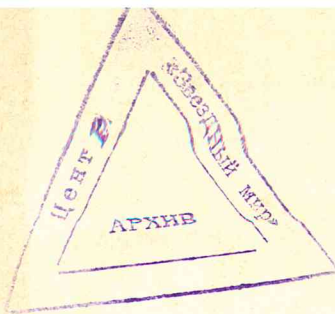


СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ
РОТОРА ОТС НА СТАДИЯХ РАЗГОНА И ВЫХОДА В
АТМОСФЕРУ



ЦЕНТР "ЗВЕЗДНЫЙ МИР"

УДК 531.311 + 533.6.011.6

Экземпляр № 3

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор Центра "Звездный мир", научный руководитель программы ОТС

А.Э.КНИЦКИЙ



25 декабря 1989 г.

О Т Ч Е Т

о научно-исследовательской работе "Создание математических моделей движения ротора ОТС на стадиях разгона и выхода в атмосферу"

Руководитель ВК

М. Л. ШИШАКОВ

" 25 " декабря 1989г

г. Гомель
1989 год

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

ШИШАКОВ МИХАИЛ ЛЕОНИДОВИЧ,
начальник вычислительного
центра Гомельского поли-
технического института

Глава I,
разделы I.4-I.7
приложение I

ШИЛЬКО СЕРГЕЙ ВИКТОРОВИЧ,
младший научный сотрудник
ИММС АН БССР

Глава I,
разделы I.2, I.3,
I.6, I.7
Глава II

КНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ ЭДУАРДОВИЧ,
научный руководитель програм-
мы ОТС

Общие вопросы
теории движения
ОТС,
Глава I,
Раздел I.I

ТРОХОВА ТАТЬЯНА АНАТОЛЬЕВНА,
старший преподаватель Гомельс-
кого политехнического инсти-
тута

Глава III,
приложения II,
III, IV

РЕФЕРАТ

ОБЩЕПЛАНЕТНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ГИПЕРНАКОПИТЕЛЬ, РОТОР, ДИНАМИКА РАЗГОНА И ВЫХОДА НА ОРБИТУ, ДЕМПИРОВАНИЕ, ЛИНЕЙНЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ, МАКРОРЕЛЬЕФ, СЕЙСМИКА, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ДИСКРЕТИЗАЦИЯ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ, ГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ.

Отчет содержит результаты математического исследования динамики ротора на стадии разгона. С этой целью разработана численная модель с представлением ротора в виде замкнутого в кольцо кусочно-однородного стержня при дискретном задании нагрузки от линейных электродвигателей.

Рассматривается ряд возможных нештатных ситуаций, численный анализ которых позволяет оценить допустимую степень отклонения тяги двигателей, обеспечивающую безаварийную работу (Глава I). Сделаны выводы о неблагоприятных ситуациях эксплуатации при различных упруго-диссипативных характеристиках материала ротора и требуемом быстродействии системы активного демпфирования. Результаты расчетов иллюстрируются графиками.

В главе 2 на основе аналогичного дискретного представления, но с использованием при наличии криволинейных участков метода конечных элементов, предложено описание движения ротора на основе гидродинамической аналогии. Это дает возможность выяснить влияние на продольные нагрузки кривизны путевой структуры (рельефа земной поверхности) и сейсмических воздействий.

В главе 3 описана программная реализация математических моделей и расчеты по динамике ротора при выводе ОТС на орбиту.

В приложениях I-4 дано подробное описание программных комплексов "ACSELLERATION" и "EXTENTION", реализующих модели разгона и подъема ротора, даны инструкции для пользователя применительно к ЭВМ серии СМ.

Содержание отчета включает 156 стр. текста, 23 рис.; библиограф. 21 назв.

Предназначен для разработчиков ОТС и гипернакопителей энергии (аспекты прочности, надежности и оптимальных режимов эксплуатации на стадии разгона).

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Список исполнителей.....	2
Реферат.....	3
Содержание.....	4
Введение.....	6
1. Исследование динамики ротора ОТС в стадии разгона методами математического моделирования.....	8
1.1. Постановка задачи.....	8
1.2. Выбор расчетной схемы (механическая модель).....	9
1.3. Составление уравнений движения ротора (математическая модель).....	14
1.4. Алгоритмы и программа решения задачи на ЭВМ.....	18
1.5. Проведение вычислительного эксперимента.....	25
1.6. Анализ результатов расчета.....	29
1.7. Выводы и рекомендации.....	47
2. К учету влияния рельефа земной поверхности и сейсмических воздействий на динамику ротора в стадии разгона.....	48
3. Программная реализация математических моделей динамики ротора при выводе ОТС на орбиту.....	53
3.1. Алгоритмы и программа решения задачи.....	53
3.2. Проведение вычислительного эксперимента.....	59

Заключение..... 67

Список литературы..... 68

Приложения:

- I. Описание и тексты программ комплекса
" ACSELLERATION "
- II. Описание и тексты программ комплекса
" EXTENSION "
- III. Результаты численного моделирования
процесса вывода ОТС на орбиту.....
- IV. Руководство по эксплуатации программ
вывода результатов моделирования.....

В В Е Д Е Н И Е

При создании Общепланетного транспортного средства (ОТС) важнейшее значение имеет обеспечение надежности, которая во многом определяется прочностью ротора. В связи с чрезвычайной сложностью проведения натуральных испытаний и трудностями физического эксперимента, целесообразно на этапе проектирования ОТС использовать методы математического моделирования.

Поэтому предметом исследования, излагаемого в настоящем отчете, является динамика ротора ОТС; в частности, процессе возникновения продольных усилий из-за неустойчивости тяги двигателей (Глава 2). Обсуждается также влияние сейсмических воздействий и рельефа земной поверхности, вызывающих отклонение путевой структуры от круговой (Глава 2).

Целью исследования является определение допустимых значений ряда параметров разгона, исключающих возможность потери прочности ротора. Для достижения этой цели решались следующие задачи: разработка математической модели, интегрирование уравнений движения, проведение вычислительного эксперимента с использованием программного комплекса, графическая интерпретация и анализ полученных результатов.

В первой главе отчета изложено построение математической модели и описан вычислительный эксперимент о разгоне ротора в условиях неустойчивой тяги двигателей. В качестве механической модели ротора принимается тонкий, замкнутый в кольцо стержень, нагруженный продольными усилиями. Затем рас-

считывается дискретное представление сплошного стержня в виде набора большого числа отдельных масс, соединенных упруго-диссипативными связями, соответствующими механическим свойствам и способу размещения материала ротора.

С учетом принятых допущений получена система дифференциальных уравнений, решаемая методами численного интегрирования. Для этого разработан программный комплекс "ACSELLERATION" в виде пяти функциональных компонент, что облегчает его модификацию.

В ходе вычислительного эксперимента получены расчетные значения максимальных предельных усилий в роторе при различных условиях разгона. Анализ результатов позволяет сделать заключение о границах изменения параметров эксплуатации, при которых обеспечивается прочность ротора.

Во второй главе обсуждается вопрос применения математической модели для анализа динамики движущегося ротора при наличии сейсмических воздействий и отклонений земной поверхности от круговой.

Третья глава посвящена программной реализации математических моделей вывода ротора ОТС на орбиту. В ней приведены результаты численного моделирования и структура программного комплекса " EXTENSION ", алгоритмы функционирования и руководство для пользователя.

ГЛАВА I

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РОТОРА ОТС В СТАДИИ РАЗГОНА
МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

I.1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Высокие требования по надежности Общепланетного транспортного средства (ОТС) обуславливают необходимость тщательного анализа прочности его конструкции. В наибольшей степени это касается подвижного элемента ОТС - ротора. Особенностью ротора является то, что благодаря поддерживающему действию магнитного подвешивания, его прочность определяется, помимо механических характеристик, только уровнем продольных нагрузок.

Существуют потенциальные источники продольных нагрузок на ротор. К ним следует отнести, с одной стороны, неидентичность тяговых характеристик линейных электродвигателей, с другой - отклонения путевой структуры от круговой формы, обусловленные рельефом земной поверхности или эпизодическими сейсмическими воздействиями. Учет возможных изменений внешних условий такого типа требуется при анализе динамики и прочности ОТС в стадии разгона, а его физических моделей - геокосмической транспортной системы и кольцевого гипер накопителя энергии - в течение всего периода эксплуатации.

Таким образом, необходимо определить величину динамических продольных нагрузок в роторе и выяснить, могут ли они привести к его разрыву (при растяжении), либо вызвать локальную потерю устойчивости (при сжатии). Кроме того, это позво-

лит оценить эффективность управления процессом разгона ротора, обеспечивающего минимизацию продольных усилий, выбрать допустимые отклонения путевой структуры от круговой формы.

Поскольку натурные испытания в данном случае чрезвычайно затруднены, решение проблемы в первом приближении может быть найдено на основе использования математического моделирования, возможности которого для исследования глобальных систем и процессов быстро расширяются в процессе совершенствования ЭВМ и численных методов.

Следует отметить, что в силу принципиальной новизны Общепланетного транспортного средства задачи его моделирования практически не рассматривались. Вместе с тем, анализ динамики ротора в стадии разгона, излагаемый в настоящем отчете, использует некоторые допущения и методы, апробированные мировой практикой расчетного исследования динамических систем. К ним, например, можно отнести работы, посвященные изучению колебаний подвижного состава /11/, движению баллистических антенн /10/ и т.д. Например, в /11/ математические модели применены для оптимизации демпфирующих свойств межвагонных связей при работе поезда в переходных режимах (соударение вагонов, трогание и торможение состава).

1.2. ВЫБОР РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ (МЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ)

Выбор расчетной схемы ротора ОТС, исходя из основной задачи исследования - определения продольных нагрузок в переходном режиме - предполагает возможность учета изменения внешних условий по длине ротора. Последнее обстоятельство затруд-

няет применение континуальной модели. Поэтому ниже будет рассмотрена эквивалентная (с определенной погрешностью) дискретная модель, обладающая конечным числом степеней свободы.

Уменьшение числа степеней свободы достигается сосредоточением податливости исходной системы с распределенными параметрами в конечном числе точек, соединенных упругими связями. Предполагая приблизительно линейный характер деформирования материала ротора, погрешность аппроксимации можно уменьшать за счет разумного (в смысле вычислительных затрат) увеличения числа дискретных элементов.

Кроме того, опыт использования амортизирующих устройств, оказывающих заметное стабилизирующее влияние на динамические процессы, делает оправданным введение взамен идеально упругих связей упруговязких или упругофрикционных. В частности, диссипативные свойства материала ротора наиболее просто учесть элементом вязкого трения с соответствующим коэффициентом демпфирования.

Таким образом, приходим к достаточно простой расчетной модели ротора в виде последовательности одинаковых масс, соединенных между собой упругодиссипативными связями (рис. II). Считаем, что модель отражает движение ротора относительно линейных электродвигателей путем ступенчатого изменения величины силы тяги, приложенной к массам. Внешние усилия, создаваемые электродвигателями, изменяются в соответствии с падающей характеристикой тяги в зависимости от скорости.

Параметры составленной динамической модели: масса одного дискретного элемента m , коэффициент жесткости C , коэффици-

ент демпфирования η , закон изменения тяги двигателей и другие определяются, исходя из конструкции ОТС.

Рассмотрим основные характеристики ОТС для задания исходных данных расчета. Электродвигатель ОТС может трактоваться как ротативный и как линейный /15/. В первом случае диаметр ротора равен диаметру Земли $D_p = 12756000$ м, угловая частота вращения в конце разгона $\omega_p = 1,5 \cdot 10^{-2}$ об/мин. В качестве линейного ротор представляет собой стержень с поперечным сечением 50-500 мм, движущийся внутри охватывающей его оболочки (коаксиально) со скоростью до 10^4 м/с.

В работе /19/ на основе сравнения трех типов электродвигателей: асинхронного, синхронного и коммутаторного постоянного тока - для привода ротора рекомендован двигатель постоянного тока. При переходе от скоростей до 150 м/с, характерных для высокоскоростного наземного транспорта (проекты Магнэплан, Магнетран, Трансрапид, Союз-Д и др.) следует учесть появление полюсных делений тягового двигателя ОТС через 100 м. В /15/ предложено выделять 3 ступени в процессе разгона ротора, когда работает тяговый двигатель:

1. Разгон до скорости $v_{нач} \leq 100$ м/с. Сила торможения в системе подвешивания максимальна (работает вспомогательная магнитная система).

2. Достижение состояния невесомости: $v_{нач} < v < v_{1\text{косм}} = 8$ км/с, работает электродинамическая система подвешивания.

3. Возникновение подъемной силы при $v > v_{1\text{косм}}$, достигающей при $v = 10$ км/с 60% веса ротора.

Расчетная схема

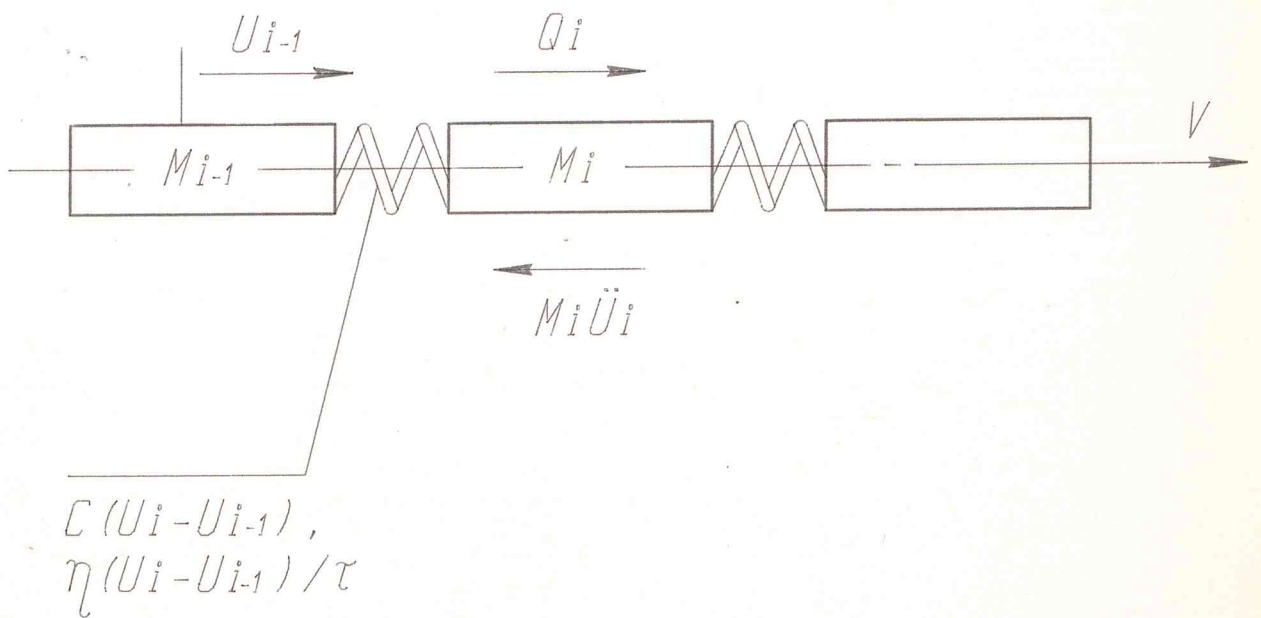
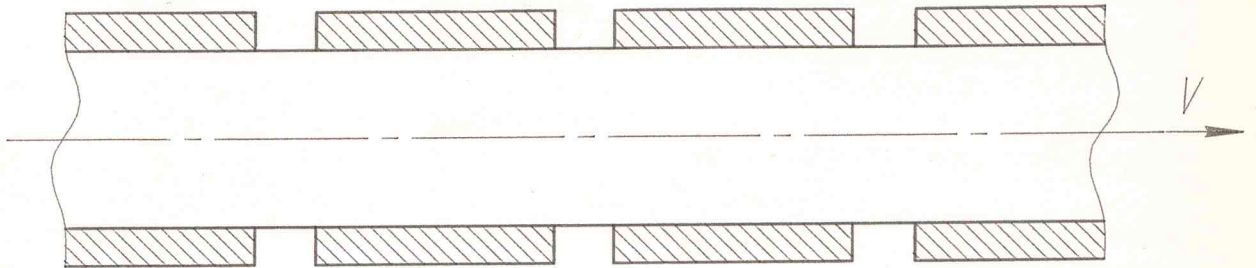


Рис. 11.

Статорная обмотка двухстороннего линейного электродвигателя постоянного тока имеет секционную конструкцию, подключение секций катушек к фидерной линии производится коммутатором, ключевые элементы которого равномерно распределены вдоль эстакады.

Согласно /15/ один из вариантов ОТС может иметь следующие характеристики:

- масса ротора M	200 тне.т.;
- скорость движения ротора v_{\max}	10 км/с;
- пиковая активная мощность двигателей за 1000 часов (асинхронный вариант, имеющий 14000 параллельных ветвей)	8 млн.кВт;
- погонный вес ротора	10 кг/м;
- средняя плотность роторной конструкции	1000 кг/м ³ ;
- поперечный размер (сечение) ротора	100 см ² ;
- длительность разгона до скорости 8 км/с	10 сут.

1.3. Составление уравнений движения ротора (математическая модель)

Для описания движения кольцевой системы, возникающей при дискретизации ротора ОТС (Рис.1.1), составим уравнения равновесия для каждого элемента. Полагаем, что масса элемента определяется по формуле

$$m = \frac{\rho F \ell}{n}$$

где ρ - плотность материала ротора; F - площадь поперечного сечения ротора; ℓ - длина рассматриваемого участка; n - число элементов дискретизации участка.

При определении эквивалентной жесткости C каждой из пружин будем учитывать, что коэффициент жесткости всей цепочки пружин равен C/n . Приравнявая эту величину коэффициенту жесткости ротора EF/ℓ , получим

$$C = \frac{nEF}{\ell},$$

где E - модуль упругости материала ротора.

При составлении уравнения равновесия для первой массы m_1 осуществим её смещение по оси, совпадающей с направлением движения ротора, на величину u_1 (стержень не замкнут). Принимая, что для соседней массы m_2 соответствующее смещение равно u_2 , получим величину силы сжатия - $c(u_1 - u_2)$. Инерционная составляющая для m_1 будет: $-m \ddot{u}_1$.

Итак получим уравнение равновесия:

$$-m \ddot{u}_1 + c(u_2 - u_1) = 0.$$

Для второй массы, соединенной пружинами с двумя соседними массами, имеем силу инерции $-m \ddot{u}_2$, силу сжатия справа - $c(u_2 - u_3)$, силу растяжения слева - $c(u_2 - u_1)$. Уравнение равновесия для m_2 :

$$-m \ddot{u}_2 - c(u_2 - u_3) - c(u_2 - u_1) = 0$$

или, после преобразований,

$$m \ddot{u}_2 - c(u_3 - 2u_2 + u_1) = 0.$$

Для $n-1$ массы сила инерции - $m \ddot{u}_{n-1}$, сила сжатия справа - $c(u_{n-1} - u_{n-2})$

сила растяжения слева - $c(u_{n-1} - u_{n-2})$ и уравнение равновесия имеет вид

$$-m\ddot{u}_{n-1} - c(u_{n-1} - u_n) - c(u_{n-1} - u_{n-2}) = 0$$

или, после преобразований

$$m\ddot{u}_{n-1} - c(u_n - 2u_{n-1} + u_{n-2}) = 0.$$

Для n -й массы сила инерции - $m\ddot{u}_n$, сила сжатия справа - $c u_n$, сила растяжения слева - $c(u_n - u_{n-1})$ и уравнение равновесия

$$m\ddot{u}_n - c(-2u_n + u_{n-1}) = 0.$$

Наконец, произведем "замыкание" стержня, соединяя свободный правый край и массу. Изменяется лишь уравнения для i -й и n -й масс. Для первой массы уравнение равновесия будет

$$-m_1\ddot{u}_1 - c(u_1 - u_2) - c(u_1 - u_n) = 0.$$

Для n -й массы сила инерции - $m\ddot{u}_n$, сила растяжения слева - $c(u_n - u_{n-1})$, сила сжатия справа - $c(u_n - u_1)$ и уравнение равновесия

$$-m\ddot{u}_n - c(u_n - u_{n-1}) - c(u_n - u_1) = 0$$

или, после преобразования:

$$-m\ddot{u}_n - c(-2u_n + u_{n-1} + u_1) = 0.$$

Итак, система уравнений движения имеет вид

$$\left\{ \begin{array}{l} m\ddot{u}_1 - c(u_2 - 2u_1 + u_n) = 0, \\ m\ddot{u}_2 - c(u_3 - 2u_2 + u_1) = 0, \\ m\ddot{u}_3 - c(u_4 - 2u_3 + u_2) = 0, \\ \hline m\ddot{u}_{n-1} - c(u_n - 2u_{n-1} + u_{n-2}) = 0, \\ m\ddot{u}_n - c(-2u_n + u_{n-1} + u_1) = 0. \end{array} \right.$$

Дополним систему уравнений внешними силами от линейных электродвигателей Q_i . Тогда

$$\left\{ \begin{array}{l} m\ddot{u}_1 - c(u_2 - 2u_1 + u_n) = Q_1, \\ m\ddot{u}_2 - c(u_3 - 2u_2 + u_1) = Q_2, \\ m\ddot{u}_3 - c(u_4 - 2u_3 + u_2) = Q_3, \\ \hline \end{array} \right.$$

$$\begin{cases} m \ddot{U}_{n-1} - c(U_n - 2U_{n-1} + U_{n-2}) = Q_{n-1} \\ m \ddot{U}_n - c(-2U_n + U_{n-1} + U_1) = Q_n. \end{cases}$$

Введем демпфирование в систему с помощью коэффициента ζ , предполагая, что энергия рассеивается вследствие вязкого трения (пропорционально скорости деформирования).

Получим окончательно следующую систему дифференциальных уравнений движения элементов ротора

$$\begin{cases} m \ddot{u}_1 - c(u_2 - 2u_1 + u_n) - \eta/\tau (u_1 - u_n) = Q_1, \\ m \ddot{u}_2 - c(u_3 - 2u_2 + u_1) - \eta/\tau (u_1 - u_2) = Q_2, \\ m \ddot{u}_3 - c(u_4 - 2u_3 + u_2) - \eta/\tau (u_2 - u_3) = Q_3, \\ \dots \\ m \ddot{u}_{n-1} - c(u_n - 2u_{n-1} + u_{n-2}) - \eta/\tau (u_{n-1} - u_n) = Q_{n-1}, \\ m \ddot{u}_n - c(-2u_n + u_{n-1} + u_1) - \eta/\tau (u_n - u_1) = Q_n, \end{cases}$$

с начальными условиями

$$\begin{aligned} u_1(0) = u_2(0) = \dots = u_n(0) = 0, \\ \dot{u}_1(0) = \dot{u}_2(0) = \dots = \dot{u}_n(0) = v_0, \end{aligned}$$

где τ - временной интервал, v_0 - начальная скорость движения ротора.

Метод решения. Специфика поставленной задачи заключается в неоднородности правых частей дифференциальных уравнений движения (I.I), что затрудняет аналитическое решение. Даже при одинаковых правых частях уравнений (I.I) решение представляется в виде разложения в ряд, требующего применения ЭВМ.

Поэтому для определения неизвестных перемещений $\{u\}$ был использован численный метод интегрирования системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

При выборе конкретного метода интегрирования принималось во

Внимание то, что для систем дифференциальных уравнений с числом неизвестных более 10 - 20 процесс интегрирования становится чрезвычайно дорогим, т.к. время решения $\sim N^\beta$, где N - порядок системы, а $2 < \beta < 3$ / 1 /. На основании проведенного в работе / 6 / анализа эффективности существующих методов предпочтительно использование метода Рунге - Кутты, реализованного в программе *RKGS* библиотеки IBM. Сравнение результатов, полученных при решении тестовых задач с $N = 10$ и $N = 50$, показывает, что *RKGS* обеспечивает наибольшую устойчивость и экономичность счета при решении систем большой размерности.

Дальнейшее повышение экономичности вычислений достигается при учете разреженности матрицы производных, что позволяет в / 7 / получить линейную зависимость времени счета от N .

1.4. АЛГОРИТМ И ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НА ЭЕМ

Компьютерная реализация математической модели, описанной в разделах 1.1 - 1.3, подразумевала следующее:

- в процессе разработки проекта ОТС возможны существенные изменения отдельных программных компонент модели;
- проведение вычислительного эксперимента требует задания широкого спектра исходных данных;
- в силу значительной трудоемкости численного решения важно оптимальным образом выбирать размерность задачи и пределы интегрирования;
- в процессе вычислений образуются большие массивы данных, ручная обработка которых затруднена.

Перечисленные факторы определяли структуру и принципы построения программного комплекса "ACSELLERATION":

- программный комплекс построен на модульной основе, каждый программный модуль несет строго определенную функциональную нагрузку и относительно независим от других модулей, что облегчает модификацию как всего программного комплекса, так и его отдельных компонент;
- начальные условия, а также большинство параметров ОТС, влияющих на динамику ротора, задаются в интерактивном режиме;
- вывод расчетных данных осуществляется в файл на магнитном диске, имя файла вывода задается пользователем с клавиатуры дисплея;
- для обработки численных результатов моделирования, за-

писываемый в файл последовательного доступа на магнитном диске, сделана программа вывода данных на графопроектор, что существенно облегчает их дальнейшую обработку;

- максимальная размерность задачи ограничена лишь объемом оперативной памяти ЭВМ;

- стремление повысить адекватность модели может приводить к росту размерности задачи, времени счета и, соответственно, ситуации, когда потребуется остановка ЭВМ в процессе счета; для такого случая разработан вариант программного комплекса, в котором все исходные и промежуточные данные регулярно записываются на магнитный носитель, позволяя при перезапуске компьютера продолжить счет с точки последнего обновления информации на внешнем носителе.

Программы разрабатывались применительно к конкретному типу ЭВМ и операционной системы, в среде которой проводится вычислительный эксперимент, что снижает мобильность программного комплекса при его переносе на компьютеры другого типа и в среду иных операционных систем. Ряд особенностей языка ФОРТРАН-4 операционной системы ОСРВ такие, как возможность использования операторов ввода-вывода PRINT, TYPE, ASSERT, легко учесть при переносе программы. Однако использование виртуальных массивов требует модификации всего программного комплекса /12/.

Желание сделать программный комплекс достаточно мобильным, открытым для модификации, и вместе с тем обеспечить проведение большого вычислительного эксперимента с учетом конкретной ЭВМ и допущений нынешнего этапа исследований по

ОТС привели к необходимости создания четырех вариантов программного комплекса (см. рис 1.2).

В первый вариант вошли четыре следующих компонента - ОТСЗ, FCTЗ, ОУТР, MODEL (см. приложение 1). С его использованием выполнен практически весь вычислительный эксперимент. В программный комплекс включена стандартная библиотечная подпрограмма RKGS решения системы дифференциальных уравнений первого порядка методом Рунге-Кутты /18/.

Для увеличения размерности задачи при использовании программы в среде ОСФВ компьютера СМ-4 возможно, как указано выше, использование виртуальных массивов. Эта возможность учтена во втором варианте программного комплекса, включающем программные компоненты ОТСВИР, FCTВИР, ОУТВИР, MODВИР назначение которых аналогично одноименным (по первым трем символам) программам первого варианта.

Третий вариант ориентирован на проведение вычислительного эксперимента с большим временем счета задачи, когда возможны остановки компьютера. В него добавлена программа формирования исходных данных ISHOTC. Этот вариант комплекса содержит также программные компоненты ОТСФИЛ, FCTФИЛ, ОУТФИЛ, MODEL.

В третьем варианте, аналогично второму, использованы виртуальные массивы. Для решения системы дифференциальных уравнений с использованием виртуальных массивов подготовлена подпрограмма RKВИР, подключаемая при компоновке вместо подпрограммы RKGS (см. приложение 1).

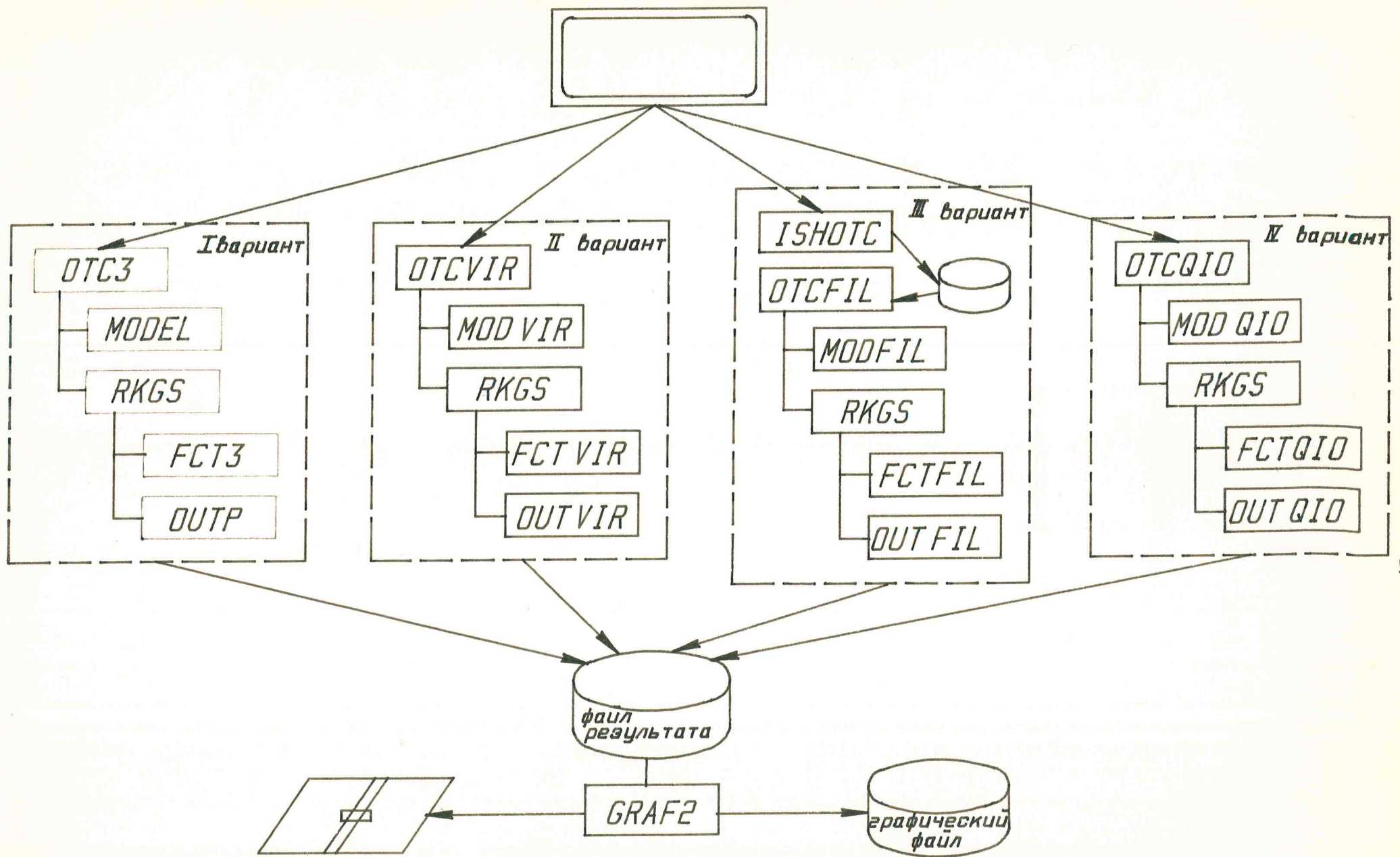


Рис. 12.

Четвертый вариант программного комплекса разработан для моделирования динамики ротора ОТС на стадии разгона с экспоненциальным законом изменения тяговых усилий от скорости. При другом законе изменения тяги ротора ОТС может быть проведена соответствующая модификация. В четвертый вариант вошли программные компоненты `OTCQIO`, `FCTQIO`, `MODQIO`, `OUTQIO`.

Для вывода результатов моделирования в графическом виде создана программа `GRAF2`, которую можно использовать во всех четырех вариантах программного комплекса "ACCELERATION". Программа написана с использованием пакета подпрограммы `ГРАФОР`, адаптированного к вычислительному комплексу АРМ на базе ЭВМ СМ /2,3/.

Хотя большая часть условий и параметров задается в диалоговом режиме, остальные параметры, которые не менялись в ходе вычислительного эксперимента, определены в головной программной компоненте `OTCS` (или `OTCVIR`, `OTCFIL`, `OTCQIO` других вариантов). Такими параметрами являются длина ОТС (переменная `OTS`, см. приложение 1), точность интегрирования (элемент `P(4)`) и число участков, на которые условно разбивается ротор (переменная `M`). Значения этих переменных присвоены в начале программы оператором `DATA` и могут быть изменены. Отметим, что в программе участки ротора именуются секциями; таким образом, используемые термины участок ротора и секция означают часть ротора ОТС между двумя абсолютно твердыми телами, которыми представлен ротор в выбранной модели.

Верхний предел интегрирования косвенно задается числом секций ротора, которые должны пройти мимо некоторой фиксированной точки. Задание предела интегрирования, когда ротор делится на сравнительно небольшое количество секций (от 100 до 500), нам представляется наиболее удобным. Чтобы использовать другие формы задания пределов интегрирования в том числе и по значению скорости, в программе зарезервирована переменная V_{MAX} .

Алгоритмы программного комплекса в самом общем виде выглядят следующим образом:

- в головной программной компоненте OTCS задается начальные условия и исходные значения параметров OTС;
- после подтверждения правильности задания данных вызывается подпрограмма задания исходных возмущающих воздействий MODEL ;,
- рассчитывается интервал интегрирования, определяемый временем прохождения одной секции вдоль некоторой внешней точки;
- вызывается подпрограмма решения системы дифференциальных уравнений RKGS , в которой используется подпрограмма описания системы дифференциальных уравнений FCT3 и подпрограмма вывода результатов моделирования OUTP ;
- корректируются параметры тяги в зависимости от значения скорости ротора и рассчитывается новый интервал интегрирования;
- если счет не закончен, повторяется вызов подпрограммы RKGS .

С помощью программного комплекса можно получить распределения продольных деформаций и скоростей элементов ротора в различные моменты времени. Результаты расчета могут быть представлены в графическом виде программой.

В файле последовательного доступа записываются данные после каждого шага интегрирования, что позволяет хранить подробную картину всего цикла интегрирования. Результатами расчета являются значения максимальных относительных деформаций между точками ротора (т.е. максимальные растяжение и сжатие ротора на каждом шаге интегрирования), номера секций с такими деформациями, скорости этих секций (участков) ротора, скорости двух твердых тел секции относительно друг друга и текущее время движения ОТС. Таким образом, после каждого шага интегрирования записываются девять параметров движения ротора.

Программой `OUTA` также отслеживаются точки перегиба зависимости максимального растяжения ротора и соответствующие этим точкам параметры выводятся на печатающее устройство. Найдено, что таких точек может быть несколько десятков на интервале интегрирования. Анализ указанных данных позволяет получить общую картину динамики ротора.

Более подробно описание программных компонент, назначение переменных, структура записи в файле и описание приложения приведены в приложении I.

Сравнивая характеристики четырех вариантов программного комплекса моделирования динамики разгона ротора, отметим,

что дальнейшего повышения адекватности модели следует ожидать в первую очередь за счет увеличения числа участков разбиения ротора, что приводит к увеличению объема требуемой оперативной памяти и затрат машинного времени. С этих позиций третий вариант является наиболее подготовленным к такому развитию и его следует принять за базовый при дальнейших разработках.

1.5. ПРОВЕДЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В ходе вычислительного эксперимента анализировались продольные деформации ротора ОТС на стадии разгона в нештатных режимах работы управляющей системы, а так же оценивалось влияние на них жесткости ротора. Требовалось оценить степень воздействия нарушения работы ускоряющей системы при различных скоростях ротора на величину продольных деформаций и выявить наиболее неблагоприятную ситуацию при разбалансе тяги двигателей.

При выполнении расчетов рассматривались пять нештатных режимов работы ускоряющей системы ОТС, когда мощность части двигателей отличается от номинальной мощности P_0 на величину ΔP и коэффициент неустойчивости принимал значение 0,001; 0,01; 0,1. В дальнейшем нештатные режимы работы будем называть моделями нарушения работоспособности ускоряющей системы или просто моделями.

Модель 1: половина двигателей имеет тягу $P = P_0$, а другая половина двигателей $P_{\text{max}} = P_0 + \Delta P$,

$$T.O \quad P = \begin{cases} P_0, & i = 1, \dots, n/2; \\ P_0 + P, & i = n/2 + 1, \dots, n \end{cases}$$

Модель 2: величины тяги P_0 и P_{max} чередуются через каждые 10 двигателей:

$$P = \begin{cases} P, & i = 10m + k, \quad k = 0, 2, \dots, n/10; \\ P_{max}, & i = 10 + k, \quad k = 1, 3, \dots, n/10 \end{cases}$$

Модель 3: величины тяги P_0 и P_{max} соответствуют соседним двигателями:

$$P = \begin{cases} P_0, & i = 1, 3, \dots, n; \\ P_{max}, & i = 2, 4, \dots, n-1 \end{cases}$$

Модель 4: мощность только одного двигателя отличается на величину ΔP , для остальных двигателей коэффициент неустойчивости равен нулю, например,

$$P = \begin{cases} P_0, & i = 1, \dots, n-1; \\ P_0 - \Delta P, & i = n \end{cases}$$

Модель 5: имитирует выход из строя одного двигателя, тяга, создаваемая этим двигателем равна нулю, например:

$$P = \begin{cases} P_0, & i = 1, \dots, n-1; \\ 0, & i = n \end{cases}$$

Программная компонента MODEL с пятью моделями, имитирующими различные характеристики двигателей, выполнена таким образом, что число моделей легко увеличивается и неограничено.

При выполнении численного эксперимента принимались исходные параметры, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	значение параметра	единица измерения
Количество участков разбегания ротора	100 и 500	-
Масса ротора ОТС M	10^9	кг
Длина ротора ОТС L	$4 \cdot 10^7$	м
Мощность ускоряющей системы ОТС P	$4 \cdot 10^{10}$	Вт
Жесткость связи С а)	5000	н/м
б)	50	н/м
Коэффициент демпфирования η	1	-
Начальная скорость v_0	10	м/с
	100	м/с
	1000	м/с
	10000	м/с

Жесткость $C^a = 5000$ н/м соответствует ротору, изготовленному из стали ($E = 2 \cdot 10^{11}$ н/м²) с поперечным сечением $F = 0,01$ м². Предполагалась также жесткость ротора $C^b = 50$ н/м, соответствующая значительно более податливой конструкции ротора (низкомодульные материалы).

Результаты моделирования записывались в файл на магнитной диске. Имя файла указывалось пользователем с клавиатуры дисплея при задании исходных данных. Параллельно с записью

данных на магнитный диск, ведется вывод информации на экран дисплея, что позволяет контролировать ход вычислительного эксперимента.

При необходимости проведения большого объема расчетов для различных значений величины разбаланса двигателей, начальной скорости и жесткости ротора при заданных пяти моделях имитации нарушения режима работы ускоряющей системы имело место большее время каждого просчета (в среднем расчет требовал один час машинного времени) и большие размеры создаваемых файлов, что вело к быстрому переполнению магнитных носителей. Использование виртуальных массивов увеличивало время счета в два-три раза. Вследствие этого в вычислительном эксперименте была использована в основном первый вариант реализации программного комплекса с числом участков ротора равным 100. Вместе с тем, эксперименты со вторым и третьим вариантами, когда число участков разбиения ротора достигло 500 при оперативной памяти компьютера, на котором проводились расчеты, в 256 Кбайт, показали, что получаемые результаты достаточно близки результатам расчетов с первым вариантом при числе участков равном 100. Сказанное позволяет сделать следующие выводы:

- результатов, существенно отличающихся от полученных, можно ожидать лишь при увеличении размерности задачи на несколько порядков, что возможно при использовании мощных и сверхмощных компьютеров;

- дальнейшее планирование и проведение вычислительных экспериментов требует уточнения задаваемых исходных значений.

1.6. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

В результате численного эксперимента был получен ряд зависимостей, некоторые из которых представлены на рис. 1.3+1.7, выполненными с использованием программы GRAF2.

На рис. 1.3+1.5 показаны зависимости максимальных относительных продольных деформаций от времени. Положительные значения соответствуют деформациям растяжения. При симметричном распределении возмущающих воздействий в роторе возникает равные по величине деформации растяжения и сжатия (рис. 1.9, 1.10).

Представленные на рис. 1.3+1.7 зависимости получены для коэффициента неустойчивости тяги $\varepsilon = 1\%$. Как показали расчеты, величина деформаций пропорциональна коэффициенту неустойчивости.

Если принять, что для ротора, выполненного из стали (жесткость связи $C = 5000$ н/м) опасная величина деформации составляет $1+2\%$, то из рис. 1.3 следует допустимый коэффициент неустойчивости тяги $\varepsilon = 10\%$. При этом условии за время движения $t = 2000+2500$ с относительная продольная деформация не превысит $0,5\%$.

При более благоприятной ситуации для второй и третьей моделей и жесткости связи $C = 5000$ н/м допустимый коэффициент неустойчивости может достигать $20+30\%$.

Зависимости рис. 1.3+1.5 получены при начальной скорости ротора $V = 10$ м/с. При разгоне ротора, в соответствии с реальными характеристиками электродвигателя, сила тяги убывает, что приводит к снижению величины продольных деформаций при неизменном коэффициенте неустойчивости ε (рис. 1.3+1.5). Та-

или образом, значение коэффициента неустойчивости тяги $\xi = 10\%$ можно считать допустимым на всех стадиях разгона ротора ОТС при жесткости $C = 5000$ н/м для моделей 1, 2, 3.

