

Ордена Ленина

ИАЭ-3088 ✓

Институт атомной энергии

им. И. В. Курчатова

СЧ 8004242

А. И. Мысенков

**Мост-7 — программа
для расчета
нестационарных режимов
АППУ с ВВЭР**

Москва 1979

ОРДЕНА ЛЕНИНА
ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ им. И. В. КУРЧАТОВА

А. И. Мысенков

МОСТ - 7 - ПРОГРАММА
ДЛЯ РАСЧЕТА
НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ
АППУ С ВВЭР

Москва
1979

1. Название программы . МОСТ-7.
 2. Тип ЭВМ. БЭСМ-6.
 3. Физическая проблема. Рассчитывается изменение параметров АППУ в нестационарных (аварийных) процессах.
 4. Метод решения. Уравнения интегрируются аналитически в предположении постоянства коэффициентов на шаге интегрирования.
 5. Ограничения в расчете. Процессы с разрывом первого контура не рассматриваются.
 6. Характерное машинное время. Десятки минут.
 7. Отличительные черты программы. Программа может использоваться как самостоятельно, так и совместно с блоком расчета допустимых режимов работы АППУ.
 8. Связанные программы. Нет.
 9. Состояние программы. Используется для конкретных расчетов.
 10. Литературные ссылки. См. [1] .
 11. Требуемые ресурсы памяти. 73 400 В слов.
 12. Язык программирования. ФОРТРАН.
 13. Операционная система. ДИСПАК или ДИАПАК.
 14. Фамилия автора и место отлаживания программы.
- Мысенков А.И., ИАЭ им. И.В.Курчатова.

1. ВВЕДЕНИЕ

Программа МОСТ-7 создана на основе методики, описанной в работе [1], и предназначена для расчета нестационарных (аварийных) режимов атомной паропроизводительной установки (АППУ) с реактором типа ВВЭР.

Программа МОСТ-7 написана на версии алгоритмического языка ФОРТРАН, принятой в мониторной системе "Дубна".

Для расчета теплофизических свойств воды и пара используется подпрограмма STEQ, созданная на основе таблиц Вукаловича [2]. При выводе результатов расчета на графики с помощью графопостроителя (п. 3) используются подпрограммы системы ГРАФОР [3].

Ниже приведены некоторые соотношения и корреляции, используемые в программе, которые, если это необходимо, могут быть легко заменены пользователем без нарушения общей структуры программы.

Коэффициенты теплоотдачи от поверхности металла к теплоносителю рассчитываются по следующим соотношениям:

1) конвективная теплоотдача к однофазной жидкости - используется соотношение Михеева [4];

2) поверхностное кипение (кипение с недогревом) - используется соотношение Россихина [5], точка начала поверхностного кипения определяется согласно работе Созиева [11];

3) развитое пузырьковое кипение - используется соотношение Боришанского [6];

4) теплоотдача при кипении в большом объеме (в парогенераторах по второму контуру) - используется следующее соотношение:

$$\alpha = \frac{Aq^{0,7}}{33 - 0,113(T_s - 373,15)},$$

где α - коэффициент теплоотдачи, Вт/(м² К); q - тепловой поток, МВт/м²; T_s - температура воды в парогенераторе, К.

Для расчета коэффициента теплопроводности двуокиси урана в зависимости от температуры используется следующая формула:

$$\lambda = \frac{5500}{560 + T} + 1,28 \cdot 10^{-10} T^3,$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м К); T – температура топлива, К.

Расчет остаточного энерговыделения после срабатывания аварийной защиты реактора производится по формуле Унтермайера и Уэллса [7].

Для определения среднего времени всплытия пузырьков пара τ_{FG} при расчете парогенераторов и компенсатора объема (см. [1] подразд. 3.5, 3.9) используется соотношение

$$\tau_{FG} = K_{FG} \frac{V_F}{S_F W_{FG}}, \quad (1)$$

где K_{FG} – коэффициент, задаваемый пользователем; S – среднее сечение нижнего объема, м²; W_{FG} – скорость выхода пара из-под уровня, м/с.

Из экспериментальной зависимости [8] следует, что скорость W_{FG} можно представить в виде

$$W_{FG} = \frac{a + bP}{1 - \varphi}, \quad (2)$$

где коэффициенты a , b зависят от давления P и геометрии сосуда; φ – объемное паросодержание.

Для верхнего объема среднее время падения капель конденсата τ_{GF} определяется в предположении свободного падения

$$\tau_{GF} = K_{GF} \sqrt{\frac{V_G}{g S_G}}, \quad (3)$$

где K_{GF} – коэффициент; g – ускорение свободного падения, м/с²; S_G – среднее сечение верхнего объема, м².

При расчете коэффициентов трения $\lambda_{тр}$ (см. [1], подразд. 3.8) используется соотношение Мак-Адамса [9]. Коэффициент двухфазности потока для местных сопротивлений принимается исходя из гомогенной модели.

В том случае, если пользователю нет необходимости производить расчет главного парового коллектора (см. описание подпрограммы GPG), расход пара из парогенераторов G_{nki} определяется следующей функцией времени t и давления в парогенераторе P_i :

$$G_{nki} = a_{1i} + a_{2i} t + (a_{3i} P_i + a_{4i} e^{a_{5i} t})^{1/2}, \quad (4)$$

где a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 – коэффициенты, задаваемые пользователем для каждой петли.

Расход питательной воды $G_{нвi}$ в парогенератор определяется следующим образом:

$$G_{нвi} = G_{нкi} e^{a_{6i}t} \quad (5)$$

Энтальпия питательной воды $h_{пв}$, одна и та же для всех парогенераторов, задается формулой

$$h_{нв} = b_1 + b_2t + b_3e^{b_4t} \quad (6)$$

2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Программа состоит из головной подпрограммы МОСТ-7, которая управляет работой всей программы, двух основных подпрограмм **STAT5** и **ZINAM5**, управляющих соответственно расчетом начального состояния и нестационарным расчетом, и еще из 98 подпрограмм и подпрограмм-функций. Принципиальная блок-схема программы изображена на рис. 1.

Для экономии оперативной памяти используется сегментация задачи на два раздела. Первый раздел представляет собой подпрограммы, необходимые для расчета начального состояния, а второй раздел - подпрограммы, необходимые для расчета нестационарного процесса. Смена разделов производится с помощью системной подпрограммы **LOADGO** [10].

3. ВВОД ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ввод исходной информации в программу осуществляется двумя способами: с помощью оператора ввода информации с перфокарт **READ** и с помощью оператора **DATA**.

Список параметров, вводимых с перфокарт, приведен в табл. 1, при этом порядок расположения чисел на перфокарте (для чисел, вводимых с одной перфокарты) соответствует их расположению в таблице. Ввод исходной информации с перфокарт осуществляется в подпрограммах **STAT5**, **XUZA**, **ХАР1**, **PUMT1**. Ввод информации с помощью оператора **DATA** осуществляется в подпрограммах **STAT5** (табл. 3-5), **REGRA** (табл. 6), **A3** (табл. 7), **KINSTA** (табл. 8), **GPG**, **CTYPG**, **TAUP**. Значения величин, вводимых с помощью оператора **DATA** в стандартном варианте программы, представлены в приложении, где приведены распечатки текстов данных подпрограмм.

