче управления его головной подпрограмме.

В таблице 2 приведены затраты счетного и коммерческого времени на обсчет по программам THRESH и GRIND одного трехлучевого события с камеры "Людмила" в двух режимах перезагрузки сегментов.

Таблица 2

Название программы	Динамическая загрузка		Статическая загрузка	
	Коммерческое время	Счетное время	Коммерческое время	Счетное время
THRESH	28 с	16 с	14,5 с	9,7 с
GRIND	17 с	8,4 с	8 с	4,4 с

Из этих данных видно, что массовый обсчет по программам, состоящим из нескольких перезагружаемых сегментов, целесообразно вести в режиме статической загрузки, так как это почти в два раза сокращает затраты машинного времени.

Использование программ KINEML и AZA для анализа ряда событий вместо цепочки GRIND, AUTOGR и SLICE позволяет сократить затраты машинного времени в несколько раз. Так, например, если на обсчет одного трехлучевого события программы GRIND, AUTOGR и SLICE в сум-

ме тратят 43 сек коммерческого и 10,7 сек счетного времени, тогда как KINEML — 7,5 сек и 3,4 сек, соответственно.

Рассмотрим теперь зависимость времени счета от количества выдаваемой на печать информации. В таблице 3 приведены данные, показывающие, во сколько раз возрастает затраты счетного и коммерческого времени при обсчете одних и тех же трехлучевых событий по программам THRESH, KINEML и AZA, когда число выдаваемых на печать строк возрастает от 2 до 60.

Таблица 3

Программ	Отношение коммерческих времен	Отношение счетных времен
THRESH	2,4	1,2
KINEML	2,2	1,4
AZA	2,5	1,7

Из приведенных данных видно, что для сокращения сроков обработки फिल्मовой информации на ЭВМ БЭСМ-6 необходимо:

1. Использовать программу INDEX для получения информации о результатах анализа данных на различных этапах процесса обработки и уменьшить количество выдаваемой на печать информации.

2. Создавать быстрые и короткие версии программ обработки, предназначенные для решения конкретных задач и целиком уместящихся в оперативной памяти ЭВМ. Для решения этой задачи потребовалось внедрение в практику программирования принципов построения программ из отдельных модулей.

В третьей главе рассматривается система организации программ модульной структуры, вопросы ее постановки и использования на ЭВМ БЭСМ-6.

Принципы организации модульной системы (системы ГИДРА) [16] были разработаны в ЦЕРНе и в настоящее время широко используются для обработки फिल्मовой информации и других экспериментальных данных, получаемых на ускорителях.

С 1972 года в ОИЯИ ведутся работы по постановке системы ГИДРА на ЭВМ БЭСМ-6.

Основным алгоритмическим языком системы ГИДРА является ФОРТРАН, возможности которого расширены за счет специальных системных подпрограмм. В рамках этой системы прикладные программы составляются из отдельных модулей. Каждый модуль предназначен для решения четко определенной задачи. Обмен данными между отдельными модулями производится только через динамически распределяемую память. Такая организация связи между элементами системы обеспечивает реальную независимость отдельных модулей.

Так как ФОРТРАН не имеет всех необходимых для организации модульных программ возможностей, то они реализуются за счет специальных системных подпрограмм, которые объединены в несколько групп (пакетов) и предназначены для решения следующих задач:

- организации динамически распределяемой памяти и работы с ней (M-пакет);
- передачи управления от одного модуля программы к другому (J-пакет);
- подсчета различного рода ситуаций, встречающихся в процессе обсчета данных, и передачи управления модулям более высокого уровня (R-пакет);
- выдачи на печать требуемых участков динамической памяти (D-пакет);

- ввода и записи в динамическую память блоков информации и работы с ними (Т-пакет);

- построения гистограммы и графиков (Н и Р-пакеты).

Таким образом, система ГИДРА состоит из наборов модулей, системных подпрограмм и небольшой библиотеки подпрограмм общего назначения.

Все элементы системы, включая программные модули, хранятся на магнитной ленте в виде РАМ-файлов.