На современном этапе исследований по проблеме ОТС, когда многие параметры ротора уточняются, целесообразно оценить поведение ротора в широком спектре исходных характеристик. В связи с этим был проведен вычислительный эксперимент при малой жесткости ротора ($C = 50$ н/м).

Если система управления корректирует тягу двигателей не более 3000с , то из рис. 1.16-110 для моделей 1, 2 следует, что коэффициент неустойчивости не должен превышать 1% (при допустимой относительной продольной деформации $1+2\%$).

Более благоприятна ситуация для модели 3 (рис. 1.11), когда допустим коэффициент неустойчивости 10% .

Представляются важными результаты численного эксперимента для модели 5, предполагающей исчезновение тяги на одном из участков ОТС. Анализ рис. 1.12-115 показывает, что в подобной ситуации быстроедействие системы управления должно быть в пределах 200с для обеспечения эффективного перераспределения тяги по всей длине ОТС.

На рис. 1.16 показана зависимость изменения скорости ОТС от времени. На заключительной стадии наблюдается снижение ускорения ротора, что обусловлено уменьшением тяги двигателей при росте скорости.

На рис. 1.17 приведена зависимость относительных скоростей между соседними элементами ротора. Разрывы в графике объясняются тем, что в каждый момент времени эта зависимость

рассчитывается для участка с наибольшей деформацией. Точки на графике соответствуют разным участкам ротора, так как в отдельных случаях максимальная деформация может развиваться при разгоне в различных секциях.