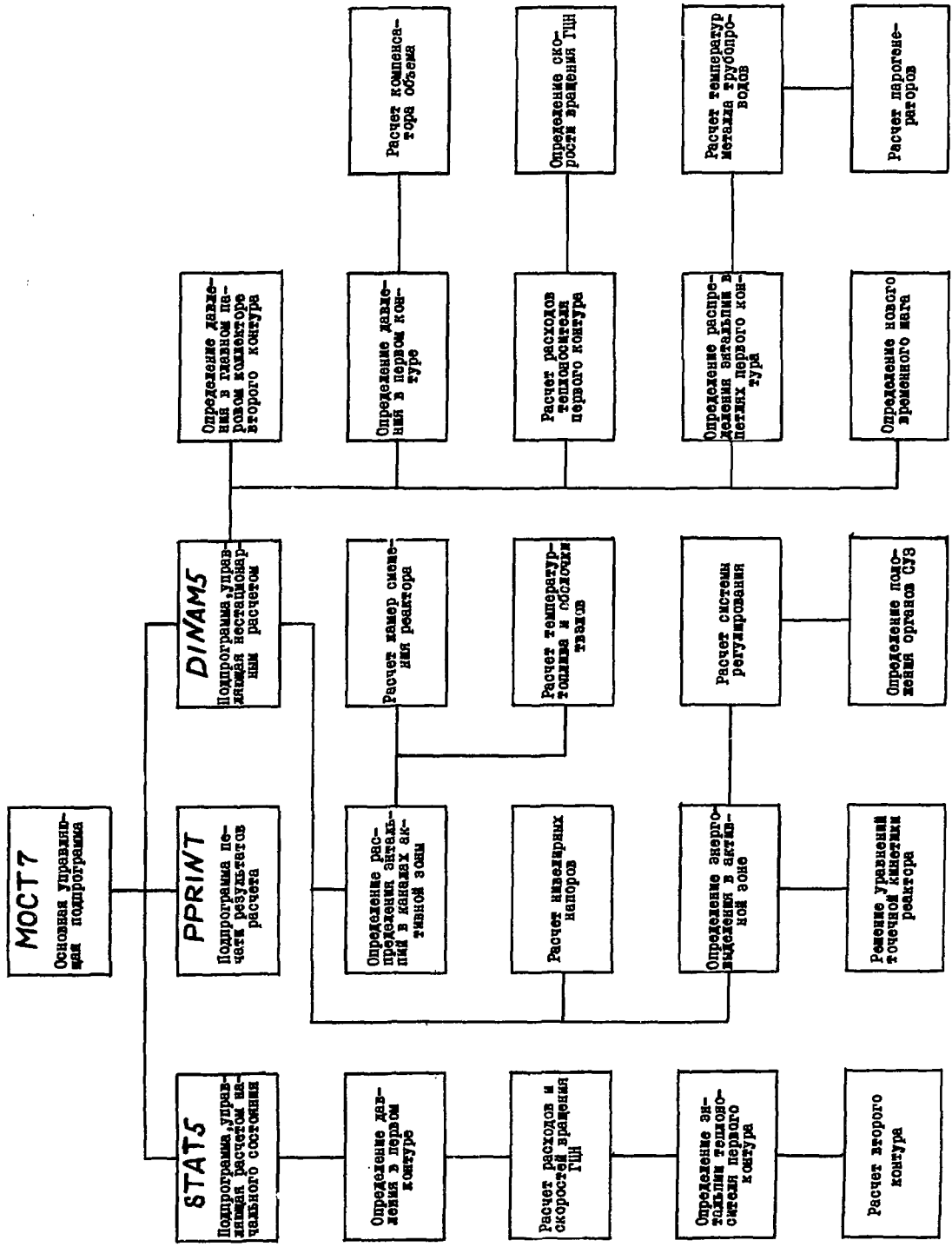


Рис. 1. Принципиальная блок-схема программы МОСТ-7

3.1. Величины, вводимые с перфокарт

С перфокарт вводятся величины, представленные в табл. 1.

Таблица 1

№ п/к	Идентификатор	Формат	Размерность	Пояснение
1	2	3	4	5
1	LP	I2	-	Число петель первого контура ($LP \leq 8$)
1	NK	I2	-	Число каналов активной зоны ($NK \leq 37$)
1	NA	I2	-	Число микроучастков по высоте канала активной зоны ($NA \leq 5$)
1	N1	I2	-	Массив числа микроучастков в следующих макроучастках соответственно: 1 - горячей нитки, 2 - макроучастка с парогенератором, 3 - холодной нитки, 4 - опускного участка ($\sum_{i=1}^4 N1(i) \leq 29$, $N1(2) \leq 10$)
1	IPRINT	I2	-	Признак печати (см. разд. 4)
1	NPOTK	I2	-	Номер отключенной (отсеченной ГЗЗ) петли
2	HMIN	E10.4	c	Минимальный шаг расчета
2	HMAX	E10.4	c	Максимальный шаг расчета
2	EPS	E10.4	-	Точность расчета нестационарного состояния
2	EPS1	E10.4	-	Точность расчета начального состояния
2	DET	E10.4	c	Шаг печати
2	TMAX	E10.4	c	Длина рассчитываемого процесса
3	NDL	I2	-	Число интерполируемых функций ($NDL \leq 20$)
4	L	I2	-	Массив длиной $NDL \times 2$, четный элемент I которого определяет число заданных значений функции с номером $I/2$ ($L(I) \leq 10$), а нечетный элемент $(I-1)$ определяет тип интерполяции (по Лагранжу) этой же функции, если $L(I-1)=1$, то линейная интерполяция, $L(I-1)=2$ - параболическая интерполяция. (Вид функции и ее аргумента в зависимости от номера приведены ниже, после описания вводимых величин)

1	2	3	4	5
5	APR	F 8.5		Трехмерный массив $APR(I, J, N)$, где N - номер интерполируемой функции ($N \leq 20$), $J=L(2*N)$ - число заданных значений функции (и аргумента) ($J \leq 10$); $APR(2, j, N)$ - значение функции N ($j \in [1, J]$), а $APR(1, j, N)$ - соответствующее значение аргумента (см. табл. 2)
...	
$K_1 - 1$	APR	F 8.5		$K_1 = 5 + [2 \cdot (LP + 1) + KS] \cdot 2$
K_1	NPФINT	13	-	Число заданных значений каждой функции, аппроксимирующей характеристику насоса ($INPФINT1 \leq 20$)
K_1	RФНАС	E10.3	кг/м ³	Плотность, при которой снята характеристика насоса
$K_1 + 1$	AMCH	E10.3		Массив ((AMCH(I, J), I=1, INPФINT1), J=1, 8) значений функций, аппроксимирующих характеристику насоса (в общем случае четырехквadrантную), $K_2 = K_1 + 1 + 8 \cdot E$ ($INPФINT1/8$), где E - целая часть числа
...		
$K_2 - 1$	AMCH	E10.3		
K_2	QMQ	E10.3		Массив ((QMQ(I, J), I=1, INPФINT1), J=1, 2) значений аргументов функций характеристики насоса (более подробно см. ниже)
...		
$K_3 - 1$	QMQ	E 10.3		$K_3 = K_2 + 2 \cdot E$ ($INPФINT1/8$)
K_3	NPФЛ	I10	-	Число пар полюсов электродвигателя ГЦН
K_3	ANV	E10.3	об/мин	Номинальное число оборотов ГЦН
K_3	QH	E10.3	м ³ /ч	Номинальный объемный расход через ГЦН
K_3	ALAM	E10.3	-	Отношение критического момента вращения электродвигателя ГЦН к номинальному
K_3	FN	E10.3	Гц	Номинальная частота электросети
K_3	UH	E10.3	В	Номинальное напряжение
K_3	AJ	E10.3	кг.м ²	Момент инерции вращающихся масс ГЦН
K_3	APEP	E10.3		Коэффициент перевода в систему СИ момента, задаваемого в характеристике ГЦН

1	2	3	4	5
K_3+1	FRIKAC	E10.4	-	Местное гидравлическое сопротивление кассеты
K_3+1	FRIPR	E10.4	-	Местное сопротивление канала протечек
K_3+1	FRHKC	E10.4	-	Сопротивление нижней камеры смешения
K_3+1	FRIVKC	E10.4	-	Сопротивление верхней камеры смешения
K_3+1	FRIC1	E10.4	-	Массив сопротивлений макроучастков петли и опускного участка
K_3+2	NUKΦ	I2	-	Номер микроучастка петли, откуда выходит соединительный трубопровод компенсатора объема
K_3+2	NPKΦ	I2	-	Номер петли, к которой присоединен компенсатор объема
K_3+2	IVPR	I2	-	Номер петли, из которой происходит отбор воды для впрыска в компенсатор объема
K_3+2	JVPR	I2	-	Номер микроучастка петли IVPR, откуда производится отбор воды для впрыска в компенсатор объема
K_3+2	MIX	I2	-	Номер выбранного приближения для перемешивания в камерах смешения реактора
K_3+3	AN	E10.4	-	Массив коэффициентов для определения энтальпии питательной воды (уравнение (6))
K_3+4	AG	E10.4	-	Массив коэффициентов ((AG (J, I), J = 1, 6), I = 1, LP) для определения расхода в паровой коллектор (если P _{2к} не определяется) и расхода питательной воды (уравнения (4), (5))
.....		
K_4	AG	E10.4		$K_4 = K_3 + 3 + LP$
K_4+1	PM	E10.4		Массив относительных энерговыделений в объемах активной зоны
	BNKC	E10.4	-	(PM(I, J) = Q(I, J) / q̄, q̄ = QR / V _{акз})
	BVKC	E10.4	-	Массивы BNKC, BVKC, CK, GKI коэффициентов перемешивания в камерах смешения реактора; соответствуют в описании коэффициентам, соответственно a _{ij} , a _{ji} , a _{ik} , a _{ki} , ввод которых определяется значением параметра MIX (более подробно см. ниже)
	CK	E10.4	-	
	GKI	E10.4	-	

Как видно из вышеприведенной таблицы вводимых величин, ввод некоторых массивов и констант требует дополнительного пояснения.