В настоящее время на ЭВМ БЭСМ-6 поставлены основные пакеты системы ГИДРА/18-21/. В таблице 4 приведено число подпрограмм основных пакетов и суммарная длина, которую они занимают в оперативной памяти ЭВМ БЭСМ-6.

Таблица 4

Название пакета	М	Т	Ж	Д	Р	Н	Р
Число подпрограмм	8	3	7	5	9	16	10
Число слов в МОЗУ	970	527	601	1271	1874	3285	1418

Из этой таблицы видно, что основные системные пакеты занимают около 10К ячеек оперативной памяти ЭВМ БЭСМ-6. Из-за относительно небольшого объема оперативной памяти этой ЭВМ в прикладных программах целесообразно использовать только такие возможности системы, как динамическое распределение памяти, модульный характер прикладных программ, стандартные блоки информации. В этом случае собственно система ГИДРА занимает около 2К.

В четвертой главе рассматриваются геометрические программы модульной структуры МОГЛ и ГЕОМСК для жидководородных и стримерных камер ОИЯИ.

Геометрическая программа модульной структуры для камеры "Люмила" (МОГЛ)/22/ была собрана в основном из геометрических модулей, в которые были внесены изменения, обусловленные характерными особенностями этой камеры и системой маркировки результатов обмера камерных фотографий.

Поскольку общая длина основной версии программы МОГЛ составляет 45,5К, то она разделена на несколько сегментов, перезагружаемых в процессе счета. Основная версия рассчитана на обработку событий с числом лучей до 11 включительно. Длина обмера блока динамически распределяемой памяти в этой версии - 11К. В таблице 5 приведены затраты времени на обсчет одного трехлучевого события по модульной геометрии и программе THRESH в двух режимах работы последней.

Таблица 5

	THRESH (динамическая загрузка)	МОГЛ (динамическая загрузка)	THRESH (статическая загрузка)	МОГЛ (несегментированный вариант)
Счетное время	16 с	11.9 с	9.6 с	7.2 с
Коммерческое время	28 с	21 с	14.5 с	9.9 с

Из этих данных видно, что модульная геометрия работает в 1.4 раза быстрее программы THRESH в режиме динамической загрузки сегментов обеих программ и ненамного медленнее ее в режиме статической загрузки. К сожалению, перевод модульной геометрии в режим статической загрузки сегментов требует большой работы по редактированию модулей и перестройке организации программ. Однако в программе мо-

дульной структуры значительно проще создавать специальные версии, предназначенные для реконструкции событий с различным числом треков. Так, например, для реконструкции трехлучевых событий была собрана специальная версия программы МОГЛ без сегментации. Время счета по этой версии в 1.6-2.0 раза меньше.

В отличие от обычных трековых камер, где взаимодействия пучковых частиц наблюдаются в газе или жидкости, в двухметровой стримерной камере (СКМ-200) с внутренней мишенью на снимках не видна точка взаимодействия (вершина) налетающей частицы с веществом мишени.

В связи с этим в процессе реконструкции нужно найти координаты вершины события. Для решения этой задачи был разработан специальный модуль VERF (VERTEX ON FILM), предназначенный для вычисления "координат изображения" невидимой вершины как точки пересечения соответствующих проекций треков^{/23/}. Это позволило использовать для реконструкции событий в СКМ-200 уже отлаженные и проверенные модули без больших переделок. Для последующего анализа событий, регистрируемых в СКМ-200, требуется определить номер телескопа, через который прошла частица, запустившая регистрирующую аппаратуру установки. Для этого в программе имеется модуль TRAC, который позволяет вычислять траектории заряженных частиц за пределами фотографируемого объема установки.

Испытания программы ГЕОМСК проводились на событиях с камер "Людмила" и СКМ-200.

Для проверки методики вычисления "координат невидимой вершины" при реконструкции событий с камеры "Людмила" сравнивались координаты вершины, найденные по результатам непосредственных измерений и вычисленные с помощью модуля VERF. Разности в значениях координат

вершины, полученные двумя методами составляют 0.002 ± 0.1 см при длине мишени от 2 до 10 см. Что касается разностей в значениях параметров треков, то они значительно меньше соответствующих ошибок.