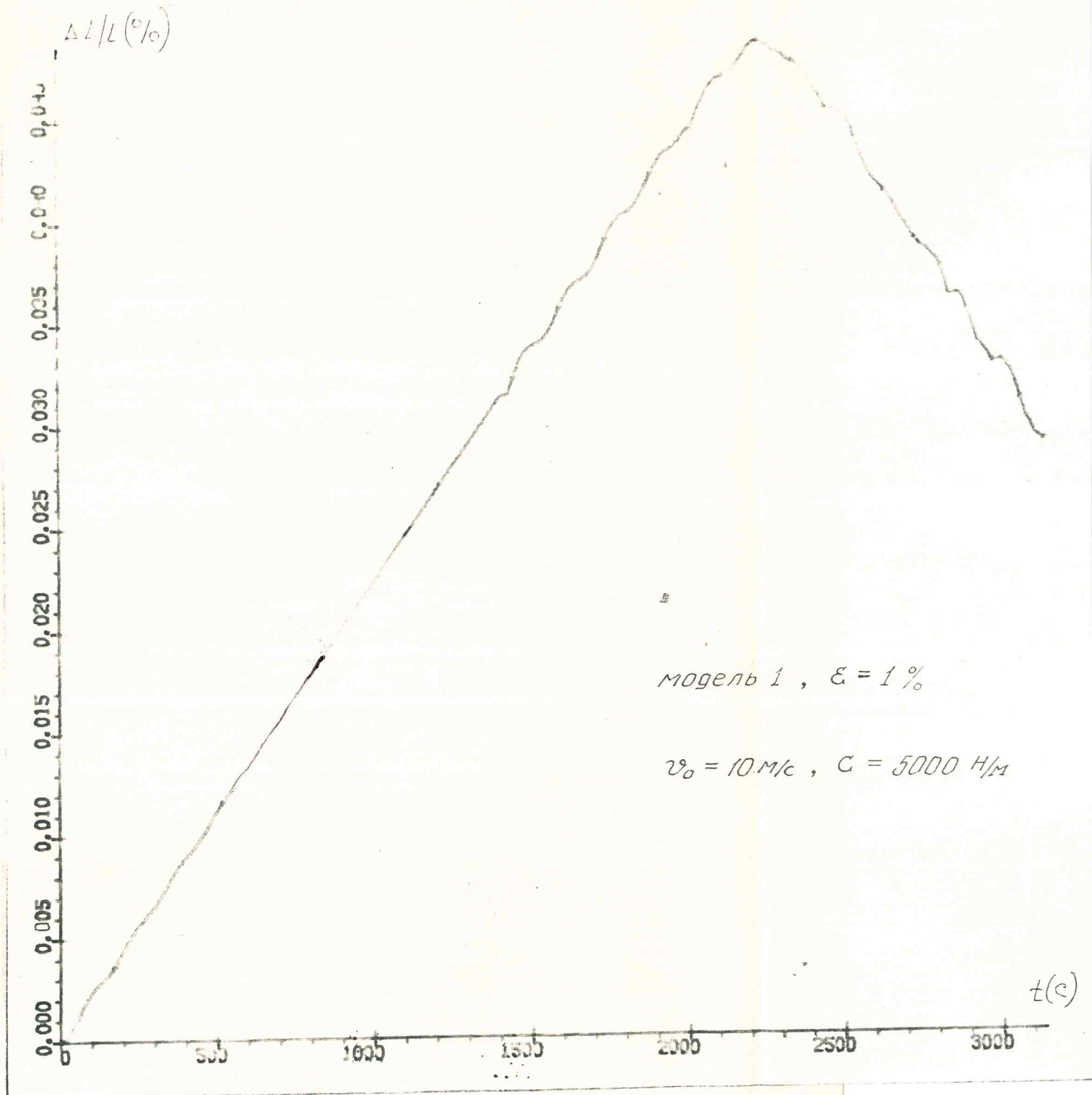


Рис. 1.3

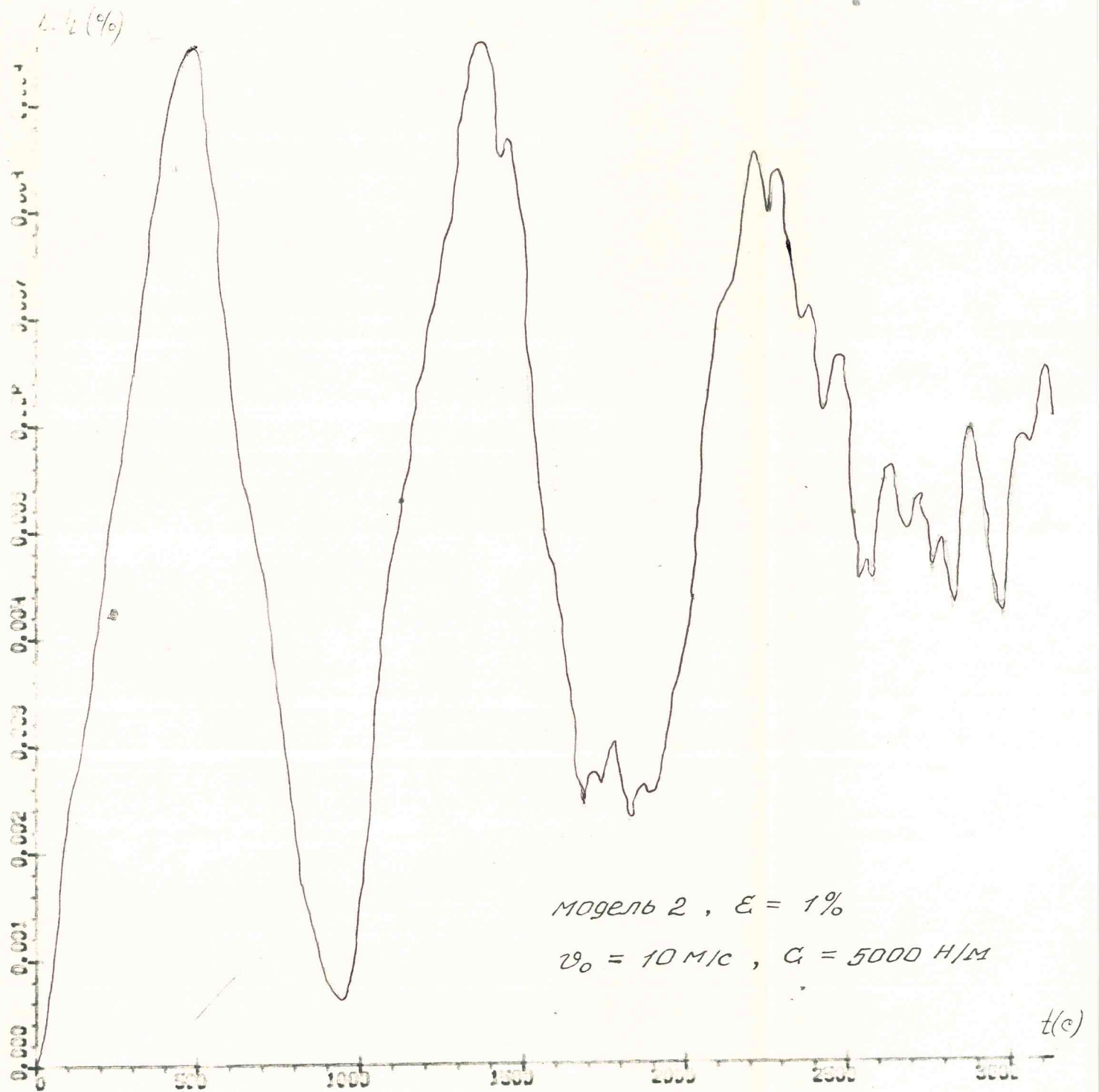


Рис. 1.4

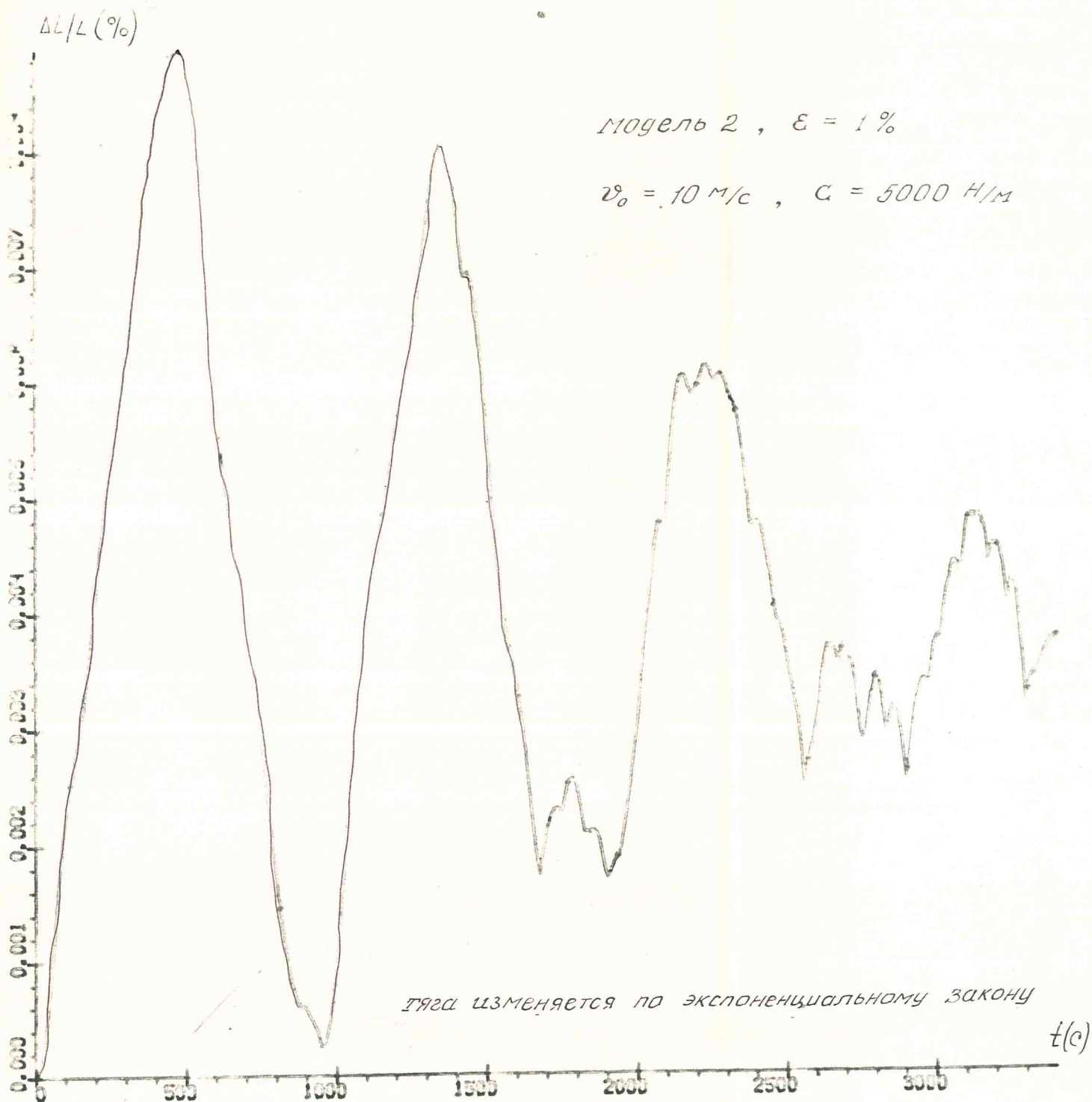


Рис. 1.5

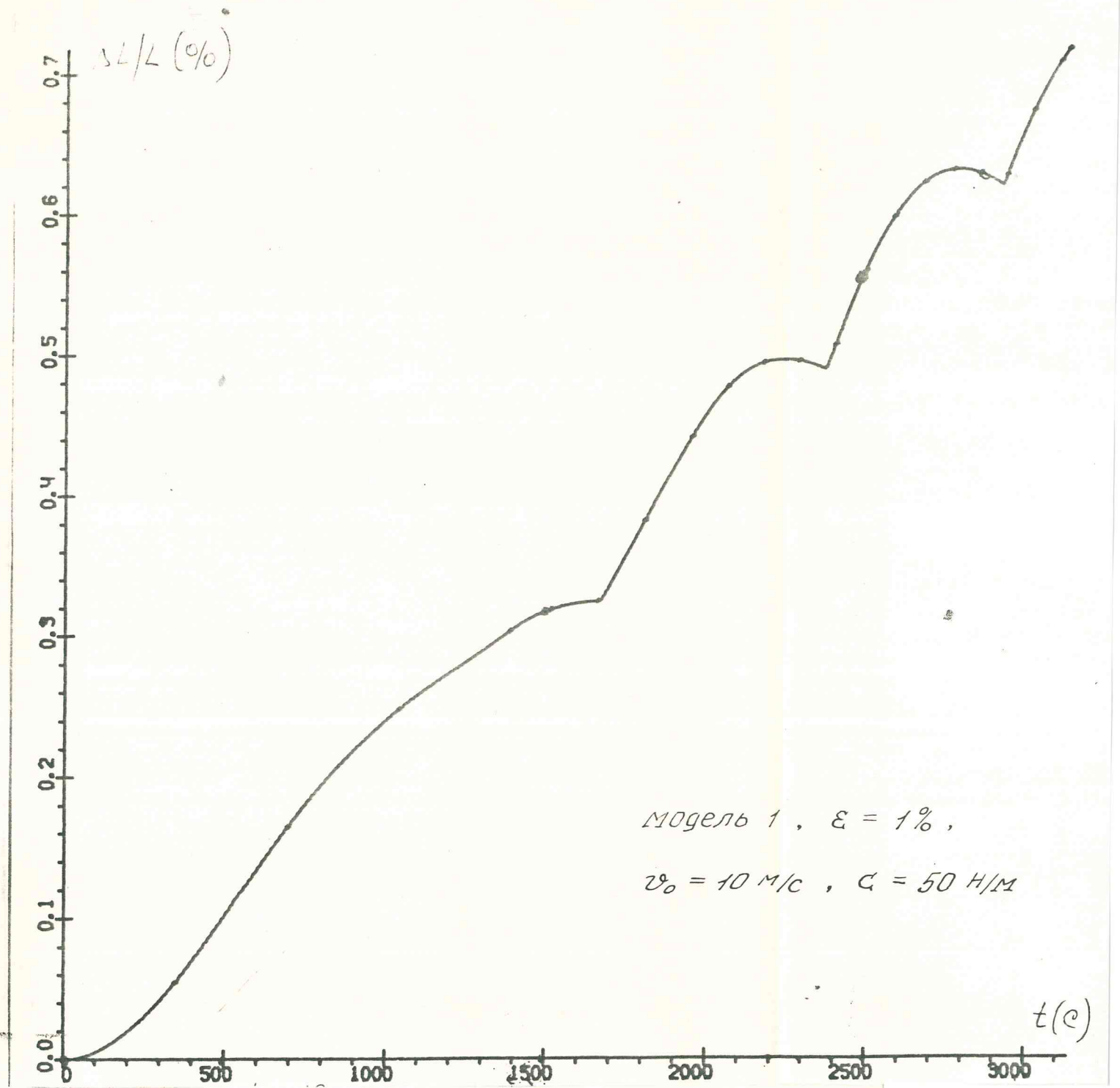


РИС.1.7

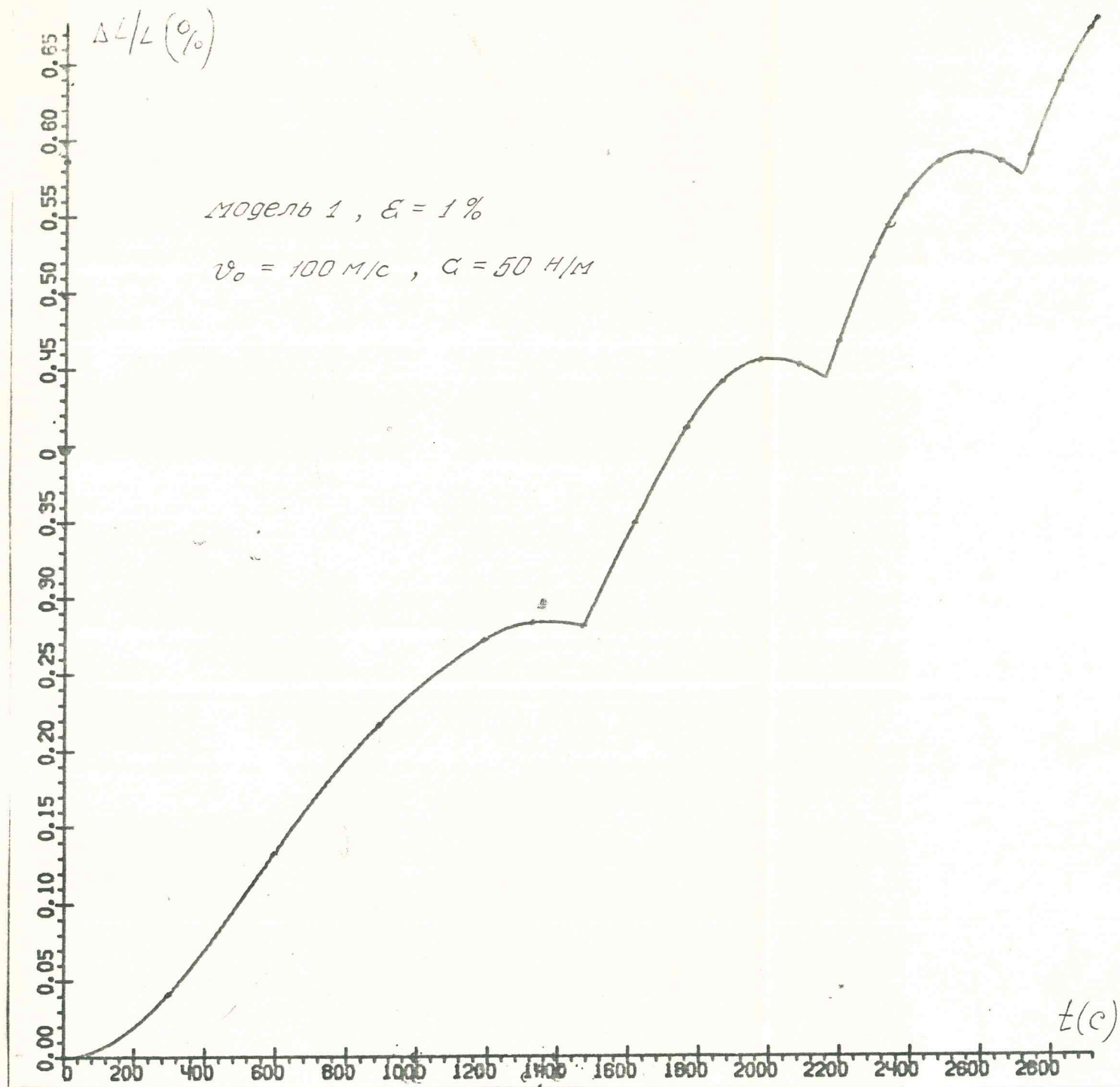


Рис. 1.6

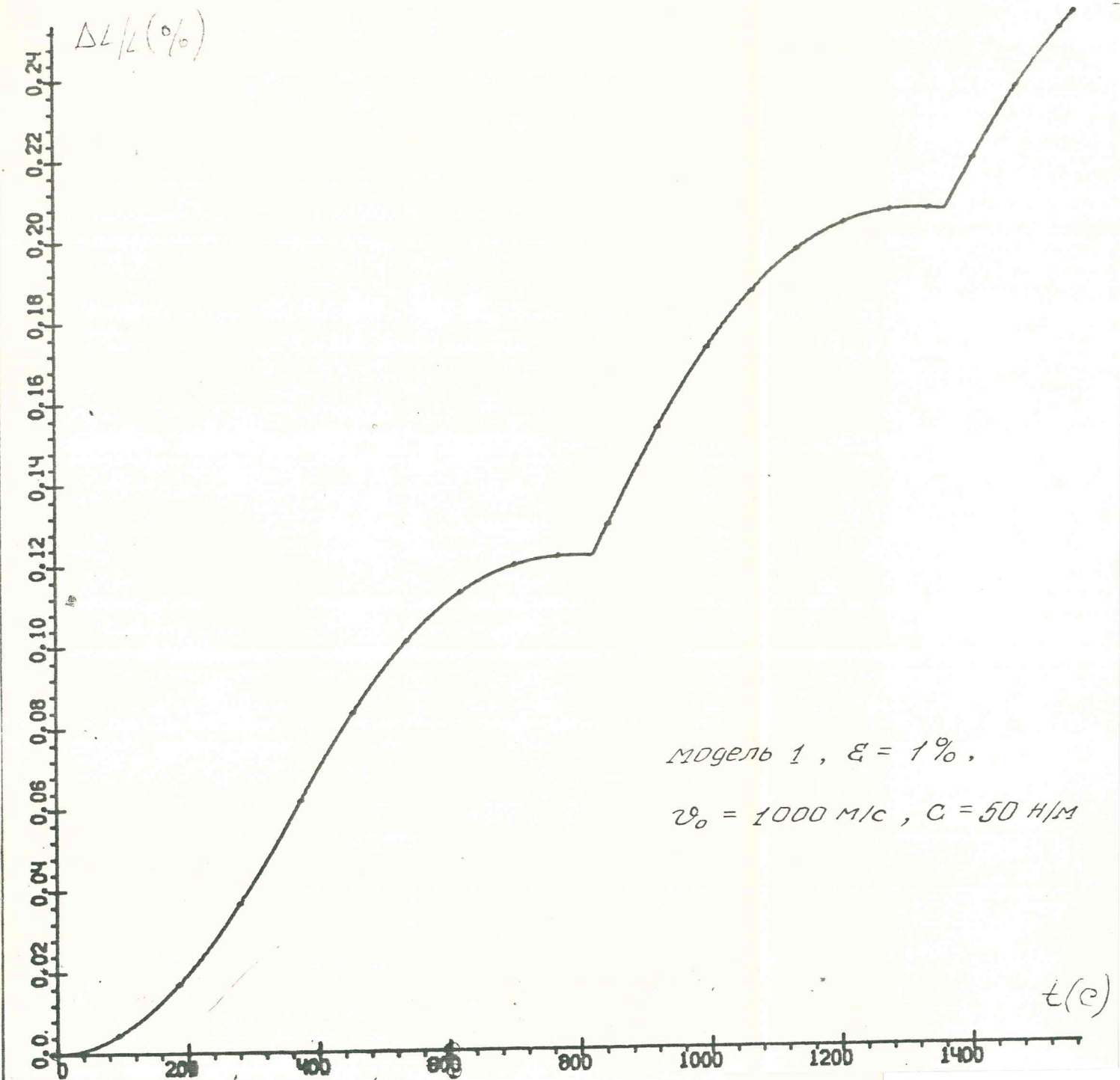


Рис. 1.8

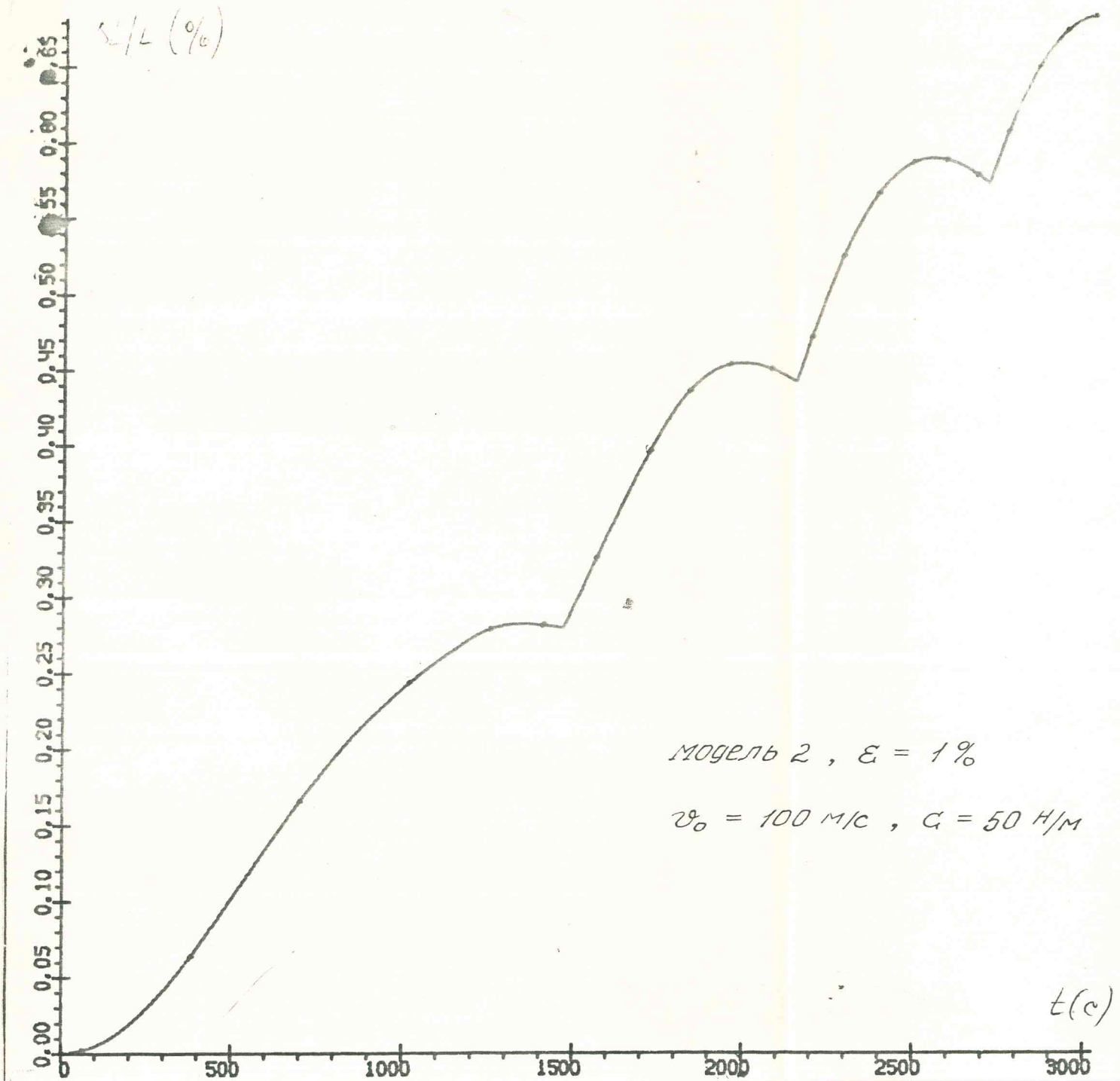


Рис.1.9

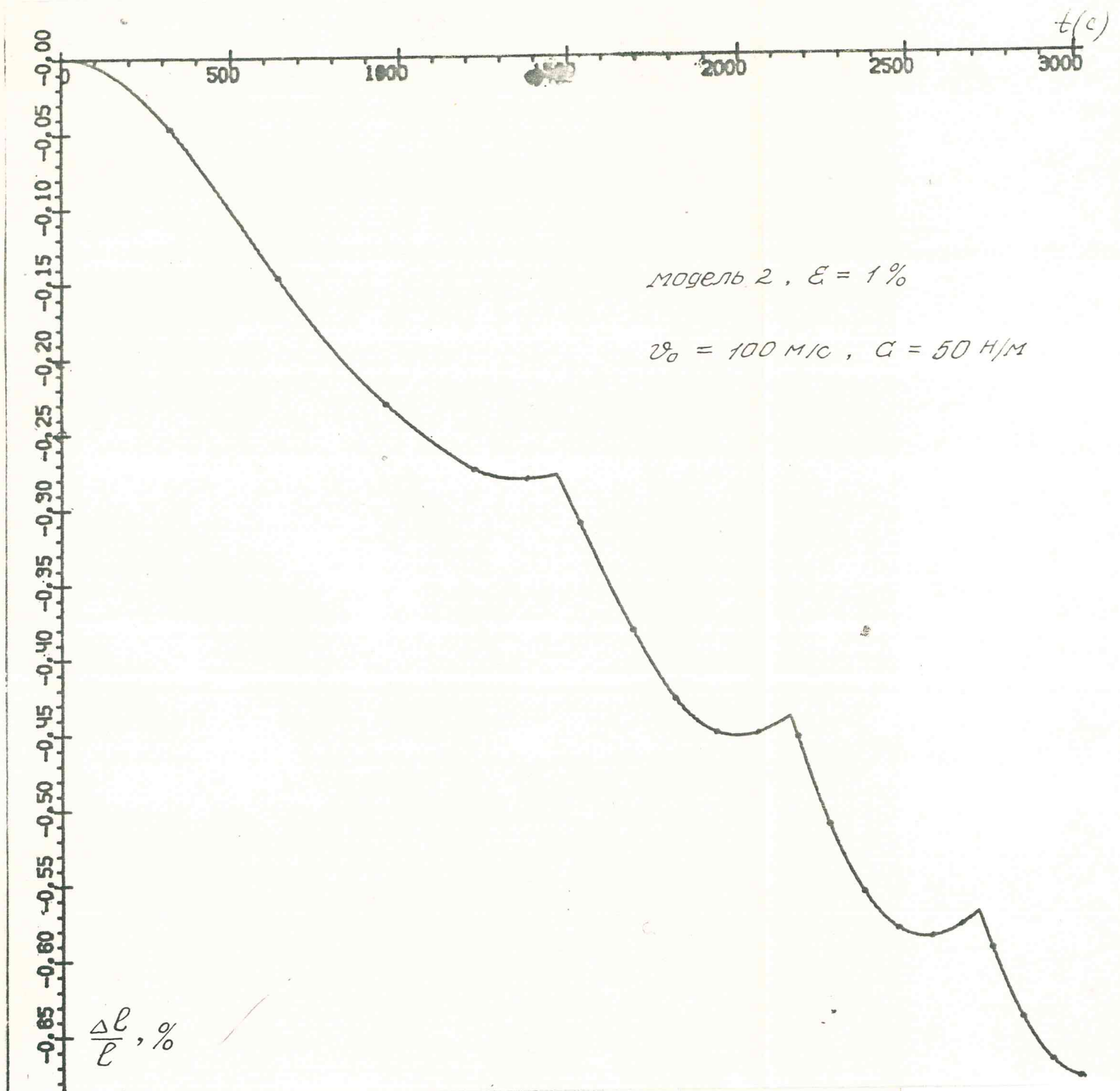


РИС. 1.10

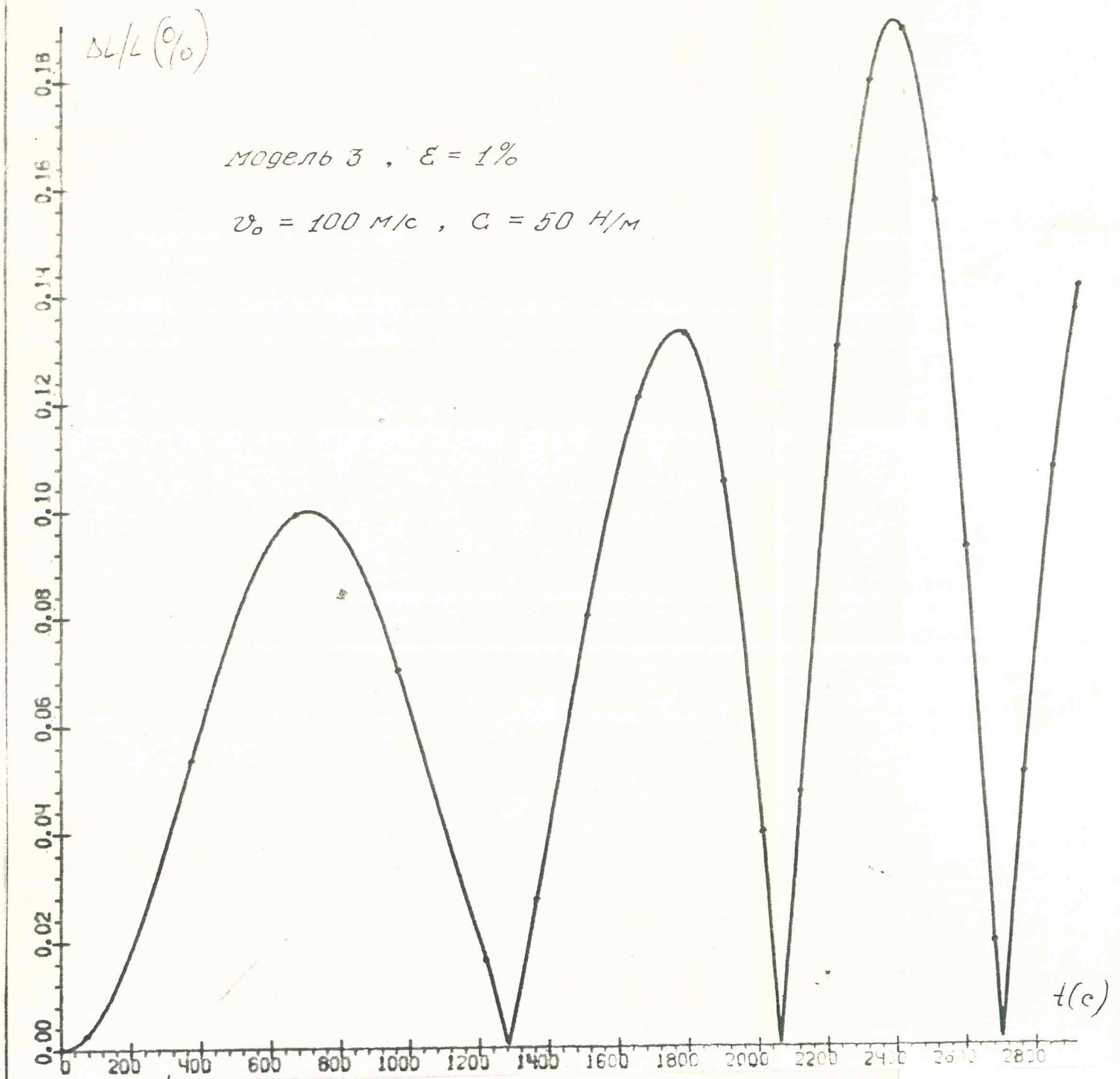


РИС. 1.11

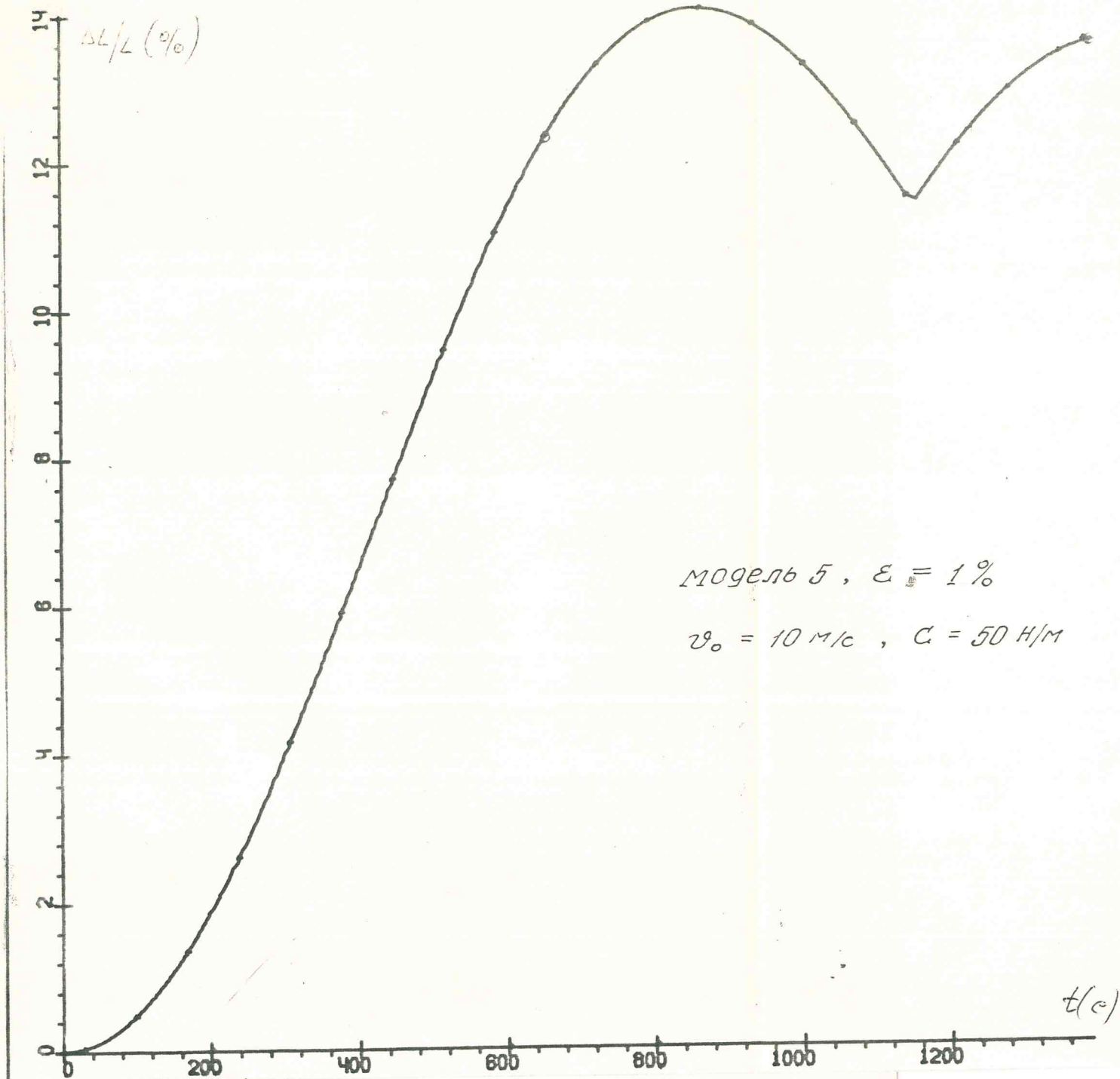


Рис. 1.12

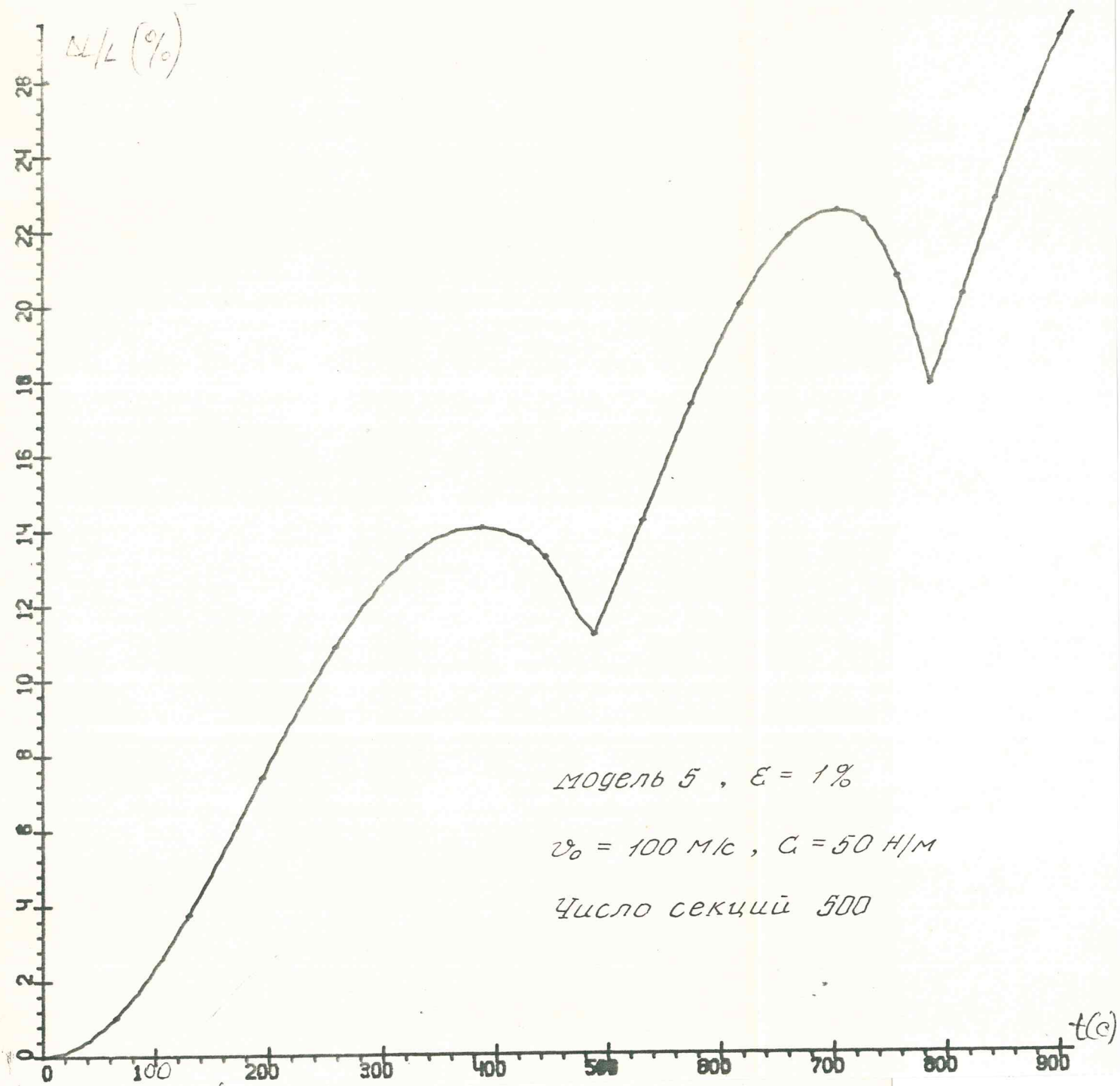


Рис. 1.13

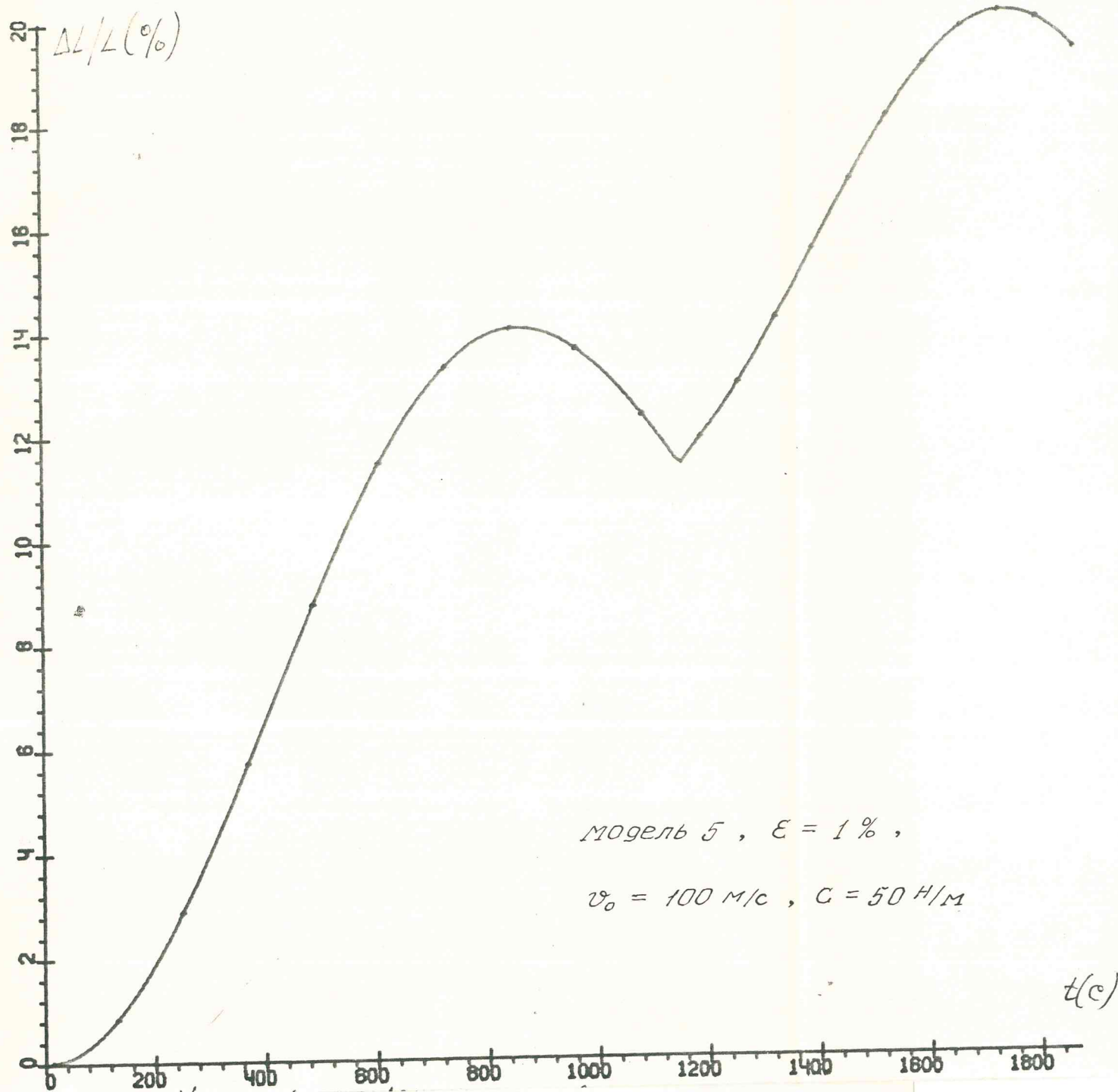


Рис. 1.14

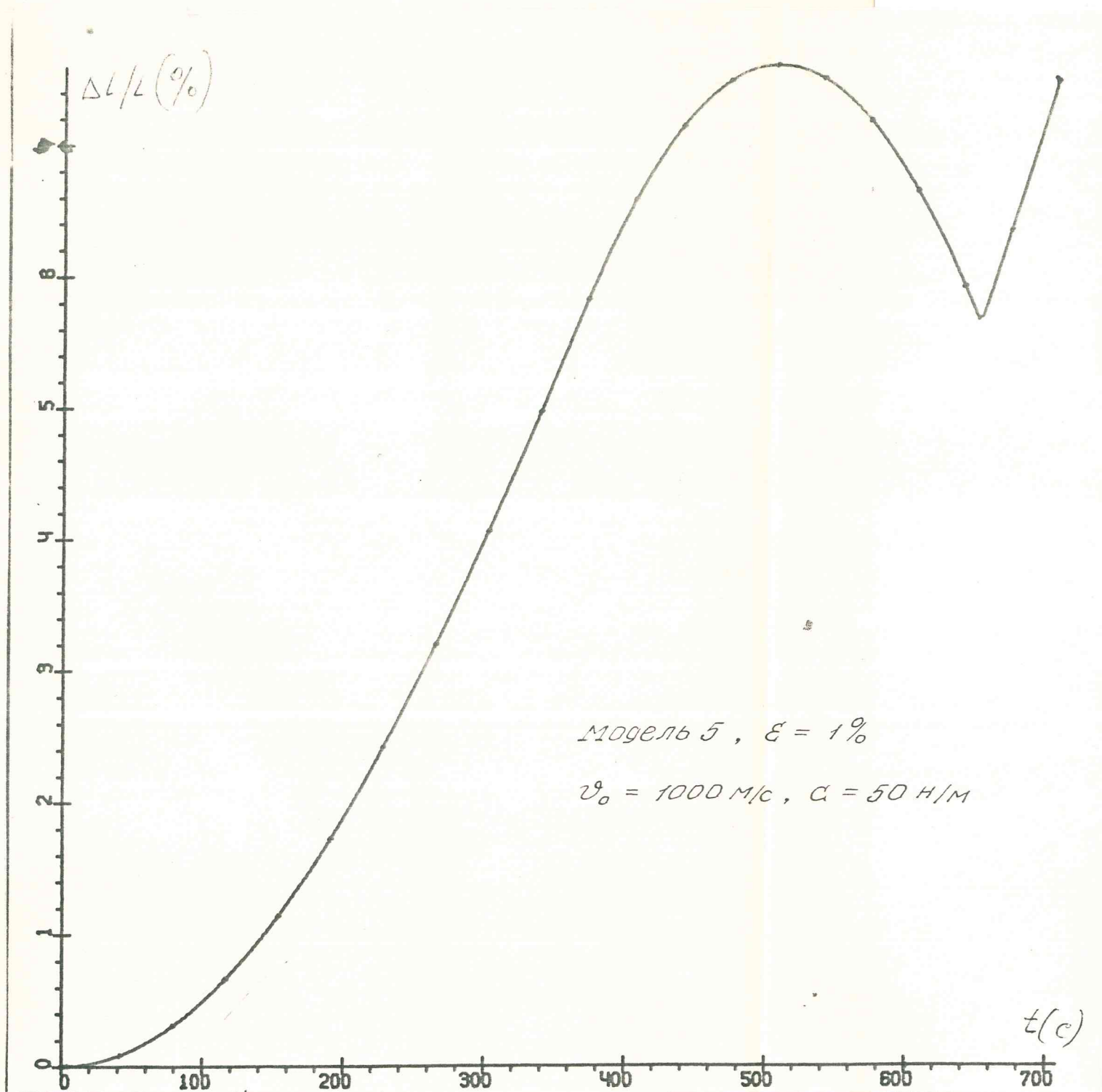


РИС. 1.15

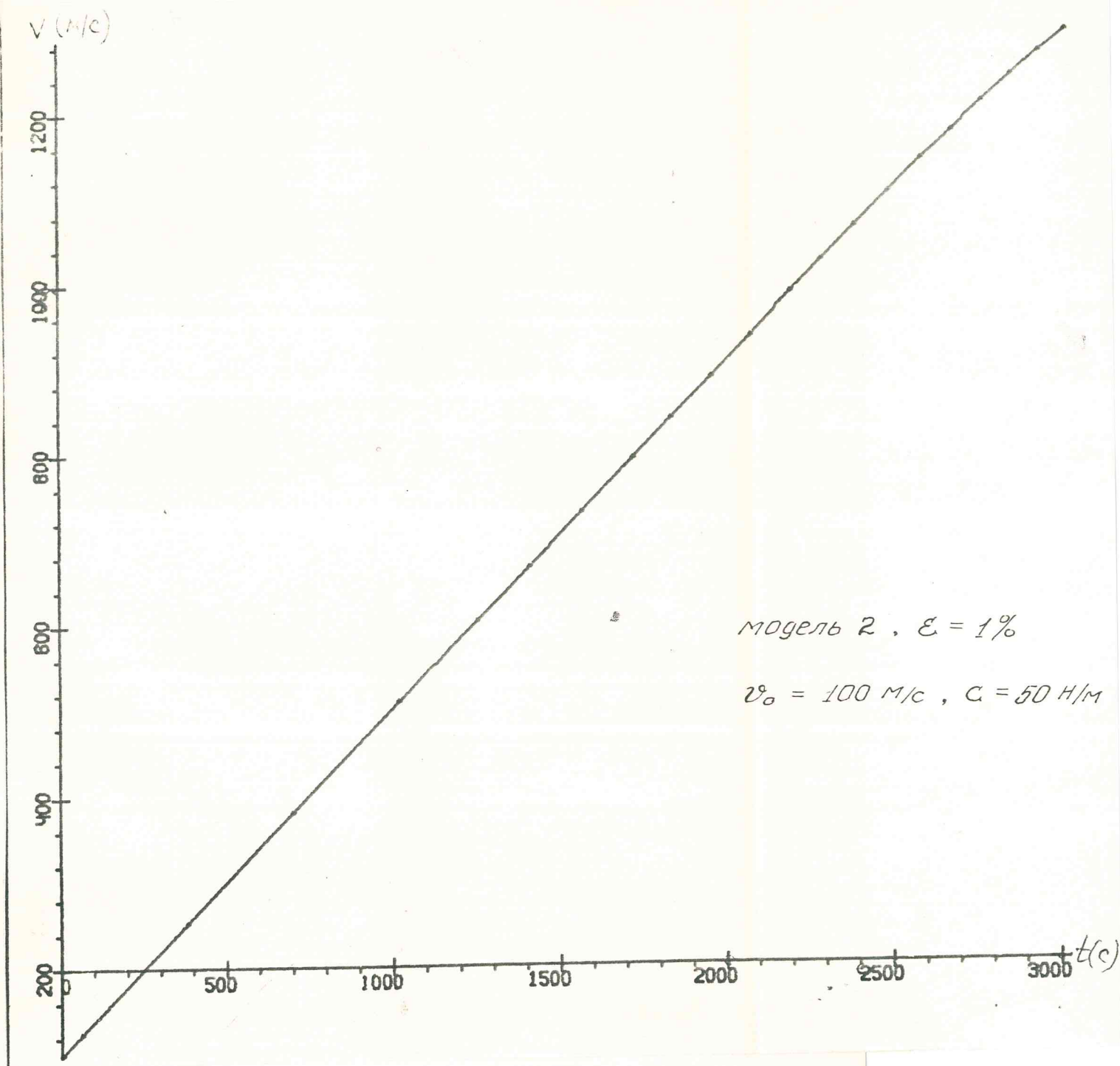


РИС. 1.16

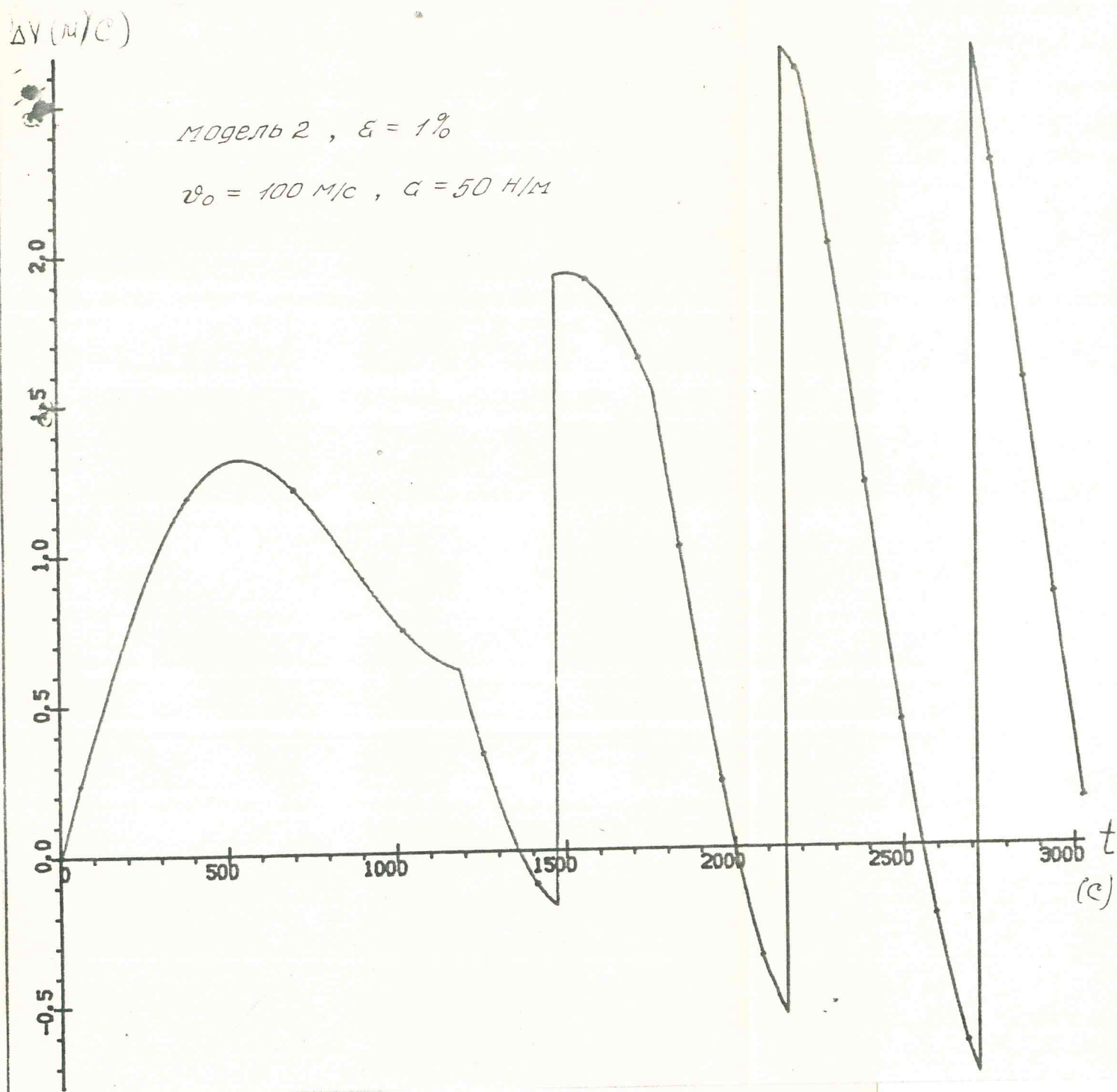


РИС. 1.17

1.7. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Как показали проведенные исследования, при жесткости ротора $C = 5000$ н/м и коэффициенте неустойчивости тяги до 10% для рассмотренных нештатных ситуаций потери работоспособности ускоряющей системы ОТС к системе управления не предъявляется жестких требований. Небольшой коэффициент демпфирования ($\eta = 1$) не позволяет избавиться от продольных высокочастотных колебаний (рис.1.4), что может вызвать резонансные явления. Поэтому в целях более эффективного гашения колебаний целесообразно вводить элементы активного демпфирования, приводимые в действие системой управления.

Существенно большие деформации возникают в роторе при жесткости связи $C = 50$ н/м. В то же время здесь допустимы более высокие продольные деформации. С учетом особенностей конструкции грузо-пассажирского варианта ОТС, можно задавать максимальную величину деформации в пределах 5%. Это равноценно требованию на быстродействие системы управления в 1500с, что можно считать приемлемым.

Возможность полной потери тяги на одном участке требует быстродействия системы управления в 200с, что можно считать достаточно жестким условием. Ввиду того, что подобную нештатную ситуацию исключить нельзя, необходимо проведение дополнительных исследований по моделированию процесса управления с поиском оптимальных алгоритмов выхода из ситуаций потери работоспособности.

1.7. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Как показали проведенные исследования, при жесткости ротора $C = 5000$ н/м и коэффициенте неустойчивости тяги до 10% для рассмотренных нештатных ситуаций потери работоспособности ускоряющей системы ОТС к системе управления не предъявляется жестких требований. Небольшой коэффициент демпфирования ($\eta = 1$) не позволяет избавиться от продольных высокочастотных колебаний (рис. 1.4), что может вызвать резонансные явления. Поэтому в целях более эффективного гашения колебаний целесообразно вводить элементы активного демпфирования, приводимые в действие системой управления.

Существенно большие деформации возникают в роторе при жесткости связи $C = 50$ н/м. В то же время здесь допустимы более высокие продольные деформации. С учетом особенностей конструкции грузо-пассажирского варианта ОТС, можно задавать максимальную величину деформации в пределах 5%. Это равноценно требованию на быстродействие системы управления в 1500с, что можно считать приемлемым.

Возможность полной потери тяги на одном участке требует быстродействия системы управления в 200с, что можно считать достаточно жестким условием. В силу того, что подобную нештатную ситуацию исключить нельзя, необходимо проведение дополнительных исследований по моделированию процесса управления с поиском оптимальных алгоритмов выхода из ситуаций потери работоспособности.

ГЛАВА 2

К УЧЕТУ ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И
СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ДИНАМИКУ РОТОРА
В СТАДИИ РАЗГОНА

Работоспособность Общепланетного транспортного средства в стадии разгона определяется не только характеристиками самого устройства (глава 1 настоящего отчета), но и внешними условиями его эксплуатации.

К последним относятся сейсмические воздействия и отклонения земной поверхности от идеальной геометрической формы. Очевидно, вероятность повреждающего сейсмического воздействия возрастает в силу большой протяженности и сравнительно малой жесткости путевой структуры и ротора с оболочкой, а также продолжительности стадии разгона. Отклонения (рельеф) земной поверхности обусловлены наличием горных районов, находящихся в плоскости ОТС, например, горный массив Анд в Южной Америке.

Таким образом, для прогнозирования возможных нештатных ситуаций следует оценить влияние указанных выше земных условий на динамику ОТС в процессе разгона.

Не останавливаясь подробно на определении вероятности сейсмического возмущения, а также на оценке изменений кривизны путевой структуры в зависимости от рельефа земной поверхности, что является предметом отдельного исследования, рассмотрим проблему моделирования динамики ОТС в аспекте механики. Будем считать, что кинематическое возмущение задано в виде акселерограммы движения земной поверхности $\ddot{u}(t)$, а профиль путевой структуры описан конечными элементами криво-

линейной формы.

В дальнейшем будем использовать методологию определения динамического (сейсмического) отклика конструкции, применяемую при расчете прочности теплообменников атомных электростанций

/17/ .

Для решения подобных задач используются как спектральные методы и прямое интегрирование уравнений движения во времени, так и более простые и менее трудоемкие подходы квазистатического типа с применением вместо акселерограмм так называемых спектров действия.

Отметим, что применение "квазистатических" спектральных методов является основой приближенного расчета и предварительной оценки общей нагруженности, требуя затем уточненного анализа динамическими методами. Прямые методы, позволяя исследовать возмущения ударного характера и уточнять решение, вместе с тем оказываются весьма трудоемкими. Это связано с необходимостью выбора шага дискретизации по времени Δt , который не должен превышать $0,1 T_n$ (наименьший период собственных колебаний конструкции) для точного прогноза динамического отклика, а фаза сильного сотрясения может достигать нескольких минут.

Ниже рассматривается общий подход к численному моделированию динамики ОТС, учитывающему кинематическое возмущение ротора двух типов: а) вследствие переменной кривизны путевой структуры и б) наличия движения отдельных опор эстакады в результате сейсмического воздействия.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ. Система ОТС включает путевую структуру с направляющей длиной 40 тыс. км, большое число опор и подвижный

элемент - ротор ОТС вместе с защитной оболочкой той же длины, который крепится к направляющей с помощью кронштейнов и захватов.

Возможные сейсмические воздействия передаются направляющей через опоры. В качестве исходных данных используются жесткостные и демпфирующие характеристики опор, их масса, число и расположение вдоль эстакады.

Считаем, что общая расчетная схема оборудования и опорных конструкций может быть представлена в виде контура, образованного эквивалентными (приведенными) стержнями, а влияние опор отражается с помощью соответствующих матриц жесткости и демпфирования. Для упрощения задачи выделим достаточно протяженный участок ОТС, заменив влияние на него остальной части соответствующими приведенными жесткостями и массами. Выбранный участок можно аппроксимировать системой прямолинейных конечных элементов.

Полученная таким образом расчетная схема состоит из элементов и $N + 1$ узлов. Координаты узлов, приведенные жесткости опор и внешней по отношению к выделенному контуру части ОТС задаются исходя из реального варианта конструкций. Рассматриваемый диапазон варьирования скорости ротора ОТС равен 10 км/с.

Для подобной системы, учитывая сейсмическое воздействие, заданное акселерограммой в форме $\{\ddot{u}(t)\}$ запишем в стандартном виде следующее:

$$[M]\{\ddot{\varphi}(t)\} + [C]\{\dot{\varphi}(t)\} + [K]\{\varphi(t)\} = -[M]\{\ddot{u}(t)\}$$

где: $[M]$, $[C]$ и $[K]$ - матрицы масс, демпфирования и жесткости конечноэлементной модели.

Введем предположение, что при высокой скорости движения (более 1 км/с) ротор ОТС ведет себя подобно потоку жидкости одномерного, несжимаемого качества. Тогда, считая параметры потока (давление p , плотность ρ , средняя скорость v) известными, запишем известные выражения для сил взаимодействия потока жидкости с трубопроводом [17], которые получаются из закона о сохранении импульса в гидродинамике.

$$F_i(t) \frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho v_i dV = - \int_S n_{ij} n_j dS$$

Подразумевается, что $n_{ij} = p\delta_{ij} + \rho v_i v_j - \sigma_{ij}$ — силы, действующие со стороны ротора на систему магнитного подвеса; σ_{ij} — тензор вязких напряжений, обусловленных трением ротора в среде оболочки; $i, j = 1, 2, 3$ — рассматриваемый контрольный объем.

Тогда для прямолинейного участка ОТС конечной длины l ,

$$F_i(t) = \frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho v dV = \int_l C_D \frac{\rho v^2}{2} \frac{1}{D} \pi D dl \quad (2.3)$$

а для криволинейного участка имеем соответственно

$$\begin{aligned} dF_{\mu} &= (p + \rho v^2) A \cdot d\theta \\ dF_{\theta} &= C_D \frac{\rho v^2}{2} \cdot \frac{1}{D} \pi D R d\theta \end{aligned} \quad (2.3a)$$

Здесь $C_D(Re)$ — коэффициент сопротивления движению в среде, зависящий от состояния поверхности и числа Рейнольдса; D — диаметр ротора; A — площадь поперечного сечения оболочки; R — радиус кривизны искривленной части направляющей.

Сейсмический отклик конструкции обычно определяется в предположении, что все опоры при землетрясении движутся по одной траектории (концепция жесткой платформы). Это справедли-

во, если опоры расположены достаточно близко друг к другу, а именно, на расстоянии, меньшем характерной длины сейсмической волны. Расстояние между опорами ОТС таково, что данное предположение неправомерно. Поэтому требуется задать значения перемещений во времени каждой опоры в выбранном участке эстакады.

Тогда, рассматривая движение направляющей как сложное, запишем:

$$\{q(t)\} = \{q^a(t)\} - \{q^z(t)\}, \quad (2.4)$$

где: $q^a(t)$ — полное перемещение оболочки;

$q^z(t)$ — перемещение опор. При этом уравнение (2.1)

примет следующий вид:

$$\begin{aligned} [M] \{\dot{q}\} + [C] \{q\} + [K] \{q\} = \{F_0\} + \{F(t)\} - \\ - [M] \{\ddot{q}^z\} - [C] \{\dot{q}^z\} - [K] \{q^z\}. \end{aligned} \quad (2.4a)$$

Начальные условия движения записываются следующим образом:

$$\{q|_{t_0}\} = \{q^*\}, \quad \{\dot{q}|_{t_0}\} = \{\dot{q}^*\}.$$

Для решения задачи применима техника метода конечного элемента. Возможно сопряжение конечноэлементного решения с результатами расчета динамических усилий, приведенного в главе I.

Детальное изучение динамики с использованием уравнений (2.1-2.4) является предметом дальнейших исследований.

ГЛАВА 3

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ РОТОРА ПРИ ВЫВОДЕ ОТС НА ОРБИТУ3.1. АЛГОРИТМ И ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Алгоритм решения задачи математического моделирования динамики ротора при выводе ОТС на орбиту составлен на основе модели, изложенной в работе /8/. Он предусматривает расчет параметров ротора как при движении его в атмосфере, так и при выводе на орбиту.

К программному комплексу, обеспечивающему работу алгоритма, были предъявлены следующие требования:

1. Программный комплекс должен состоять из ряда модулей, которые могут эксплуатироваться как в независимом режиме, так и в режиме связи между собой.

2. Массивы данных не должны быть ограничены объемом ОЗУ, следовательно они должны храниться в виде файлов на магнитном носителе.

3. Ввод исходных данных и дополнительной информации должен осуществляться в интерактивном режиме.

4. Результаты моделирования должны быть представлены в удобном для анализа виде - в виде графиков, для уточнения значений отдельных точек информация может выдаваться на принтер или экран дисплея, в виде таблиц.

Программный комплекс, отвечающий вышеизложенным требованиям в следующей последовательности ведет обработку данных.

1. Ввод исходных данных для моделирования.
2. Обработка данных по заданному алгоритму с получением результатов вычислений.
3. Запись исходных данных и результатов в файлы на магнитном диске.
4. Считывание файлов для последующего вывода на принтер или экран дисплея.
5. Считывание файлов для последующего вывода в виде графиков на графопроектор.

Программный комплекс " EXTENSION " предназначен для создания и обработки динамических моделей вывода ОТС на орбиту и состоит из четырех программ. Последовательность подключения программ комплексов с указанием возможностей вывода данных приведена на рис. 3.1.

Первые три этапа последовательности обработки данных выполняются с помощью двух различных программ, одна из которых реализует алгоритм расчета параметров движения ротора в атмосфере (DKAZ), а другая - при выводе ОТС на орбиту (KAZOTC).

Исходными данными для работы алгоритмов являются постоянные величины (радиус экватора Земли, плотность атмосферы на поверхности Земли и т.д.), параметры самого ротора (длина элемента, вес ротора, начальная угловая скорость ротора и т.д.).

Результатирующими величинами, полученными при обработке модели являются: высота подъема ротора над поверхностью Земли,

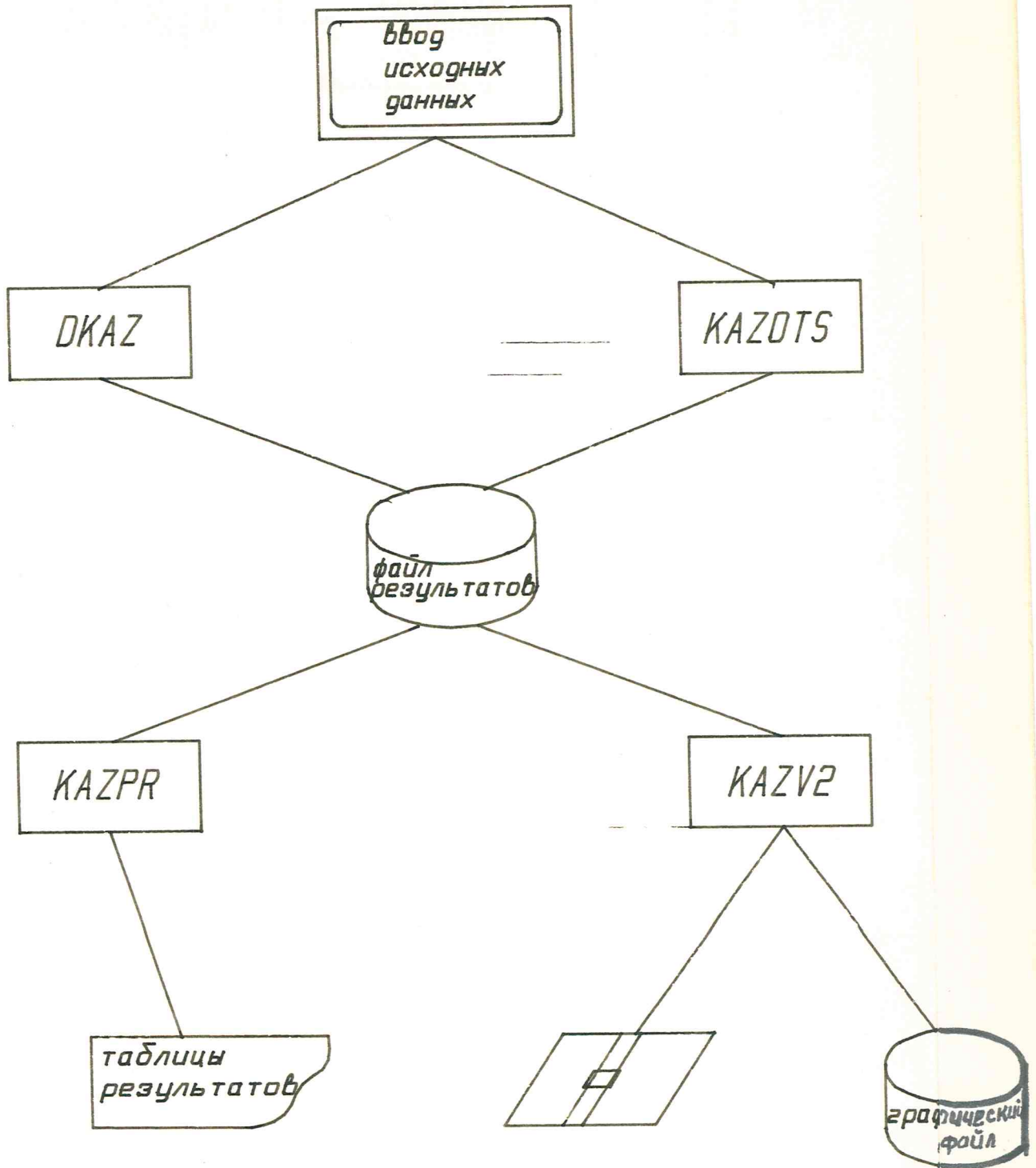


Рис. 3.1.

его радиальная скорость и ускорение, время движения, угловая скорость и угол поворота ротора.

Гад величин может быть изменен в ходе выполнения программы: шаг итерации, жесткость ротора, длина и масса элемента и т.д. В зависимости от шага итерации вычисляется количество повторений цикла и процесс определения промежуточных и результирующих величин повторяется многократно. Каждый набор полученных на данном шаге итерации значений записывается на магнитный диск в виде файла последовательного доступа.

Значения параметров, участвующих в вычислениях, отличаются на много порядков (от 10^6 и 10^{11} до 10^{-6}). Поэтому для увеличения точности все переменные вещественного типа объявлены двойной точности (`DOUBLE PRECISION`).

При реализации алгоритма расчета вся высота подъема ротора разбита на 9 участков. Для каждого участка вычисляются радиальная скорость и радиальное ускорение ротора, высота подъема и т.д.

Величина шага итерации, высота подъема ротора варьируется. Количество итераций на каждом участке зависит от величины шага итерации. С помощью программы можно исследовать влияние жесткости ротора (C_1, C_3, C_5, C_7) на параметры движения ротора на первом, третьем, пятом и седьмом участках. Эти величины могут быть:

1. Вычислены по формулам, приведенным в алгоритме;
2. Заданы пользователем при ведении диалога с программой.

Результатом работы программы являются два файла последовательного доступа на магнитном диске. В первый файл занесены

исходные данные и все необходимые параметры, характеризующие модель. Этот файл можно назвать паспортом модели. Во второй файл записываются результаты расчета. На каждом этапе расчета формируется одна запись из девяти полей, включающих номер участка движения ротора в космосе и номер шага итерации на данном участке. Для увеличения точности вычислений все переменные вещественного типа объявлены в программе величинами двойной точности.

Программа, реализующая четвертый этап обработки данных, осуществляет считывание файлов, полученных ранее, и вывод таблиц на устройство печати или дисплей. Вывод осуществляется в диалоге; предусмотрен как последовательный, так и независимый вывод исходных данных (паспорта данной модели) и двух таблиц результатов. Может быть произведен повторный вывод одной и той же таблицы, если в этом возникает необходимость, например, при сборе оборудования. Все величины выводятся форматными операторами вывода, в каждой строке таблиц результатов указывается номер участка движения ротора (параметр $\#$) и номер шага итерации внутри участка (параметр l). Необходимость вывода результатов в виде двух таблиц объясняется невозможностью размещения всех величин имеющего формат двойной точности в одной строке, ограниченной для большинства печатающих устройств 130-ю позициями.

Программа, реализующая пятый этап обработки данных, предназначена для формирования массивов результатов при их считывании с магнитного диска и вывода на графопроектор

или в виде графического файла на магнитный диск. Программа работает в диапазоне, при котором пользователь может задать имя нужного файла, номер графика, номер пера графоэкростроителя и т.д. При построении графика вычерчивается ломаная линия, соединяющая точки графика; строятся, размечаются и подписываются оси графика. Массивы данных, куда помещаются из файла результаты, объявлены виртуальными для того, чтобы обработать графически полностью всю информацию. При построении графиков был использован пакет прикладных программ ГРАБОР /2/, процедуры которого не предназначены для работы с виртуальными массивами; поэтому были внесены изменения в процедуры построения ломаной линии `LIVEMO` и поиска экстремумов в массиве `MINMAX`. Измененным процедурам были присвоены новые имена `LIVIR` и `MINXVIR` и они включались в программу на этапе компоновки отдельно от библиотеки ГРАБОРа. Тексты процедур приведены в приложении II. При работе программой может быть получен не только график зависимости параметров ротора на графоэкростроителе, но и графический файл на магнитном диске, выводимый на графоэкростроитель или графический дисплей стандартными программами операционной системы (например, с помощью программы `ВХУ ОСРВ СИЭВИ`)

Возможен также повторный вывод графика по уже сформированному массиву в случае сбоя оборудования. Формирование массива для вывода графика необходимо; т.е. при считывании файла результатов из каждой записи выбирается только одно поле по заданному пользователем номеру графика. Размерность массива

зависит от количества записей в файле и определяется автоматически.

Программный комплекс написан на языке ФОРТРАН и реализован в среде операционной системы ОСРВ СМЭМ. Описание компонент программного комплекса с приведением графических схем алгоритмов и текстов программ дано в приложении II.

3.2. ПРОВЕДЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

При работе с программным комплексом было проведено моделирование:

- а) динамики вывода ротора на орбиту;
- б) движения ротора в атмосфере.

Предварительно проводились вычислительные эксперименты, варьируемым параметром в которых являлся шаг итерации. Этот параметр последовательно уменьшался от начального значения 1000 /м/ до конечного 100 /м/. Было замечено, что точность вычисления радиальной скорости и радиального ускорения ротора увеличивается с уменьшением шага итерации. Варьировались так же параметры $\mu = \frac{m_0}{m_1}$ (m_0 - масса единицы длины оболочки, m_1 - масса единицы длины ротора) и C_x - коэффициент лобового сопротивления для цилиндра, в следующих пределах:

μ от 0,3 до 0,2

C_x от 0,9 до 0,182

В результате вычислительного эксперимента по моделированию движения ротора в атмосфере были получены зависимос-

ти, отражающие изменение наиболее важных динамических характеристик ротора. В качестве оси X графиков выбран безразмерный радиус ротора $X = \frac{r}{R}$, где R - радиус экватора Земли.

На рис. 3.2. показано изменение радиальной скорости ротора от безразмерного радиуса ротора ($1.000 \leq X \leq 1.015$). Шаг итерации при проведении эксперимента был выбран равным 100 /м/. На графике видно, что на участке прохождения атмосферы радиальная скорость ротора возрастает до 600 м/с.

На рис. 3.3 дана зависимость радиального ускорения от безразмерного радиуса ротора. Пределы изменения радиуса аналогичны предыдущему графику. Значение радиального ускорения убывает и при относительном радиусе 1.001 достигает минимума равного 0,2 м/с², а затем возрастает до максимума при безразмерном радиусе ≈ 1.007 .

На рис. 3.4+3.7 приведены графики зависимости времени движения ротора, угловой скорости, угла поворота ротора и работы сил сопротивления атмосферы от безразмерного радиуса ротора.