Значения интерполируемых функций в зависимости от номера приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер функции N	Функция	Размерность	Аргумент	Размерность
$N = 1$	Частота сети	Гц	Время	с
$N = 1 + I,$ $I \in [1, LP]$	Напряжение на электродвигателе ГЩ	В	---	с
$N = 1 + LP + I,$ $I \in [1, LP]$	Обратное сопротивление задвижки	-	---	с
$N = 2 (1 + LP) = N_1$	Внешняя реактивность	-	---	с
$N = N_1 + J,$ $J \in [1, KS]$ (KS - групп)	Реактивность стержневой регуляции	-	Положение стержневой регуляции	м

Функции, определяемые массивом APR (табл. 2), вводятся в порядке возрастания их номера N , причем при фиксированном N с первой перфокарты вводится массив значений аргумента ($APR(1, j, N)$, $j \in [1, L(2 \cdot N)]$), а со второй - соответствующие значения функции $APR(2, j, N)$.

Массивы AMCH и QNQ определяют четырехквadrantную характеристику насоса:

$$AMCH(k, 1) = (M_c / n^2)_k \text{ при } n > 0; \quad AMCH(k, 3) = (M_c / n^2)_k \text{ при } n < 0;$$

$$AMCH(k, 2) = (M_c / Q^2)_k \text{ при } Q > 0; \quad AMCH(k, 4) = (M_c / Q^2)_k \text{ при } Q < 0;$$

$$AMCH(k, 5) = (H / n^2)_k \text{ при } n > 0; \quad AMCH(k, 7) = (H / n^2)_k \text{ при } n < 0;$$

$$AMCH(k, 6) = (H / Q^2)_k \text{ при } Q > 0; \quad AMCH(k, 8) = (H / Q^2)_k \text{ при } Q < 0;$$

$$k \in [1, INPINT].$$

Значения QNQ определяют значения аргументов функций AMCH : $QNQ(k, 1) = (Q / n)_k$; $QNQ(k, 2) = (n / Q)_k$.

$R\phi_{HAC}$ - значение плотности теплоносителя, при котором определялась характеристика насоса.

Если по каким-либо причинам четырехквadrantная характеристика не используется, то необходимо задать $INPINT < 0$, при этом число точек будет равно

$|INPINT|$ и значения массивов AMCH и QNQ приобретают другой смысл:

$AMCH(k, 1) = (M_c)_k$; $AMCH(k, 2) = (H)_k$; $\beta_{нас} = \xi_{нас} / S1(3)^2 = AMCH(1, 3)$ - коэффициент гидравлического сопротивления остановленного насоса (задается, если это необходимо пользователю), все остальные элементы массива $AMCH$ равны нулю:

$$QNG(k, 1) = L_k; \quad QNG(k, 2) = Q_k.$$

При определении характеристик насоса в произвольной точке используется квадратичная интерполяция по трем ближайшим точкам, причем в случае $NPINT < 0$ напор определяется из следующего соотношения:

$$H = A\psi + BQ\psi + CQ|Q|,$$

где A, B, C - коэффициенты интерполирующего полинома, если в этом же случае $\psi = 0$, а $\beta_{нас} \neq 0$, то

$$H = -\beta_{нас} Q|Q|,$$

$$[Q] = \text{м}^3/\text{ч}; \quad [H] = \text{м вод.ст.}$$

MIX - константа, определяющая вид перемешивания в камерах смешения реактора. Если $MIX = 1$, то равномерное перемешивание и массивы $ВНКС$, $ВУКС$, $СК$, $ГКИ$ не вводятся. Если $MIX = 2$, то предполагается неравномерность перемешивания теплоносителя на входе в каналы активной зоны в нижней камере смешения реактора, при этом необходимо ввести массив $ВНКС$. Если $MIX = 3$, то предполагается неравномерность перемешивания в верхней камере смешения и необходимо ввести массив $ВУКС$. Если $MIX = 4$, то предполагается неравномерность перемешивания как в нижней, так и в верхней камерах смешения, при этом необходимо ввести массивы $ВНКС$ и $ВУКС$. Значения MIX , равные 5, 6, 7 или 8, задаются лишь в случае необходимости рассмотрения неравномерности перемешивания теплоносителя при входе (выходе) в петлю первого контура с обратным током. При этом $MIX = 5$ аналогично $MIX = 2$, но дополнительно необходимо ввести массив $СК$, $MIX = 6$ аналогично $MIX = 4$, а дополнительно вводится $СК$. $MIX = 7$ аналогично $MIX = 3$, дополнительно вводится $ГКИ$. Если $MIX = 8$, то необходимо ввести все массивы: $ВНКС$, $ВУКС$, $СК$, $ГКИ$.

3.2. Величины, вводимые с помощью оператора DATA

В подпрограмме $STATS$ с помощью оператора $DATA$ (в блоке $DATA$) вводятся основные характеристики ЯЭУ (табл. 3) и начальное приближение стационарных распределений искомым функций (табл. 4).

Таблица 3

Идентификатор	Размерность	Пояснение
1	2	3
FKACPR	м^2	Проходное сечение кассеты
NKAC	-	Массив, определяющий число кассет в каждом канале активной зоны (REAL)
FKAN	м^2	Поперечное сечение кассеты
NTVE	-	Число твэлов в кассете
DGKAC	м	Гидравлический диаметр кассеты
HAZ	м	Высота активной зоны
SPR	м^2	Проходное сечение канала протечек
DGPR	м	Гидравлический диаметр канала протечек
DLPR	м	Длина канала протечек
S1	м^2	Массив проходных сечений, горячей нитки, макроучастка с парогенератором, холодной нитки, опускного участка реактора
DL1	м	Массив длин макроучастков (см. для S1)
DG1	м	Массив гидравлических диаметров макроучастков (см. S1)
NTRP	-	Число трубок в парогенераторе
D	м	Массив из девяти элементов, соответствующий следующим диаметрам: 1 - внутреннему диаметру трубопровода петли; 2 - внешнему диаметру трубопровода; 3 - внутреннему диаметру трубки парогенератора; 4 - внешнему диаметру трубки парогенератора; 5 - внутреннему диаметру корпуса реактора; 6 - внешнему диаметру корпуса реактора; 7 - внутреннему диаметру оболочки твэла; 8 - диаметру твэла; 9 - диаметру топливной таблетки
ALAM	Вт/(м.град)	Массив коэффициентов теплопроводности; 1 - металла трубопроводов петли; 2 - трубок парогенератора; 3 - корпуса реактора; 4 - оболочки твэла; 5 - газового зазора в твэле
CPZ	кДж/кг.град	Удельная изобарная теплоемкость материала оболочки твэла
UMKAC	т	Масса топлива в кассете
ZMKAC	т	Масса металла оболочек твэлов в кассете