Пятая глава посвящена рассмотрению геометрической программы модульной структуры для МИС ОИЯИ (МОГМИС). Программа МОГМИС^{/25/} предназначена для реконструкции событий с МИС ОИЯИ, снимки которых измеряются на различных измерительных устройствах (полуавтоматы, НРД и т.п.). В связи с этим был разработан ряд модулей, которые позволяют идентифицировать проекции реперных точек, вершин и треков событий, находить продолжения треков событий на снимках соседних стереопар, объединять сегменты треков, исключать фоновые треки и т.п.

В связи с тем, что мишень, в которой происходят взаимодействия налетающих частиц, находится за пределами фотографируемого объема установки, определение параметров треков, необходимых для кинематического анализа события, производится в два этапа. На первом - параметры треков вычисляются в первых измеренных точках, на втором - находятся координаты вершины события во внешней мишени и параметры треков в этой точке.

Испытания программы МОГМИС проводились на искусственных событиях, для генерации которых была создана специальная программа^{/26/}.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

I. На ЭВМ БЭСМ-6 создана система программ обработки filmовой информации с жидководородных и пропановых пузырьковых камер ОИЯИ. В отличие от первоначальной версии системы тексты основных про-

грамм разделены на отдельные секции, из которых специальная программа сборки и редактирования собирает требуемые версии. Система также дополнена рядом новых программ (GINPUT, KINEML, AZA и INDEX), которые расширяют ее возможности.

2. На базе использования специальной программы сборки и редактирования текстов на ЭВМ БЭСМ-6 внедрены секционные принципы организации больших систем программ. Реализация этих принципов позволила создать на ЭВМ БЭСМ-6 эффективную систему организации программ обработки फिल्मовой информации, заметно сократить сроки работ по созданию математического обеспечения камерных экспериментов и значительно упростить процедуру обмена программами между ОИНИ и сотрудничающими с ним организациями.

3. На ЭВМ БЭСМ-6 поставлены основные пакеты специальных подпрограмм системы ГИДРА, позволяющие создавать программы из отдельных программных модулей. Внедрение модульных принципов в практику программирования значительно сократило сроки работ по созданию различных прикладных программ. Так, например, в течение одного года были созданы геометрические программы модульной структуры для двух крупных трековых установок (СКМ-200 и МИС ОИНИ).

4. На реальных событиях с камеры "Людмила" проверена работа стандартных геометрических модулей системы ГИДРА на ЭВМ БЭСМ-6 и создана программа модульной структуры для реконструкции событий с этой установки.

5. Разработана методика реконструкции событий в стримерной камере с внутренней мишенью. Созданная на базе этой методики геометрическая программа модульной структуры для СКМ-200 проверена на реальных событиях.

6. Разработана и проверена на искусственных событиях методика определения параметров треков события во внешней мишени.

7. Создана геометрическая программа модульной структуры для МИС ОИНИ, в которую включены специальные блоки, предназначенные для идентификации реперных точек, треков и сегментов треков событий.

Следует также указать, что созданная с участием автора система программ обработки फिल्मовой информации используется не только в ОИНИ, но и в ряде институтов Советского Союза (ИФВЭ, ИТЭФ, НИИФМГУ, ИФВЭ АН Каз.ССР). Поставленные автором на ЭВМ БЭСМ-6 пакеты системы ГИДРА, позволяющие создавать программы из отдельных программных блоков, а также геометрические программы модульной структуры были переданы в ряд институтов Советского Союза (ИТЭФ, ИИИ, ЦИАМ, ИФВЭ АН Каз.ССР и др.).