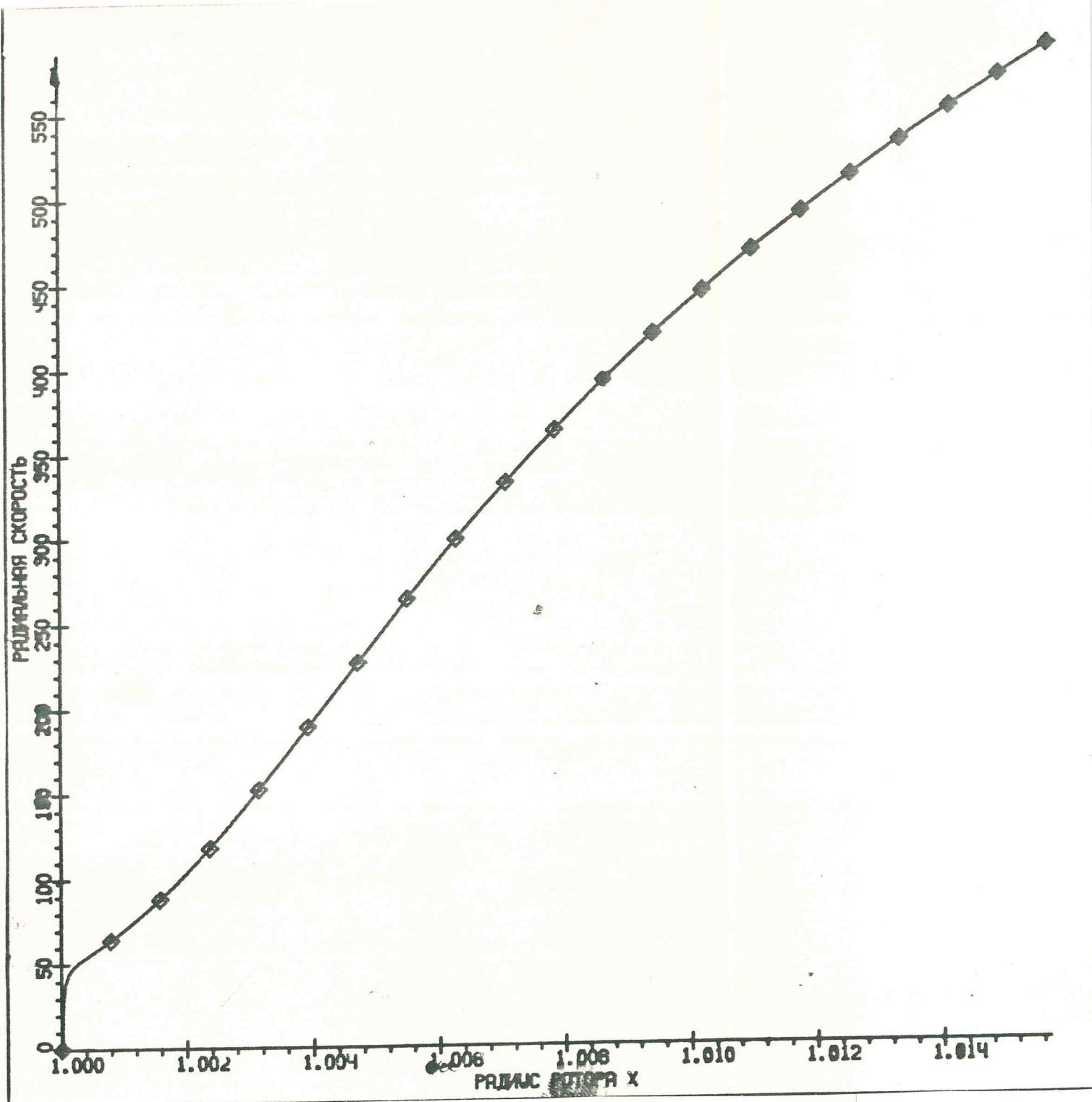


РИС. 3.2

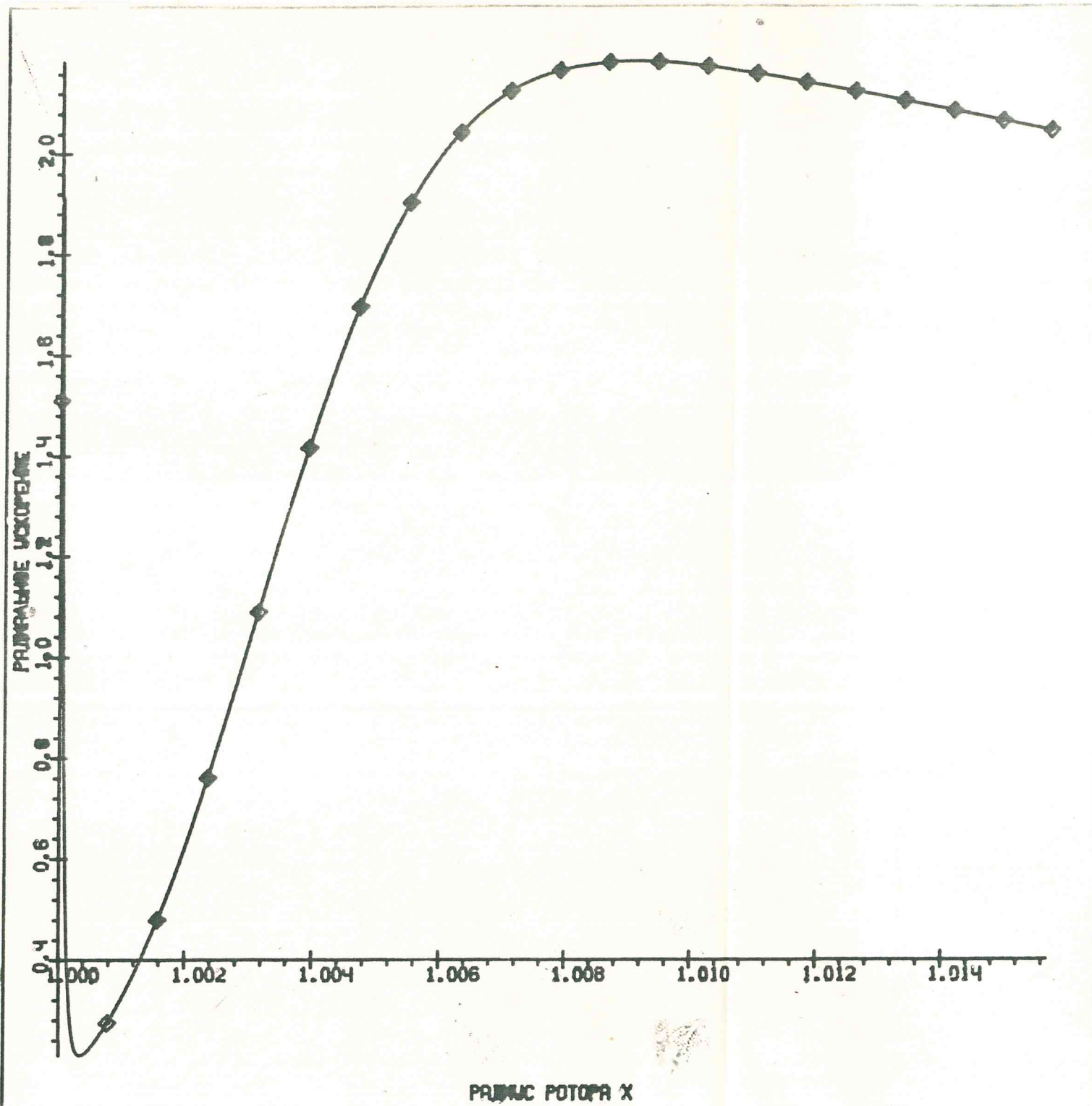


РИС. 3.3

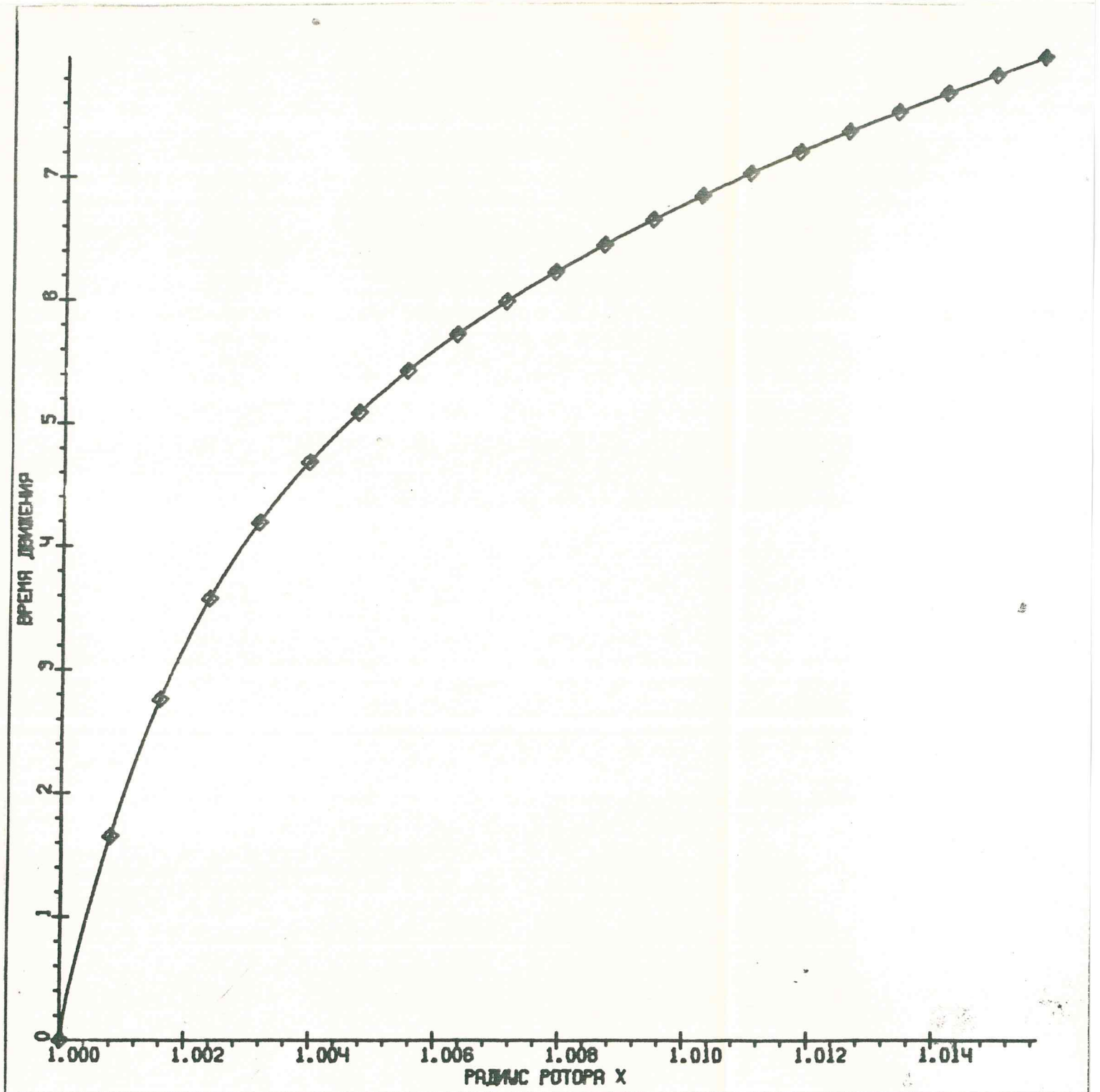


РИС. 3.4

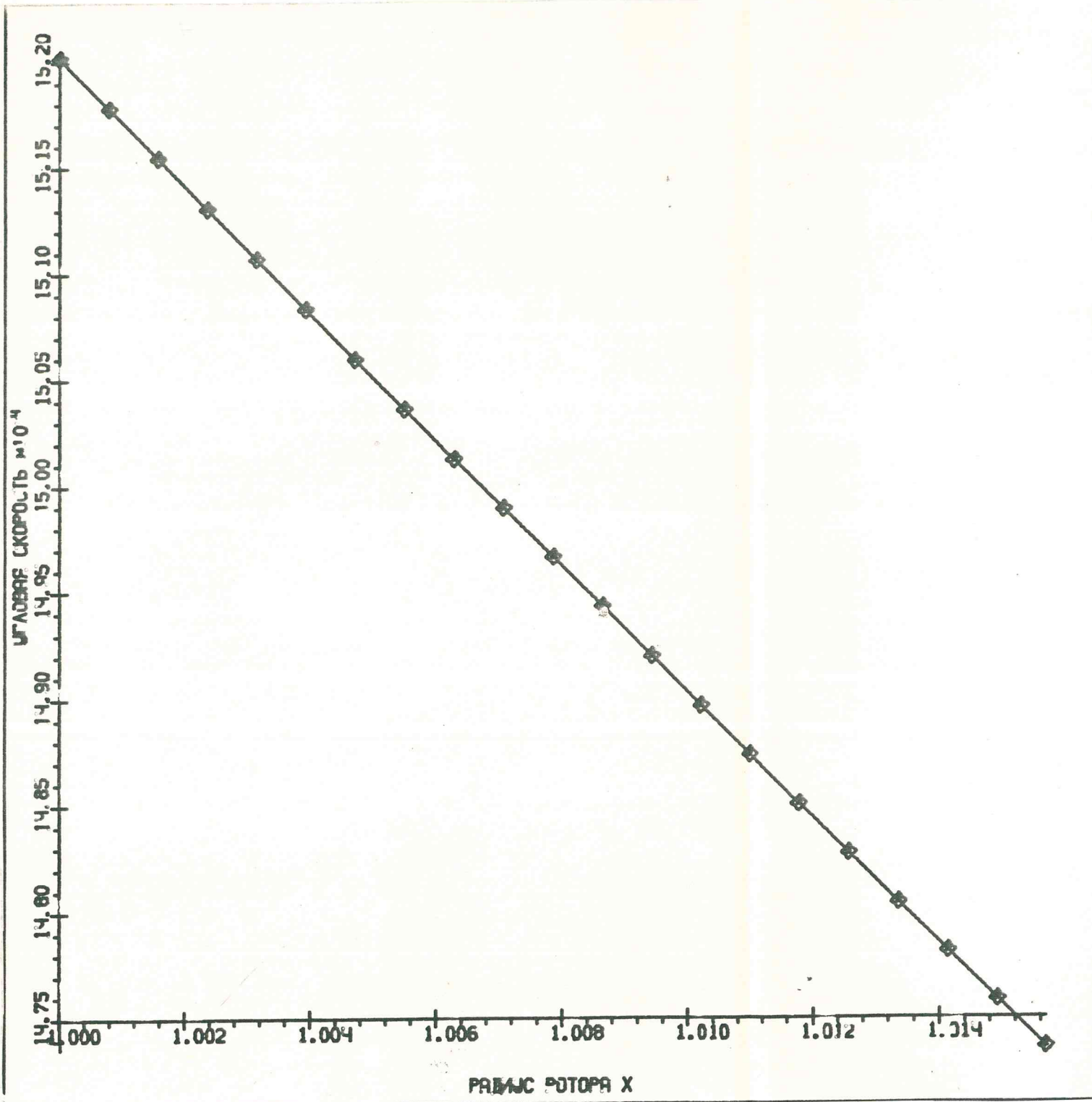


РИС. 3.5

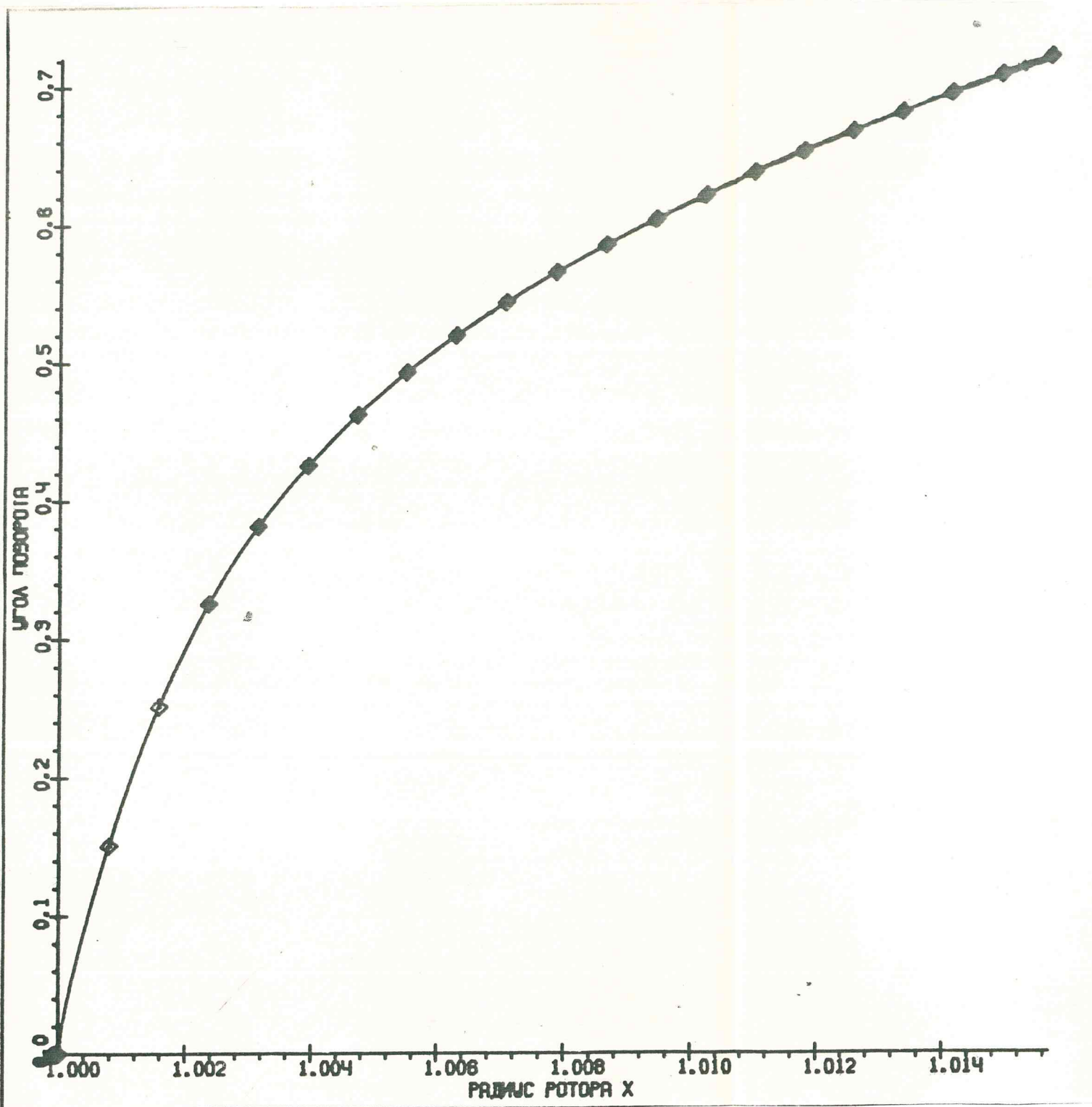


РИС. 3.6

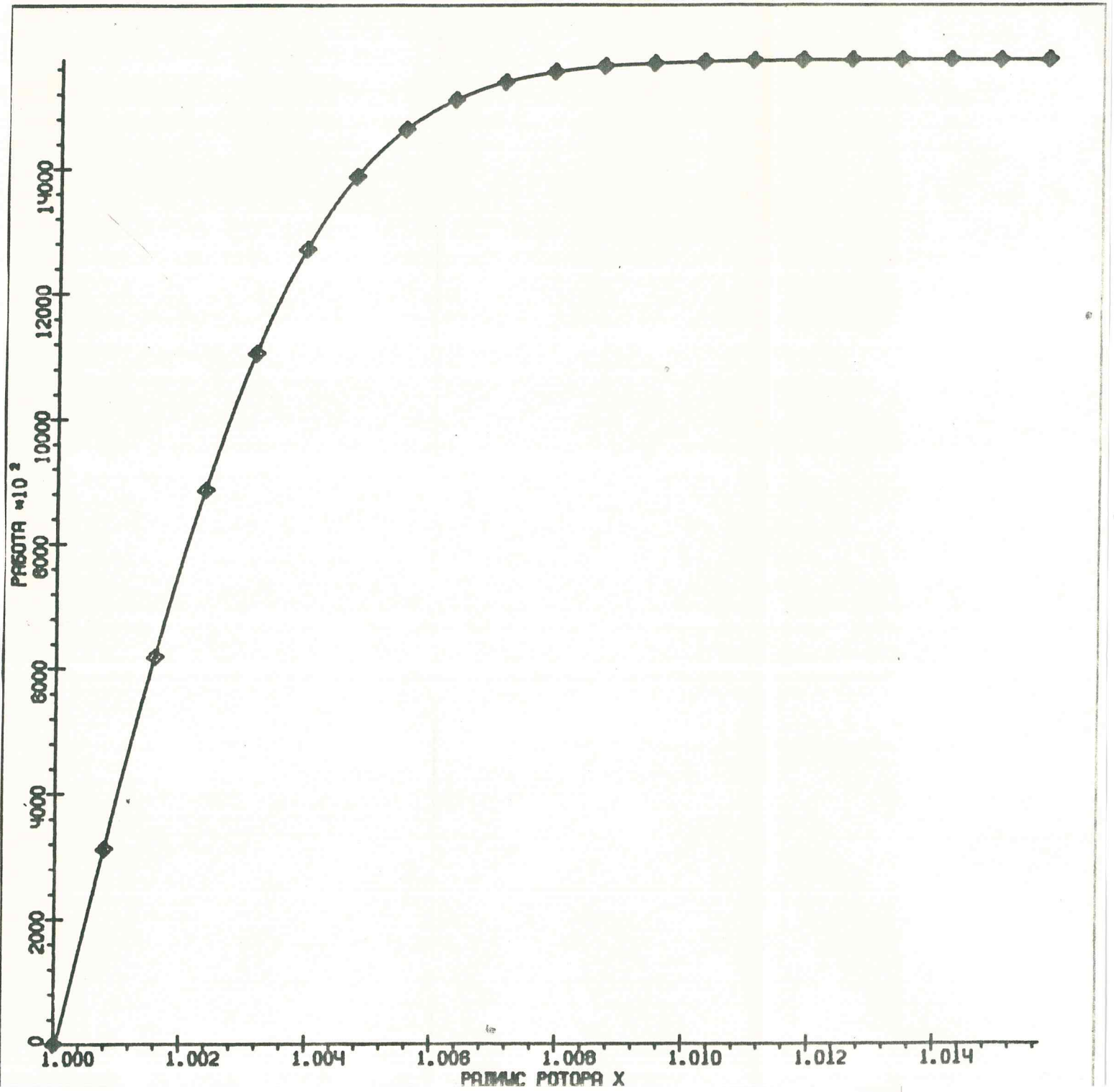


РИС. 3.7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стадия разгона, предшествующая запуску ротора Общепланетного транспортного средства, представляющая собой также обычный режим работы гипер накопителя энергии, является важным этапом функционирования данных кольцевых систем. В частности, прочность ротора на этой стадии определяется величиной продольных усилий, возникающих из-за неидентичности тяговых характеристик линейных электродвигателей, отклонения формы ротора от круговой вследствие макрорельефа земной поверхности в плоскости ОТС, сейсмических воздействий на путевую структуру.

В настоящей работе разработана численная модель и проведены расчеты динамики ОТС на стадии разгона. Расчеты позволили выяснить роль неустойчивости тяговых характеристик линейных электродвигателей, макрорельефа земной поверхности и, сейсмических воздействий в динамической нагруженности ротора. Количественный анализ выявляет пределы изменения параметров эксплуатации, при которых обеспечивается надежность работы устройства, и является основой для разработки эффективной системы управления ОТС и гипер накопителем энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов А.А. и др. Пакет прикладных программ по решению краевых задач для линейных обыкновенных уравнений. Отчет ВЦ АН СССР. - М: 1979.
2. Баяковский Ю.М., Галактионов В.А., Михайлова Т.И. Графор. Графическое расширение фортрана. - М: Наука, 1985-266С.
3. Гардан И., Лока М. Машинная графика и автоматизация конструирования. - М: Мир, 1987. - 272С.
4. Германи Ф., Зейту М. Задача о столкновениях шаров. В сб. "Физика за рубежом". Сер. В. - М: Мир, 1984. - С.26-39.
5. Динамика высокоскоростного транспорта. Перевод с английского. - М: Транспорт, 1988. - С.215.
6. Захаров Л.Ю. Некоторые результаты сравнения эффективности решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Препринт ин-та прикл. матем. АН СССР, 1979, № 125.
7. Захаров Л.Ю., Турчанинов В.И. - программа для решения жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Инструкция ИПМ АН СССР. - М: 1977.
8. Казбан А.М., Колодежнов В.Н., Пницкий А.Э. Анализ динамики выхода ОТС в космическое пространство в экваториальной плоскости Земли. Отчет о НИР. - Воронеж, Центр "Звездный мир", 1989. - 125.С.
9. Контактные системы. Остащявичус В.В., Рудгальвис Б.В., Бакис Б.П. - Л: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1987. - 279С.

10. Куркин В.И. К расчету движения гибкой нити. Изв. ВУЗов. Машиностроение, 1972.
11. Никольский Л.Н., Кеглин В.Г. Амортизаторы удара подвижного состава. - М: Машиностроение, 1986. - 144 С.
12. Операционная система ОС-РВ. Том IV. Языки программирования. Книга 2. Система программирования на языке ФОРТРАН-IV. Описание языка. 4.072.209-35-01. - Калинин, ТИУЦ "Алгоритм" СНПО, 1983. - 196С.
13. Пановко Я.Г. Механика деформируемого твердого тела: Современные концепции, ошибки и парадоксы. - М: Наука, 1985. 288С.
14. Поздеев А.А., Трусов П.В. Иянин Ю.И. Большие упругопластические деформации: Теория, алгоритмы, приложения. - М: Наука, 1986. - 231С.
15. Поляшов Л.И. и др. Анализ ТС, обеспечивающих разгон объекта неограниченной длины в вакуумном канале до скорости 10 км/с. Отчет о НИР. - М: Центр "Звездный мир", 1989.-124С.
16. Применение математических методов и ЭВМ. Вычислительные методы оптимальных конструкций. А.Н.Останин, В.А.Гугля, Н.Н.Гурский и др. Под общ. ред. А.Н.Останина. - Минск: Высшая школа. 1989. - 279С.
17. Конструкции и методы расчета водо-водяных энергетических реакторов. - М: Наука, 1987 (Исследование напряжений и прочности ядерных реакторов). - 230С.
18. Хемминг Р.В. Численные методы. - М: Наука, 1972.- 438С.

19. Черемных С.В., Гиглавиц А.В., Поляк Ю.А. От микропроцессоров к персональным ЭВМ. М: Радио и связь, 1988. - 288С.

20. Шуп Т. Решение инженерных задач на ЭВМ: Практическое руководство. Пер. с английского. М: Мир, 1982. - 238С.

21. Кровицкий В.М. Вопросы электрообеспечения проекта ОТС на сухопутном и морском участках. Отчет о НИР. - Небит-Даг: Центр "Звездный мир", 1989. - 51С.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ОПИСАНИЕ И ТЕКСТЫ ПРОГРАММ КОМПЛЕКСА

"ACCELERATION"

п. 1.1. Программный комплекс предназначен для моделирования этана разгона ротора общепланетного транспортного средства и выполнен на языке программирования ФОРТРАН-4 операционной системы ОСРВ СМ ЭВМ.

Создано четыре варианта программ.

Первый вариант состоит из пяти компонент:

OTC3 - программа задания исходных значений, корректировки зависимости тяги от скорости и расчета требуемых параметров движения ротора OTC;

FCT3 - программа записи системы дифференциальных уравнений движения;

OUTP - программа вывода результатов моделирования;

MODEL - программа задания возмущающих воздействий;

GRAF2 - программа вывода результатов моделирования на графическое устройство.

В программном комплексе использованы стандартная подпрограмма решения системы линейных уравнений первого порядка методом Рунге-Кутты RKGS и пакет подпрограмм ГРАФОР.

Второй вариант состоит из компонент OTCVIR , FCTVIR

OUTVIR , MODVIR , назна-

чение которых аналогично программам первого варианта с той разницей, что во втором программном комплексе использованы виртуальные массивы, позволяющие увеличить размерность задачи.

Для второго и третьего вариантов подготовлена подпрограмма решения систем дифференциальных уравнений RKVIR .

В третий вариант вошли программные компоненты OTCFIL , FCTFIL , OUTFIL , MODFIL . ISHOTC .

Отличие третьего варианта от первого заключается в том, что исходные данные записываются на магнитный диск программой ISHOTC и затем используются программой OTCFIL.

Промежуточные данные записываются в процессе счета на внешний носитель, что позволяет организовать работу программного комплекса поэтапно в течение большого промежутка времени при остановках ЭВМ.

В четвертый вариант вошли программные компоненты OTCQIO, FCTQIO, OUTQIO, MODQIO. Отличие программ этого варианта от первого заключается в форме задания изменения тяги ротора OTC от скорости.

Программа вывода результатов моделирования на графопостроитель GRAF2 может быть использована во всех четырех вариантах.

п.1.2. Описание программы OTC3.

п.1.2.1. Программная компонента OTC3 выполняет следующие функции:

- задание и вывод исходных значений, необходимых для решения задачи моделирования;
- расчет максимальных продольных относительных деформаций по длине ротора через заданные временные интервалы; скоростей \square секций и относительных скоростей (между секцией с максимальным растяжением (и сжатием) и последующей по направлению движения);
- ведения диалога с пользователем.

п.1.2.2. Графическая схема программы приведена на рис. п.1.1.

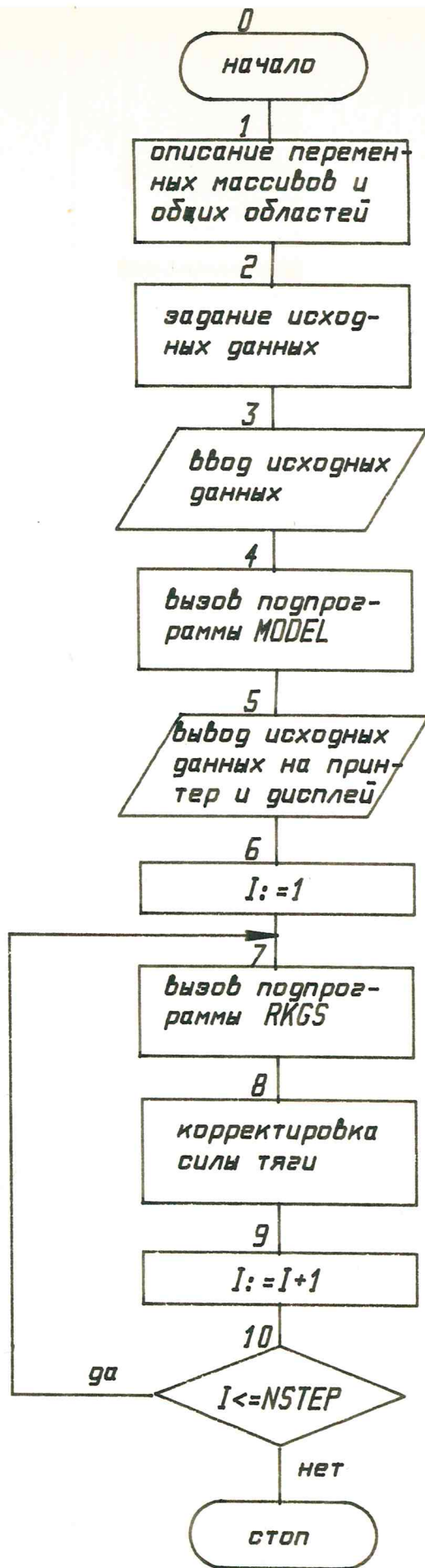


Рис. П1.1

В блоке 2 осуществляется описание переменных, массивов и общих областей, используемых в программе.

Блоки 3 и 4 предназначены для ввода исходных данных, описанных ниже.

В блоке 5 вызывается подпрограмма `MODEL` для задания сил тяги на каждом участке ротора в зависимости от выбранной модели. Блок 6 служит для визуализации исходных данных. Если данные верны, программа запускается на счет. В этом блоке задается имя файла, в который записываются результаты моделирования. В блоках 7+11 выполняется расчет. Конец счета определяется числом участков (секций) ротора ОТС, которые должны пройти мимо некоторой базисной точки вне ротора. Число секций задается переменной `NSTEP`.

В блоке 9 происходит корректировка силы тяги в зависимости от скорости.

п.1.2.3. Входными данными программы ОТСЗ являются:

- `LOTC` - длина ротора ОТС;
- `P(4)` - критерий точности вычислений;
- `M` - число секций в ОТС;
- `MOD` - номер выбранной модели возмущающих воздействий;
- `NSTEP` - число секций, которые должны пройти относительно точки отсчета;
- `V` - начальная скорость;
- `MOTC` - масса ротора;
- `C` - жесткость ротора;
- `XK` - коэффициент демпфирования;
- `SHAG` - шаг интегрирования;

- POTS - мощность двигателей ОТС;
- EPSP - уровень возмущающего воздействия (коэффициент неустойчивости) в долях от номинального значения мощности.

п.1.2.4. В процессе работы программа запрашивает имя файла, в который будут записываться результаты расчета. В дальнейшем они могут быть считаны и выводиться на печать или экран дисплея. Файл, в котором хранятся данные, используется программой GRAF2 для вывода на графическое устройство.

Запись результатов моделирования осуществляется подпрограммой OUTP.

п.1.3. Описание программы MODEL

п.1.3.1. В программной компоненте MODEL формируется массив значений силы тяги на каждом участке ротора ОТС. Сила тяги на участках ротора задается в зависимости от номера модели и величины возмущения в долях от номинальной тяги. Всего предусмотрено пять моделей, причем подпрограмма реализована таким образом, что число моделей легко корректируется и дополняется.

По первой модели задается сила тяги таким образом, что одна половина секций ротора нагружена больше другой на величину заданного возмущения (переменная EPSP).

Вторая модель предусматривает, что нагруженность участков меняется через каждые десять секций. Третья модель сходна со второй, однако чередуется нагруженность соседних участков.

По четвертой модели на всех участках задается одинаковая сила тяги за исключением одного, на котором она отличается

ся на величину, заданную параметром возмущающего воздействия.

В пятой модели все участки нагружены номинально, за исключением одной секции, в которой тяга равна нулю.

п.1.3.2. Входные данные программной компоненты MODEL

M - число секций ротора;

$MM = M-1$;

$MP = M+1$;

$N = 2 \times M$ - число уравнений в системе;

Q_0 - исходное значение тяги при нулевой скорости (используется для четвертого варианта);

KOF - коэффициент, учитывающий изменение тяги от скорости (используется для четвертого варианта);

P_{NOM} - исходная мощность одной секции ОТС;

$EPSP$ - возмущающее воздействие (передается из программы ОТСЗ);

Q_{NOM} - номинальное значение силы тяги.

п.1.3.3. Выходные параметры:

Q - массив значений величины тяги на участках (секциях) ОТС.

п.1.4. Описание программной компоненты FCTЗ.

п.1.4.1. Подпрограмма FCTЗ служит для вычисления правых частей уравнений, описывающих динамику ротора ОТС.

п.1.4.2. Логическая структура подпрограммы выглядит следующим образом:

- описание переменных;
- описание общих блоков;
- блок вычисления правых частей уравнений.

п.1.4.3. Вызов подпрограммы осуществляется из библиотечной подпрограммы $RKGS$, входящей в пакет программ научно-технических расчетов.

п.1.4.4. Входными данными для подпрограммы являются переменные M , MP , MM , N , CM , XKM , $MASS$, C , XK , T и массивы X и Q (описаны в предыдущих разделах). Массив X содержит значения перемещений и скоростей секций ОТС в текущий момент времени.

п.1.4.5. Выходные данные - массив XD , в который записываются вычисляемые значения правых частей уравнений.

п.1.5. Описание программной компоненты $OUTP$

п.1.5.1. Подпрограмма $OUTP$ предназначена для записи результатов моделирования на внешний носитель. Запись ведется на магнитный диск, назначенный системным (строка 54 листинга $FCT3$), в файл, имя которого задается в программе $OTC3$ (в программе $OTC3$ файл открывается и закрывается).

п.1.5.2. Структура подпрограммы состоит из блоков описания данных и общих областей, блока расчета максимальных деформаций и блока вывода. В программе рассчитываются относительные деформации и скорости (строки 12-19 листинга $OUTP$), которые записываются в массив $DELTA$. Затем определяются значения максимальных деформаций с отрицательным и положительным знаками, т.е. максимальные значения продольных сжатий и растяжений по всей длине ротора. Вычисляются значения максимальных по абсолютной величине деформаций и уточняется, не соответствует ли полученное значение деформации точке перегиба в зависимости максимальных деформаций от времени. Если точка является таковой, распечатывается текущее время (переменная TT), номер секции (переменная $NOMT$), относительная деформации (переменная $DLT11$), скорость сек-

ции (переменная $SKOR$) и значение относительной скорости двух соседних участков, где возникла максимальная деформация (переменная $DSKOR$). Затем данные выдаются на дисплей и магнитный диск. На диске результаты представляются в виде следующей записи: текущее время (элемент массива $T(I)$), номер секции с максимальной деформацией с положительным знаком ($NOMX$), величина этой деформации ($DLTMX$), скорость секции абсолютная ($X(M+NOMX)$), скорость между массами относительная ($DELTA(M+NOMX)$), номер секции с максимальной продольной деформацией с отрицательным знаком ($NOMN$), значение деформации ($DLTMN$), скорость абсолютная ($X(M+NOMN)$), скорость относительная между массами ($DELTA(M+NOMN)$).

п. 1.5.3. Входные данные:

Переменные:

$M, MM, MP, N, DLT1, DLT2, DLT11, DLT111, DLT22, DLT222, TT, NOMI, SKOR, DSKOR$

Массив X .

Значения переменных блока DL передаются из головной программы $OTC3$, а затем используются в подпрограмме $OUTP$.

п.1.5.4. Выходные данные описаны в п.1.5.2. Не все переменные, описанные в подпрограмме, использованы при расчете, часть из них зарезервирована для модификаций.

п.1.6. Программа $ISHOTC$ предназначена для формирования исходных данных и занесения на магнитный диск. Программа $OTCFIL$ получает данные из файлов, сформированных программой $ISHOTC$.

Входные и выходные параметры идентичны параметрам программы OTСЗ.

п.1.7. Программная компонента GRAFZ .

п.1.7.1. Программа GRAFZ предназначена для реализации следующих функций:

- считывание файла результатов, полученного программами OTСЗ, FCTЗ и т.д.;
- ведение диалога с пользователем;
- вывод заданного графика на графопостроитель или запись на магнитный диск в виде графического файла.

п.1.7.2. Графическая схема программы приведена на рис. п.1.2. Блоками 1,2 осуществляется чтение файла результатов и формирование, в зависимости от номера графика, массивов для вывода графика.

В блоке 3 осуществляется задание номера пера графопостроителя, а также имени графического файла. Если имя графического файла задается "XY:" (графопостроитель), то вывод графика осуществляется непосредственно программой на графопостроитель. Если задается любое другое имя, график заносится в графический файл на магнитном диске (блоки 4,5,6). Если в случае сбоя необходимо повторить вывод графика, это можно сделать, причем повторится только вывод ломаной графика или вывод ломаной в осях координат (блок 7). Программа может вывести несколько графиков на одном поле вывода или сменить поле вывода (блок 8).

п.1.7.3. Для функционирования программы необходимы технические средства: СМ ЭВМ с накопителем на магнитном диске,

объем оперативной памяти не менее 32К, графопостроитель АП-7251.

п.1.7.4. Вызов программы осуществляется командой.

```
>RUN GRAPE
```

Диалог с программой описан в приложении IY.

п.1.7:5. Входными данными программы являются:

OTS.DAT- имя файла результатов;

K - номер графика;

№ - номер пера графопостроителя;

Выходными данными программы являются:

- график на графопостроителе;

- файл графических данных на MO .

В программе используются подпрограммы:

LIVIR - вычерчивание ломаной линии по координатам, хранящимся в виртуальном массиве.

MNIVIR - поиск минимального и максимального элементов в виртуальном массиве.