1	2	3
AMC1	кДж.т/(кг.град)	Массив произведений массы на удельную изобарную теплоемкость металла следующих макроучастков: 1 - холодной нитки; 2 - трубок парогенератора; 3 - горячей нитки; 4 - опускного участка; 5 - камеры смешения (в нижней и верхней камерах количество металла принимается равным); 6 - канала протечек
STRKФ	м ²	Проходное сечение соединительного трубопровода компенсатора объема (КО)
DTRKФ	м	Длина соединительного трубопровода КО
HZTRKФ	м	Вертикальная проекция соединительного трубопровода
NTRKФ	-	Количество соединительных трубопроводов КО
PKФ	бар	Начальное (стационарное) давление в КО
VKФ	м ³	Объем КО
YRKФ	м ³	Начальный объем воды в КО
S1KФ	м ²	Среднее поперечное сечение водяного объема КО
S2KФ	м ²	Среднее сечение парового объема КО
NNAG	-	Число групп электронагревателей КО
QNAG(I)	МВт	Мощность i-й группы электронагревателей ($i \in [1, NNAG]$)
PVKVIK	бар	Массив давлений включения (нечетные элементы) и выключения (четные элементы) групп электронагревателей
NVPR	-	Количество клапанов впрыска
PVPROС	бар	Массив давлений открытия (нечетный элемент) и закрытия (четный элемент) клапанов впрыска в паровой объем КО
GVPRPO	т/с	Массив производительностей клапанов впрыска в КО
NCBR	-	Количество клапанов сброса пара из КО
PCBRP	бар	Массив давлений открытия (нечетный элемент) и закрытия (четный элемент) клапанов сброса пара из КО
GCBR	т/с	Массив производительностей клапанов сброса пара из КО
NPFDP	-	Количество уставок по величине подпитки первого контура в зависимости от уровня в КО

1	2	3
YRPΦDP	м	Массив уровней в КО, определяющих включение (нечетный элемент) и выключение (четный элемент) заданных значений расхода подпитки
GP	т/с	Массив расходов подпитки (задается разность $G_{\text{подп}} - G_{\text{прот}}$)
NCBRPG	-	Количество клапанов сброса пара из второго контура
PCBRPG	бар	Массив давлений открытия (нечетные элементы) и закрытия (четные элементы) клапанов сброса пара из второго контура (парогенераторов)
GCBRPG	т/с	Массив производительностей клапанов сброса пара из второго контура (парогенераторов)
MPΦDPB	-	Массив, определяющий номера микроучастков в каждой петле, где производится подпитка раствором борной кислоты
CBΦR	г H ₃ BO ₃ /кг H ₂ O	Массив концентраций раствора подпитки борной кислотой
GBΦR	т/с	Массив расхода подпитки борной кислотой
VKS	м ³	Объем нижней VKS (1) и верхней VKS (2) камер смешения реактора
HZ1	м	Массив вертикальных проекций макроучастков петли: горячей нитки, макроучастка с парогенератором, холодной нитки (начало отсчета от конца макроучастка) и опускного участка реактора соответственно
HZR	м	Массив вертикальных проекций: нижней камеры смешения, активной зоны, верхней камеры смешения (отсчет от начала макроучастка)
SKS	м ²	Эффективное проходное сечение нижней SKS (1) и верхней SKS (2) камер смешения
DGKS	м	Эффективный гидравлический диаметр нижней DGKS (1) и верхней DGKS (2) камер смешения
DLKS	м	Эффективная длина верхней DLKS (2) и нижней DLKS (1) камер смешения
FKSM	м ²	Поверхность металла в нижней FKSM (1) и верхней FKSM (2) камерах смешения
VRG	м ³	Объем парогенератора по второму контуру
YP	м ³	Массив объемов воды в парогенераторах каждой петли

1	2	3
S1PG	м ²	Среднее поперечное сечение водяного объема парогенератора
S2PG	м ²	Среднее поперечное сечение парового объема парогенератора
AP	-	Коэффициент α в уравнении (2): AP (1) - для компенсатора объема, AP (2) - для парогенератора
BP	-	Коэффициент β в уравнении (2): BP (1) - для компенсатора объема, BP (2) - для парогенератора
QR	МВт	Начальная тепловая мощность реактора

Задаются первое приближение (к стационарным значениям) следующих нижеприведенных величин (табл 4):

Таблица 4

Идентификатор	Размерность	Пояснение
1	2	3
H1	кДж/кг	Массив удельных энтальпий микроучастков петель
H	кДж/кг	Массив удельных энтальпий микроучастков активной зоны реактора
TRG	град К	Массив температур в парогенераторах
PP	бар	Массив давлений в парогенераторах
P1	бар	Массив давлений в петлях первого контура
P	бар	Давление в активной зоне
PKC	бар	Массив давлений в камерах смешения реактора
TU	град К	Массив температур топлива для каждого микроучастка (микрообъема) каналов активной зоны
TR	град К	Массив средних температур теплоносителя в каналах реактора
TST1	град К	Массив температур металла для макроучастков петель и опускного участка реактора (для макроучастка с парогенератором задается температура стенки для каждого микроучастка)
T1	град К	Средняя температура теплоносителя на макроучастках петель и опускном участке

1	2	3
TKC	град К	Температуры теплоносителя в камерах смешения реактора
G1	т/с	Расход в петлях первого контура
PSI	-	Массив безразмерных скоростей вращения ГЦН
CB	г H_3BO_3 / кг H_2O	Массив концентраций H_3BO_3 в активной зоне
CB1	г H_3BO_3 / кг H_2O	Массив концентраций H_3BO_3 в петлях

Если рассматривается отключенная петля (петля, отсеченная главными запорными задвижками), т.е. **NRPTK** $\neq 0$, то необходимо здесь же задать следующие характеристики отключенной петли (табл. 5).

Таблица 5

Идентификатор	Размерность	Пояснение
NUФTK1	-	Номер микроучастка, где расположены ГЗЗ горячей нитки
NUФTK2	-	Номер микроучастка, где расположены ГЗЗ холодной нитки
CBФTK	г H_3BO_3 / кг H_2O	Концентрация H_3BO_3 в отключенной петле
HФTK	кДж/кг	Удельная энтальпия теплоносителя первого контура в отключенной петле
YRФTK	м ³	Объем воды в парогенераторе отключенной петли
PPФTK	бар	Давление в парогенераторе отключенной петли
TRGФTK	град К	Температура воды в парогенераторе отключенной петли

В подпрограмме **REGRRR** в блоке **DATA** задаются следующие величины:
IPRREG - признак программы регулирования. Если **IPRREG** = 1, то регулирование производится по программе поддержания постоянным давления во втором контуре. Если **IPRREG** = -1, то поддерживается заданный уровень мощности реактора.
IPRREG = 0 - регулирования нет.

UX - массив из четырех элементов, являющихся характеристиками регулятора реального типа.

Если регулирование осуществляется по программе поддержания давления во втором контуре, то необходимо описать регулятор в подпрограмме - функции **REGP2K**