Основные результаты диссертации опубликованы /6-II, 17-25/ и докладывались на Международном симпозиуме по вопросам автоматизации обработки данных с пузырьковых и искровых камер (Дубна, 1971), на Всесоюзном семинаре по комплексам программ математической физики (Иркутск, 1973), на Рабочем совещании по модульной системе программ обработки экспериментальных данных (Дубна, 1974), на Международной школе по использованию ЭВМ в ядерных исследованиях (Ташкент, 1974).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. A.V.Belonogov, et al. Nuclear Instrum. and Methods, 20, 114 (1963)
И.В.Богуславский и др. ОИЯИ, 13-446, Дубна, 1969.
А.В.Богомолов и др., ПТЭ, 1964, № 1, 61.
2. Р.Анджян и др. ОИЯИ, 13-3588, Дубна, 1967.
3. Г.Л.Варденга и др. ОИЯИ, 13-4527, стр. 36, Дубна, 1969.
4. А.Я.Астахов и др. ОИЯИ, Д10-6142, стр. 439, Дубна, 1972.
5. Н.Н.Говорун. ОИЯИ, II-4655, стр. 7, Дубна, 1969.
6. Н.А.Буздавина, Н.Н.Говорун, Л.Дорж и др. ОИЯИ, Р10-5785, Дубна, 1971.
7. Н.А.Буздавина, Н.Н.Говорун, Л.Дорж и др. ОИЯИ, Д10-6142, стр. 398, Дубна, 1972.
8. Л.Дорж. ОИЯИ, 10-6470, Дубна, 1972.
9. Л.Дорж, В.Г.Иванов и др. ОИЯИ, 10-6882, Дубна, 1973.
10. Н.А.Буздавина, Л.Дорж и др. ОИЯИ, 10-7192, Дубна, 1973.
11. Н.А.Буздавина, Л.Дорж и др. ОИЯИ Б1-10-8412, Дубна, 1974.
12. Н.А.Буздавина и др. ОИЯИ, 10-7865, Дубна, 1974.
13. Н.Ф.Маркова и др., ОИЯИ, Р10-3768, Дубна, 1968.
14. Т.А.Стриж. ОИЯИ, Б1-10-8413, Дубна, 1974.
15. Г.А.Мазный. ОИЯИ, II-5974, Дубна, 1971.
16. R.K.Všek et al.,
ОИЯИ, Д10-6142, стр. 547, Дубна, 1972.
17. Н.А.Буздавина, Л.Дорж и др., ОИЯИ, Р10-8545, Дубна, 1975.
18. Н.Н.Говорун, Л.Дорж и др., ОИЯИ, Д10-7707, 1974.

19. Н.Н.Говорун, Л.Дорж., и др. Труды III семинара по комплексам программ математической физики. Новосибирск, 1973.
20. Л.Дорж. ОИЯИ, Д10, II-8450, Дубна, 1975.
21. Н.А.Буздавина, Л.Дорж и др. Версия системы ГИДРА для ЭВМ БЭСМ-6 и ее использование в экспериментальных исследованиях, проводимых в ОИЯИ. Рабочее совещание по модульной системе программ обработки экспериментальных данных (Сборник докладов), ОИЯИ, Д10-8425, Дубна, 1974.
22. Н.А.Буздавина, Л.Дорж и др. Модульная геометрия для жидководородных и струйных камер ОИЯИ. Рабочее совещание по модульной системе программ обработки экспериментальных данных (Сборник докладов). ОИЯИ, Д10-8425, Дубна, 1974.
23. Л.Дорж, В.Г.Иванов, В.А.Степаненко. ОИЯИ, Р5-8560, Дубна, 1975.
24. Н.А.Буздавина, И.М.Василевский, Н.Н.Говорун, Л.Дорж и др., ОИЯИ, 10-7193, Дубна, 1973.
25. Н.А.Буздавина, Н.Н.Говорун, Л.Дорж, В.Г.Иванов, В.А.Степаненко, Т.А.Стриж. Геометрическая программа модульной структуры для пятиметрового магнитного искрового спектрометра. Рабочее совещание по модульной системе программ обработки экспериментальных данных. (Сборник докладов). ОИЯИ, Д10-8425, Дубна, 1974.
26. В.Г.Иванов, Т.А.Стриж. Программа генерации искусственных событий для магнитного искрового спектрометра. Рабочее совещание по модульной системе программ обработки экспериментальных данных (Сборник докладов) ОИЯИ, Д10-8425, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 марта 1975 г.