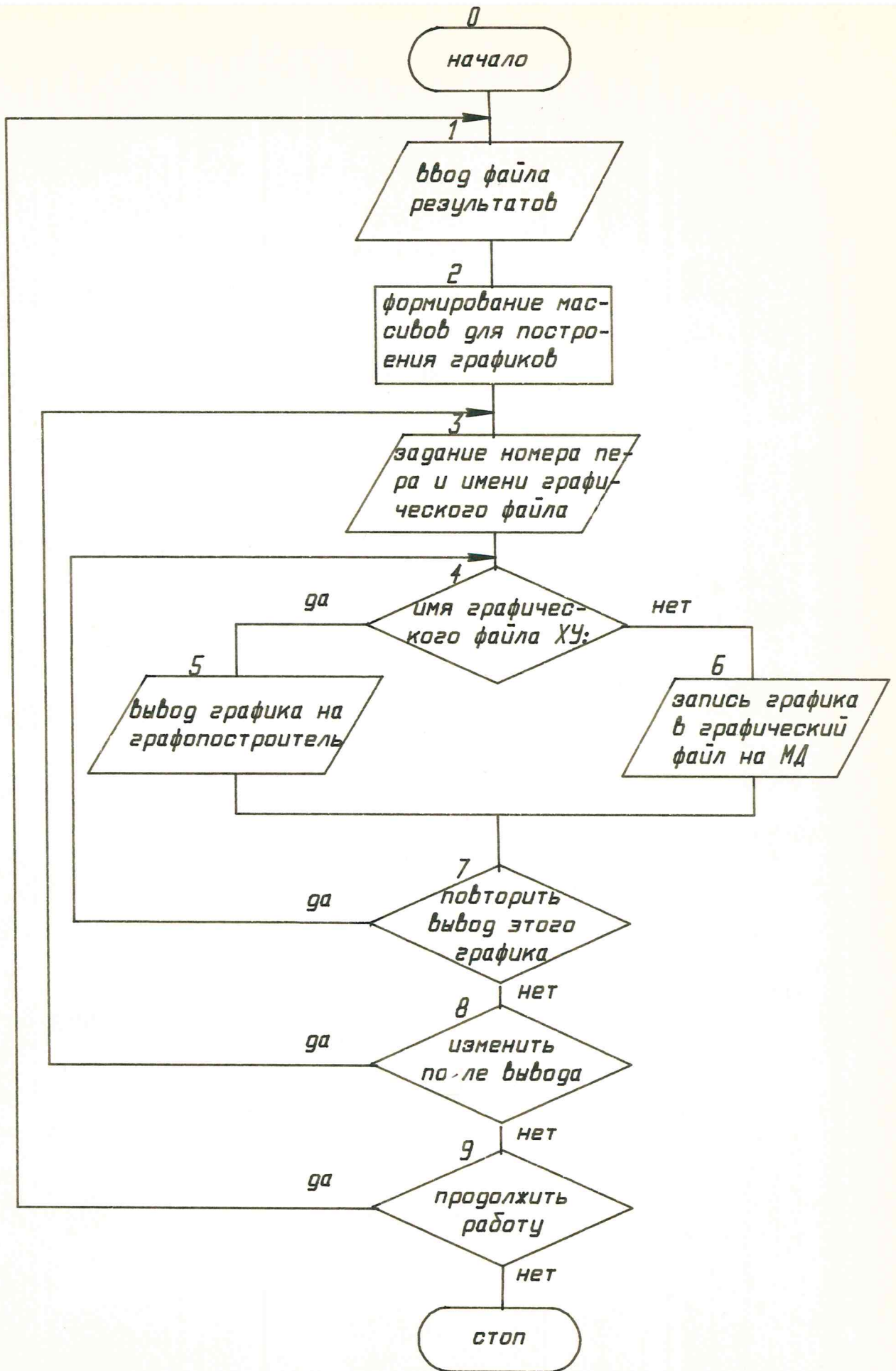


Рис. П1.2

```
C      ПРОГРАММА ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О КОЛЕБАНИЯХ
C      СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ ОТС
0001  EXTERNAL FCT,OUTP,MODEL
0002  REAL L,MASS,SHAG,QQ,U,UMAX,EPSP,XMP,TT,DLT1,DLT2
0003  REAL DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,SKOR,DSKOR
0004  REAL C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
0005  REAL A,D,MOTC,LOTG,POTG,QQ,KOF
0006  BYTE Y,NA(16)

0007  INTEGER I,J,NSTEP,M,MM,MP,N,MOD,NAM,JJ,NOMI
0008  REAL P(5)

0009  REAL X(200),XD(200),AUX(8,200)
*      ,F(200),Q(200),QI0(200)
0010  COMMON /DIM/ M,MM,MP
0011  COMMON /DIM1/ N
0012  COMMON /FQ/F,Q,IQ
0013  COMMON /CX/MASS,C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
0014  COMMON /OST/U,UMAX,PNOM,EPSP,L
0015  COMMON /DL/ DLT1,DLT2,DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,TT,
*      NOMI,SKOR,DSKOR
0016  COMMON /OK/ QQ,KOF,QI0
0017  DATA LOTG/4.0E7/
C      ВЕРХНЯЯ ГРАНИЦА ПОГРЕШНОСТЕЙ
0018  DATA P(4)/0.01/
0019  DATA M/100/
C
0020  DLT1=0.
0021  DLT2=0.
0022  DLT11=0.
0023  DLT111=0.
0024  DLT22=0.

0025  DLT222=0.
0026  TT=0.
0027  NOMI=0

0028  SKOR=0.
```



```

0029      DSKOR=0.
0030      101  TYPE 100
0031      100  FORMAT(1X,'СИСТЕМА ЗАКОЛЬЦОВАНА',/,20('-','))
0032      TYPE *, '      МОДЕЛЬ?'
0033      ACCEPT *,MOD

      C
0034      TYPE *, '      СКОЛЬКО СЕКЦИЯ НЕОБХОДИМО ПРОАТИ?'
0035      ACCEPT *,NSTEP

      C
0036      L=LOTС/M
0037      TYPE *, '      СКОРОСТЬ НАЧАЛЬНАЯ? '
0038      ACCEPT *,U

      C
0039      TYPE *, '      СКОРОСТЬ КОНЕЧНАЯ?'
0040      ACCEPT *,UMAX
      C
0041      НАЧАЛО СБОЯ
      IQ=0
      C
0042      TYPE *, '      МАССА ОТС?'
0043      ACCEPT *,MOTС

```

FORTRAN IV

V02.2

WED 06-SEP-89 18:24:21

PAGE 00

,LP1:=OTС3

```

0044      MASS=MOTС/M
0045      TYPE *, '      ЖЕСТКОСТЬ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СЕКЦИЯМИ?'
0046      ACCEPT *,С
0047      CM=C/MASS
0048      TYPE *, '      ДЕМПФЕР СВЯЗЕЙ?'
0049      ACCEPT *,XK
0050      XKM=XK/MASS
0051      TYPE *, '      ШАГ КВАНТОВАНИЯ ПО ВРЕМЕНИ ?'
0052      ACCEPT *,SHAG
      C
0053      НАЧАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕЗАВИСИМОЙ ПЕРЕМЕННОЙ
      P(1)=0.
      C
      C
0054      ЗАДАНИЕ МОЩНОСТИ И ВОЗМУЩЕНИЯ
      TYPE *, '      МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТС?'
0055      ACCEPT *,POTС
0056      PNM=M/POTС/M

```

```

0057     TYPE *, '    ВОЗМУЩЕНИЕ ?(EPSP)'
0058     ACCEPT *, EPSP
0059     TYPE *, '                ПРОВЕРИМ ДАННЫЕ '
0060     TYPE *, 'LTDC=', LOTC, ' MOTC=', MOTC, ' POTC=', POTC
0061     TYPE *, 'M=', M, ' MOD=', MOD
0062     TYPE *, 'L=', L, ' MASS=', MASS, ' PNOM=', PNOM
0063     TYPE *, 'C=', C, ' XK=', XK, ' EPSP=', EPSP, ' SHAG=', SHAG
0064     TYPE *, '    Q, KEY ?'
0065     ACCEPT 30, Y
0066     30  FORMAT(A1)
0067         IF (Y.NE.'Y') GO TO 101
0069         MM=M-1
0070         MF=M+1
0071         N=2*M
0072     C    ВЕСА ПОГРЕШНОСТЕЙ (В СУММЕ РАВНЫ 1)
0073     C    CALL MODEL(MOD)
0074     C    РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ПРОХОЖДЕНИЯ СЕКЦИИ
0075         A=Q(MF)/MASS
0076         P(2)=(-U+SQRT(U*U+2*A*L))/A
0077         P(3)=(P(2)-P(1))*SHAG
0078     DO 1 I=1, N
0079     1    XD(I)=1./N
0080     C    НАЧАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
0081     DO 2 I=1, N
0082     2    X(I)=0.0
0083     DO 3 I=MF, N
0084     3    X(I)=U
0085     C
0086     PRINT *, '    ЧИСЛО СЕКЦИЙ', M
0087     PRINT *, '    МОДЕЛЬ', MOD
0088     PRINT *, '    СКОРОСТЬ НАЧАЛЬНАЯ=', U
0089     PRINT *, '    МАССА СЕКЦИИ=', MASS
0090     PRINT *, '    ДЛИНА СЕКЦИИ=', L
0091     PRINT *, '    ЖЕСТКОСТЬ=', C
0092     PRINT *, '    ДЕМПФЕР=', XK
0093     PRINT *, '    МОЩНОСТЬ СЕКЦИИ=', PNOM
0094     PRINT *, '    ВОЗМУЩАЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ=', EPSP
0095     TYPE *, '    ИМЯ ФАЙЛА ВЫВОДА ДАННЫХ?'

```

FORTRAN IV
,LP1:=OTC3

U02.2

MED 06-SEP-89 18:24:21

PAGE 00

```

0092     ACCEPT 7, NAM, (NA(I), I=1, NAM)
0093     7    FORMAT(0, 16A1)
0094     DO 77 I=NAM+1, 16
0095     77   NA(I)="0"
0096     OPEN(UNIT=1, NAME=NA, TYPE='UNKNOWN')
0097     DO 9 J=1, NSTEP
0098     DO 11 I=1, N
0099     11   XD(I)=1./N
0100     PRINT *, '    ПОШЛА ', J, ' СЕКЦИЯ', '    ВРЕМЯ=', P(1)
0101     TYPE *, '    ПОШЛА ', J, ' СЕКЦИЯ'

```

```

0102      XMP=X(MP)
0103 722   DO 12 I=1,N
0104 12    XD(I)=1./N
0105      TYPE *, ' ВРЕМЯ Т0=',P(1), ' ТК=',P(2), ' ДЕЛЬТА Т=',P(3)

0106      CALL RKGS(P,X,XD,N,IHLF,FCT,OUTP,AUX)
0107      IF(IHLF.GT.10)GOTO 723
0108      GOTO 724
0110 723   P(1)=TT
0111      GOTO 722
0112 724   QQ=Q(MP)
0113      DO 21 I=MP,(N-1)
0114 21    Q(I)=Q(I+1)
0115      Q(N)=QQ
0116      IF(X(MP).LE.(1000.))GOTO 700
0118      D=XMP/X(MP)
0119      DO 701 I=MP,N
0120 701   Q(I)=Q(I)*D
0121 700   CONTINUE
0122      P(1)=P(2)
0123      UX=X(MP)
0124      A=Q(MP)/MASS
0125      P(2)=P(2)+(-UX+SQRT(UX*UX+2*A*L))/A
0126      P(3)=(P(2)-P(1))*SHAG
0127 9     CONTINUE
0128      CLOSE(UNIT=1)
0129      END

```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 017676 (4063. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
A	R*4	017610	D	R*4	017614	I	I*2	017632
IHLF	I*2	017646	J	I*2	017634	JJ	I*2	017644
LOTC	R*4	017544	MOD	I*2	017640	MOTC	R*4	017620
NAM	I*2	017642	NSTEP	I*2	017636	POTC	R*4	017624
QQ	R*4	017600	SHAG	R*4	017574	UX	R*4	017650
XMP	R*4	017604	Y	L*1	017630			

COMMON BLOCK /DIM /, SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000	MM	I*2	000002	MP	I*2	000004

COMMON BLOCK /DIM1 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
N	I*2	000000						

COMMON BLOCK /F0 /, SIZE = 003102 (801. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
F	R*4	000000	Q	R*4	001440	IQ	I*2	003100

COMMON BLOCK /CX /, SIZE = 000034 (14. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
MASS	R*4	000000	C	R*4	000004	XK	R*4	000010
XKS	R*4	000014	CM	R*4	000020	XKM	R*4	000024
XKSM	R*4	000030						

COMMON BLOCK /OST /, SIZE = 000024 (10. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
U	R*4	000000	UMAX	R*4	000004	PNOM	R*4	000010
EPSP	R*4	000014	L	R*4	000020			

COMMON BLOCK /DL /, SIZE = 000046 (19. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
DLT1	R*4	000000	DLT2	R*4	000004	DLT11	R*4	000010
DLT111	R*4	000014	DLT22	R*4	000020	DLT222	R*4	000024
TT	R*4	000030	NOMI	I*2	000034	SKOR	R*4	000036
DSKOR	R*4	000042						

COMMON BLOCK /QK /, SIZE = 001450 (404. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
QQ	R*4	000000	KOF	R*4	000004	QIO	R*4	000010

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
AUX	R*4	VEU	*DATA 003144	014400 (3200.)	(8, 200)
F	R*4		FQ 000000	001440 (400.)	(200)
NA	L*1		*DATA 000000	000020 (8.)	(16)
P	R*4		*DATA 000020	000024 (10.)	(5)
Q	R*4		FQ 001440	001440 (400.)	(200)
QIO	R*4		QK 000010	001440 (400.)	(200)
X	R*4		*DATA 000044	001440 (400.)	(200)
XD	R*4		*DATA 001504	001440 (400.)	(200)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
FCT	R*4	MODEL	I*2	OUTP	R*4	RKGS	R*4	SORT	R*4

```

0001      SUBROUTINE FCT(T,X,XD)
0002      REAL MASS,C,XK,XKS,CM,L,XKM,XKSM,T
0003      REAL Q0,KOF
0004      INTEGER M,MM,MP,N,I,II,IQ
0005      REAL X(200),XD(200),F(200),Q(200),QI0(200)
0006      COMMON /DIM/M,MM,MP
0007      COMMON /DIM1/N
0008      COMMON /F0/F,Q,IQ
0009      COMMON /CX/MASS,C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
0010      COMMON /QK/Q0,KOF,QI0
0011      DO 200 I=1,M
0012 200    XD(I)=X(I+M)
0013      DO 207 I=(MP+1),(N-1)
0014      II=I-M
0015      XD(I)=CM*(2*X(II)-X(II-1)-X(II+1))+XKM*(2*X(I)-
*          X(I-1)-X(I+1))
0016 207    XD(I)=Q(I)/MASS-XD(I)
0017      XD(MP)=(Q(MP)-C*(2*X(1)-X(2)-X(M))-XK*(2*X(MP)-
*          X(N)-X(MP+1)))/MASS
0018      XD(N)=(Q(N)-C*(2*X(M)-X(1)-X(MM))-XK*(2*X(N)-
*          X(N+1)-X(MP)))/MASS
0019      RETURN
0020      END
  
```

FORTTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT FCT

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000054 (22. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
I	I*2	000026	II	I*2	000030	L	R*4	000022
T	R*4 @	000000						

COMMON BLOCK /DIM /, SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000	MM	I*2	000002	MP	I*2	000004

COMMON BLOCK /DIM1 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
N	I*2	000000						

COMMON BLOCK /F0 /, SIZE = 003102 (801. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
F	R*4	000000	Q	R*4	001440	IQ	I*2	003100

COMMON BLOCK /CX /, SIZE = 000034 (14. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
MASS	R*4	000000	C	R*4	000004	XK	R*4	000010
XKS	R*4	000014	CM	R*4	000020	XKM	R*4	000024
XKSM	R*4	000030						

COMMON BLOCK /OK /, SIZE = 001450 (404. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
Q0	R*4	000000	KOF	R*4	000004	Q10	R*4	000010

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
F	R*4	F0	000000	001440 (400.)	(200)
Q	R*4	F0	001440	001440 (400.)	(200)
Q10	R*4	QK	000010	001440 (400.)	(200)
X	R*4	@ *DATA	000002	001440 (400.)	(200)
XD	R*4	@ *DATA	000004	001440 (400.)	(200)

FORTRAN IV
LP1:=FCT3

U02.2

WED 06-SEP-89 18:47:03

PAGE 06

```

0001 SUBROUTINE OUTP(T,X,XD,IHLF,N,P)
0002 REAL L,TT,DLT1,DLT2,U,UMAX,PNOM,EPSP,DLTM,SKOR,DSKOR
0003 REAL DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,U2,DU12,DU23
0004 REAL DLTMM,DLTMX
0005 INTEGER M,NOM,NOMI,NOMX,NOMN
0006 INTEGER MM,MP,N,I
0007 REAL P(5)
0008 REAL T(1),X(200),XD(200),DELTA(200)
      * ,F(200),Q(200)
0009 COMMON /OST/U,UMAX,PNOM,EPSP,L
0010 COMMON /DL/DLT1,DLT2,DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,TT,
      * NOMI,SKOR,DSKOR
0011 COMMON /DIM/M,MM,MP
0012 DO 300 I=1,MM
0013 300 DELTA(I)=X(I)-X(I+1)
0014 DELTA(M)=X(M)-X(1)
0015 DO 301 I=MP,(N-1)
0016 301 DELTA(I)=X(I)-X(I+1)
0017 DELTA(N)=X(N)-X(MP)

0018 DO 308 I=1,M
0019 308 DELTA(I)=DELTA(I)*100./L
0020 DLTMM=DELTA(1)

```



```

0021      NOMN=1
0022      DO 312 I=1,M
0023      IF(DELTA(I).LT.DLTMN)GOTO 314
0025      GOTO 312
0026  314   DLTMN=DELTA(I)
0027      NOMN=I
0028  312   CONTINUE
0029      DLTMX=DELTA(1)
0030      NOMX=1
0031      DO 316 I=1,M
0032      IF(DELTA(I).GT.DLTMX)GOTO 318
0034      GOTO 316
0035  318   DLTMX=DELTA(I)
0036      NOMX=I
0037  316   CONTINUE
0038      DLTM=ABS(DELTA(1))
0039      NOM=1
0040      DO 311 I=1,M
0041      IF(ABS(DELTA(I)).GT.DLTM)GOTO 313
0043      GOTO 311
0044  313   DLTM=ABS(DELTA(I))
0045      NOM=I
0046  311   CONTINUE

0047      IF(DLT11.GE.DLTM.AND.DLT11.GT.DLT1)GOTO 309
0049      GOTO 310

0050  309   PRINT *,TT,NOMI,DLT11,SKOR,DSKOR
0051  310   TYPE *,'-----'
0052      TYPE *,T(1),NOMX,DLTMX,X(M+NOMX),DELTA(M+NOMX)

0053      TYPE *,T(1),NOMN,DLTMN,X(M+NOMN),DELTA(M+NOMN)
0054      WRITE(1,*)T(1),NOMX,DLTMX,X(M+NOMX),DELTA(M+NOMX)
      *      ,NOMN,DLTMN,X(M+NOMN),DELTA(M+NOMN)
0055      TT=T(1)

FORTRAN IV      U02.2      WED 06-SEP-89 18:47:03      PAGE 00
,LP1:=FCT3
0056      DLT1=DLT11
0057      DLT11=DELTA(NOM)
0058      SKOR=X(M+NOM)
0059      NOMI=NOM
0060      DSKOR=DELTA(M+NOM)
0061      RETURN
0062      END

```



```
0001      SUBROUTINE MODEL(MOD)
0002      INTEGER M,MP,MM,N,I,I1,MOD
0003      REAL PNOM,DP,EPSP,U,UMAX,DQ,QI,L,QNOM

0004      REAL MASS,C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM

0005      REAL Q(200),F(200),QI0(200)
0006      COMMON /DIM/M,MM,MP

0007      COMMON /DIM1/M
0008      COMMON /F0/F,Q,I0
0009      COMMON /CX/MASS,C,XK,XKS,CM
0010      COMMON /OST/U,UMAX,PNOM,EPSP,L
0011      COMMON /OK/O0,KOF,QI0
0012      C      TYPE *,PNOM
0013      IF(U.LE.(1000.))GOTO 900
0014      DP=PNOM*EPSP
0015      QNOM=PNOM/U
0016      DQ=DP/U
0017      GOTO 901
0018      900      QNOM=PNOM/100.
0019      DQ=PNOM*EPSP/100.
0020      901      QI=QNOM+DQ
0021      DO 902 I=1,N
0022      902      Q(I)=0.

0023      C      TYPE *,PNOM,QNOM,EPSP,U,L,DQ
0024      GOTO (1,2,3,4,5),MOD

0025      TYPE *,' MOD=',MOD
0026      GOTO 904
0027      1      DO 11 I=MP,MP+49
0028      11      Q(I)=QNOM
0029      DO 12 I=MP+50,N
0030      12      Q(I)=QI
0031      GOTO 904
0032      2      DO 21 I=MP,N
0033      21      Q(I)=QNOM
0034      DO 22 I1=1,10
0035      DO 23 I=(M+I1),N,20
0036      23      Q(I)=QI
0037      CONTINUE
0038      GOTO 904
0039      3      DO 31 I=MP,N,2
0040      31      Q(I)=QNOM
0041      CONTINUE
0042      DO 32 I=(MP+1),N,2
0043      32      Q(I)=QI
0044      GOTO 904
```



```

0044 4      Q(MP)=QI
0045      DO 41 I=(MP+1),N
0046 41      Q(I)=QNOM

0047      GOTO 904

0048 5      Q(N)=0.
0049      DO 51 I=(MP),(N-1)
0050      Q(I)=QNOM
0051 51      CONTINUE
0052      GOTO 904
0053 904      CONTINUE

```

```

FORTRAN IV
,LP1:=MODEL

```

U02.2

MED 06-SEP-89 18:57:21

PAGE 00

```

0054      RETURN
0055      END

```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT MODEL

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000064 (26. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
DP	R*4	000030	DO	R*4	000034	I	I*2	000024
I1	I*2	000026	MOD	I*2 @	000000	QI	R*4	000040
QNOM	R*4	000044	XKM	R*4	000050	XKSM	R*4	000054

COMMON BLOCK /DIM /, SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000	MM	I*2	000002	MP	I*2	000004

COMMON BLOCK /DIM1 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
N	I*2	000000						

```
      C      ПРОГРАММА ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О КОЛЕБАНИЯХ
      C      СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ ОТС
0001      EXTERNAL FCTVIR,OUTVIR,MODVIR
0002      REAL L,MASS,SHAG,QQ,U,UMAX,EPSP,XMP,TT,DLT1,DLT2
0003      REAL DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,SKOR,DSKOR
0004      REAL C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
0005      REAL A,D,MOTC,LOTG,POTG,QQ,KOF
0006      BYTE Y,NA(16)
0007      INTEGER I,J,NSTEP,M,MM,MP,N,MOD,NAM,JI,NOMI
0008      REAL P(5)
0009      VIRTUAL X(1000),XD(1000),AUX(8,1000)
      *      ,F(2),Q(1000),QI0(2)
0010      COMMON /DIM/ M,MM,MP
0011      COMMON /DIM1/N
0012      COMMON /F0/I0
0013      COMMON /CX/MASS,C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
0014      COMMON /OST/U,UMAX,PNOM,EPSP,L
0015      COMMON /DL/DLT1,DLT2,DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,TT,
      *      NOMI,SKOR,DSKOR
0016      COMMON /OK/QQ,KOF

0017      DATA LOTG/4.0E7/
      C      ВЕРХНЯЯ ГРАНИЦА ПОГРЕШНОСТЕЙ

0018      DATA P(4)/0.01/
0019      DATA M/500/
      C

0020      DLT1=0.
0021      DLT2=0.
0022      DLT11=0.
0023      DLT111=0.
0024      DLT22=0.
0025      DLT222=0.
0026      TT=0.
0027      NOMI=0
0028      SKOR=0.
0029      DSKOR=0.
0030      101 TYPE 100
0031      100 FORMAT(1X,'СИСТЕМА ЗАКОЛЬЦОВАНА',/,20('-','))
0032      TYPE *,'      МОДЕЛЬ?'
0033      ACCEPT *,MOD
      C
0034      TYPE *,'      СКОЛЬКО СЕКЦИИ НЕОБХОДИМО ПРОАТИ?'
0035      ACCEPT *,NSTEP
      C
```

0036 L=LOTС/M
0037 TYPE *, ' СКОРОСТЬ НАЧАЛЬНАЯ? '
0038 ACCEPT *, U

C
0039 TYPE *, ' СКОРОСТЬ КОНЕЧНАЯ? '
0040 ACCEPT *, UMAX

C
0041 НАЧАЛО СБОЯ
IQ=0

C
0042 TYPE *, ' МАССА ОТС? '
0043 ACCEPT *, MOTС

FORTRAN IV
,LP1:=OTCVIR

U02.2

WED 06-SEP-89 19:22:00

PAGE 00

0044 MASS=MOTС/M
0045 TYPE *, ' ЖЕСТКОСТЬ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СЕКЦИЯМИ? '
0046 ACCEPT *, C

0047 CM=C/MASS
0048 TYPE *, ' ДЕМПФЕР СВЯЗЕЙ? '
0049 ACCEPT *, XK
0050 XKM=XK/MASS

0051 TYPE *, ' ШАГ КВАНТОВАНИЯ ПО ВРЕМЕНИ ? '
0052 ACCEPT *, SHAG

C
0053 НАЧАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕЗАВИСИМОЙ ПЕРЕМЕННОЙ
P(1)=0.

C
C
0054 ЗАДАНИЕ МОЩНОСТИ И ВОЗМУЩЕНИЯ
TYPE *, ' МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТС? '
0055 ACCEPT *, POTС

0056 PНОМ=POTС/M

0057 TYPE *, ' ВОЗМУЩЕНИЕ ?(EPSP) '
0058 ACCEPT *, EPSP

0059 TYPE *, ' ПРОВЕРИМ ДАННЫЕ '

0060 TYPE *, ' LTQC=', LOTС, ' MOTС=', MOTС, ' POTС=', POTС

0061 TYPE *, ' M=', M, ' MOD=', MOD

0062 TYPE *, ' L=', L, ' MASS=', MASS, ' PНОМ=', PНОМ

0063 TYPE *, ' C=', C, ' XK=', XK, ' EPSP=', EPSP, ' SHAG=', SHAG

0064 TYPE *, ' Q, KEY ? '
0065 ACCEPT 30, Y

0066 30
FORMAT(A1)

0067 IF(Y.NE.'Y')GOTO 101

0069 MM=M-1

0070 MP=M+1

0071 N=2*M


```

0072 C      ВЕСА ПОГРЕШНОСТЕЙ (В СУММЕ РАВНЫ 1)
      CALL MODVIR(MOD,F,Q,Q10)
      C      РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ПРОХОЖДЕНИЯ СЕКЦИИ
0073      A=Q(MP)/MASS
0074      P(2)=(-U+SQRT(U*U+2*A*L))/A
0075      P(3)=(P(2)-P(1))*SHAG
0076      DO 1 I=1,N
0077      1      XD(I)=1./N
      C      НАЧАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
0078      DO 2 I=1,N
0079      2      X(I)=0.0
0080      DO 3 I=MP,N
0081      3      X(I)=U
      C
0082      PRINT *, '      ЧИСЛО СЕКЦИЙ',M
0083      PRINT *, '      МОДЕЛЬ',MOD
0084      PRINT *, '      СКОРОСТЬ НАЧАЛЬНАЯ=',U
0085      PRINT *, '      МАССА СЕКЦИИ=',MASS
0086      PRINT *, '      ДЛИНА СЕКЦИИ=',L
0087      PRINT *, '      ЖЕСТКОСТЬ=',C
0088      PRINT *, '      ДЕМПФЕР=',XK
0089      PRINT *, '      МОЩНОСТЬ СЕКЦИИ=',P(MP)
0090      PRINT *, '      ВОЗМУЩАЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ=',EPSP
0091      PRINT *, '      ИМЯ ФАЙЛА ВЫВОДА ДАННЫХ?'

```

```

FORTRAN IV
,LP1:=OTCUIR

```

U02.2

WED 06-SEP-89 19:22:00

PAGE 00

```

0092      ACCEPT 7,NAM,(NA(I),I=1,NAM)
0093      7      FORMAT(0,16A1)
0094      DO 77 I=NAM+1,16
0095      77     NA(I)="0"
0096      OPEN(UNIT=1,NAME=NA,TYPE='UNKNOWN')
0097      DO 9 J=1,NSTEP
0098      DO 11 I=1,N
0099      11     XD(I)=1./N
0100      PRINT *, '      ПОШЛА ',J,' СЕКЦИЯ', '      ВРЕМЯ=',P(1)
0101      TYPE *, '      ПОШЛА ',J,' СЕКЦИЯ'
0102      XMP=X(MP)
0103      722   DO 12 I=1,N
0104      12     XD(I)=1./N
0105      TYPE *, '      ВРЕМЯ T0=',P(1), '      ТК=',P(2), '      ДЕЛЬТА T=',P(3)
0106      CALL RKUIR(P,X,XD,N,IHLF,FCTUIR,OUTUIR,AUX,F,Q,Q10)

```

```

0107      IF(IHLF.GT.10)GOTO 723
0108      GOTO 724
0110 723   P(1)=TT
0111      GOTO 722
0112 724   QQ=Q(MP)
0113      DO 21 I=MP,(N-1)
0114 21    Q(I)=Q(I+1)
0115      Q(N)=QQ
0116      IF(X(MP).LE.(1000.))GOTO 700
0118      D=XMP/X(MP)
0119      DO 701 I=MP,N
0120 701   Q(I)=Q(I)*D
0121 700   CONTINUE
0122      P(1)=P(2)
0123      UX=X(MP)
0124      A=Q(MP)/MASS
0125      P(2)=P(2)+(-UX+SQRT(UX*UX+2*A*L))/A
0126      P(3)=(P(2)-P(1))*SHAG
0127 9     CONTINUE
0128      CLOSE(UNIT=1)
0129      END

```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000160 (56. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
A	R*4	000070	D	R*4	000074	I	I*2	000112
IHLF	I*2	000126	J	I*2	000114	JJ	I*2	000124
LOTC	R*4	000044	MOD	I*2	000120	MOTC	R*4	000100
NAM	I*2	000122	NSTEP	I*2	000116	POTC	R*4	000104
QQ	R*4	000060	SHAG	R*4	000054	UX	R*4	000130
XMP	R*4	000064	Y	L*1	000110			

COMMON BLOCK /DIM /, SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000	MM	I*2	000002	MP	I*2	000004

COMMON BLOCK /DIM1 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
N	I*2	000000						

COMMON BLOCK /F0 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
IQ	I*2	000000						

COMMON BLOCK /CX /, SIZE = 000034 (14. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
MASS	R*4	000000	C	R*4	000004	XK	R*4	000010
XKS	R*4	000014	CM	R*4	000020	XKM	R*4	000024
XKSM	R*4	000030						

COMMON BLOCK /DST /, SIZE = 000024 (10. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
U	R*4	000000	UMAX	R*4	000004	PNOM	R*4	000010
EPSP	R*4	000014	L	R*4	000020			

COMMON BLOCK /DL /, SIZE = 000046 (19. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
DLT1	R*4	000000	DLT2	R*4	000004	DLT11	R*4	000010
DLT111	R*4	000014	DLT22	R*4	000020	DLT222	R*4	000024
TT	R*4	000030	NOMI	I*2	000034	SKOR	R*4	000036
DSKOR	R*4	000042						

COMMON BLOCK /OK /, SIZE = 000010 (4. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
OO	R*4	000000	KOF	R*4	000004			

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
NA	L*1	*DATA	000000	000020 (8.)	(16)
F	R*4	*DATA	000020	000024 (10.)	(5)

VIRTUAL ARRAYS, TOTAL SIZE = 00126300 (22112. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS	
AUX	R*4	UEI	00017600	00076400 (16000.)	(8,1000)
F	R*4		00116200	00000010 (4.)	(2)
Q	R*4		00116300	00007640 (2000.)	(1000)
QIG	R*4		00126200	00000010 (4.)	(2)
X	R*4		00000000	00007640 (2000.)	(1000)
XD	R*4		00007700	00007640 (2000.)	(1000)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
FCTVIR	R*4	MODVIR	I*2	OUTVIR	R*4	RKVIR	R*4	SORT	R*4


```

0001      SUBROUTINE FCTVIR(T,X,XD,F,Q,QI0)
0002      REAL MASS,C,XK,XKS,CM,L,XKM,XKSM,T
0003      REAL Q0,KOF
0004      INTEGER M,MM,MP,N,I,II,IQ
0005      VIRTUAL X(1),XD(1),F(1),Q(1),QI0(1)
0006      COMMON /DIM/M,MM,MP
0007      COMMON /DIM1/N
0008      COMMON /FQ/IQ
0009      COMMON /CX/MASS,C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
0010      COMMON /QK/Q0,KOF
0011      DO 200 I=1,M
0012 200     XD(I)=X(I+M)
0013      DO 207 I=(MP+1),(N-1)
0014      II=I-M
0015      XD(I)=CM*(2*X(II)-X(II-1)-X(II+1))+XKM*(2*X(I)-
*          X(I-1)-X(I+1))
0016 207     XD(I)=Q(I)/MASS-XD(I)
0017      XD(MP)=(Q(MP)-C*(2*X(1)-X(2)-X(M))-XK*(2*X(MP)-
*          X(N)-X(MP+1)))/MASS
0018      XD(N)=(Q(N)-C*(2*X(M)-X(1)-X(MM))-XK*(2*X(N)-
*          X(N+1)-X(MP)))/MASS
0019      RETURN
0020      END
  
```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT FCTVIR

LOCAL VARIABLES: .PSECT *DATA, SIZE = 000050 (20. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
I	I*2	000020	II	I*2	000022	L	R*4	000014
T	R*4 @	000000						

COMMON BLOCK /DIM /, SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000	MM	I*2	000002	MP	I*2	000004

COMMON BLOCK /DIM1 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
N	I*2	000000						

COMMON BLOCK /FQ /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
IQ	I*2	000000						

COMMON BLOCK /CX /, SIZE = 000034 (14. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
MASS	R*4	000000	C	R*4	000004	XK	R*4	000010
XKS	R*4	000014	CM	R*4	000020	XKM	R*4	000024
XKSM	R*4	000030						

COMMON BLOCK /OK /, SIZE = 000010 (4. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
OO	R*4	000000	KOF	R*4	000004			

VIRTUAL ARRAYS, TOTAL SIZE = 00000000 (0. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
F	R*4	@ 000006	00000004 (2.)	(1)
Q	R*4	@ 000010	00000004 (2.)	(1)
Q10	R*4	@ 000012	00000004 (2.)	(1)
X	R*4	@ 000002	00000004 (2.)	(1)
XD	R*4	@ 000004	00000004 (2.)	(1)

FORTRAN IV

U02.2

WED 06-SEP-89 19:08:19

PAGE 00

,LP1:=FCTVIR

```
0001 SUBROUTINE OUTVIR(T,X,XD,IHLF,N,P)
0002 REAL L,TT,DLT1,DLT2,U,UMAX,PNOM,EPSP,DLTM,SKOR,DSKOR
0003 REAL DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,U2,DU12,DU23
0004 REAL DLTMN,DLTMX
0005 INTEGER M,NOM,NOMI,NOMX,NOMN
0006 INTEGER MM,MP,N,I
0007 REAL P(5),T(1)
0008 VIRTUAL X(1),XD(1),DELTA(1000)
0009 * ,F(1),Q(1)
0009 COMMON /OST/U,UMAX,PNOM,EPSP,L
0010 COMMON /DL/DLT1,DLT2,DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,TT,
0011 * NOMI,SKOR,DSKOR
0011 COMMON /DIM/M,MM,MP
0012 DO 300 I=1,MM
0013 300 DELTA(I)=X(I)-X(I+1)
```

```

0014      DELTA(M)=X(M)-X(1)
0015      DO 301 I=MP,(N-1)
0016 301    DELTA(I)=X(I)-X(I+1)
0017      DELTA(N)=X(N)-X(MP)
0018      DO 308 I=1,M
0019 308    DELTA(I)=DELTA(I)*100./L
0020      DLTMN=DELTA(1)
0021      NOMN=1
0022      DO 312 I=1,M
0023      IF(DELTA(I).LT.DLTMN)GOTO 314
0025      GOTO 312
0026 314    DLTMN=DELTA(I)
0027      NOMN=I
0028 312    CONTINUE
0029      DLTMX=DELTA(1)
0030      NOMX=1
0031      DO 316 I=1,M
0032      IF(DELTA(I).GT.DLTMX)GOTO 318
0034      GOTO 316
0035 318    DLTMX=DELTA(I)
0036      NOMX=I

0037 316    CONTINUE

0038      DLTM=ABS(DELTA(1))

0039      NOM=1

0040      DO 311 I=1,M
0041      IF(ABS(DELTA(I)).GT.DLTM)GOTO 313
0043      GOTO 311
0044 313    DLTM=ABS(DELTA(I))
0045      NOM=I
0046 311    CONTINUE
0047      IF(DLT11.GE.DLTM.AND.DLT11.GT.DLT1)GOTO 309
0049      GOTO 310
0050 309    PRINT *,TT,NOMI,DLT11,SKOR,DSKOR
0051 310    TYPE *,'-----'
0052      TYPE *,T(1),NOMX,DLTMX,X(M+NOMX),DELTA(M+NOMX)
0053      TYPE *,T(1),NOMN,DLTMN,X(M+NOMN),DELTA(M+NOMN)
0054      WRITE(1,*)T(1),NOMX,DLTMX,X(M+NOMX),DELTA(M+NOMX)
      *           ,NOMN,DLTMN,X(M+NOMN),DELTA(M+NOMN)
0055      TT=T(1)

FORTRAN IV      U02.2      WED 06-SEP-89 19:08:19      PAGE 00
,LP1:=FCTVIR

0056      DLT1=DLT11
0057      DLT11=DELTA(NOM)

```



```
0001      SUBROUTINE MODVIR(MOD,F,Q,QI0)
0002      INTEGER M,MP,MM,N,I,I1,MOD
0003      REAL PNOM,DP,EPSP,U,UMAX,DQ,QI,L,QNOM
0004      REAL MASS,C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
0005      VIRTUAL Q(1),F(1),QI0(1)
0006      COMMON /DIM/M,MM,MP
0007      COMMON /DIM1/N
0008      COMMON /FQ/Q
0009      COMMON /CX/MASS,C,XK,XKS,CM
0010      COMMON /DST/U,UMAX,PNOM,EPSP,L
0011      COMMON /OK/Q0,KOF
0012      C
0012      TYPE *,PNOM
0012      IF(U.LE.(1000.))GOTO 900
0014      DP=PNOM*EPSP
0015      QNOM=PNOM/U
0016      DQ=DP/U
0017      GOTO 901
0018 900      QNOM=PNOM/100.
0019          DQ=PNOM*EPSP/100.
0020 901      QI=QNOM+DQ
0021          TYPE *,' N=',N
0022          DO 902 I=1,N
0023 902      Q(I)=0.
0024      C
0024      TYPE *,PNOM,QNOM,EPSP,U,L,DQ
0024      GOTO (1,2,3,4,5),MOD
0025      TYPE *,' MOD=',MOD
0026      GOTO 904
0027 1      DO 11 I=MP,MP+49
0028 11      Q(I)=QNOM
0029      DO 12 I=MP+50,N
0030 12      Q(I)=QI
0031      GOTO 904
0032 2      DO 21 I=MP,N
0033 21      Q(I)=QNOM
```

```

0034      DO 22 I1=1,10
0035      DO 23 I=(M+I1),N,20
0036  23      Q(I)=QI
0037  22      CONTINUE
0038      GOTO 904
0039  3      DO 31 I=MP,N,2
0040      Q(I)=QNOM
0041  31      CONTINUE
0042      DO 32 I=(MP+1),N,2
0043  32      Q(I)=QI
0044      GOTO 904
0045  4      Q(MP)=QI
0046      DO 41 I=(MP+1),N
0047  41      Q(I)=QNOM
0048      GOTO 904
0049  5      Q(N)=0.
0050      DO 51 I=(MP),(N-1)
0051      Q(I)=QNOM
0052  51      CONTINUE
0053      GOTO 904

```

FORTRAN IV
*LP1:=MODVIR

U02.2

TUE 10-OCT-89 09:37:05

PAGE 06

```

0054  904      CONTINUE
0055      RETURN
0056      END

```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT MODVIR

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000050 (20. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
DP	R*4	000014	DO	R*4	000020	I	I*2	000010
I1	I*2	000012	MOD	I*2 @	000000	QI	R*4	000024
QNOM	R*4	000030	XKM	R*4	000034	XKSM	R*4	000040

COMMON BLOCK /DIM /, SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000	MM	I*2	000002	MP	I*2	000004

COMMON BLOCK /DIM1 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000						

COMMON BLOCK /F0 /> SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
IQ	I*2	000000						

COMMON BLOCK /CX /> SIZE = 000024 (10. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
MASS	R*4	000000	C	R*4	000004	XK	R*4	000010
KKS	R*4	000014	CM	R*4	000020			

COMMON BLOCK /OST /> SIZE = 000024 (10. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
U	R*4	000000	UMAX	R*4	000004	PNOM	R*4	000010
EPSP	R*4	000014	L	R*4	000020			

COMMON BLOCK /OK /> SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
OB	R*4	000000	KOF	I*2	000004			

VIRTUAL ARRAYS, TOTAL SIZE = 00000000 (0. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
F	R*4	@	0000002 00000004 (2.)	(1)
G	R*4	@	0000004 00000004 (2.)	(1)
DIG	R*4	@	0000006 00000004 (2.)	(1)

```
      C      ПРОГРАММА ЗАДАНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАДАЧИ
      C      О КОЛЕБАНИЯХ ОТС НА СТАДИИ РАЗГОНА
0001      EXTERNAL MODVIR
0002      REAL L, MASS, SHAG, Q0, U, UMAX, EPSP, XMP, TT, DLT1, DLT2
0003      REAL DLT11, DLT111, DLT22, DLT222, SKOR, DSKOR
0004      REAL C, XK, XKS, CM, XKM, XKSM

0005      REAL A, D, MOTC, LOTC, POTC, Q0, KOF
0006      BYTE Y, NA(16)
0007      INTEGER I, J, NSTEP, M, MM, MP, N, MOD, NAM, JJ, NOMI
0008      REAL P(5)
0009      VIRTUAL X(200), XD(200),
      *      F(2), Q(200), QI0(2)
0010      COMMON /DIM/M, MM, MP
0011      COMMON /DIM1/N
0012      COMMON /F0/I0
0013      COMMON /CX/MASS, C, XK, XKS, CM, XKM, XKSM
0014      COMMON /OST/U, UMAX, PNOM, EPSP, L
0015      COMMON /DL/DLT1, DLT2, DLT11, DLT111, DLT22, DLT222, TT,
      *      NOMI, SKOR, DSKOR
0016      COMMON /QK/Q0, KOF
0017      DATA LOTC/4.0E7/
      C      ВЕРХНЯЯ ГРАНИЦА ПОГРЕШНОСТЕЙ
0018      DATA P(4)/0.01/
0019      DATA JJ/1/
0020      DATA M/100/
      C
0021      DLT1=0.
0022      DLT2=0.
0023      DLT11=0.
0024      DLT111=0.
0025      DLT22=0.
0026      DLT222=0.
0027      TT=0.
0028      NOMI=0
0029      SKOR=0.
0030      DSKOR=0.
0031      101 TYPE 100
0032      100 FORMAT(1X, 'СИСТЕМА ЗАКОЛЬЦОВАНА', /, 20('-', ))
0033      TYPE *, '      МОДЕЛЬ?'
0034      ACCEPT *, MOD
      C
0035      TYPE *, '      СКОЛЬКО СЕКЦИИ НЕОБХОДИМО ПРОЙТИ?'
0036      ACCEPT *, NSTEP
      C
0037      L=LOTC/M
0038      TYPE *, '      СКОРОСТЬ НАЧАЛЬНАЯ? '
0039      ACCEPT *, U
```

```

C
0040 TYPE *, ' СКОРОСТЬ КОНЕЧНАЯ?'
0041 ACCEPT *, UMAX
C
0042 НАЧАЛО СВОЯ
IQ=0
C
0043 TYPE *, ' МАССА ОТС?'

```

```

,LP1:=ISHOTS

```

```

0044 ACCEPT *, MOTC
0045 MASS=MOTC/M
0046 TYPE *, ' ЖЕСТКОСТЬ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СЕКЦИЯМИ?'
0047 ACCEPT *, C
0048 CM=C/MASS
0049 TYPE *, ' ДЕМПФЕР СВЯЗЕЙ?'
0050 ACCEPT *, XK
0051 XKM=XK/MASS
0052 TYPE *, ' ШАГ КВАНТОВАНИЯ ПО ВРЕМЕНИ ?'
0053 ACCEPT *, SHAG
C
0054 НАЧАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕЗАВИСИМОЙ ПЕРЕМЕННОЙ
P(1)=0.