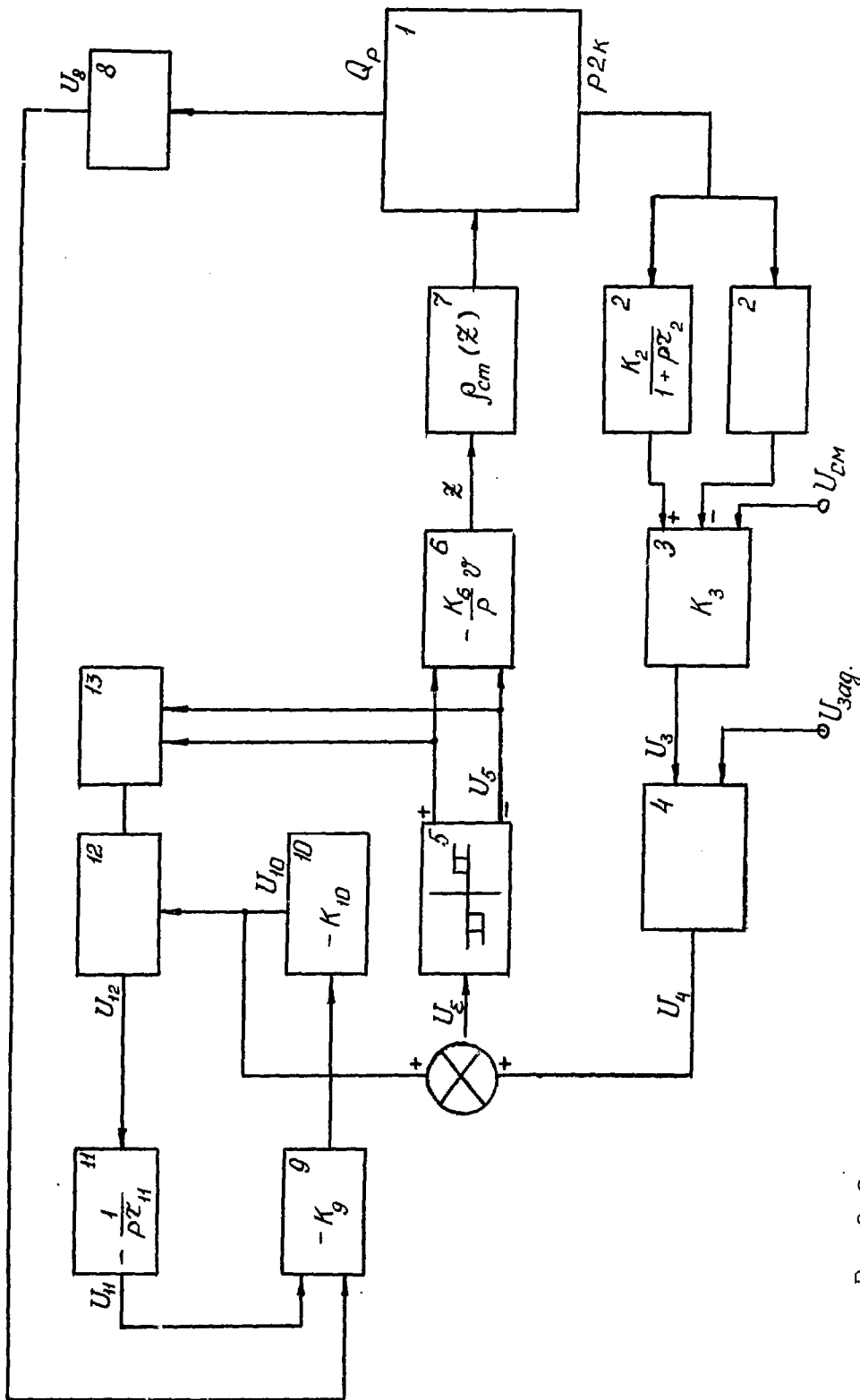


Рис. 2. Схема регулятора мощности реактора в стандартном варианте программы: 1 - объект регулирования; 2 - датчик давления; 3 - измерительный блок; 4 - устройство сравнения; 5 - релейный блок; 6 - блок управления; 7 - регулирующий орган; 8 - логарифматор; 9, 10 - усилители; 11 - интегратор; 12 - ключ; 13 - логическая схема ИЛИ

со следующими формальными параметрами: P_{2K} - давление во втором контуре, бар;
 QR - тепловая мощность реактора, Мвт; ΔT - шаг интегрирования, с; U_5 -
 предыдущий выходной сигнал с релейного блока регулятора мощности реактора, В.

В стандартном варианте программы регулятор мощности описывается следующей системой уравнений (рис. 2):

$$\frac{dU_2}{dt} = -\frac{1}{T_2} (U_2 - K_2 \cdot P_{2K}),$$

$$U_3 = K_3 \cdot (2 \cdot U_2 - U_{см}),$$

$$U_4 = \begin{cases} -K_4(U_3 - U_{зад.}), & \text{при } K_4 |U_3 - U_{зад.}| < U_{огр}, \\ -\text{Sign}(U_3 - U_{зад.}) U_{огр}, & \text{при } K_4 |U_3 - U_{зад.}| > U_{огр}, \end{cases}$$

$$\frac{dU_{11}}{dt} = -\frac{1}{T_{11}} \cdot U_{12}, \quad U_{12} = \begin{cases} U_{10} & \text{при } U_5 = 0, \\ 0 & \text{при } U_5 = \pm 1, \end{cases}$$

$$U_{10} = -U_9 \cdot K_{10} (=1), \quad U_8 = A \cdot [\log(QR/B)] + C, \quad U_9 = -K_9 (U_8 + U_{11}),$$

$$U_2 = U_{10} + U_4.$$

Значению функции $REGP_{2K}$ присваивается значение U_2 , после чего в подпрограмме $REGRA$ производится вызов релейного блока, определяющего сигнал на перемещение регулирующих стержней:

$$\frac{dz}{dt} = -v_{ст} \cdot U_5 \cdot K_6,$$

где Z - положение стержней, м; $v_{ст}$ - скорость перемещения стержня, м/с; U_5 - выходной сигнал релейного блока, В; $K_6 = 1$.

В подпрограмме функции $REGP_{2K}$ в блоке ДАТА определяются следующие величины (табл. 6).

Таблица 6

Идентификатор	Размерность	Пояснение
1	2	3
AK2	В/бар	Коэффициент усиления K_2
AK3	-	Коэффициент усиления K_3
AK4	-	Коэффициент усиления K_4

1	2	3
AK9	В/бар	Коэффициент усиления K_9
AK10	-	"- " K_{10}
UCM	В	Напряжение смещения $U_{см}$
U3AD	В	Заданное напряжение $U_{зад}$
U20	В	Начальный выходной сигнал U_2
U110	В	Начальный выходной сигнал U_{11}
UФGR	В	Ограничивающее напряжение
T2	с	Постоянная времени τ_2
TA11	с	Постоянная времени $\tau_{11}/(K_{10}, K_9)$
A	-	Постоянная A в характеристике логарифматора
B	МВт	"- " В "- "
C	-	"- " С "- "

Подпрограмма АЗ, определяющая срабатывание аварийной защиты реактора.

В блоке ДАТА задаются следующие величины (табл. 7).

Таблица 7

Идентификатор	Размерность	Пояснение
1	2	3
T1	$с^{-1}$	Период реактора, при котором срабатывает "вторая ступень задержки" АЗ-3, с временем задержки T3(1)
T2	$с^{-1}$	Период, при котором срабатывает "быстрая остановка реактора" АЗ-1, $T2 \leq T1$
DN1	-	Относительное превышение мощности реактора, при котором срабатывает АЗ-3 с временем задержки T3(2)
DN2	-	Относительное превышение мощности, при котором срабатывает АЗ-1
PR1	бар	Давление в реакторе, при котором срабатывает АЗ-1 (по превышению давления)
PR3	бар	Давление в реакторе, при котором срабатывает АЗ-3 с временем задержки T3(3) (по превышению давления)

1	2	3
PR4	бар	Давление в реакторе, при котором срабатывает "первая ступень задержки" АЗ-4 (по превышению давления)
PR1MIN	бар	Давление в реакторе, при котором срабатывает АЗ-1 (по понижению давления)
PR2MIN	бар	Давление в реакторе, при котором срабатывает "медленная остановка реактора" АЗ-2 (по понижению давления)
PKOЗ HKOЗ	бар м	Давление и уровень в компенсаторе объема, определяющие срабатывание АЗ-1 при одновременном понижении давления и уровня в компенсаторе объема ниже заданных PKOЗ и HKOЗ
TC1	град К	Температура на выходе из реактора, при которой происходит срабатывание АЗ-1
TC3	град К	Температура на выходе из реактора, при которой срабатывает АЗ-3 с временем задержки T3 (4)
TC4	град К	Температура на выходе из реактора, при которой происходит срабатывание АЗ-4
T3	с	Массив времен задержки от срабатывания АЗ-3 до срабатывания АЗ-2 (если сигнал срабатывания АЗ-3 не отключался в течение этого времени)
IPRA3		Признак работы блока АЗ. (Если IPRA3 = 0, то блок АЗ отключен, в остальных случаях работает)
TMINP	град К	Минимальная температура на выходе из реактора, определяющая срабатывание АЗ по понижению давления (при температуре на выходе из реактора ниже TMINP срабатывания АЗ по понижению давления не происходит)

В подпрограмме KINSTA в блоке DATA задаются следующие величины, необходимые для расчета уравнений точечной кинетики реактора (табл. 8).

Таблица 8

Идентификатор	Размерность	Пояснение
1	2	3
LAMB	s^{-1}	Массив (REAL) постоянных распада осколков предшествующих шести групп запаздывающих нейтронов
AL	-	Массив долей β_i запаздывающих нейтронов ($\sum_{i=1}^6 AL(i) = \beta$)

1	2	3
TAU	с	Время жизни ($\Lambda = 1/\nu \nu \Sigma^f$) мгновенных нейтронов деления
QX	%	Массив, определяющий характеристику релейного блока при регулировании по программе поддержания заданного уровня мощности реактора (QN)
QN	МВт	Поддерживаемый уровень мощности при I P R R E G = - 1
V1	м/с	Нормальная скорость перемещения управляющей группы СУЗ
VMAX	м/с	Максимальная скорость перемещения стержней СУЗ
DH	м	Положение группы СУЗ (от низа активной зоны), при котором начинается движение следующей группы
KS	-	Рассматриваемое число групп управляющих стержней (K S ≤ 6)
Z	м	Начальное положение групп стержней СУЗ (управляющей группой является группа № K S)
DRDP	1/бар	Коэффициент реактивности по давлению теплоносителя $\partial\rho/\partial p$
DRDG	1/ $\frac{кг}{м^3}$	Коэффициент реактивности по плотности теплоносителя $\partial\rho/\partial \rho$ (необходимо, чтобы DRDP * DRDG = 0)
DRDQ	1/МВт	Мощностной коэффициент реактивности $\partial\rho/\partial Q$
DRDTU	1/град К	Коэффициент реактивности по температуре топлива $\partial\rho/\partial T_U$ (необходимо, чтобы DRDQ * DRDTU = 0)
DRDTH	1/град К	Коэффициент реактивности по температуре теплоносителя $\partial\rho/\partial T_{H_2O}$
DRDCB	1/(г Н ₃ ВО ₃ /л Н ₂ О)	Коэффициент реактивности по концентрации бора $\partial\rho/(\partial c_B^*)$, [c _B [*]] = г Н ₃ ВО ₃ /л Н ₂ О
Q	МВт	Внешний источник нейтронов (Q ≠ 0)
EPSKIN	-	Точность нахождения корней характеристического уравнения (см. [1] , уравнение (3.4))

Подпрограмма GPG

В блоке DATA задается значение объема паропроводов второго контура V2K (м³). Если задается V2K = 0, то расчет давления в главном паровом коллекторе не производится и расход пара из парогенераторов определяется согласно заданным

во входных данных коэффициентам AG . В случае $V2K \neq 0$ начальное давление $P2K$ определяется из соотношения $P2K = -AG(4,1) / AG(3,1)$.

Подпрограмма-функция $GTPG(P2K, T)$

Эта подпрограмма определяет расход пара из парового коллектора в зависимости от давления в главном паровом коллекторе второго контура $P2K$ (бар) и времени T (с) и задается пользователем.

В стандартном варианте $GTPG = G^{\circ}(1 - A(P2K, T))$, где G° - расход пара на турбину в начальном состоянии; A - функция давления и времени.

Подпрограмма $TAUP$

В блоке **DATA** задаются значения массива $AKTAU(I, J)$, $I \in [1, 2], J \in [1, 2]$, определяющие значение константы K в уравнениях (1), (3), причем значения $J = 1$ соответствуют компенсатору объема, а $J = 2$ - парогенераторам, $I = 1$ - нижнему объему, а $I = 2$ - верхнему объему. В стандартном варианте заданы значения $K = 0,5$.

Текст подпрограмм, в которых пользователь программы может вносить изменения, приведен в приложении.

4. ВЫВОД ИНФОРМАЦИИ

В начале работы программы на печать выводятся вводимые величины в порядке их ввода согласно табл. 1 и 2. В процессе счета печать необходимых величин производится после расчета начального (стационарного) состояния, а затем через заданный шаг печати **DET** (см. табл. 1). Управление печатью осуществляется подпрограммой **PPRINT**, которая, согласно признаку печати **IPRINT** (табл. 1), производит печать следующих величин:

IPRINT = 0.

Таблица 9

Идентификатор	Размерность	Пояснение
1	2	3
T	с	Текущее время процесса
QR	МВт	Мощность реактора
TNCP	град К	Средняя температура теплоносителя в активной зоне реактора
TUCP	град К	Средняя температура урана
CBSP	г H_3BO_3 / л H_2O	Средняя по активной зоне концентрация борной кислоты

1	2	3
P2K	бар	Давление в главном паровом коллекторе
GTYP	т/с	Расход пара из парового коллектора второго контура
RO/BET	дол.	Реактивность реактора
QNAG	MВт	Текущая мощность электронагревателей в компенсаторе объема
HKO	м	Уровень в компенсаторе объема
GVPKΦ	т/с	Расход впрыска в компенсатор объема
GCBKΦ	т/с	Расход сброса пара из компенсатора объема
GKO	т/с	Расход в компенсатор из первого контура
AMIK	т	Масса теплоносителя в первом контуре (без КО)
TTRKO	град К	Температура теплоносителя в соединительном трубопроводе компенсатора объема
Q2	MВт	Потери тепла из компенсатора ($Q2 \leq 0$)
GRΦDP	т/с	Расход подпитки первого контура ($GRΦDP = G_{\text{подп}} - G_{\text{прот}}$)
NSOSTKO	-	Признак состояния компенсатора объема
NX	-	Признак движения органов СУЗ: $NX = 0$ - движения нет; $NX = 1$ - движение вверх; $NX = -1$ - движение вниз
Z	м	Положение стержней СУЗ
I	-	Номер петли первого контура
G1	т/с	Расход теплоносителя в петле
DP	бар	Перепад давлений на петле
PSI	-	Безразмерная скорость вращения ПЦН
T1(I, J)	град К	Средняя температура теплоносителя в J-м макроучастке I-й петли
PPG	бар	Давление в парогенераторе
DPHAC	бар	Напор ПЦН
GPK	т/с	Расход пара из парогенератора в паровой коллектор
GPW	т/с	Расход питательной воды в парогенератор
TRG	град К	Температура воды в парогенераторе
YRPAГ	м ³	Объем под уровнем в парогенераторе
PK1	бар	Давление в первом контуре
PKO	бар	Давление в компенсаторе объема

1	2	3
DPAS	бар	Перепад давления на активной зоне
DPR	бар	Перепад давления на реакторе
J	-	Номер канала реактора (последний (MK + 1) - канал протечек
G	т/с	Расход через канал реактора
TR	град К	Средняя температура теплоносителя в данном канале реактора

IPRINT = 1, дополнительно печатаются величины.

Таблица 10

Идентификатор	Размерность	Пояснение
H(I, J)	кДж/кг	Энтальпия теплоносителя в I-м канале реактора на входе в J -й микроучасток ($NA1 = NA + 1$)
TU(I, J)	град К	Средняя температура топлива J -го микрообъема по высоте I-го канала активной зоны
TZ(I, J)	град К	Средняя температура оболочки твэла на участке (I, J)
NPPET		Число микроучастков в петле $NPPET = \sum_1 N1(I)$
H1(I, J)	кДж/кг	Энтальпия теплоносителя на J -м микроучастке I-й петли
QRSH	МВт	Мощность остаточного энерговыделения
QRO	МВт	Начальная мощность реактора
T	с	Время, начиная с которого энерговыделение в реакторе определяется остаточным энерговыделением. (Величины, относящиеся к остаточному энерговыделению, имеют смысл только при $T > 0$)

IPRINT = 2, дополнительно к величинам, описанным в табл. 9 и 10, печатаются следующие.

Таблица 11

Идентификатор	Размерность	Пояснение
TST(I, J)	град К	Температура металла J -го участка, I -й петли, причем J = 1 - средняя температура металла трубопровода горячей нитки; J = N 1(2)+2 - средняя температура металла горячей нитки; J = N 1(2)+3 - средняя температура металла на опускном участке; J ∈ [2, N 1(2)+1 - температуры микроучастков трубок парогенератора
QQI(I, J)	МВт	Тепловые потоки, соответствующие TST1(I, J)
YRKΦ	м	Объем под уровнем в компенсаторе объема
PKC	бар	Давление в камерах смешения
TKC	град К	Температуры теплоносителя в нижней и верхней камерах смешения
P	бар	Давление в реакторе (среднее)
DPER	бар	Нивелирный напор, определяемый теплоносителем реактора (без опускного участка)
DPE(I)	бар	Нивелирный напор I -й петли с опускным участком минус DPER
XH2ΦKR(I, J)	-	Весовое паросодержание в J -м микрообъеме I -го канала активной зоны

Если задано IPRINT = 11, то печатаются основные параметры ЯЭУ в безразмерной форме относительно своих начальных (стационарных) значений. Выводимые на печать идентификаторы и их значения (безразмерные) представлены в табл. 12.