```

```

C
C
0055 ЗАДАНИЕ МОЩНОСТИ И ВОЗМУЩЕНИЯ
TYPE *, ' МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТС?'
0056 ACCEPT *, POTC
0057 PNOM=POTC/M
0058 TYPE *, ' ВОЗМУЩЕНИЕ ?(EPSP)'
0059 ACCEPT *, EPSP
0060 TYPE *, '
C
0061 ПРОВЕРИМ ДАННЫЕ '
TYPE *, 'LTOC=', LTOC, ' MOTC=', MOTC, ' POTC=', POTC
0062 TYPE *, 'M=', M, ' MOD=', MOD
0063 TYPE *, 'L=', L, 'MASS=', MASS, ' PNOM=', PNOM
0064 TYPE *, 'C=', C, ' XK=', XK, ' EPSP=', EPSP, ' SHAG=', SHAG
0065 TYPE *, ' O, KEY ?'
0066 ACCEPT 30, Y

```

```

0067 30 FORMAT(A1)
0068 IF(Y.NE.'Y')GOTO 101
0069 MM=M-1
0070 MP=M+1
0071 N=2*M
C
0072 ВЕСА ПОГРЕШНОСТЕЙ (В СУММЕ РАВНЫ 1)
CALL MODUIR(MOD, F, O, Q10)

```

```

C
0073 РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ПРОХОЖДЕНИЯ СЕКЦИИ
TYPE *, 'Q(MP)=' , Q(MP)
0074 A=Q(MP)/MASS
0075 TYPE *, 'Q(MP)=' , Q(MP), ' A=' , A
0076 P(2)=(-U+SQRT(U*U+2*A*L))/A
0077 P(3)=(P(2)-P(1))*SHAG
0078 DO 1 I=1,N
0079 XD(I)=1./N
0080 1

```



```

      C      НАЧАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
0081      DO 2 I=1,N
0082      2      X(I)=0.0
0083      DO 3 I=MP,N

0084      3      X(I)=0
0085      TYPE *, ' ИМЯ ФАЙЛА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ?'

0086      ACCEPT 7, NAM, (NA(I), I=1, NAM)
0087      7      FORMAT(0, 16A1)
0088      DO 78 I=NAM+1, 16
0089      78     NA(I)="0"
0090      OPEN(UNIT=1, NAME=NA, TYPE='UNKNOWN')
0091      WRITE(1, *) MOD, M, N, MM, MP, LOTC, MOTC, POTC,
      *          L, MASS, PNOM, C, XK, EPSP, SHAG, CM, XKM, XKSM,

```

FORTRAN IV V02.2 MED 13-SEP-89 09:23:20 PAGE 06

,LP1:=ISHOTC

```

      *          00, KOF, U, UMAX, NSTEP
0092      CLOSE(UNIT=1)
0093      TYPE *, 'БУДЕТ ФОРМИРОВАТЬСЯ ФАЙЛ ИСХОДНЫХ МАССИВОВ?'
0094      TYPE *, '                            (Y-N)'
0095      ACCEPT 30, Y
0096      IF(Y.NE.'Y')GOTO 10
0098      TYPE *, ' ИМЯ ФАЙЛА ИСХОДНЫХ МАССИВОВ ДАННЫХ?'
0099      ACCEPT 7, NAM, (NA(I), I=1, NAM)
0100      DO 79 I=NAM+1, 16
0101      79     NA(I)="0"
0102      OPEN(UNIT=1, NAME=NA, TYPE='UNKNOWN')
0103      WRITE(1, *) JJ, P, X, Q, F, Q10, DLT1, DLT2, DLT11, DLT111,
      *          DLT22, DLT222, TT, SKOR, DSKOR, NOMI
0104      CLOSE(UNIT=1)

      C
0105      10     STOP
0106      END

```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000154 (54. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
A	R*4	000076	D	R*4	000102	I	I*2	000120
J	I*2	000122	JJ	I*2	000050	LOTC	R*4	000044
MOD	I*2	000126	MOTC	R*4	000106	NAM	I*2	000130
NSTEP	I*2	000124	POTC	R*4	000112	00	R*4	000066
SHAG	R*4	000062	XMP	R*4	000072	Y	L*1	000116

COMMON BLOCK /DIM /, SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000	MM	I*2	000002	MP	I*2	000004

COMMON BLOCK /DIM1 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
N	I*2	000000						

COMMON BLOCK /FO /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
IQ	I*2	000000						

COMMON BLOCK /CX /, SIZE = 000034 (14. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
MASS	R*4	000000	C	R*4	000004	XK	R*4	000010
XKS	R*4	000014	CM	R*4	000020	XKM	R*4	000024
XKSM	R*4	000030						

COMMON BLOCK /OST /, SIZE = 000024 (10. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
U	R*4	000000	UMAX	R*4	000004	PNOM	R*4	000010
EPSP	R*4	000014	L	R*4	000020			

COMMON BLOCK /DL /, SIZE = 000046 (19. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
DLT1	R*4	000000	DLT2	R*4	000004	DLT11	R*4	000010
DLT111	R*4	000014	DLT22	R*4	000020	DLT222	R*4	000024
TT	R*4	000030	NOMI	I*2	000034	SKOR	R*4	000036
DSKOR	R*4	000042						

COMMON BLOCK /OK /, SIZE = 000010 (4. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
OO	R*4	000000	KOF	R*4	000004			

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
NA	L*1	*DATA	000000	000020 (8.)	(16)
F	R*4	*DATA	000020	000024 (10.)	(5)

VIRTUAL ARRAYS, TOTAL SIZE = 00005100 (1312. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
F	R*4	00003200	00000010 (4.)	(2)
Q	R*4	00003300	00001440 (400.)	(200)
Q10	R*4	00005000	00000010 (4.)	(2)
X	R*4	00000000	00001440 (400.)	(200)
XD	R*4	00001500	00001440 (400.)	(200)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
MODVIR	I*2	SORT	R*4						

```

C      ПРОГРАММА ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О КОЛЕБАНИЯХ
C      СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ ОТС
0001  EXTERNAL FCTVIR, OUTVIR, MODVIR
0002  REAL L, MASS, SHAG, Q0, U, UMAX, EPSP, XMP, TT, DLT1, DLT2
0003  REAL DLT11, DLT111, DLT22, DLT222, SKOR, DSKOR
0004  REAL C, XK, XKS, CM, XKM, XKSM
0005  REAL A, D, MOTC, LOTC, POTC, Q0, KOF

0006  BYTE Y, NA(16), NAN(16), NAU(16)
0007  INTEGER I, J, NSTEP, M, MM, MP, N, MOD, NAM, JU, NOMI
0008  INTEGER LS, K
0009  REAL P(5), STR(9)
0010  VIRTUAL X(200), XD(200), AUX(8, 200)
      * F(2), Q(200), QI0(2)
0011  COMMON /DIM/ M, MM, MP
0012  COMMON /DIM1/ N
0013  COMMON /FQ/ I0
0014  COMMON /CX/ MASS, C, XK, XKS, CM, XKM, XKSM
0015  COMMON /OST/ U, UMAX, PNOM, EPSP, L
0016  COMMON /DL/ DLT1, DLT2, DLT11, DLT111, DLT22, DLT222, TT,
      * NOMI, SKOR, DSKOR, K, NAU
0017  COMMON /QK/ Q0, KOF
C
0018  DATA LS/9/

0019  TYPE *, ' ИМЯ ФАЙЛА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ?'
0020  ACCEPT 7, NAM, (NA(I), I=1, NAM)
0021  DO 78 I=NAM+1, 16

0022  78  NA(I)="0
0023  OPEN(UNIT=1, NAME=NA, TYPE='OLD')
0024  READ(1, *) MOD, M, N, MM, MP, LOTC, MOTC, POTC,
      * L, MASS, PNOM, C, XK, EPSP, SHAG, CM, XKM, XKSM,
      * Q0, KOF, U, UMAX, NSTEP
0025  CLOSE(UNIT=1)
0026  TYPE *, ' ИМЯ ФАЙЛА ИСХОДНЫХ МАССИВОВ ДАННЫХ?'
0027  ACCEPT 7, NAM, (NAN(I), I=1, NAM)
0028  DO 79 I=NAM+1, 16
0029  79  NAN(I)="0
0030  OPEN(UNIT=2, NAME=NAN, TYPE='OLD')
0031  READ(2, *) JU, P, X, Q, F, QI0, DLT1, DLT2, DLT11, DLT111,
      * DLT2, DLT222, TT, SKOR, DSKOR, NOMI
0032  CLOSE(UNIT=2)
0033  TYPE *, ' ЗАДАНО ПРОЧИТАТЬ СЕКЦИЮ NSTEP=', NSTEP
0034  TYPE *, ' ПРОЧТЕНА СЕКЦИЮ JU=', (JU-1)
0035  TYPE *, ' ПРОДОЛЖАТЬ? (Y-N)'
0036  ACCEPT 33, Y
```



```

0037 33      FORMAT(A1)
0038      IF(Y.NE.'Y')GOTO 10
0040      TYPE *, '      ЗАДАТЕ ЧИСЛО СЕКЦИИ NSTEP'
0041      ACCEPT *, NSTEP
0042      PRINT *, '      ЧИСЛО СЕКЦИИ В ОТС=' , M
0043      PRINT *, '      МОДЕЛЬ' , MOD
0044      PRINT *, '      СКОРОСТЬ НАЧАЛЬНАЯ=' , U
0045      PRINT *, '      МАССА СЕКЦИИ=' , MASS
0046      PRINT *, '      ДЛИНА СЕКЦИИ=' , L
0047      PRINT *, '      ЖЕСТКОСТЬ=' , C

```

```

FORTRAN IV      U02.2      MED 13-SEP-69 09:38:24      PAGE 00
,LP1:=OTCFIL

```

```

0048      PRINT *, '      ДЕМПФЕР=' , XK
0049      PRINT *, '      МОЩНОСТЬ СЕКЦИИ=' , PNM
0050      PRINT *, '      ВОЗМУЩАЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ=' , EPSF

```

```

0051      PRINT *, '      JJ=' , JJ
0052      TYPE *, '      ИМЯ ФАЙЛА ВЫВОДА ДАННЫХ?'
0053      ACCEPT 7, NAM, (NA(I), I=1, NAM)

```

```

0054 7      FORMAT(G, 16A1)
0055      DO 80 I=1, (NAM-3)
0056      NAU(I)=NA(I)
0057 80     CONTINUE
0058      NAU(NAM-2)='C'
0059      NAU(NAM-1)='H'
0060      NAU(NAM)='K'
0061      DO 77 I=NAM+1, 16
0062      NAU(I)='0'
0063 77     NA(I)='0'
0064 37     OPEN(UNIT=1, NAME=NA, TYPE='UNKNOWN')
0065      K=1
0066 36     READ(1, *, END=35, ERR=27)(STR(J), J=1, LS)
0067      K=K+1
0068      GOTO 36
0069 27     TYPE *, ' ОШИБКА ЧТЕНИЯ ФАЙЛА В СТРОКЕ ' , K
0070      TYPE *, '      ПОВТОРИТЬ?'
0071      ACCEPT 33, Y
0072      IF(Y.NE.'Y')GOTO 38
0073      CLOSE(UNIT=1)
0074      GOTO 37

```

```

0076 38     TYPE *, '      ПРОДОЛЖИТЬ?'

```

```

0077      ACCEPT 33, Y
0078      IF(Y.NE.'Y')GOTO 10

```

```

0080 35     CONTINUE
0081      K=K-1
0082      DO 9 J=JJ, NSTEP
0083      DO 11 I=1, N

```

```

00884 11      XD(I)=1./N
00885      PRINT *, ' ПОШЛА ', J, ' СЕКЦИЯ', ' ВРЕМЯ=', P(1)
00886      TYPE *, ' ПОШЛА ', J, ' СЕКЦИЯ'
00887      XMP=X(MP)
00888 722     DO 12 I=1,N

00889 12      XD(I)=1./N
00890      TYPE *, ' ВРЕМЯ Т0=', P(1), ' ТК=', P(2), ' ДЕЛЬТА Т=', P(3)
00891      CALL RKGS(P,X,XD,N,IHLF,FCT,OUTP,AUX)
00892      IF(IHLF.GT.10)GOTO 723
00894      GOTO 724

00895 723     P(1)=TT

00896      GOTO 722

00897 724     Q0=Q(MP)
00898      DO 21 I=MP,(N-1)
00899 21      Q(I)=Q(I+1)
01000      Q(N)=Q0
01001      IF(X(MP).LE.(1000.))GOTO 700
01003      D=XMP/X(MP)
01004      DO 701 I=MP,N
01005 701     Q(I)=Q(I)*D

FORTRAN IV          U02.2          WED 13-SEP-89 09:38:24          PAGE 00
,LP1:=OTCFIL

01006 700     CONTINUE
01007      P(1)=P(2)
01008      UX=X(MP)
01009      A=Q(MP)/MASS
01010      P(2)=P(2)+(-UX+SQRT(UX*UX+2*A*L))/A
01011      P(3)=(P(2)-P(1))*SHAG
01012      JJ=J+1
01013      OPEN(UNIT=2,NAME=JAN,TYPE='UNKNOWN')

01014      WRITE(2,*)JJ,P,X,Q,F,QI0,DLT1,DLT2,DLT11,DLT111,
*          DLT22,DLT222,TT,SKOR,ISKOR,NOMI

01015      CLOSE(UNIT=2)
01016      JJ=JJ-1
01017 9      CONTINUE
01018      CLOSE(UNIT=1)
01019 10     STOP
01020      END

```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000272 (93. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
A	R*4	000172	D	R*4	000176	FCT	R*4	000236
I	I*2	000220	IHLF	I*2	000234	J	I*2	000222
JJ	I*2	000232	LOTC	R*4	000206	LS	I*2	000130
MOD	I*2	000226	MOTC	R*4	000202	NAM	I*2	000230
NSTEP	I*2	000224	OUTP	R*4	000242	POTC	R*4	000212
OO	R*4	000162	SHAG	R*4	000156	UX	R*4	000246
XMP	R*4	000166	Y	L*1	000216			

COMMON BLOCK /DIM /, SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000	MM	I*2	000002	MP	I*2	000004

COMMON BLOCK /DIM1 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
N	I*2	000000						

COMMON BLOCK /FO /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
IQ	I*2	000000						

COMMON BLOCK /CX /, SIZE = 000034 (14. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
MASS	R*4	000000	C	R*4	000004	XK	R*4	000010
XKS	R*4	000014	CM	R*4	000020	XKM	R*4	000024
XKSM	R*4	000030						

COMMON BLOCK /OST /, SIZE = 000024 (10. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
U	R*4	000000	UMAX	R*4	000004	PNOM	R*4	000010
EPSP	R*4	000014	L	R*4	000020			

COMMON BLOCK /DL /, SIZE = 000070 (28. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
DLT1	R*4	000000	DLT2	R*4	000004	DLT11	R*4	000010
DLT111	R*4	000014	DLT22	R*4	000020	DLT222	R*4	000024
TT	R*4	000030	NOMI	I*2	000034	SKOR	R*4	000036
DSKOR	R*4	000042	K	I*2	000046	NAU	L*1	000050

COMMON BLOCK /OK /, SIZE = 000010 (4. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
OO	R*4	000000	KOF	R*4	000004			

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
NA	L*1	*DATA	000000	000020 (8.)	(16)
NAN	L*1	*DATA	000020	000020 (8.)	(16)
NAU	L*1	DL	000050	000020 (8.)	(16)
P	R*4	*DATA	000040	000024 (10.)	(5)
STR	R*4	*DATA	000064	000044 (18.)	(9)

VIRTUAL ARRAYS, TOTAL SIZE = 00021500 (4512. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
AUX	R*4 UEL	00003200	00014400 (3200.)	(8,200)
F	R*4	00017600	00000010 (4.)	(2)
G	R*4	00017700	00001440 (400.)	(200)
G10	R*4	00021400	00000010 (4.)	(2)
X	R*4	00000000	00001440 (400.)	(200)
XD	R*4	00001500	00001440 (400.)	(200)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
FCTVIR	R*4	MODVIR	I*2	OUTVIR	R*4	RKGS	R*4	SGRT	R*4

```
C
C
C .....
C
C     ПОДПРОГРАММА РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
C     УРАВНЕНИЯ МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА С ПРИМЕНЕНИЕМ
C     ВИРТУАЛЬНЫХ МАССИВОВ
C     CALL RKUIR(PRMT,Y,DERY,NDIM,IHLF,FCT,OUTP,AUX,F,Q,QI0)
C
C
C .....
C
0001     SUBROUTINE RKUIR(PRMT,Y,DERY,NDIM,IHLF,FCT,OUTP,AUX,F,Q,QI0)
C
0002     VIRTUAL Y(1),DERY(1),AUX(8,NDIM),F(1),Q(1),QI0(1)
0003     DIMENSION A(4),B(4),C(4),PRMT(1)
0004     DO 1 I=1,NDIM
0005     1  AUX(8,I)=.06666667*DERY(I)
0006     X=PRMT(1)
0007     XEND=PRMT(2)
0008     H=PRMT(3)
0009     PRMT(5)=0.
0010     CALL FCT(X,Y,DERY,F,Q,QI0)
C
C     ERROR TEST
0011     IF(H*(XEND-X)>38,37,2)
C
C     PREPARATIONS FOR RUNGE-KUTTA METHOD
0012     2  A(1)=.5
0013     A(2)=.2928932
0014     A(3)=1.707107
0015     A(4)=.1666667
0016     B(1)=2.
0017     B(2)=1.
0018     B(3)=1.
0019     B(4)=2.
0020     C(1)=.5
0021     C(2)=.2928932
0022     C(3)=1.707107
0023     C(4)=.5
C
0024     DO 3 I=1,NDIM
0025     AUX(1,I)=Y(I)
0026     AUX(2,I)=DERY(I)
0027     AUX(3,I)=0.
0028     3  AUX(6,I)=0.
```

```
0029      IREC=0
0030      H=H+H
0031      IHLF=-1
0032      ISTEP=0
0033      IEND=0
```

```
C
C
```

```
0034      4 IF((X+H-XEND)*H)7, 6, 5
```

```
FORTRAN IV
```

```
U02.2
```

```
MED 13-SEP-89 10:05:46
```

```
PAGE 002
```

```
,LP1:=RKUIR
```

```
0035      5 H=XEND-X
```

```
0036      6 IEND=1
0037      7 CALL OUTP(X,Y,DERV,IREC,NDIM,PRMT)
0038      IF(PRMT(5))40, 8, 40
0039      8 ITEST=0
0040      9 ISTEP=ISTEP+1
```

```
C
```

```
0041      J=1
0042      10 AJ=A(J)
0043      BJ=B(J)
0044      CJ=C(J)
0045      DO 11 I=1,NDIM
0046      R1=H*DERV(I)
0047      R2=AJ*(R1-BJ*AUX(6,I))
0048      Y(I)=Y(I)+R2
0049      R2=R2+R2+R2
0050      11 AUX(6,I)=AUX(6,I)+R2-CJ*R1
0051      IF(J-4)12, 15, 15
0052      12 J=J+1
0053      IF(J-3)13, 14, 13
0054      13 X=X+.5*H
0055      14 CALL FCT(X,Y,DERV,F,0,0I0)
0056      GOTO 10
0057      15 IF(ITEST)16, 16, 20
```

```
C
```

```
0058      16 DO 17 I=1,NDIM
```

```
0059      17 AUX(4,I)=Y(I)
0060      ITEST=1
0061      ISTEP=ISTEP+ISTEP-2
0062      18 IHLF=IHLF+1
0063      X=X-H
0064      H=.5*H
0065      DO 19 I=1,NDIM
0066      Y(I)=AUX(1,I)
0067      DERY(I)=AUX(2,I)
0068      19 AUX(6,I)=AUX(3,I)
0069      GOTO 9
```

```
C
```



```

0070      20 IMOD=ISTEP/2
0071          IF(ISTEP-IMOD-IMOD)21,23,21
0072      21 CALL FCT(X,Y,DERY,F,0,010)
0073          DO 22 I=1,NDIM
0074              AUX(5,I)=Y(I)
0075      22 AUX(7,I)=DERY(I)

0076          GOTO 9

C
0077      23 DELT=0.
0078          DO 24 I=1,NDIM
0079      24 DELT=DELT+AUX(6,I)*ABS(AUX(4,I)-Y(I))
0080          IF(DELT-PRMT(4))28,28,25

C
0081      25 IF(IHLF-10)26,36,36
0082          DO 27 I=1,NDIM
0083      27 AUX(4,I)=AUX(5,I)

```

FORTTRAN IV
,LP11=RKUIR

U02.2

WED 13-SEP-89 10:05:46

PAGE 003

```

0084          ISTEP=ISTEP+ISTEP-4
0085          X=X-H
0086          IEND=0
0087          GOTO 18

C
0088      28 CALL FCT(X,Y,DERY,F,0,010)
0089          DO 29 I=1,NDIM
0090              AUX(1,I)=Y(I)

0091              AUX(2,I)=DERY(I)
0092              AUX(3,I)=AUX(6,I)
0093              Y(I)=AUX(5,I)
0094      29 DERY(I)=AUX(7,I)
0095          CALL OUTP(X-H,Y,DERY,IHLF,NDIM,PRMT)
0096          IF(FRMT(5))40,30,40
0097      30 DO 31 I=1,NDIM
0098              Y(I)=AUX(1,I)
0099      31 DERY(I)=AUX(2,I)
0100          IREC=IHLF
0101          IF(IEND)32,32,39

C
0102      32 IHLF=IHLF-1
0103          ISTEP=ISTEP/2
0104          H=H+H
0105          IF(IHLF)4,33,33
0106      33 IMOD=ISTEP/2
0107          IF(ISTEP-IMOD-IMOD)4,34,4
0108      34 IF(DELT-.02*PRMT(4))35,35,4
0109      35 IHLF=IHLF-1
0110          ISTEP=ISTEP/2
0111          H=H+H
0112          GOTO 4

```

```

0113      36 IHLF=11
0114      CALL FCT(X, Y, DERY, F, Q, Q10)

0115      GOTO 39
0116      37 IHLF=12

0117      GOTO 39
0118      38 IHLF=13
0119      39 CALL OUTP(X, Y, DERY, IHLF, NDIM, PRMT)

0120      40 RETURN
0121      END

```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT RKVIR

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000250 (84. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
AJ	R*4	000135	BJ	R*4	000142	CJ	R*4	000146
DELT	R*4	000154	H	R*4	000120	I	I*2	000106
IEND	I*2	000130	IHLF	I*2 @	000010	IMOD	I*2	000162
IREC	I*2	000124	ISTEP	I*2	000126	ITEST	I*2	000132
J	I*2	000134	NDIM	I*2 @	000006	R1	R*4	000152
R2	R*4	000156	X	R*4	000110	XEND	R*4	000114

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
A	R*4	*DATA	000026	000020 (8.)	(4)
B	R*4	*DATA	000046	000020 (8.)	(4)
C	R*4	*DATA	000066	000020 (8.)	(4)
PRMT	R*4	@ *DATA	000000	000004 (2.)	(1)

VIRTUAL ARRAYS, TOTAL SIZE = 00000000 (0. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
AUX	R*4	@ 000016	**** (****)	(8,NDIM)
DERY	R*4	@ 000004	00000004 (2.)	(1)
F	R*4	@ 000020	00000004 (2.)	(1)
Q	R*4	@ 000022	00000004 (2.)	(1)
Q10	R*4	@ 000024	00000004 (2.)	(1)
Y	R*4	@ 000002	00000004 (2.)	(1)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
ABS	R*4	FCT	R*4	OUTP	R*4				

```
      C      ПРОГРАММА ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О КОЛЕБАНИЯХ
      C      СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ ОТС
00001      EXTERNAL FCT,OUTP,MODEL
00002      REAL L,MASS,SHAG,00,U,UMAX,EPSP,XMP,TT,DLT1,DLT2
00003      REAL DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,SKOR,DSKOR
00004      REAL C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
00005      REAL A,D,MOTC,LOTC,POTC,00,KOF
00006      BYTE Y,NA(16)
00007      INTEGER I,J,NSTEP,M,MM,MP,N,MOD,NAM,JJ,NOMI
00008      REAL P(5)
00009      REAL X(200),XD(200),AUX(8,200)
      *      ,F(200),Q(200),QI0(200)
00010      COMMON /DIM/ M,MM,MP
00011      COMMON /DIM1/N
00012      COMMON /F0/F,0,I0
00013      COMMON /CX/MASS,C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
00014      COMMON /OST/U,UMAX,PNOI,EPSP,L
00015      COMMON /DL/DLT1,DLT2,DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,TT,
      *      NOMI,SKOR,DSKOR
00016      COMMON /OK/00,KOF,QI0
00017      DATA LOTC/4.0E7/
      C      ВЕРХНЯЯ ГРАНИЦА ПОГРЕШНОСТЕЙ
00018      DATA P(4)/0.01/
00019      DATA M/100/
      C
00020      DLT1=0.
00021      DLT2=0.
00022      DLT11=0.
00023      DLT111=0.
00024      DLT22=0.
00025      DLT222=0.
00026      TT=0.
00027      NOMI=0
00028      SKOR=0.
00029      DSKOR=0.
00030      101 TYPE 100
00031      100 FORMAT(1X,'СИСТЕМА ЗАКОЛЬЦОВАНА',/,20('-',))
00032      TYPE *, ' МОДЕЛЬ?'
00033      ACCEPT *,MOD
```



```

C
0034 TYPE *, ' СКОЛЬКО СЕКЦИЯ НЕОБХОДИМО ПРОЙТИ?'
0035 ACCEPT *, NSTEP

C
0036 L=LOTС/M
0037 TYPE *, ' СКОРОСТЬ НАЧАЛЬНАЯ? '
0038 ACCEPT *, U

C
0039 TYPE *, ' СКОРОСТЬ КОНЕЧНАЯ?'
0040 ACCEPT *, UMAX
C
0041 НАЧАЛО СБОЯ
I0=0

C
0042 TYPE *, ' МАССА ОТС?'
0043 ACCEPT *, MOTС

FORTRAN IV          U02.2          WED 25-MAY-83 04:48:26          PAGE 00
,LP:=OTC010.FTN

0044 MASS=MOTС/M
0045 TYPE *, ' ЖЕСТКОСТЬ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СЕКЦИЯМИ?'
0046 ACCEPT *, C
0047 CM=C/MASS
0048 TYPE *, ' ДЕМПФЕР СВЯЗЕЙ?'
0049 ACCEPT *, XK
0050 XKM=XK/MASS
0051 TYPE *, ' ШАГ КВАНТОВАНИЯ ПО ВРЕМЕНИ ?'
0052 ACCEPT *, SHAG
C
0053 НАЧАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕЗАВИСИМОЙ ПЕРЕМЕННОЙ
P(1)=0.

C
C
0054 ЗАДАНИЕ ТЯГИ И ВОЗМУЩЕНИЯ
0055 TYPE *, ' НАЧАЛЬНАЯ ТЯГА ДВИГАТЕЛЕА ОТС?'
0056 ACCEPT *, QOTС
0057 Q0=QOTС/M
0058 TYPE *, ' ВОЗМУЩЕНИЕ ?(EPSP)'
0059 ACCEPT *, EPSP
0060 TYPE *, ' КОЭФФИЦИЕНТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЯГИ ОТ СКОРОСТИ?'
0061 ACCEPT *, KOF
0062 TYPE *, '          ПРОВЕРИМ ДАННЫЕ '
0063 TYPE *, ' LTOC=', LOTС, ' MOTС=', MOTС, ' QOTС=', QOTС
0064 TYPE *, ' M=', M, ' MOD=', MOD, ' KOF=', KOF
0065 TYPE *, ' L=', L, ' MASS=', MASS, ' Q0=', Q0

0066 TYPE *, ' C=', C, ' XK=', XK, ' EPSP=', EPSP, ' SHAG=', SHAG

0067 TYPE *, ' O, KEY ?'
ACCEPT 30, Y

```

```

0068 30      FORMAT(A1)
0069         IF(Y.NE.'Y')GOTO 101
0071         MM=M-1
0072         MP=M+1
0073         N=2*M
0074 C       ВЕСА ПОГРЕШНОСТЕЙ (В СУММЕ РАВНЫ 1)
          CALL MODQIO(MOD)
0075 C       РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ПРОХОЖДЕНИЯ СЕКЦИИ
          A=QIB(MP)/MASS
          P(2)=(-U+SQRT(U*U+2*A*L))/A
          P(3)=(P(2)-P(1))*SHAG
0076         DO 1 I=1,N
0077           1  XD(I)=1./N
0078 C       НАЧАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
          DO 2 I=1,N
0079           2  X(I)=0.0
0080         DO 3 I=MP,N
0081           3  X(I)=U
0082         DO 3 I=MP,N
0083 C       PRINT *, '      ЧИСЛО СЕКЦИЙ',M
0084         PRINT *, '      МОДЕЛЬ',MOD
0085         PRINT *, '      СКОРОСТЬ НАЧАЛЬНАЯ=',U
0086         PRINT *, '      МАССА СЕКЦИИ=',MASS
0087         PRINT *, '      ДЛИНА СЕКЦИИ=',L
0088         PRINT *, '      ЖЕСТКОСТЬ=',C
0089         PRINT *, '      ДЕМПФЕР=',XK
0090         PRINT *, '      МОЩНОСТЬ СЕКЦИИ=',P*OM
0091

```

FORTRAN IV U02.2
,LP:=QTCQIO.FTN

MED 25-MAY-83 04:48:26

PAGE 00

```

0092         PRINT *, '      ВОЗМУШАЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ=',EPSP
0093         PRINT *, '      КОЭФФИЦИЕНТ ТЯГИ=',KOF
0094         TYPE *, '      ИМЯ ФАЙЛА ВЫВОДА ДАННЫХ?'
0095         ACCEPT 7,NAM,(NA(I),I=1,NAM)
0096 7       FORMAT(0,16A1)
0097         DO 77 I=NAM+1,16
0098         77  NA(I)="0
0099         OPEN(UNIT=1,NAME=NA,TYPE='UNKNOWN')
0100         DO 9 J=1,NSTEP
0101         DO 11 I=1,N

```

```

0102 11      XD(I)=1./N
0103      PRINT *, ' ПОШЛА ', J, ' СЕКЦИЯ', ' ВРЕМЯ=', P(1)
0104      TYPE *, ' ПОШЛА ', J, ' СЕКЦИЯ'
0105      XMP=X(MP)
0106 722     DO 12 I=1,N
0107 12      XD(I)=1./N
0108      TYPE *, ' ВРЕМЯ T0=', P(1), ' ТК=', P(2), ' ДЕЛЬТА T=', P(3)
0109      CALL RKGS(P, X, XD, N, IHLF, FCT, OUTP, AUX)
0110      IF(IHLF.GT.10)GOTO 723
0111      GOTO 724
0112      P(1)=TT
0113 723     GOTO 722
0114      GOTO 724
0115 724     Q0=QI0(MP)
0116      DO 21 I=MP, (N-1)
0117 21      QI0(I)=QI0(I+1)
0118      QI0(N)=Q0
0119      P(1)=P(2)
0120      UX=X(MP)
0121      A=(QI0(MP)*EXP(-KOF*UX))/MASS
0122      P(2)=P(2)+(-UX+SQRT(UX*UX+2*A*L))/A
0123      P(3)=(P(2)-P(1))*SHAG

0124 9      CONTINUE
0125      CLOSE(UNIT=1)

0126      END

```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 017700 (4064. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
A	R*4	017606	D	R*4	017612	I	I*2	017630
IHLF	I*2	017650	J	I*2	017632	JJ	I*2	017642
LOTC	R*4	017544	MOD	I*2	017636	MOTC	R*4	017616
NAM	I*2	017640	NSTEP	I*2	017634	POTC	R*4	017622
QOTC	R*4	017644	Q0	R*4	017576	SHAG	R*4	017572
UX	R*4	017652	XMP	R*4	017602	Y	L*1	017626

COMMON BLOCK /DIM /, SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000	MM	I*2	000002	MP	I*2	000004

COMMON BLOCK /DIM1 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
N	I*2	000000						

COMMON BLOCK /FQ /, SIZE = 003102 (801. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
F	R*4	000000	Q	R*4	001440	IO	I*2	003100

COMMON BLOCK /CX /, SIZE = 000034 (14. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
MASS	R*4	000000	C	R*4	000004	XK	R*4	000010
XKS	R*4	000014	CM	R*4	000020	XKM	R*4	000024
XKSM	R*4	000030						

COMMON BLOCK /OST /, SIZE = 000024 (10. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
U	R*4	000000	UMAX	R*4	000004	PNOM	R*4	000010
EPSP	R*4	000014	L	R*4	000020			

COMMON BLOCK /DL /, SIZE = 000046 (19. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
DLT1	R*4	000000	DLT2	R*4	000004	DLT11	R*4	000010
DLT111	R*4	000014	DLT22	R*4	000020	DLT222	R*4	000024
TT	R*4	000030	NOM1	I*2	000034	SKOR	R*4	000036
DSKOR	R*4	000042						

COMMON BLOCK /OK /, SIZE = 001450 (404. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
Q0	R*4	000000	KOF	R*4	000004	Q10	R*4	000010

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
AUX	R*4	UEL	*DATA 003144	014400 (3200.)	(8,200)
F	R*4	FQ	000000	001440 (400.)	(200)
NA	L*1	*DATA	000000	000020 (8.)	(16)
P	R*4	*DATA	000020	000024 (10.)	(5)
Q	R*4	FQ	001440	001440 (400.)	(200)
Q10	R*4	OK	000010	001440 (400.)	(200)
X	R*4	*DATA	000044	001440 (400.)	(200)
XD	R*4	*DATA	001504	001440 (400.)	(200)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
EXP	R*4	FCT	R*4	MODEL	I*2	MODQ10	I*2	OUTP	R*4
RKBS	R*4	SORT	R*4						

```

0001      SUBROUTINE FCT(T,X,XD)
0002      REAL MASS,C,XK,XKS,CM,L,XKM,XKSM,T
0003      REAL Q0,KOF
0004      INTEGER M,MM,MP,N,I,II,I0
0005      REAL X(200),XD(200),F(200),Q(200),Q10(200)
0006      COMMON /DIM/M,MM,MP
0007      COMMON /DIM1/N
0008      COMMON /F0/F,Q,I0
0009      COMMON /CX/MASS,C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
0010      COMMON /QK/Q0,KOF,Q10
0011      DO 201 I=MP,N
0012      Q(I)=Q10(I)*EXP(-KOF*X(I))
0013 201    CONTINUE
0014      DO 200 I=1,M
0015 200    XD(I)=X(I+M)
0016      DO 207 I=(MP+1),(N-1)
0017      II=I-M
0018      XD(I)=CM*(2*X(II)-X(II-1)-X(II+1))+XKM*(2*X(I)-
*        X(I-1)-X(I+1))
0019 207    XD(I)=Q(I)/MASS-XD(I)
0020      XD(MP)=(Q(MP)-C*(2*X(1)-X(2)-X(M))-XK*(2*X(MP)-
*        X(N)-X(MP+1)))/MASS
0021      XD(N)=(Q(N)-C*(2*X(M)-X(1)-X(MM))-XK*(2*X(N)-
*        X(N+1)-X(MP)))/MASS
0022      RETURN
0023      END
  
```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT FCT

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000066 (27. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
I	I*2	000034	II	I*2	000036	L	R*4	000030
T	R*4 @	000000						

COMMON BLOCK /DIM /, SIZE = 000006 (3. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
M	I*2	000000	MM	I*2	000002	MP	I*2	000004

COMMON BLOCK /DIM1 /, SIZE = 000002 (1. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
N	I*2	000000						

COMMON BLOCK /F0 /, SIZE = 003102 (801. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
F	R*4	000000	Q	R*4	001440	IQ	I*2	003100

COMMON BLOCK /CX /, SIZE = 000034 (14. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
MASS	R*4	000000	C	R*4	000004	XK	R*4	000010
XKS	R*4	000014	CM	R*4	000020	XKM	R*4	000024
XKSM	R*4	000030						

COMMON BLOCK /QK /, SIZE = 001450 (404. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
Q0	R*4	000000	KOF	R*4	000004	QIO	R*4	000010

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
F	R*4	FO	000000	001440 (400.)	(200)
Q	R*4	FO	001440	001440 (400.)	(200)
QIO	R*4	QK	000010	001440 (400.)	(200)
X	R*4	@ *DATA	000002	001440 (400.)	(200)
XD	R*4	@ *DATA	000004	001440 (400.)	(200)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
EXP	R*4								

FORTRAN IV U02.2 WED 25-MAY-83 04:55:06 PAGE 00
 ,LP:=FCTQIO.FTN

```

0001                    SUBROUTINE OUTP(T,X,XD,IHLF,N,P)
0002                    REAL L,TT,DLT1,DLT2,U,UMAX,PNOM,EPSP,DLTM,SKOR,DSKOR
0003                    REAL DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,U2,DU12,DU23
0004                    REAL DLTMM,DLTMX
0005                    INTEGER M,NOM,NOMI,NOMX,NOMN
0006                    INTEGER MM,MP,N,I
0007                    REAL P(5)
0008                    REAL T(1),X(200),XD(200),DELTA(200)
                     * ,F(200),G(200)
0009                    COMMON /OST/U,UMAX,PNOM,EPSP,L
0010                    COMMON /DL/DLT1,DLT2,DLT11,DLT111,DLT22,DLT222,TT,
                     *                    NOMI,SKOR,DSKOR
0011                    COMMON /DIM/M,MM,MP
0012                    DO 300 I=1,MM

```



```

0013 300 DELTA(I)=X(I)-X(I+1)
0014 DELTA(M)=X(M)-X(1)
0015 DO 301 I=MP,(N-1)
0016 301 DELTA(I)=X(I)-X(I+1)
0017 DELTA(N)=X(N)-X(MP)
0018 DO 308 I=1,M
0019 308 DELTA(I)=DELTA(I)*100./L
0020 DLTMN=DELTA(1)
0021 NOMN=1
0022 DO 312 I=1,M
0023 IF(DELTA(I).LT.DLTMN)GOTO 314
0025 GOTO 312
0026 314 DLTMN=DELTA(I)
0027 NOMN=I
0028 312 CONTINUE
0029 DLTMX=DELTA(1)
0030 NOMX=1
0031 DO 316 I=1,M
0032 IF(DELTA(I).GT.DLTMX)GOTO 318
0034 GOTO 316
0035 318 DLTMX=DELTA(I)
0036 NOMX=I
0037 316 CONTINUE
0038 DLTM=ABS(DELTA(1))
0039 NOM=1
0040 DO 311 I=1,M
0041 IF(ABS(DELTA(I)).GT.DLTM)GOTO 313

0043 GOTO 311
0044 313 DLTM=ABS(DELTA(I))

0045 NOM=I
0046 311 CONTINUE
0047 IF(DLT11.GE.DLTM.AND.DLT11.GT.DLT1)GOTO 309
0049 GOTO 310
0050 309 PRINT *,TT,NOMI,DLT11,SKOR,ISKOR
0051 310 TYPE *,'-----'
0052 TYPE *,T(1),NOMX,DLTMX,X(M+NOMX),DELTA(M+NOMX)
0053 TYPE *,T(1),NOMN,DLTMN,X(M+NOMN),DELTA(M+NOMN)
0054 WRITE(1,*)T(1),NOMX,DLTMX,X(M+NOMX),DELTA(M+NOMX)
*,NOMN,DLTMN,X(M+NOMN),DELTA(M+NOMN)
0055 * TT=T(1)

FORTRAN IV U02.2 WED 25-MAY-83 04:55:06 PAGE 00
,LP:=FCT010.FTN
0056 DLT1=DLT11

```



```

0001      SUBROUTINE MODQIO(MOD)
0002      INTEGER M,MP,MM,N,I,I1,MOD

0003      REAL FNOM,DP,EPSP,U,UMAX,DQ,QI,L,QNOM
0004      REAL MASS,C,XK,XKS,CM,XKM,XKSM
0005      REAL Q0,KOF
0006      REAL Q(200),F(200),QI0(200)
0007      COMMON /DIM/M,MM,MP
0008      COMMON /DIM1/N
0009      COMMON /F0/F,Q,IQ
0010      COMMON /CX/MASS,C,XK,XKS,CM
0011      COMMON /DST/U,UMAX,FNOM,EPSP,L
0012      COMMON /QK/Q0,KOF,QI0
      C
0013      QNOM=Q0*EXP(-KOF*U)
0014      DQ=QNOM*EPSP
0015      QI=QNOM+DQ
0016      DO 902 I=1,N
0017      Q(I)=0.
0018 902    CONTINUE
0019      GOTO (1,2,3,4,5),MOD
0020      TYPE *, '    MOD=',MOD

0021      GOTO 904
0022 1      DO 11 I=MP,MP+49
0023 11     QI0(I)=QNOM
0024      DO 12 I=MP+50,N
0025 12     QI0(I)=QI
0026      GOTO 904
0027 2      DO 21 I=MP,N
0028 21     QI0(I)=QNOM
0029      DO 22 I1=1,10
0030      DO 23 I=(M+I1),N,20
0031 23     QI0(I)=QI
0032 22     CONTINUE
0033      GOTO 904
0034 3      DO 31 I=MP,N,2
0035 31     QI0(I)=QNOM
0036 31     CONTINUE
0037      DO 32 I=(MP+1),N,2
0038 32     QI0(I)=QI
0039      GOTO 904
0040 4      QI0(MP)=QI

0041      DO 41 I=(MP+1),N
0042 41     QI0(I)=QNOM
0043      GOTO 904
0044 5      QI0(N)=0.
0045      DO 51 I=(MP),(N-1)
0046 51     QI0(I)=QNOM
0047 51     CONTINUE
0048      GOTO 904
0049 904    CONTINUE
0050      RETURN
0051      END
  
```



```
      C      ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ
0001      INTEGER N,K,I,L,J,NX,NY,I1
0002      VIRTUAL X(5000),Y(5000)
0003      REAL STR(9)
0004      BYTE NA(16),NG(30),XN(15),YN(15)
0005      MEN=1
0006 300    NMAP=0
0007 310    L=9
0008 200    TYPE10
0009 10     FORMAT('ИМЯ ФАЙЛА ДАННЫХ - ?')
0010      ACCEPT20,N,(NA(I),I=1,N)
0011 20     FORMAT(0,16A1)
0012      TYPE*, 'НОМЕР СТОЛБЦА - ?'
0013      ACCEPT*,K
0014      DO 25 I=N+1,16
0015 25     NA(I)="0"
0016 27     OPEN(UNIT=1,NAME=NA,TYPE='OLD')
0017      M=1
0018 30     READ(1,*,END=35,ERR=30)(STR(J),J=1,L)
0019      X(M)=STR(1)
0020      Y(M)=STR(K)
0021      M=M+1
0022      GOTO30
0023 35     CLOSE(UNIT=1)
0024      M=M-1
0025      TYPE *, ' M=' ,M
0026      IF(MEN.NE.2)GOTO 45
0028      NMAP=NMAP+1
0029      GOTO 55
0030 45     TYPE *, '      НОМЕР ПЕРА?'
0031      ACCEPT *,NP
0032      CALL SETPEN(NP)
0033      CALL MMS
0034      CALL PAGE(200.,200.,0,0,1)
0035      CALL MNXVIR(Y,M,YMIN,YMAX)
0036      CALL REGION(10.,10.,180.,180.,0,0,0)
0037      CALL LIMITS(X(1),X(M),YMIN,YMAX)
0038 50     CALL AXES(0,0,0.,5,0,0,0.,5,0)
0039 55     CALL LINVIR(X,Y,M,NMAP,M/20)
0040      TYPE *, ' ПОВТОР (С РКОВ. ОСЕЙ-1)'

0041      TYPE *, '      (БЕЗ ОСЕЙ-2)'

0042      ACCEPT *,IP
0043      IF(IP.EQ.1)GOTO 50
```



```

0045      IF(IP.EQ.2)GOTO 55
0047      TYPE *, '   ПРОДОЛЖИТЬ РАБОТУ'
0048      TYPE *, '   С ИЗМЕНЕНИЕМ ПОЛЯ ВЫВОДА-1'
0049      TYPE *, '   БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ -2'
0050      ACCEPT *,MEN
0051      IF(MEN.NE.1.OR.MEN.NE.2)GOTO 500
0053      IF(MEN.EQ.2)GOTO 310
0055      CALL ENDPG
0056      GOTO 300
0057      500  CALL ENDPG
0058      STOP

```

FORTRAN IV U02.2 MON 04-SEP-89 16:36:38 PAGE 002
,LP1:=GRAF2

0059 END

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL VARIABLES, .PSECT XDATA, SIZE = 000246 (83. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
I	I*2	000172	IF	I*2	000230	I1	I*2	000204
J	I*2	000176	K	I*2	000170	L	I*2	000174
M	I*2	000212	MEN	I*2	000206	N	I*2	000166
NMAP	I*2	000210	NMAR	I*2	000214	NP	I*2	000216
NX	I*2	000200	NY	I*2	000202	YMAX	R*4	000224
YMIN	R*4	000220						

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
NA	L*1	XDATA	000044	000020 (8.)	(16)
NG	L*1	XDATA	000064	000036 (15.)	(30)
STR	R*4	XDATA	000000	000044 (18.)	(9)
XN	L*1	XDATA	000122	000017 (8.)	(15)
YN	L*1	XDATA	000141	000017 (8.)	(15)

VIRTUAL ARRAYS, TOTAL SIZE = 00116200 (20032. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
X	R*4	00000000	00047040 (10000.)	(5000)
Y	R*4	00047100	00047040 (10000.)	(5000)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
AXES	R*4	ENDPG	R*4	LIMITS	I*2	LINVIR	I*2	MMS	I*2
MNXVIR	I*2	PAGE	R*4	REGION	R*4	SETPEN	R*4		

ПРИЛОЖЕНИЕ II

ОПИСАНИЕ И ТЕКСТЫ ПРОГРАММ КОМПЛЕКСА
"EXTENSION"

1. Программный комплекс "EXTENSION" предназначен для моделирования динамики вывода ротора ОТС на орбиту и графической интерпретации результатов моделирования и выполнен на языке программирования фортран ОС РВ СМ ЭВМ.