Таблица 12

Идентификатор	Пояснение
TIME	Время от начала процессов, с
N	Нейтронная мощность реактора
P1	Давление в первом контуре
P2	Давление в главном паровом коллекторе второго контура
PP1	Давление в парогенераторе по второму контуру первой петли (I = 1)
GR	Расход теплоносителя через реактор
TUCP	Средняя температура урана в активной зоне
TNCP	Средняя температура теплоносителя по активной зоне
TINP	Средняя температура на входе в реактор
TOUT	Средняя температура на выходе из реактора
HKΦ	Уровень в компенсаторе объема
QT	Относительная тепловая мощность реактора

Предусмотрен также вывод графической информации с использованием подпрограмм системы ГРАФСР [3]. На графики выводятся параметры ЯЭУ, представленные в табл. 12, в зависимости от времени, с шагом $\Delta G \approx T_{\max} / 100$, при этом необходимо, чтобы $\Delta ET \leq \Delta G$. При построении графиков на печать выводятся значения параметров в виде такой же таблицы, как и при печати с использованием $I PRINT = 11$, с той лишь разницей, что время от начала процесса печатается не в первом, а в последнем столбце таблицы. Эта же таблица перфорируется на перфокартах. Изображается три рисунка. На первом рисунке приводятся графики функций N (маркер +), QT (маркер x), GR (маркер \diamond). На втором рисунке изображаются графики функций $P1$ (маркер +), $P2$ (маркер x), $PP1$ (маркер \diamond). На третьем рисунке приводятся графики функций $TUCP$ (маркер +), $THCP$ (маркер x), $TINP$ (маркер \diamond), $TPUT$ (маркер \square), HKO (маркер Σ).

5. СОСТАВЛЕНИЕ ПАКЕТА ЗАДАЧИ

Пакет задачи пользователя программой составляется стандартно согласно [10]. При этом необходимы следующие дополнительные карты:

1) в картах заказа ресурсов необходим заказ библиотеки программ ГРАФОР картой вида

* LIBRARY:4

а также заказ перфоратора

* ASSIGN $_$ PUNCH;

2) перед картой * EXECUTE нужно расположить следующие управляющие карты:

* CALL $_$ FICMEMORY

* MAIN $_$ MOST7.

Если рассчитывается процесс, в течение которого происходит "оголение" трубок парогенератора по второму контуру, то необходимо в пакет задачи перед перфокартой * EXECUTE подложить следующую подпрограмму-функцию, составленную пользователем

FUNCTION FPGOGO(V),

V - объемный уровень в парогенераторе, м³. Наименованию подпрограммы-функции FPGOGO должно быть присвоено значение относительной поверхности трубок парогенератора, находящейся над уровнем при данном V . Если вся поверхность трубок парогенератора находится под уровнем, то $FPGOGO = 0$.

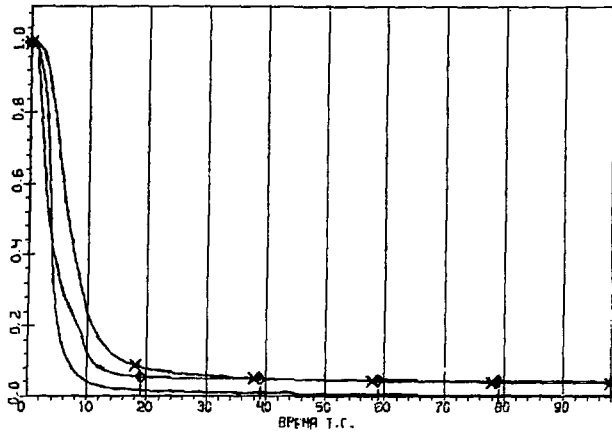


Рис. 3.

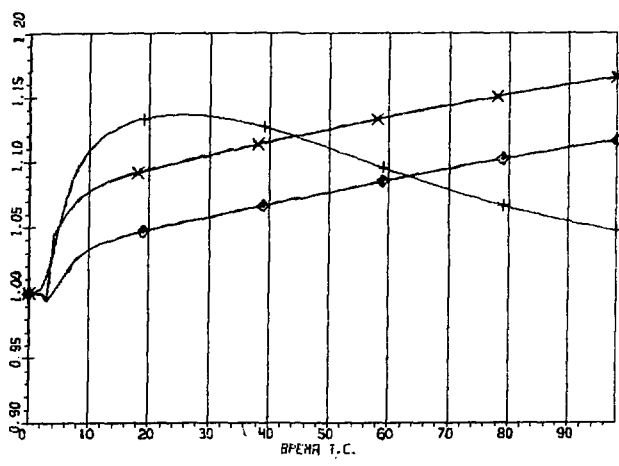


Рис. 4.

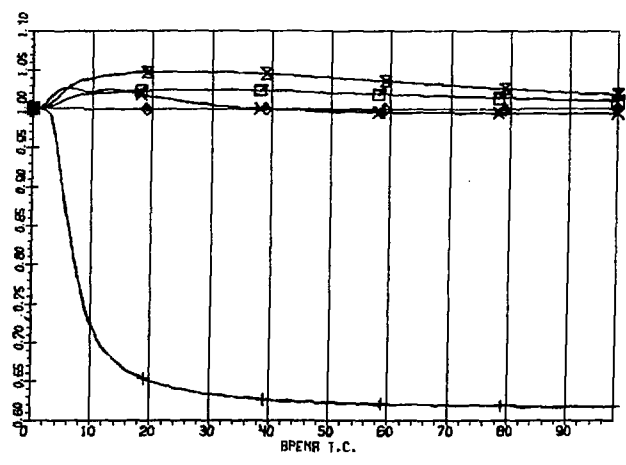


Рис. 5.

ИЗМЕНЕНИЕ РАСЧЕТА

В качестве иллюстрации работы программы МОСТ-7 приведен расчет следующего нестационарного (аварийного) процесса.

Рассмотрен процесс с обесточиванием шести ГЦН для АППУ с реактором типа ВВЭР-440. При этом предполагалось, что обесточивание происходит мгновенно на первой секунде рассчитываемого процесса; срабатывание аварийной защиты первого рода происходит с задержкой две секунды (третья секунда процесса), при этом в течение 10 с линейно вводится реактивность $\rho = -0,084$; одновременно со срабатыванием аварийной защиты начинают закрываться стопорные клапаны турбин и полностью закрываются за 0,35 с; клапаны сброса пара во втором контуре не срабатывают. Длина рассчитываемого процесса 100 с. Изменение основных параметров АППУ показано на рис. 3-5 и на табулограмме в приложении. Вывод информации осуществлялся согласно разд. 4 при `IPRINT = 11`.

Л и т е р а т у р а

1. Мысенков А.И., Методика расчета нестационарных режимов АППУ с ВВЭР. Препринт ИАЭ-3087. М., 1979.
2. Букалович М.П. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. М.-Л., "Энергия", 1965.
3. Баяковский Ю.М. и др. ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНЕ, вып. 1. Основные элементы и графики, Препринт ИПМ, 1972.
4. Михеев М.А. Известия АН СССР, ОТН, 1952, № 10.
5. "Теплоэнергетика", 1970, № 9.
6. Боришанский В.М. и др. Теплоотдача при движении двухфазного потока в каналах - "Теплоэнергетика", 1971, № 11.
7. Защитные оболочки реакторов. Вып. 5. Пер. с англ. М., ЦНИИатоминформ, 1970.
8. Филимонов А.И. и др. Удельные движущие напоры в трубах со свободным уровнем при давлениях от 17 до 120 ат. - "Теплоэнергетика", 1957, № 10, с. 22-26.
9. James P. Waggener. Friction Factors for Pressure Drop Calculations, Nucleonics, v. 19, November, 1961.
10. Салтыков А.И., Макаренко Г.И. Программирование на языке ФОРТРАН. М., 1976.
11. Созиев Р.И. Паросодержание потока теплоносителя при кипении. - В сб.: "Теплопередача и гидродинамика в энергетике". М., Изд. ЭНИНа, 1976, вып. 35, с. 67-87.