Программный комплекс состоит из четырех компонент:

DKAZ - программа моделирования движения ротора в атмосфере;

KAZOTS - программа моделирования движения ротора при выводе на орбиту;

KAZPR - программа вывода результатов моделирования;

KAZV2 - программа вывода результатов моделирования на графопостроитель.

2. Описание программы DKAZ

2.1. Программная компонента DKAZ предназначена для реализации следующих функций:

- ввода исходных данных для решения задачи моделирования движения ротора в атмосфере на нулевом участке;
- расчета высоты подъема, радиальной скорости, радиального ускорения, времени прохождения одного шага итераций, общее время движения ротора, угловой скорости, угла поворота ротора, работы сил сопротивления атмосферы;
- ведения диалога с пользователем;
- записи результатов расчета на магнитный диск;
- ввода исходных данных, расчет промежуточных переменных.

2.2. Графическая схема программы приведена на рис. п.2.1.

В блоке 1 осуществляется ввод исходных данных, описание которых приведено ниже.

Блок 2 предназначен для расчета указанных в схеме промежуточных переменных.

Блоки 3, 5 и 8 используются для создания цикла по переменной I.

N 5 - переменная, значение которой вычисляется по формуле:

$$N 5 = DOB / DN$$
, где DOB - общая высота подъема (исходное данные), DN - шаг итерации.

Блоки 6 и 7 предназначены для вычисления и записи на магнитный диск результатов расчета.

2.3. Для функционирования программы необходимы следующие технические средства:

СМ ЭВМ с накопителями на магнитном диске, объем оперативной памяти не менее 32 К слов.

2.4. Вызов программы осуществляется командой

>RUN DKAZ

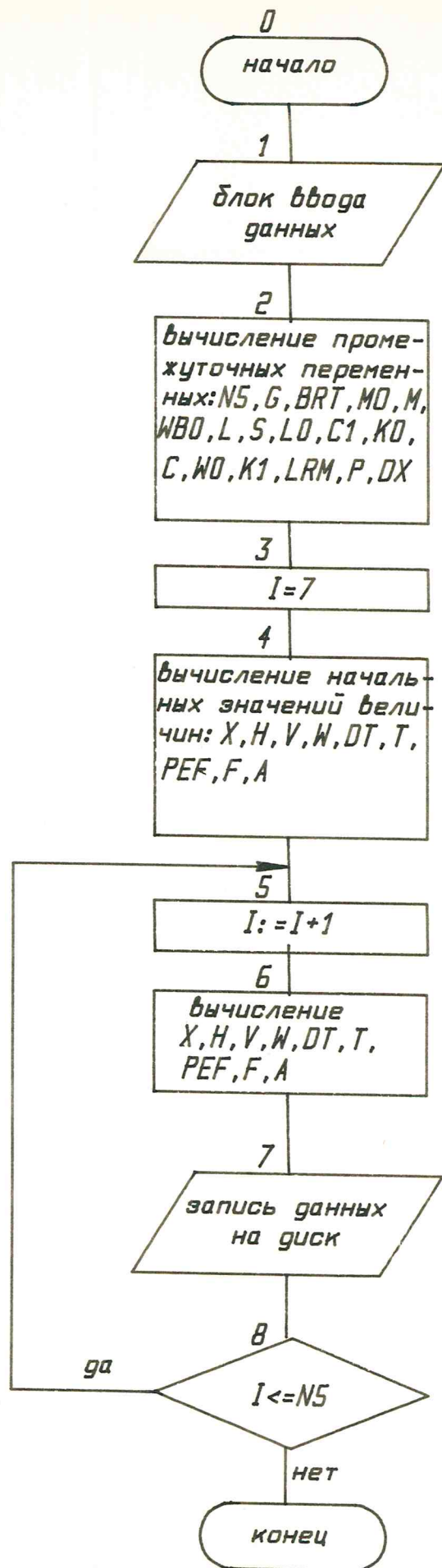


Рис. П2.1

2.5. Входными данными программы является:

- RO - радиус экватора Земли;
- GO - ускорение силы притяжения на поверхности Земли;
- ROO - плотность атмосферы на поверхности Земли;
- AL - показатель степени экспоненты в формуле Гадлея;
- VZ - начальное значение окружной скорости ротора;
- MU - отношение массы единицы длины оболочки к массе

единицы длины ротора:

- E - модуль Энга;
- CX - коэффициент лобового сопротивления цилиндра;
- D - диаметр сечения ротора;
- L - длина ротора;
- M1 - масса элемента;
- CI - жесткость ротора;
- DN - шаг итераций;
- DOB - общая высота подъема;

Выходными данными являются:

- I - номер итерации;
- X - безразмерный радиус ротора;
- H - высота ротора над поверхностью Земли;
- V - радиальная скорость ротора;
- W - радиальное ускорение ротора;
- DT - время прохождения одного шага;
- TZ - время движения ротора;
- PEF - угловая скорость ротора;
- F - угол поворота ротора;
- AZ - работа сил сопротивления атмосферы.

В программе используются переменные с двойной точностью. Файл создаваемый на диске, является файлом последовательного доступа.

3. Описание программы KAZPR

3.1. Программа KAZPR предназначена для реализации следующих функций:

- считывание файла результатов, организованного программой DKAZ или KAZOTS с магнитного диска;
- распечатка файла в виде таблиц на принтер.

3.2. Графическая схема программы приведена на рис. п.2.2

В блоке 1 осуществляется считывание файла исходных данных, в блоке 2 вывод этих данных, снабженных комментариями, на принтер.

Блок 3 - считывание файла результатов, блоки 4,6 - вывод файла результатов на принтер в виде двух таблиц.

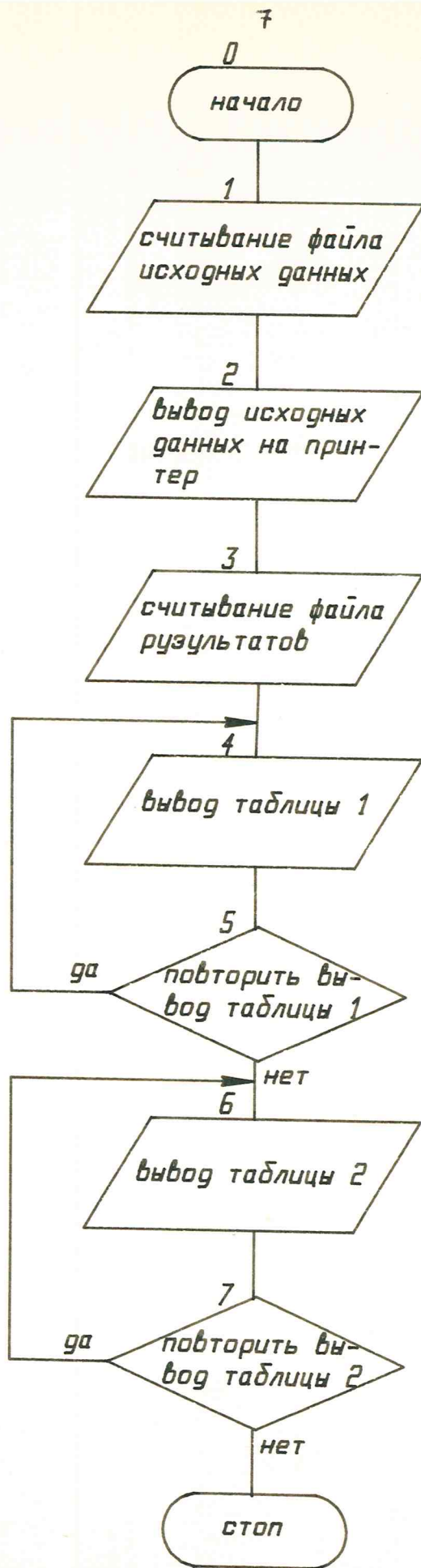


Рис. П2.2

3.3. Для функционирования программы необходимы следующие технические средства: СМ ЭИМ с накопителем на магнитном диске, объем оперативной памяти не менее 32 К, принтер

3.4. Вывод программы осуществляется командой `>RUN KAZPR`
Диалог с программой описан в приложении IV.

3.5. Входными данными программы являются:

- имя файла исходных данных;
- имя файла результатов.

3.6. Выходными данными являются:

- таблица исходных данных на принтере;
- таблицы 1 и 2 результирующих данных на принтере.

В программе используются переменные двойной точности. Файлы, считываемые с диска являются файлами последовательного доступа.

4. Описание программы `KAZV2`

4.1. Программа `KAZV2` предназначена для реализации следующих функций:

- считывание файла результатов, организованного программой `DKAZ` или `KAZOTS` с магнитного диска;
- ведение диалога с пользователем о номере графика, номере пишущего устройства, повторении вычисления и т.д.
- вывод заданного графика на графопостроитель или запись на магнитный диск в виде графического файла.

4.2. Графическая схема программы приведена на рис. п.2.3. Здесь в блоках 1.2 осуществляется чтение файла результатов, сформированного программой `KAZOTS` или `DKAZ` и формирование, в зависимости от номера графика, массивов

для вывода графика. В блоке 3 осуществляется задание номера пера для вычерчивания, если вычерчивание будет производиться непосредственно программой KAZVZ, а так же задание имени выходного файла для вывода графика. Если имя выходного файла задается XY: (графопостроитель), то вывод графика осуществляется непосредственно программой. Если задано какое-либо другое имя, то вывод графика осуществляется на магнитный диск в графический файл.

Блоки 7,8 организуют диалог для повторения вывода графика или продолжения работы.

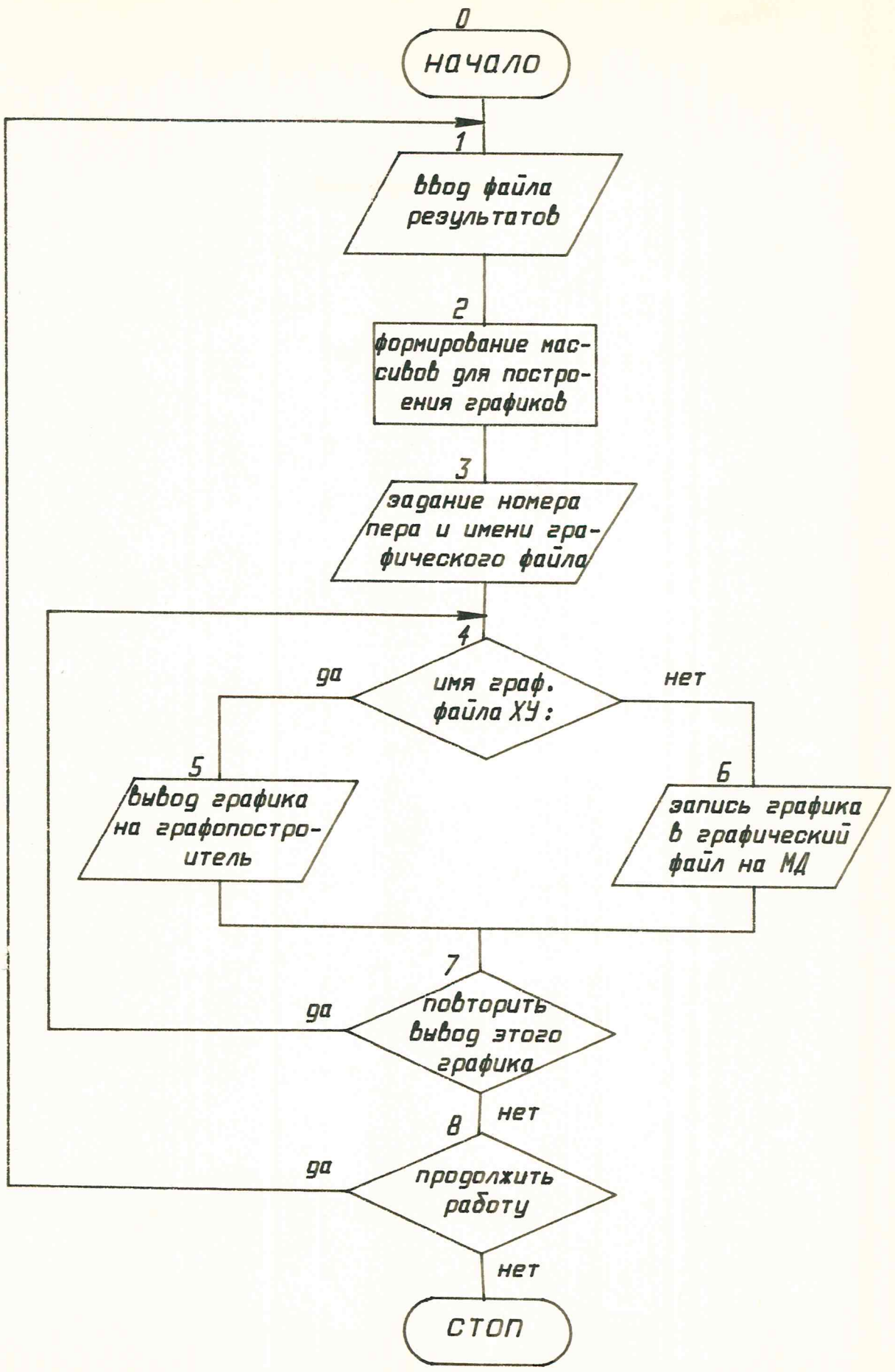


Рис. П2.3

4.3. Для функционирования программы необходимы следующие технические средства:

СМ ЭВМ с накопителем на магнитном диске, объем оперативной памяти не менее 32 К, графопостроитель.

4.4. Вызов программы осуществляется командой `>RUN KAZV2`.
Диалог с программой описан в приложении IV.

4.5. Входными данными программы является - имя файла результатов;

NG - номер графика;

NP - номер пера графопостроителя.

4.6. Выходными данными являются:

- график на графопостроителе;

- файл графических данных на магнитном диске;

В программе используются виртуальные массивы. Файл, считываемый с магнитного диска является файлом последовательного доступа.

4.07. Программа `KAZV2` использует при построении графиков подпрограммы `LINVIR` - вычерчивание ломаной линии по координатам, хранящимся в виртуальном массиве.

`MNVIR` - поиск минимального и максимального элементов в виртуальном массиве.

5. Описание программы `KAZOTC`

5.1. Программа `KAZOTC` предназначена для реализации следующих функций:

- расчет следующих параметров: высота ротора, радиальная скорость ротора, радиальное ускорение ротора, время прохождения одного шага итерации, время движения ротора,

угловая скорость ротора, угол поворота ротора, работы сил сопротивления атмосферы для этапов движения ротора в атмосфере и вывода на орбиту.

- запись результатов расчета в виде файлов на магнитный диск;

- вывод исходных данных, расчет промежуточных переменных;

- ведение диалога с пользователем.

5.2. Графическая схема программы приведена на рис.п.2.4. Здесь блок I предназначен для вывода в диалоге исходных данных, описание которых приведено ниже.

Блок предназначен для расчета промежуточных переменных.

Блоки 4, 7, 8 предназначены для организации цикла, в котором осуществляется вычисление параметров для девяти участков вывода ротора на орбиту.

Блок предназначен для записи вычисленных параметров на МД.

5.3. Для функционирования программы необходимы следующие технические средства: СМ ЭВМ с накопителем на магнитном диске, объем оперативной памяти не менее 32 К слов.

5.4. Вызов программы осуществляется командой:

5.5. Входными данными программы являются:

- RO - радиус экватора Земли;
- GO - ускорение силы притяжения на поверхности Земли;
- ROO - плотность атмосферы на поверхности Земли;
- AL - показатель степени экспоненты в формуле Галлея;
- VZ - начальное значение окружной скорости ротора;
- MU - отношение массы единицы длины оболочки к массе

единицы длины ротора.

- E - модуль Кнга;
- CK - коэффициент лобового сопротивления цилиндра;
- D - диаметр сечения ротора;
- L - длина ротора;
- MI - масса единицы длины ротора;
- CI - жесткость ротора;
- DN - шаг итерации;
- DOB - общая высота подъема.

Выходными данными программы являются:

- N - номер участка подъема;
- I - номер итерации;
- X - безразмерный радиус ротора;
- H - высота ротора над поверхностью Земли;
- V - радиальная скорость ротора;

- W - радиальное ускорение ротора;
- OT - время прохождения одного шага;
- T - время движения ротора;
- PEF - угловая скорость ротора;
- F - угол поворота ротора;
- AZ - работа сил сопротивления атмосферы.

В программе используются переменные с двойной прочностью. Файл, создаваемый на диске, является файлом последовательного доступа.

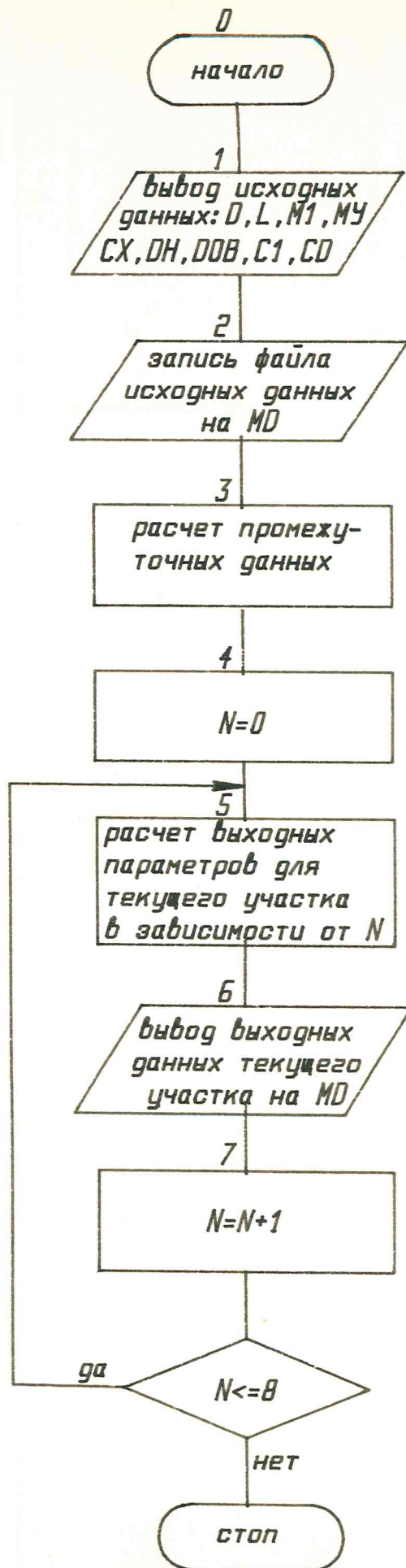


Рис. П2.4


```

0001      DOUBLE PRECISION X,H,FE,TZ,
          * PEZ,W,DT,T,U,
          * PEF,F,A,AZ,
          * L,M1,M0,K,MU,K0,K1,I1,LAM,M,L0,DOB,X1

0002      DOUBLE PRECISION AL,CX,D,E,R00,SM1,SM4,SM7,W0,
          * BET,C0,DH,G,P,Q,R0,SM2,SM5,UZ,C,C1,DX,G0,PEKI,S,
          * SM3,SM6,WB0

0003      BYTE NA(15)
0004      DATA R0,G0,R00,AL/6.37D6,9.814D0,1.225D0,955.736D0/
0005      DATA UZ,MU,E,CX/9.6836D3,0.2D0,2.16D11,0.182D0/
0006      TYPE*, 'ЗАДАЙТЕ ДИАМЕТР СЕЧЕНИЯ РОТОРА'
0007      ACCEPT*, D
0008      TYPE*, 'ЗАДАЙТЕ ДЛИНУ И МАССУ ЭЛЕМЕНТА'
0009      ACCEPT*, L,M1
0010      Q=G0/R0
0011      BET=UZ*UZ/G0/R0
0012      M0=MU*M1
0013      M=M1+M0
0014      WB0=G0*(BET/(1+MU)-1)
0015      AL=R0/6665.
0016      PI=3.1415926
0017      S=PI*D*D/4
0018      L0=2*PI*R0
0019      C1=E*S/L0
0020      TYPE*, 'ЗАДАЙТЕ C1'
0021      ACCEPT*, C1
0022      C0=0.5*C1
0023      C=C1+C0
0024      K0=2*PI*C*L/M/R0
0025      W0=UZ/R0
0026      K1=2*PI*C1*L/M1/R0

0027      LAM=CX*0.3*L*0.5
0028      TYPE*, 'LAM',LAM
0029      P=LAM*R00*R0/M
0030      TYPE*, 'ЗАДАЙТЕ ШАГ ИНТЕРАЦИЙ'
0031      ACCEPT*, DH
0032      TYPE*, 'ЗАДАЙТЕ ОБЩУЮ ВМСОТУ'
0033      ACCEPT*, DOB
0034      N5=DOB/DH
0035      DX=DH/R0
0036      N=1
0037      TYPE*, 'ИМЯ ФАЙЛА РЕЗУЛЬТАТА'
0038      ACCEPT 7,NAM,(NA(I),I=1,NAM)
0039      7      FORMAT(0,30A1)
0040      DO 50 I=NAM+1,15
0041      50      NA(I)="0"
0042      OPEN(UNIT=1,NAME=NA,TYPE='UNKNOWN')
0043      WRITE(1,*,END=13,ERR=13)N5
0044      TYPE*, 'N5=',N5
  
```

0045 I=1
0046 X1=1.
0047 X=1.
0048 H=0.
0049 U=0.

FORTRAN IV
,LP1:=DKAZ

V02.2

WED 06-SEP-89 18:11:28

PAGE 00

0050 W=1.5098461D0
0051 DT=0.
0052 T=0.
0053 PEF=1.5202D-3
0054 F=0.
0055 A=0.
0056 WRITE(1,*,END=13,ERR=13)N,I,X,H,U,W,DT,T,PEF,F,A
0057 TYPE*,N,I,X,H,U,W,DT,T,PEF,F,A
0058 1 I=I+1
0059 X=X+DX
0060 H=(X-X1)*R0
0061 SM1=X-X1
0062 SM2=BET/(1+MU)*(X+X1)/X**2
0063 SM3=2/X
0064 SM4=K0*(X-X1)

0065 SM5=2*A
0066 SM6=0*(SM2-SM3)
0067 SM7=SM1*(SM6-SM4)
0068 PEKI=SM1*(0*(SM2-SM3)-SM4)-SM5
0069 PE=SQRT(PEKI)
0070 TYPE*, 'PEKI', PEKI, 'PEI', PE
0071 U=PE*R0
0072 PE2=0*(BET/(1+MU)*1/X**3-1/X**2)-
* K0*(X-X1)-P*PEKI*EXP(-AL*(X-X1))
0073 W=PE2*R0
0074 TYPE*, 'PE2I', PE2
0075 DT=DX/PE
0076 T=T+DT
0077 TZ=T/60.
0078 PEF=W0/X/X
0079 F=F+PEF*DT
0080 A=A+P*PEKI*DX*EXP(-AL*(X-X1))
0081 AZ=A*M*R0*R0
0082 TYPE*, 'P', P, 'AL', AL, 'AI', A
0083 WRITE(1,*,END=13,ERR=13)N,I,X,H,U,W,DT,TZ,PEF,F,AZ
0084 TYPE*, 'REZ****', N,I,X,H,U,W,DT,TZ,PEF,F,AZ
0085 IF(I.LT.N5)GO TO 1
0086 13 CLOSE(UNIT=1)
0088 STOP
0089 END

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 001020 (264. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
A	R*8	000254	AL	R*8	000050	AZ	R*8	000264
BET	R*8	000504	C	R*8	000604	CX	R*8	000110
CB	R*8	000514	C1	R*8	000614	D	R*8	000434
DH	R*8	000524	DOB	R*8	000414	DT	R*8	000204
DX	R*8	000624	E	R*8	000100	F	R*8	000244
G	R*8	000534	G0	R*8	000030	H	R*8	000134
I	I*2	000716	I1	R*8	000354	K	R*8	000324
K0	R*8	000334	K1	R*8	000344	L	R*8	000274
LAM	R*8	000364	L0	R*8	000404	M	R*8	000374
MU	R*8	000070	M0	R*8	000314	M1	R*8	000304
N	I*2	000712	NAM	I*2	000714	N5	I*2	000710
P	R*8	000544	PE	R*8	000144	PEF	R*8	000234
PEKI	R*8	000634	PE2	R*8	000164	PI	R*4	000704
Q	R*8	000554	RO0	R*8	000040	R0	R*8	000020
S	R*8	000644	SM1	R*8	000444	SM2	R*8	000564
SM3	R*8	000654	SM4	R*8	000454	SM5	R*8	000574
SM6	R*8	000664	SM7	R*8	000464	T	R*8	000214
TZ	R*8	000154	U	R*8	000224	UZ	R*8	000060
W	R*8	000174	WB0	R*8	000674	W0	R*8	000474
X	R*8	000124	X1	R*8	000424			

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
NA	L*1	*DATA	000000	000017 (8.)	(15)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
EXP	R*4	SORT	R*4						


```

0001      DOUBLE PRECISION A, GOB, D, DX, FZN, L, M, M1, PEFN, PI, R0, TN,
*        UZ, W0, XZN, AL, CX, DH, E, G0, K0, LAM, MU, PEI, PEZKN, Q, S, TZN, W00, XN,
*        BET, C0, DTN, FN, HN, K1, I1, L0, M0, P, PEK1, PE2I, R00, TI, UN, UN, XZ
0002      DOUBLE PRECISION AZ, C(7), DT, F, H, PEF, TZ, U, W, X, DOB, K(7), X1
0003      BYTE NA(15)
0004      DATA R0, G0, R00, AL/6.37D6, 9.814D0, 1.225D0, 955.736D0/

0005      DATA UZ, E/9.6836D3, 2.16D11/
0006      TYPE*, 'ИМЯ ФАЙЛА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ'
0007      ACCEPT 10, NAM, (NA(I), I=1, NAM)
0008      10  FORMAT(0, 30A1)
0009      DO 12 I=NAM+1, 9
0010      12  NA(I)="0"
0011      OPEN (UNIT=1, NAME=NA, TYPE='OLD')
0012      TYPE*, 'ВЫВОД ИСХОДНЫХ ДАННЫХ(1-ДА)'
0013      ACCEPT*, IRP
0014      IF(IRP.NE.1) GO TO 20
0016      PRINT*, '      ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ'
0017      READ(1, *, END=220, ERR=20)D, L, M1, Q, BET, M0, M, W00, S, L0, W0,
*        LAM, P, DH, DX, C(1), C(3), C(5), C(7), C0, SOB, K0, K(1), K(3), K(5),
*        K(7), DOB, MU, CX, R0, G0, R00, AL, UZ, E

0018      220 PRINT*, '      РАДИУС ЭКВАТОРА=', R0
0019      PRINT*, '      УСКОРЕНИЕ СИЛЫ ПРИТЯЖЕНИЯ=', G0
0020      PRINT*, '      G0/R0=', Q
0021      PRINT*, '      ПЛОТНОСТЬ АТМОСФЕРЫ=', R00
0022      PRINT*, '      ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСПОНЕНТЫ=', AL
0023      PRINT*, '      НАЧАЛЬНАЯ ОКРУЖНАЯ СКОРОСТЬ=', UZ
0024      PRINT*, '      ПОСТОЯННАЯ ОРБИТА(ВЕТТА)=', BET
0025      PRINT*, '      НАЧАЛЬНАЯ УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ РОТОРА=', W0
0026      PRINT*, '      ДЛИНА ЭЛЕМЕНТА=', L
0027      PRINT*, '      МАССА ЕДИНИЦЫ ДЛИНЫ РОТОРА=', M1
0028      PRINT*, '      МАССА ЕДИНИЦЫ ДЛИНЫ ОБОЛОЧКИ=', M0
0029      PRINT*, '      МАССА ЭЛЕМЕНТА РОТОР-ОБОЛОЧКА=', M
0030      PRINT*, '      КОЭФФИЦИЕНТ УПРУГОСТИ РОТОРА='

0031      DO 88 ID=1, 7, 2
0032      88  PRINT89, ID, C(ID)

0033      PRINT*, '      МОДУЛЬ ЮНГА=', E
0034      89  FORMAT(10X, 'C(', I2, ')=', D12.5)
0035      PRINT*, '      ПЛОЩАДЬ СЕЧЕНИЯ РОТОРА=', S

0036      PRINT*, '      ДЛИНА РОТОРА=', L0
0037      PRINT*, '      ЖЕСТКОСТЬ ОБОЛОЧКИ=', C0
0038      PRINT*, '      ЖЕСТКОСТЬ РОТОР-ОБОЛОЧКИ=', SOB
0039      DO 99 ID=1, 7, 2
0040      99  PRINT98, ID, K(ID)

```

```

0041 98   FORMAT(10X,'K(',I2,')=' ,D12.5)
0042     PRINT*, '      КОЭФФИЦИЕНТ ЛОБОВОГО СОПР.ЦИЛ.=' ,LAM
0043     PRINT*, '      КОЭФФИЦИЕНТ P=' ,P
0044 20   CLOSE(UNIT=1)
0045     TYPE*, 'ИМЯ ФАЙЛА РЕЗУЛЬТАТА?'
0046     ACCEPT 10, NAM, (NA(I), I=1, NAM)
0047     DO 22 I=NAM+1, 9
0048 22   NA(I)="0
0049 221  TYPE*, 'ВЫВОД ТАБЛИЦЫ 1(1-ДА)'
0050     ACCEPT*, IRP
0051     IF(IRP.NE.1)GO TO 32

```

```

FORTRAN IV      U02.2
,LP1:=KAZPR

```

MON 04-SEP-89 17:20:50

PAGE 00

```

0053 23   OPEN(UNIT=1, NAME=NA, TYPE='OLD' )
0054     READ(1, *, END=30, ERR=30)N5
0055     PRINT 120
0056     PRINT 100
0057     PRINT 120
0058     N6=1
0059 25   READ(1, *, END=30, ERR=30)N, I, X, H, U, W, DT, TZ, PEF, F, AZ
0060     PRINT 110, N, I, X, H, U, W, DT
0061     N6=N6+1
0062     GOTO25
0063 30   CLOSE(UNIT=1)
0064     PRINT 120
0065     PRINT 120
0066     TYPE*, 'ПОВТОРИТЬ ВЫВОД ТАБЛИЦЫ 1(1-ДА)'
0067     ACCEPT*, IRP

0068     IF(IRP.EQ.1)GO TO 221
0070 32   TYPE*, 'ВЫВОД ТАБЛИЦЫ 2(1-ДА)'
0071     ACCEPT*, IRP
0072     IF(IRP.NE.1)GO TO 140
0074 33   OPEN(UNIT=1, NAME=NA, TYPE='OLD' )
0075     READ(1, *, END=40, ERR=40)N5
0076     PRINT 130
0077     PRINT 120
0078     IF(N6.LE.1)N6=900
0080     DO 35 I5=1, N6
0081     READ(1, *, END=40, ERR=40)N, I, X, H, U, W, DT, TZ, PEF, F, AZ
0082 35   PRINT 110, N, I, X, TZ, PEF, F, AZ
0083     PRINT 120
0084 40   CLOSE(UNIT=1)
0085 120  FORMAT(2X, 120(' *'))
0086 100  FORMAT(2X, ' : N : I : ' , X(I) , ' ,
*      '      H(I)      ' , ' , '      U(I)      ' , ' ,
*      '      W(I)      ' , ' , '      DT(I)      ' , ' )

```



```

0087 110  FORMAT(2X,'!',2(I3,1X),5(D20.12,1X))
0088 130  FORMAT(2X,'! N : I !',X(I) !,
*      '      TZ(I) !, ! П#(I) !'
*      '      # (I) !, ! AZ(I) !')
0089      TYPE*, 'ПОВТОРИТЬ ВЫВОД ТАБЛИЦЫ 2(1-ДА)'
0090      ACCEPT*, IRP
0091      IF(IRP.EQ.1)GO TO 32
0093 140  STOP
0094      END

```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 001164 (314. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
A	R*8	000274	AL	R*8	000230	AZ	R*8	001004
BET	R*8	000604	COB	R*4	001146	CX	R*8	000444
CO	R*8	000614	D	R*8	000314	DH	R*8	000454
DOB	R*8	001114	DT	R*8	001014	DTN	R*8	000624
DX	R*8	000324	E	R*8	000250	F	R*8	001024
FN	R*8	000634	FZN	R*8	000334	GOB	R*8	000304
GO	R*8	000210	H	R*8	001034	HN	R*8	000644
I	I*2	001136	ID	I*2	001152	IRP	I*2	001140
I1	R*8	000664	I5	I*2	001162	K0	R*8	000464
K1	R*8	000654	L	R*8	000344	LAM	R*8	000474
L0	R*8	000674	M	R*8	000354	MU	R*8	000504
M0	R*8	000704	M1	R*8	000364	N	I*2	001160
NAM	I*2	001134	N5	I*2	001154	N6	I*2	001156
P	R*8	000714	PEF	R*8	001044	PEFN	R*8	000374
PEI	R*8	000514	PEKI	R*8	000724	PEZKN	R*8	000524
PE2I	R*8	000734	PI	R*8	000404	Q	R*8	000534
RO0	R*8	000220	R0	R*8	000200	S	R*8	000544
TI	R*8	000744	TN	R*8	000414	TZ	R*8	001054
TZN	R*8	000554	U	R*8	001064	UN	R*8	000754
UZ	R*8	000240	W	R*8	001074	WB0	R*8	000564
WN	R*8	000764	W0	R*8	000424	W0	R*4	001142
X	R*8	001104	XN	R*8	000574	XZ	R*8	000774
XZN	R*8	000434	X1	R*8	001124			

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
C	R*8	*DATA	000000	000070 (28.)	(7)
K	R*8	*DATA	000070	000070 (28.)	(7)
NA	L*1	*DATA	000160	000017 (8.)	(15)

,LP1:=KAZU2

```
0001      DOUBLE PRECISION X,YG1(8)
0002      VIRTUAL XG(2000),YG(2000)
0003      BYTE NA(15)
0004  11     TYPE*, 'ЗАДАЙТЕ ИМЯ ФАЙЛА РЕЗУЛЬТАТОВ'
0005      ACCEPT I,NAM,(NA(I),I=1,NAM)
0006  1     FORMAT(0,30A1)
0007      DO 2 I=NAM+1,15
0008  2     NA(I)='0'
0009  21    OPEN (UNIT=1,NAME=NA,TYPE='OLD')
0010      READ (1,*,END=3,ERR=90)N5
0011      TYPE*, 'N5=',N5
0012  3     TYPE*, 'ЗАДАЙТЕ НОМЕР ГРАФИКА'
0013      ACCEPT*,NG
0014      IF (NG.LT.1.AND.NG.GT.8)GO TO 3
0015      I=1
0016      READ (1,*,END=41,ERR=90)N,I1,X,(YG1(K),K=1,8)
0017  31    XG(I)=X
0018      YG(I)=YG1(NG)
0019      TYPE*, I,X,YG(I)
0020      I=I+1
0021      GOTO 31
0022  41    N5=I-3
0023      CLOSE(UNIT=1)
0024  42    TYPE*, 'НОМЕР ПЕРА'
0025      ACCEPT*,NP
0026      CALL SETPEN(NP)
0027      CALL MMS
0028      CALL PAGE(200.,200.,0,0,1)
0029      CALL MNXVIR(YG,N5,YMIN,YMAX)
0030      CALL MNXVIR(XG,N5,XMIN,XMAX)
0031      CALL LIMITS(XMIN,XMAX,YMIN,YMAX)
0032      CALL REGION(10.,10.,180.,180.,0,0,0)
0033      CALL LINVIR(XG,YG,N5,3,50)
0034      GO TO(10,20,30,40,50,60,70,80),NG
0035  5     CALL ENDPG
0036      TYPE*, 'REPEAT(1-YES)'
0037      ACCEPT*,IRR
0038      IF(IRR.EQ.1)GOTO 42
0039      GO TO 100
0040  10    CALL AXES('РАДИУС РОТОРА X',15,0.,5,'ВМСОТА Н',8,0.,5,0)
0041      GO TO 5
0042  20    CALL AXES('РАДИУС РОТОРА X',15,0.,5,'РАДИАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ',
0043      * 19,0.,5,0)
0044      GO TO 5
0045  30    CALL AXES('РАДИУС РОТОРА X',15,0.,5,'РАДИАЛЬНОЕ УСКОРЕНИЕ',
0046      * 20,0.,5,0)
0047      GO TO 5
```

```

0048 40 CALL AXES('РАДИУС РОТОРА X',15,0.,5,'ВРЕМЯ ПРОХОДА ШАГА',1
      * 0.,5,0)
0049 GO TO 5
0050 50 CALL AXES('РАДИУС РОТОРА X',15,0.,5,'ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ',14,
      * 0.,5,0)
0051 GO TO 5
0052 60 CALL AXES('РАДИУС РОТОРА X',15,0.,5,'УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ',16,
      * 0.,5,0)
FORTRAN IV          U02.2          MON 04-SEP-89 16:46:29          PAGE 002
,LP1:=KAZV2
      * 0.,5,0)
0053 GO TO 5
0054 70 CALL AXES('РАДИУС РОТОРА X',15,0.,5,'УГОЛ ПОВОРОТА',13,
      * 0.,5,0)
0055 GO TO 5
0056 80 CALL AXES('РАДИУС РОТОРА X',15,0.,5,'РАБОТА',6,0.,5,0)
0057 GOTO 5
0058 90 TYPE*, 'ОШИБКА ЧТЕНИЯ'
0059 CLOSE(UNIT=1)
0060 100 TYPE*, 'ПРОДОЛЖИТЬ РАБОТУ(1-ДА)'
0061 ACCEPT*, IRP
0062 IF (IRP.NE.1) GO TO 150
0064 TYPE*, 'МЕНЯЕМ ИМЯ ФАЙЛА(1-ДА)'
0065 ACCEPT*, IRP
0066 IF (IRP.EQ.1) GO TO 11
0068 GO TO 21
0069 150 STOP
0070 END

```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT .MAIN.

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000210 (68. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
I	I*2	000140	IRP	I*2	000200	IRR	I*2	000176
I1	I*2	000150	K	I*2	000152	N	I*2	000146
NAM	I*2	000136	NG	I*2	000144	NP	I*2	000154
N5	I*2	000142	X	R*8	000126	XMAX	R*4	000172
XMIN	R*4	000166	YMAX	R*4	000162	YMIN	R*4	000156

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
NA	L*1	*DATA	000100	000017 (8.)	(15)
YG1	R*8	*DATA	000000	000100 (32.)	(8)

VIRTUAL ARRAYS, TOTAL SIZE = 00037200 (8000. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
XG	R*4	00000000	00017500 (4000.)	(2000)
YG	R*4	00017500	00017500 (4000.)	(2000)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
AXES	R*4	ENDPG	R*4	LIMITS	I*2	LINVIR	I*2	MMS	I*2
MINVIR	I*2	PAGE	R*4	REGION	R*4	SETPEN	R*4		


```
0001      SUBROUTINE LINVIR(X,Y,N,NM,JS)
0002      COMMON /GFTAB/IRDB(5),RDB(17)
0003      VIRTUAL X(N),Y(N)
0004      IF(IRDB(2).LT.2)GOTO 26
0006      IF(IRDB(3).LE.0)GOTO 26
0008      J=0
0009      XOR=RDB(7)
0010      YOR=RDB(8)
0011      XR=XOR+RDB(9)
0012      YR=YOR+RDB(10)
0013      M=IABS(N)
0014      K=0
0015      IS=1
0016      IF(JS.GE.0)K=1
0018      IST=IABS(JS)
0019      CALL WHERE(FX,FY,F)
0020      CALL TMF(X(1),Y(1),FX1,FY1)
0021      DF=AMAX1(ABS(FX1-FX),ABS(FY1-FY))
0022      CALL TMF(X(M),Y(M),FX1,FY1)
0023      DL=AMAX1(ABS(FX1-FX),ABS(FY1-FY))
0024      L=1
0025      INC=1
0026      IF(DF.LE.DL)GOTO 7
0028      L=M
0029      INC=-1
0030 7      DO 25 I=1,M
0031      CALL TMF(X(L),Y(L),FX,FY)
0032      L=L+INC
0033      IF(N.NE.0)GOTO 18
0035      FX=AMIN1(XR,AMAX1(XOR,FX))
0036      FY=AMIN1(YR,AMAX1(YOR,FY))
0037 18     CALL MOVE(FX,FY,J)
0038      IS=IS-1
0039      IF(IS.GT.0)GOTO 25
0041      CALL MARKER(NM)
0042      IS=IST
0043 25     J=K
0044      CALL MARKER(NM)
0045 26     RETURN
0046      END
```


FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT LINVIR

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000212 (69. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
DF	R*4	000070	DL	R*4	000074	F	R*4	000054
FX	R*4	000044	FX1	R*4	000060	FY	R*4	000050
FY1	R*4	000064	I	I*2	000104	INC	I*2	000102
IS	I*2	000040	IST	I*2	000042	J	I*2	000012
JS	I*2 @	000010	K	I*2	000036	L	I*2	000100
M	I*2	000034	N	I*2 @	000004	NM	I*2 @	000006
XOR	R*4	000014	XR	R*4	000024	YOR	R*4	000020
YR	R*4	000030						

COMMON BLOCK /GFTAB /, SIZE = 000116 (39. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
IRDB	I*2	000000	RDB	R*4	000012			

LOCAL AND COMMON ARRAYS:

NAME	TYPE	SECTION	OFFSET	SIZE	DIMENSIONS
IRDB	I*2	GFTAB	000000	000012 (5.)	(5)
RDB	R*4	GFTAB	000012	000104 (34.)	(17)

VIRTUAL ARRAYS, TOTAL SIZE = 00000000 (0. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	SIZE	DIMENSIONS
X	R*4 @	000000	**** (****)	(N)
Y	R*4 @	000002	**** (****)	(N)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
ABS	R*4	AMAX1	R*4	AMIN1	R*4	IABS	I*2	MARKER	I*2
MOVE	I*2	TMF	R*4	WHERE	R*4				

FORTRAN IV
,LP1:=GRD

V02.2

MON 04-SEP-89 17:04:02

PAGE 00

```
0001 ..... SUBROUTINE MNXVIR(A,N,RMN,RMX)
0002 ..... VIRTUAL A(1)
0003 ..... AMN=A(1)
0004 ..... AMX=A(1)
0005 ..... DO 2 I=2,N
0006 ..... R=A(I)
0007 ..... AMN=AMIN1(AMN,R)
0008 2 ..... AMX=AMAX1(AMX,R)
0009 ..... RMN=AMN
0010 ..... RMX=AMX
0011 ..... RETURN
0012 ..... END
```

FORTRAN IV STORAGE MAP FOR PROGRAM UNIT MNXVIR

LOCAL VARIABLES, .PSECT *DATA, SIZE = 000026 (11. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET	NAME	TYPE	OFFSET
AMN	R*4	000010	AMX	R*4	000014	I	I*2	000020
N	I*2 @	000002	R	R*4	000022	RMN	R*4 @	000004
RMX	R*4 @	000006						

VIRTUAL ARRAYS, TOTAL SIZE = 00000000 (0. WORDS)

NAME	TYPE	OFFSET	-----SIZE-----	DIMENSIONS
A	R*4 @	000000	00000004 (2.) (1)

SUBROUTINES, FUNCTIONS, STATEMENT AND PROCESSOR-DEFINED FUNCTIONS:

NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE	NAME	TYPE
AMAX1	R*4	AMIN1	R*4						

ПРИЛОЖЕНИЕ III

**Результаты численного моделирования процесса
вывода ОТС на орбиту**

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ
РАДИУС ЭКВАТОРА= 6370000.0000000000
УСКОРЕНИЕ СИЛЫ ПРИТЯЖЕНИЯ= 9.8140000000000000
G0/R0= 1.54065934006593400E-06
ПЛОТНОСТЬ АТМОСФЕРЫ= 1.2250000000000000
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСПОНЕНТЫ= 955.73600000000000
НАЧАЛЬНАЯ ОКРУЖНАЯ СКОРОСТЬ= 9683.600000000000
ПОСТОЯННАЯ ОРБИТА(ВЕТТА)= 1.499989425928231
НАЧАЛЬНАЯ УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ РОТОРА= 1.5201883E-03
ДЛИНА ЭЛЕМЕНТА= 1.0000000000000000
МАССА ЕДИНИЦЫ ДЛИНЫ РОТОРА= 25.00000000000000
МАССА ЕДИНИЦЫ ДЛИНЫ ОБЕЛОЧКИ= 5.0000000000000000
МАССА ЭЛЕМЕНТА РОТОР-ОБЕЛОЧКА= 30.00000000000000
КОЭФФИЦИЕНТ УПРУГОСТИ РОТОРА=
C(1)= 0.423860+02
C(3)= 0.339090+02
C(5)= 0.254320+02
C(7)= 0.169540+02
МОДУЛЬ ЮНГА= 216000000000.0000
ПЛОЩАДЬ СЕЧЕНИЯ РОТОРА= 7.8539815000000000E-03
ДЛИНА РОТОРА= 40023889.72400000
ЖЕСТКОСТЬ ОБЕЛОЧКИ= 21.19309262166405
ЖЕСТКОСТЬ РОТОР-ОБЕЛОЧКИ= 63.57928
K(1)= 0.167230-05
K(3)= 0.133790-05
K(5)= 0.100340-05
K(7)= 0.668940-06
КОЭФФИЦИЕНТ ЛОБОВОГО СОПРОТ.ЦИЛ.= 2.7300001084804535E-02
КОЭФФИЦИЕНТ F= 7100.957782166699

		X(I)	H(I)	U(I)	M(I)	DT(I)
1	1	0.100000000000000+01	0.000000000000000+00	0.000000000000000+00	0.1509846091270+01	0.000000000000000+00
1	2	0.1000156985870+01	0.100000000000000+04	0.7001457431220+02	-0.2254579822920+01	0.1428274055540+02
1	3	0.1000313971740+01	0.200000000000000+04	0.1970020143970+02	0.2123366759910+01	0.5076090227100+02
1	4	0.1000470957610+01	0.300000000000000+04	0.6804447204560+02	-0.8515912140730+00	0.1469627098190+02
1	5	0.1000627943490+01	0.400000000000000+04	0.5405634330600+02	0.6466519060820+00	0.1849921653670+02
1	6	0.1000784929360+01	0.500000000000000+04	0.6489233159300+02	0.2125219643060+00	0.1541014131330+02
1	7	0.1000941915230+01	0.600000000000000+04	0.6805353884370+02	0.3261931312160+00	0.1469431299220+02
1	8	0.1001098901100+01	0.700000000000000+04	0.7265601939250+02	0.3612329675140+00	0.1376348454490+02
1	9	0.1001255886970+01	0.800000000000000+04	0.7743766914250+02	0.4023939543710+00	0.1291361182580+02
1	10	0.1001412872840+01	0.900000000000000+04	0.8244156842010+02	0.4469369068450+00	0.1212980319470+02
1	11	0.1001569858710+01	0.100000000000000+05	0.8766823284530+02	0.4946621078370+00	0.1140664032510+02
1	12	0.1001726844580+01	0.110000000000000+05	0.9311433695980+02	0.5454495302330+00	0.1073948473080+02
1	13	0.1001883830460+01	0.120000000000000+05	0.9877456814140+02	0.5991448772840+00	0.1012406349950+02
1	14	0.1002040816330+01	0.130000000000000+05	0.1046419857990+03	0.6555457352740+00	0.9556393567660+01
1	15	0.1002197802200+01	0.140000000000000+05	0.11070808851030+03	0.7143975403330+00	0.9032763949140+01
1	16	0.1002354788070+01	0.150000000000000+05	0.1169629012660+03	0.7753992497090+00	0.8549719519430+01
1	17	0.1002511773940+01	0.160000000000000+05	0.1233951601720+03	0.8382088722360+00	0.8104045560690+01
1	18	0.1002668759810+01	0.170000000000000+05	0.1299924290110+03	0.9024505932520+00	0.7692755705940+01
1	19	0.1002825745680+01	0.180000000000000+05	0.1367413016670+03	0.9677219226870+00	0.7313079426700+01
1	20	0.1002982731550+01	0.190000000000000+05	0.1436275725250+03	0.1033605219320+01	0.6962451445940+01
1	21	0.1003139717430+01	0.200000000000000+05	0.1506364682060+03	0.1099675540520+01	0.6638498710880+01
1	22	0.1003296703300+01	0.210000000000000+05	0.1577528213780+03	0.1165510268750+01	0.6339030041180+01
1	23	0.1003453689170+01	0.220000000000000+05	0.1649613140760+03	0.1230699420140+01	0.6062027364420+01
1	24	0.1003610675040+01	0.230000000000000+05	0.1722466167480+03	0.1294853059750+01	0.5805629270050+01
1	25	0.1003767660910+01	0.240000000000000+05	0.1795936008400+03	0.1357607706890+01	0.5568126880580+01
1	26	0.1003924646780+01	0.250000000000000+05	0.1869875620290+03	0.1418634135990+01	0.5347949292190+01
1	27	0.1004081632650+01	0.260000000000000+05	0.19441421400560+03	0.1477640545820+01	0.5143656830100+01
1	28	0.1004238618520+01	0.270000000000000+05	0.2018599498110+03	0.1534375166840+01	0.4953929696970+01
1	29	0.1004395604400+01	0.280000000000000+05	0.2093118730040+03	0.1588629403670+01	0.4777359847160+01
1	30	0.1004552590270+01	0.290000000000000+05	0.2167579100210+03	0.1640237711810+01	0.4613441788150+01
1	31	0.1004709576140+01	0.300000000000000+05	0.2241868446800+03	0.1689075066000+01	0.4460565031940+01
1	32	0.1004866562010+01	0.310000000000000+05	0.2315883645860+03	0.1735058198930+01	0.4318006225340+01
1	33	0.1005023547880+01	0.320000000000000+05	0.2389530611250+03	0.1778140195670+01	0.4184922324450+01
1	34	0.1005180533750+01	0.330000000000000+05	0.2462724758150+03	0.1818309138720+01	0.4060543090290+01
1	35	0.1005337519620+01	0.340000000000000+05	0.2535390307820+03	0.1855583466240+01	0.3944165901850+01
1	36	0.1005494505490+01	0.350000000000000+05	0.2607460287620+03	0.1890009255900+01	0.3835149492970+01
1	37	0.1005651491370+01	0.360000000000000+05	0.2678876530990+03	0.1921654655050+01	0.3732900136790+01
1	38	0.1005808477240+01	0.370000000000000+05	0.2749588982260+03	0.1950607872960+01	0.3636907212140+01
1	39	0.1005965463110+01	0.380000000000000+05	0.2819555001410+03	0.1976972005950+01	0.3546658956830+01
1	40	0.1006122448980+01	0.390000000000000+05	0.2888739132320+03	0.2000862518040+01	0.3461717912880+01
1	41	0.1006279434850+01	0.400000000000000+05	0.2957112871080+03	0.2022403072110+01	0.3381676803000+01
1	42	0.1006436420720+01	0.410000000000000+05	0.3024653275500+03	0.2041723905200+01	0.3306164075400+01
1	43	0.1006593406590+01	0.420000000000000+05	0.3091343196870+03	0.2058957635190+01	0.3234839797190+01
1	44	0.1006750392460+01	0.430000000000000+05	0.3157170353010+03	0.2074238836250+01	0.3167393229340+01
1	45	0.1006907378340+01	0.440000000000000+05	0.3222127096520+03	0.2087700605980+01	0.3103539897850+01
1	46	0.1007064364210+01	0.450000000000000+05	0.3286209487850+03	0.2099473994800+01	0.3043019636140+01
1	47	0.1007221350080+01	0.460000000000000+05	0.3349417758730+03	0.2109686230710+01	0.2985593533070+01
1	48	0.1007378335950+01	0.470000000000000+05	0.3411754226540+03	0.2118460124900+01	0.2931043485550+01
1	49	0.1007535321820+01	0.480000000000000+05	0.3473224916520+03	0.2125912804430+01	0.2879168565340+01
1	50	0.1007692307690+01	0.490000000000000+05	0.3533837244320+03	0.2132155700850+01	0.2829785105710+01
1	51	0.1007849293560+01	0.500000000000000+05	0.3593600942990+03	0.2137293809920+01	0.2782724113960+01
1	52	0.1008006279430+01	0.510000000000000+05	0.3652527831220+03	0.2141425746960+01	0.2737829925490+01
1	53	0.1008163265310+01	0.520000000000000+05	0.3710630191200+03	0.2144643498810+01	0.2694960016150+01
1	54	0.1008320251180+01	0.530000000000000+05	0.3767922159020+03	0.2147032622150+01	0.2653982640290+01
1	55	0.1008477237050+01	0.540000000000000+05	0.3824418566000+03	0.2148672227860+01	0.2614776554250+01
1	56	0.1008634222920+01	0.550000000000000+05	0.3880134475180+03	0.2149635294490+01	0.2577230264560+01
1	57	0.1008791208790+01	0.560000000000000+05	0.3935086340060+03	0.2149988847260+01	0.2541240302200+01
1	58	0.1008948194660+01	0.570000000000000+05	0.3989290150640+03	0.2149794318310+01	0.2506711625980+01
1	59	0.1009105180530+01	0.580000000000000+05	0.4042762592140+03	0.2149107681030+01	0.2473556082520+01

1	60	0.1009262166410+01	0.59000000000000+05	0.4095519886320+03	0.2147980005610+01	0.2441692453600+01
1	61	0.1009419152280+01	0.60000000000000+05	0.4147579181880+03	0.2146457621890+01	0.2411044988290+01
1	62	0.1009576138150+01	0.61000000000000+05	0.4198956700570+03	0.2144582541110+01	0.2381543967490+01
1	63	0.1009733124020+01	0.62000000000000+05	0.4249669127680+03	0.2142392713330+01	0.2353124372680+01
1	64	0.1009890109890+01	0.63000000000000+05	0.4299733148220+03	0.2139922389960+01	0.2325725726520+01
1	65	0.1010047095760+01	0.64000000000000+05	0.4349163593720+03	0.2137202419950+01	0.2299292676510+01
1	66	0.1010204081630+01	0.65000000000000+05	0.4397976685870+03	0.2134260645550+01	0.2273772853810+01
1	67	0.1010361067500+01	0.66000000000000+05	0.4446187719440+03	0.2131121606500+01	0.2249117813060+01
1	68	0.1010518053380+01	0.67000000000000+05	0.4493811989230+03	0.2127987916570+01	0.2225282237880+01
1	69	0.1010675039250+01	0.68000000000000+05	0.4540863399600+03	0.2124339420120+01	0.2202224361320+01
1	70	0.1010832025120+01	0.69000000000000+05	0.4587357245330+03	0.2120733939690+01	0.2179904346930+01
1	71	0.1010989010990+01	0.70000000000000+05	0.4633306503820+03	0.2117007357250+01	0.2158205878940+01
1	72	0.1011145996860+01	0.71000000000000+05	0.4678724615950+03	0.2113173857650+01	0.2137334598920+01
1	73	0.1011302982730+01	0.72000000000000+05	0.4723628486080+03	0.2109246847640+01	0.2117017962050+01
1	74	0.1011459968600+01	0.73000000000000+05	0.4768020701160+03	0.2105235146970+01	0.2097306330400+01
1	75	0.1011616954470+01	0.74000000000000+05	0.4811933238590+03	0.2101151109190+01	0.2078171139510+01
1	76	0.1011773940350+01	0.75000000000000+05	0.4855345148830+03	0.2097002775880+01	0.2059585815940+01
1	77	0.1011930926220+01	0.76000000000000+05	0.4898297091860+03	0.2092797984350+01	0.2041525822640+01
1	78	0.1012087912090+01	0.77000000000000+05	0.4940790191180+03	0.2088543681510+01	0.2023967748690+01
1	79	0.1012244897960+01	0.78000000000000+05	0.4982836833740+03	0.2084246804500+01	0.2006889235830+01
1	80	0.1012401883830+01	0.79000000000000+05	0.5024444352600+03	0.2079910389020+01	0.1990269828510+01
1	81	0.1012558869700+01	0.80000000000000+05	0.5065525344290+03	0.2075541639250+01	0.1974089933690+01
1	82	0.1012715855570+01	0.81000000000000+05	0.5106388741840+03	0.2071143995560+01	0.1958331123140+01
1	83	0.1012872841440+01	0.82000000000000+05	0.5146744278320+03	0.2066721196740+01	0.1942975881300+01
1	84	0.1013029827320+01	0.83000000000000+05	0.5186700296330+03	0.2062276543950+01	0.1928000064600+01
1	85	0.1013186813190+01	0.84000000000000+05	0.5226265601960+03	0.2057812945530+01	0.1913412130500+01
1	86	0.1013343799060+01	0.85000000000000+05	0.5265449001310+03	0.2053332963600+01	0.1899173270410+01
1	87	0.1013500784930+01	0.86000000000000+05	0.5304258836990+03	0.2048838851270+01	0.1885277530250+01
1	88	0.1013657770800+01	0.87000000000000+05	0.5342702061170+03	0.2044332593440+01	0.1871712082300+01
1	89	0.1013814756670+01	0.88000000000000+05	0.5380787479950+03	0.2039815934440+01	0.1858464032870+01
1	90	0.1013971742540+01	0.89000000000000+05	0.5418521582030+03	0.2035290408370+01	0.1845521854740+01
1	91	0.1014128728410+01	0.90000000000000+05	0.5455911783060+03	0.2030757360800+01	0.1832874210140+01
1	92	0.1014285714290+01	0.91000000000000+05	0.5492965035230+03	0.2026217974770+01	0.1820510404830+01
1	93	0.1014442700160+01	0.92000000000000+05	0.5529687827220+03	0.2021673288290+01	0.1808420350740+01
1	94	0.1014599686030+01	0.93000000000000+05	0.5566087111220+03	0.2017124212890+01	0.1796594232210+01
1	95	0.1014756671900+01	0.94000000000000+05	0.5602168448970+03	0.2012571543750+01	0.1785023083670+01
1	96	0.1014913657770+01	0.95000000000000+05	0.5637937865690+03	0.2008015983400+01	0.1773698156710+01
1	97	0.1015070643640+01	0.96000000000000+05	0.5673401850070+03	0.2003458144050+01	0.1762618910400+01
1	98	0.1015227629510+01	0.97000000000000+05	0.5708565963870+03	0.1998898562810+01	0.1751753428670+01
1	99	0.1015384615380+01	0.98000000000000+05	0.5743434841860+03	0.1994337709220+01	0.1741118385660+01
1	100	0.1015541601260+01	0.99000000000000+05	0.5778014972750+03	0.1989775994900+01	0.1730698180460+01
2	100	0.1015541601260+01	0.99000000000000+05	0.5778014972750+03	0.4373353471720+01	0.0000000000000+00
2	101	0.1015855573000+01	0.10100000000000+06	0.5927300934130+03	0.4363361804720+01	0.3374217071530+01
2	102	0.10161695444740+01	0.10300000000000+06	0.6072573171780+03	0.4352680783750+01	0.3293496749160+01
2	103	0.1016483516480+01	0.10500000000000+06	0.6214113480380+03	0.4342410390670+01	0.3218480007350+01
2	104	0.1016797488230+01	0.10700000000000+06	0.6352170748140+03	0.4331950607420+01	0.3148529973920+01
2	105	0.1017111459970+01	0.10900000000000+06	0.6486968835090+03	0.4321501415940+01	0.3083104067310+01
2	106	0.1017425431710+01	0.11100000000000+06	0.6618706573500+03	0.4311062798220+01	0.3021738420480+01
2	107	0.1017739403450+01	0.11300000000000+06	0.6747563793030+03	0.4300634736290+01	0.2964032740330+01
2	108	0.1018053375200+01	0.11500000000000+06	0.6873702711160+03	0.4290217212200+01	0.2909639948130+01
2	109	0.1018367346940+01	0.11700000000000+06	0.6997270250580+03	0.4279810200040+01	0.2858257475240+01
2	110	0.1018681318680+01	0.11900000000000+06	0.7118401283510+03	0.4269413700590+01	0.2809619632760+01
2	111	0.1018995290420+01	0.12100000000000+06	0.7237218168300+03	0.4259027688090+01	0.2763492758530+01
2	112	0.1019309262170+01	0.12300000000000+06	0.7353833066740+03	0.4248652136670+01	0.2719670111970+01
2	113	0.1019623233910+01	0.12500000000000+06	0.7468349798000+03	0.4238287033900+01	0.2677967762750+01
2	114	0.1019937205650+01	0.12700000000000+06	0.7580863375190+03	0.4227932362060+01	0.2638221929370+01
2	115	0.1020251177390+01	0.12900000000000+06	0.7691462786170+03	0.4217588103470+01	0.2600285609650+01

1	2	K(I)	TZ(I)	Π(I)	Φ(I)	AZ(I)
1	1	0.100000000000000D+01	0.000000000000000D+00	0.152020000000000D-02	0.000000000000000D+00	0.000000000000000D+00
1	2	0.100015698587D+01	0.236045675924D+00	0.151971119922D-02	0.217056407776D-01	0.141096236812D+06
1	3	0.100031397174D+01	0.108406071377D+01	0.151923424004D-02	0.988233415630D-01	0.150710577855D+06
1	4	0.100047095761D+01	0.132899856347D+01	0.151875750536D-02	0.121143413418D+00	0.249430225020D+06
1	5	0.100062794349D+01	0.163731883908D+01	0.151828099505D-02	0.149230422308D+00	0.303053210610D+06
1	6	0.100078492936D+01	0.189415452764D+01	0.151780470896D-02	0.172620007360D+00	0.369562791554D+06
1	7	0.100094191523D+01	0.213905974418D+01	0.151732864695D-02	0.194916109410D+00	0.432518999603D+06
1	8	0.100109890110D+01	0.236845115326D+01	0.151685280888D-02	0.215793289602D+00	0.494280839630D+06
1	9	0.100125588697D+01	0.258367801702D+01	0.151637719462D-02	0.235375196075D+00	0.554664742014D+06
1	10	0.100141287284D+01	0.278584140360D+01	0.151590180401D-02	0.253762786620D+00	0.613559312567D+06
1	11	0.100156985871D+01	0.297595207568D+01	0.151542656369D-02	0.271048713206D+00	0.670899148734D+06
1	12	0.100172684458D+01	0.315494348785D+01	0.151495169322D-02	0.287318513783D+00	0.726562448538D+06
1	13	0.100188383046D+01	0.332367787952D+01	0.151447697275D-02	0.302651174824D+00	0.780472038904D+06
1	14	0.100204081633D+01	0.348295110565D+01	0.151400247539D-02	0.317119578341D+00	0.832546819113D+06
1	15	0.100219780220D+01	0.363349717147D+01	0.151352820098D-02	0.330790921311D+00	0.882713325307D+06
1	16	0.100235478807D+01	0.377599249679D+01	0.151305414940D-02	0.343727109906D+00	0.930907124848D+06
1	17	0.100251177394D+01	0.391105992280D+01	0.151258032050D-02	0.355985129738D+00	0.977074044780D+06
1	18	0.100266875981D+01	0.403927251790D+01	0.151210671414D-02	0.367617397291D+00	0.102117118653D+07
1	19	0.100282574568D+01	0.416115717501D+01	0.151163333018D-02	0.378672091899D+00	0.106316772616D+07
1	20	0.100298273155D+01	0.427719803245D+01	0.151116016849D-02	0.389193471199D+00	0.110304536893D+07
1	21	0.100313971743D+01	0.438703967763D+01	0.151068722892D-02	0.399222166421D+00	0.114079856831D+07
1	22	0.100329670330D+01	0.449349019165D+01	0.151021451134D-02	0.408795462785D+00	0.117643445624D+07
1	23	0.100345368917D+01	0.459452398105D+01	0.150974201560D-02	0.417947560196D+00	0.120997246412D+07
1	24	0.100361067504D+01	0.469128446890D+01	0.150926974157D-02	0.426709820786D+00	0.124144372133D+07
1	25	0.100376766091D+01	0.478408865837D+01	0.150879768911D-02	0.435110997768D+00	0.127089026164D+07
1	26	0.100392464678D+01	0.487321987192D+01	0.150832585809D-02	0.443177447973D+00	0.129836399552D+07
1	27	0.100408163265D+01	0.495894668575D+01	0.150785424834D-02	0.450933332776D+00	0.132392558740D+07
1	28	0.100423861852D+01	0.504151218070D+01	0.150738285975D-02	0.458400001490D+00	0.134764325416D+07
1	29	0.100439560440D+01	0.512113817815D+01	0.150691159218D-02	0.465600162284D+00	0.136959147229D+07
1	30	0.100455259027D+01	0.519802887462D+01	0.150644074549D-02	0.472550038970D+00	0.138984968274D+07
1	31	0.100470957614D+01	0.527237162515D+01	0.150597001953D-02	0.479267316178D+00	0.140850107777D+07
1	32	0.100486656201D+01	0.534433839558D+01	0.150554995141D-02	0.485768272453D+00	0.142563134761D+07
1	33	0.100502354788D+01	0.541408710098D+01	0.150508292292D-02	0.492066702874D+00	0.144132758987D+07
1	34	0.100518053375D+01	0.548176281916D+01	0.150465916472D-02	0.498176030194D+00	0.145567725963D+07
1	35	0.100533751962D+01	0.554749891752D+01	0.150420893203D-02	0.504108400004D+00	0.146876725878D+07
1	36	0.100549450549D+01	0.561141807574D+01	0.150376196902D-02	0.509875014319D+00	0.148068310681D+07
1	37	0.100565149137D+01	0.567363321135D+01	0.150331502916D-02	0.515406136274D+00	0.149150027875D+07
1	38	0.100580847724D+01	0.573424833155D+01	0.150288110697D-02	0.520951248029D+00	0.150132360327D+07
1	39	0.100596546311D+01	0.579335931416D+01	0.150242121419D-02	0.526279082177D+00	0.151020681612D+07
1	40	0.100612244898D+01	0.585105461271D+01	0.150194339647D-02	0.531477694194D+00	0.151823218906D+07
1	41	0.100627943485D+01	0.590741589276D+01	0.150147487034D-02	0.536554520590D+00	0.152547028392D+07
1	42	0.100643642072D+01	0.596251862735D+01	0.15010080655343D-02	0.541516433342D+00	0.153198775534D+07
1	43	0.100659340659D+01	0.601643262397D+01	0.150053847552D-02	0.546369787952D+00	0.153784727939D+07
1	44	0.100675039246D+01	0.606922251113D+01	0.149987060676D-02	0.551120467957D+00	0.154310749485D+07
1	45	0.100690737834D+01	0.612094817609D+01	0.149940295672D-02	0.555773934356D+00	0.154782304752D+07

1	46	0.100706436421D+01	0.617166617003D+01	0.149893552536D-02	0.560335215093D+00	0.155204465165D+07
1	47	0.100722135008D+01	0.622142506225D+01	0.149846831254D-02	0.564809032396D+00	0.155581920452D+07
1	48	0.100737833595D+01	0.627027578781D+01	0.149800131813D-02	0.569199739401D+00	0.155918991911D+07
1	49	0.100753532182D+01	0.631826192976D+01	0.149753454200D-02	0.573511393780D+00	0.156219649448D+07
1	50	0.100769230769D+01	0.636542501486D+01	0.149706798400D-02	0.577747774463D+00	0.156487528672D+07
1	51	0.100784929356D+01	0.641180375009D+01	0.149660164401D-02	0.581912403947D+00	0.156725950197D+07
1	52	0.100800627943D+01	0.645743424885D+01	0.149613552187D-02	0.586008558551D+00	0.156937938785D+07
1	53	0.100816326531D+01	0.650235024912D+01	0.149566861747D-02	0.590079338368D+00	0.157126343234D+07
1	54	0.100832025118D+01	0.654658329312D+01	0.149520339306D-02	0.594000758364D+00	0.157293355666D+07
1	55	0.100847723705D+01	0.659016290236D+01	0.149473846131D-02	0.597915990727D+00	0.157441530063D+07
1	56	0.100863422292D+01	0.663311674018D+01	0.149427320920D-02	0.601767076065D+00	0.157572804668D+07
1	57	0.100879120879D+01	0.667547074514D+01	0.149380817444D-02	0.605563202402D+00	0.157689011841D+07
1	58	0.100894819466D+01	0.671724927224D+01	0.149334335666D-02	0.609306583556D+00	0.157791802843D+07
1	59	0.100910518053D+01	0.675847520695D+01	0.149287875579D-02	0.612999382883D+00	0.157882650205D+07
1	60	0.100926216641D+01	0.679917000117D+01	0.149241437170D-02	0.616643319792D+00	0.157962913247D+07
1	61	0.100941915228D+01	0.683935416431D+01	0.149195020426D-02	0.620240470854D+00	0.158033752290D+07
1	62	0.100957613815D+01	0.687904656377D+01	0.149148625333D-02	0.623792518944D+00	0.158096241617D+07
1	63	0.100973312402D+01	0.691826530831D+01	0.149102251878D-02	0.627301000373D+00	0.158151331655D+07
1	64	0.100989010989D+01	0.695702739875D+01	0.149055900047D-02	0.630767711787D+00	0.158199870074D+07
1	65	0.101004709576D+01	0.699534894335D+01	0.149009569828D-02	0.634193877913D+00	0.158243611987D+07
1	66	0.101020408163D+01	0.703324515759D+01	0.148963261206D-02	0.637580964109D+00	0.158280229280D+07
1	67	0.101036106750D+01	0.7070730845448D+01	0.148916974168D-02	0.640930282301D+00	0.158313319309D+07
1	68	0.101051805338D+01	0.710781849178D+01	0.148870700700D-02	0.644243075740D+00	0.158342412480D+07
1	69	0.101067503925D+01	0.714452223113D+01	0.148824464790D-02	0.647520524359D+00	0.158367979390D+07
1	70	0.101083202512D+01	0.718085397025D+01	0.148778242424D-02	0.650763747733D+00	0.158390437115D+07
1	71	0.101098901099D+01	0.721682540156D+01	0.148732041588D-02	0.653973810384D+00	0.158410155112D+07
1	72	0.101114599686D+01	0.725244764488D+01	0.148685862269D-02	0.657151724762D+00	0.158427460271D+07
1	73	0.101130298273D+01	0.728773127758D+01	0.148639704454D-02	0.660298454004D+00	0.158442641654D+07
1	74	0.101145996860D+01	0.732268630308D+01	0.148593568130D-02	0.6634114916314D+00	0.158455954660D+07
1	75	0.101161695447D+01	0.735732256874D+01	0.148547453282D-02	0.666501986617D+00	0.158467624024D+07
1	76	0.101177394035D+01	0.739164899901D+01	0.148501359899D-02	0.669560499562D+00	0.158477851145D+07
1	77	0.101193092622D+01	0.742567442939D+01	0.148455287965D-02	0.672591252601D+00	0.158486809112D+07
1	78	0.101208791209D+01	0.745940722520D+01	0.148409237469D-02	0.675595007703D+00	0.158494653361D+07
1	79	0.101224489796D+01	0.749285537913D+01	0.148363200397D-02	0.678572492963D+00	0.158501520116D+07
1	80	0.101240188383D+01	0.752602654294D+01	0.148317200735D-02	0.681524405459D+00	0.158507529287D+07
1	81	0.101255886970D+01	0.755892804183D+01	0.148271214470D-02	0.684461412579D+00	0.158512786366D+07
1	82	0.101271585557D+01	0.759156689388D+01	0.148225249590D-02	0.687354153774D+00	0.158517384118D+07
1	83	0.101287284144D+01	0.762394982524D+01	0.148179306080D-02	0.690233241952D+00	0.158521404007D+07
1	84	0.101302982732D+01	0.765608329298D+01	0.148133363927D-02	0.693088926554D+00	0.158524917907D+07
1	85	0.101318681319D+01	0.768797349516D+01	0.148087483119D-02	0.695922789406D+00	0.158527988485D+07
1	86	0.101334379906D+01	0.771962638300D+01	0.148041683642D-02	0.698734355972D+00	0.158530671032D+07
1	87	0.101350078493D+01	0.775104767517D+01	0.147995745483D-02	0.701524486507D+00	0.158533013996D+07
1	88	0.101365777080D+01	0.778224287654D+01	0.147949908628D-02	0.704293682023D+00	0.158535059867D+07
1	89	0.101381475667D+01	0.781321727709D+01	0.147904093065D-02	0.707042427195D+00	0.158536845894D+07
1	90	0.101397174254D+01	0.784397597467D+01	0.147858298780D-02	0.709771184413D+00	0.158538404718D+07
1	91	0.101412872841D+01	0.787452387817D+01	0.147812525760D-02	0.712480402077D+00	0.158539764942D+07
1	92	0.101428571429D+01	0.790486571825D+01	0.147766773992D-02	0.715170511573D+00	0.158540951609D+07
1	93	0.101444270016D+01	0.793500685743D+01	0.147721043462D-02	0.717841920885D+00	0.158541986547D+07
1	94	0.101459968603D+01	0.796494929463D+01	0.147675334159D-02	0.720495055521D+00	0.158542889245D+07
1	95	0.101475667190D+01	0.799469967936D+01	0.147629646067D-02	0.723130278782D+00	0.158543676194D+07
1	96	0.101491365777D+01	0.802426131530D+01	0.147583979175D-02	0.725747973100D+00	0.158544362179D+07
1	97	0.101507064364D+01	0.805363816381D+01	0.147538333469D-02	0.728348499863D+00	0.158544960041D+07
1	98	0.101522762951D+01	0.808293405429D+01	0.147492708937D-02	0.730932200448D+00	0.158545481005D+07
1	99	0.101538461538D+01	0.811185269405D+01	0.147447105564D-02	0.733499437113D+00	0.158545934980D+07
2	100	0.101554160126D+01	0.814069766372D+01	0.147401523338D-02	0.736050512595D+00	0.158546330238D+07
2	101	0.101554160126D+01	0.814069766372D+01	0.000000000000D+00	0.736050512595D+00	0.158546330238D+07
2	102	0.101555557300D+01	0.819693461492D+01	0.147310422275D-02	0.741021006011D+00	0.158546330238D+07
2	103	0.101616954474D+01	0.825182622740D+01	0.147219408543D-02	0.745869752350D+00	0.158546330238D+07
2	104	0.101648351648D+01	0.830546756886D+01	0.147128473339D-02	0.750605053850D+00	0.158546330238D+07
2	105	0.101679748823D+01	0.835794306042D+01	0.147037625256D-02	0.755234576554D+00	0.158546330238D+07
2	106	0.101711145997D+01	0.840932812821D+01	0.146946861292D-02	0.759765101211D+00	0.158546330238D+07
2	107	0.101742543171D+01	0.845969043535D+01	0.146856181342D-02	0.764202710978D+00	0.158546330238D+07
2	108	0.101773940345D+01	0.850909098103D+01	0.146765585304D-02	0.768552890087D+00	0.158546330238D+07
2	109	0.101805337520D+01	0.855758498016D+01	0.146675073074D-02	0.772820607390D+00	0.158546330238D+07
2	110	0.101836734694D+01	0.860522260476D+01	0.146584644547D-02	0.777010373958D+00	0.158546330238D+07
2	111	0.101868131858D+01	0.865204959863D+01	0.146494299622D-02	0.781126306561D+00	0.158546330238D+07
2	112	0.101899529042D+01	0.869810781127D+01	0.1464040308195D-02	0.785172171555D+00	0.158546330238D+07
2	113	0.101930926217D+01	0.874343564647D+01	0.146313860163D-02	0.789151425879D+00	0.158546330238D+07
2	114	0.101962323391D+01	0.878806844252D+01	0.146223765424D-02	0.793067251179D+00	0.158546330238D+07
2	115	0.101993720565D+01	0.883203880000D+01	0.146133753874D-02	0.796922583920D+00	0.158546330238D+07
2	116	0.102025117739D+01	0.887537690150D+01	0.146043825413D-02	0.800720140496D+00	0.158546330238D+07
2	117	0.102056514914D+01	0.891811069393D+01	0.145953979936D-02	0.804462440745D+00	0.158546330238D+07
2	118	0.102087912088D+01	0.896026616884D+01	0.145864217343D-02	0.808151825958D+00	0.158546330238D+07
2	119	0.102119309262D+01	0.900186752261D+01	0.145774537531D-02	0.811790476822D+00	0.158546330238D+07
2	120	0.102150706436D+01	0.904293733593D+01	0.145684940399D-02	0.815380428805D+00	0.158546330238D+07

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

Руководство по эксплуатации программы вывода результатов моделирования

п.6.1. Описание работы с программой GRAF2 программного комплекса "ACCELERATION"

Программа GRAF2 предназначена для вычерчивания графиком по данным, полученным программами комплекса "ACCELERATION".

Диалог с программой GRAF2 приведен в таблице 1.

Таблица 1.

№ пп	Запрос программы	! Ответ или действие оператора
1.	Имя файла данных	OTC. DAT <input type="checkbox"/>
2.	Номер столбца?	1 <input type="checkbox"/> (любое число от 2 до 9)
3.	Номер пера	1 <input type="checkbox"/> (любое число от 1 до 3)
4.	Имя выводного файла	XY? - вывод графика на графопостроитель OTCG1.DAT - вывод графика в виде файла с именем OTCG1.DAT,
5.	Повтор (с рисов. осей-1 без осей-2)	1 <input type="checkbox"/> - повторить вывод графика 2 <input type="checkbox"/> - повторный вывод графика без рисования осей
6.	Продолжить работу с изменением поля вывода - 1	1 <input type="checkbox"/> - переход к п.1 2 <input type="checkbox"/> - переход к п.1 любое число <input type="checkbox"/> - переход к п.7
7.	STOP	

п.6.2. Описание работы с программой KAZV2 программного комплекса "EXTENSION"

Последовательность запросов и возможные ответы для работы с программой KAZV2 предназначенной для вывода результатов моделирования в виде графиков, приведена в таблице 2.

Таблица 2

№ пп	Запрос программы	Ответ или действие оператора
1.	Задайте имя файла результата	ОТС. DAT BK (Задается имя файла на котором хранятся результаты моделирования)
2.	Задайте номер графика	I BK (Задается любое число от 1 до 8)
3.	Номер пера	I BK (Задается любое число от 1 до 3)
4.	Имя выводного файла	XU: BK (Вывод графика на графопроектор) ОТС. 680 BK (Вывод графика в виде графического файла на MD).
5.	Повтор (I-ДА)	I BK (Повторный вывод графика, переход к п.3) любое число (BK)
6.	Продолжить работу (I-ДА)	I BK (переход к п.7) любое число BK (переход к п.8)
7.	Меняем имя файла (I-ДА)	I BK (Переход к п.1) любое число BK (переход к п.2)
8.	STOP	Останов работы программы

п.6.3. Описание работы с программой KAZPR программного комплекса "EXTENSION"

Диалог с программой KAZPR, осуществляющей последовательный вывод результатов моделирования в виде таблиц на устройство печати, приведен в таблице 3.

Таблица 3

№ пп	Запрос программы	! Ответ или действие оператора
1.	Вывод исходных данных (I-ДА)	I BK (Распечатка исходных данных для моделирования) любое число BK (Переход к п.2)
2.	Имя файла результатов	OTS .DAT BK (Задается имя файла на MD, где хранятся результаты моделирования)
3.	Вывод таблицы 1 (I-ДА)	I BK (Выводится на принтер таблица 1) любое число BK (переход к п.5)
4.	Повторить вывод таблицы 1 (I-ДА)	I BK (Выводится на принтер таблица 1) любое число BK (Переход к п.5)
5.	Вывод таблицы 2 (I-ДА)	I BK (Выводится на принтер таблица 2) любое число BK (Переход к п.6)
6.	Повторить вывод таблицы 2 (I-ДА)	I BK (Переход к п.5) любое число BK (переход к п.7)
7.	STOP	Останов программы