2. ТЕКСТЫ НЕКОТОРЫХ ВОСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПОДПРОГРАММ, В КОТОРЫЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ МОЖЕТ ВНОСИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ (СОГЛАСНО ОПИСАНИЮ)

```

МОТХ5243
МОТХ5244
МОТХ5245
МОТХ5246
МОТХ5247
МОТХ5248
МОТХ5249
МОТХ5250
МОТХ5251
МОТХ5252
МОТХ5253
МОТХ5254
МОТХ5255
МОТХ5256
МОТХ5257
МОТХ5258

МОТХ5259
МОТХ5260
МОТХ5261
МОТХ5262
МОТХ5263
МОТХ5264
МОТХ5265

МОТХ5267
МОТХ5268
МОТХ5269
МОТХ5270
МОТХ5271
МОТХ5272

МОТХ5273
МОТХ5274
МОТХ5275
МОТХ5276
МОТХ5277
МОТХ5278
МОТХ5279
МОТХ5280
МОТХ5281
МОТХ5282
МОТХ5283
МОТХ5284
МОТХ5285
МОТХ5286
МОТХ5287

МОТХ5288
МОТХ5289
МОТХ5290
МОТХ5291
МОТХ5292
МОТХ5293
МОТХ5294
МОТХ5295
МОТХ5296

МОТХ5297
МОТХ5298
МОТХ5299
МОТХ5300
МОТХ5301

SUBROUTINE STATS
COMMON
  /LCPAT/ LP
  /NANK/ NANK,NAT
  /NTRK/ NTRK
  COMMON /IPRI/ IPRI,NTRPRET,DET,THX
  /NRC/ N(1:3),N(2:3),X(1:3),X(2:3),X(3:3)
  COMMON
  /NARC/ NARC,NKAC(37)
  /NIV/ NIV,DGKR
  /NIZ/ NIZ(3),NIZ(4)
  /NIF/ NIF
  /NIFIG/ FICM(2),DGKS(2),SKS(2),DLKS(2),VL
  C(2)
  /NPG/ SPR,DGHR,DLR
  /NLI/ LI(4),DLI(4),DLI(4),DLI(4)
  /NRI/ FRIKAC,FOIPR,FNICI(4),FRIMK,FRI*
  /NRTI/ R(9),IFRT,IKFRI
  /NCPZ/ CPZ
  /NCHAC/ CHAC,CHKIC
  /NKA/ DKA,DKA3
  /NXP/ X(1:4)
  /NFP/ FPAZ
  COMMON
  /NMR/ MR(1:7),N(1:7),N(3:7),CR(3:7),
  /NACTP/ NACTP(8),TPO(8),PP(8)
  /NBI/ BI(8,1:3)
  COMMON /NCDR/ NCDR(37,6),CB(37,6)
  COMMON /NCDPE/ NCDPE(1:4,30),CB(1:4,30)
  /NCR/ NCR(8),CBOR(8),NORUT(8)
  /NTI/ TI(37,5),TI(37,5)
  /TU/ TU(2)
  COMMON /TIUV/ TIUV(4),BIUV(8,4)
  COMMON /TKRUV/ TKRUV(36),RAUV(36)
  COMMON /NRMUV/ RMC(2),RMC(2),RMC(2)
  COMMON /NVTAR/ NVTAR,TVUV
  COMMON /THRCR/ THRCR,CRCR,TUCR,RACP
  COMMON /NVPGR/ NVPGR(8,1:7),TPUR(8,1:3)
  COMMON /KAPRT/ TPRT(7,5),RPRP(7,5)
  /NRP
  /NPL/ PL(8)
  COMMON /DG/ DG(37),DPA, G (8),DTOT(6),L(4,8),P
  COMMON /NJV/ NVJ(8),R,AV,SNEK
  /TULP/ TULP,TAU
  /NMRP/ DV,DPR
COMMON /PUMT/ PSI(8),KX(8),IU,KU,IF,KF,UH,
  PH,
*ANN,IAPERN,ANRC,BNAC,CNAC,DNAC,SKMAC
COMMON /XAPP/ QM(2,2),AQCN(2,8),NPOINT
COMMON /KOP/ KO,PKI,HTRK,TAIKO
*STRKO,DETRK,GTBKO,KOMST,HSKO
*NUKO,VTMO,YKO,YRKO,SYKO,ZRKO,DPDRV,DPDNY
*UKO(2),VKO(2),AMIK(2)
COMMON /PKI/ PKI(2)
COMMON /AM12P/ AM12P(8,2),UP(8,2)
  /AMP(8,2),VAT8
*SIPI,SDG,VPC
COMMON /FIPAG/ FIPG(8,2)
COMMON /HPGI/ AH(4)
COMMON /GPI/ GP(6,8)
COMMON /PCBRP/ PVKY(K(2,10),ONAC(10),PVPR
  OC(2,5)
*SVPRDP(1),PCBRP(2,3),GCBR(5),NNAC,NVPR
*NCBRI,VPR,SVPR,ONKO
COMMON /PCBRPG/ PCBRPG(2,5),GCBRPG(3)
  /NCRPG
COMMON /POOPIT/ OP(5),VRPODP(2,5),NPODP
COMMON /TAUPG/ AG,AP,BP
DIMENSION AP(2),BP(2)
COMMON/GIJK/ BMK(8,37),BVKC(37,8),CK(8,8)
  /GKI(8,8)
COMMON /OPGMR/ OPMK(8,10)
COMMON /NSPC/ NSPC(8,10)
COMMON /STMPC/ STMPC,NMAX,EPSSTE
DIMENSION D(3),ALAM(3)
COMMON /XN20/ XN20
COMMON /XN20K/ XN20(1:8,4),XN20KR(37,3),XN
  20R(38),XN20KC(2)
REAL NKAC,KO,NSIM
DATA (FKACPR=.00884)
  ,(NKAC=349.)
  ,(FKAH=.01843)
  ,(NTVE=126)
  ,(DGKA=.0086)
  ,(H43=.5)
  ,(SPR=.1)
  ,(DCPR=.1)
  ,(DLPR=2.5)
  ,(SIT=.1965,.757,1.963,1.76)
  ,(DL1=12.9,13.5,7.2)
  ,(DC1=.5,.0132,.5,.33)
  ,(NTRP=5536)
DATA (D=.496,.56,.0146,.016)
  ,.3,.31
  ,(ALAM=18.7,18.5,41.2,355,.3125)
  ,(CP2=.278)
  ,(UNKAC=.144),(ZAKAC=.0088)
  ,(AMK1=2.62,2.62,3.14,3.2,5.2,1.99)
DATA (STRKO=4406),(DTRMO=18.7),(NTRKO=18
  ,7)
  ,(VKO=42.9,49.5),(DGTRKM=297)
  ,(VKO=37.8),(VMRQ=25.),(SJKO=4.47),(SKO=4
  ,7)
  ,(NTRKO=2),(KOKSMEZ,7)
  ,(PKO=23.81),(PKL=193.)
  ,(PCBRPG=2148.),*(49.5),*(2151.),*(56.44.)
  ,(DCBRPG=3134.),*(6.5E-3),(NCSBRPG=4)
  ,(PVKY=INE)

```

```

M07X5302 *123.6,123.8,122.,123.6,121.4,122.,121.2,1
M07X5303 * 121.,121.5,120.5,121.,121.6,
M07X5304 * (JNA=4(9.E-3),180.E-3,360.E-3,720.E-3),
M07X5305 (NHAGE=7)
M07X5306 * (RVP=125.5,124.6,126.6,125.5,127.5,124
M07X5307 * 6,126.5,127.5)
M07X5308 * (CRRP=132.1,128.5,137.2,130.5,142.,135.2,
M07X5309 * (CB=1.4E-3,2130.E-3),(NCR=5)
M07X5310 DATA (CP=5(4.1),(VAP)=10(J)),(NPODP=)
M07X5311 DATA (AG1=5),
M07X5312 * (P=2(26.)),(B1=24.00555)
M07X5313 * (R=17.5),*(2.2,8.4),(H=4.6,2.5,2.7)
M07X5314 * (BKK=296(1.)),(BVK=296(1.)),
M07X5315 DATA (R=152.)),(S1P=30.),(S2P=30.1)
M07X5316 * (VPC=74.)
M07X5317 * (TP=8(532.)),(PP=8(46.))
M07X5318 * (P1=8(123.)),(P=123.),(PKC=2(123.))
M07X5319 * (H=22(1340.))
M07X5320 DATA (TU=185(833.)),(R=38(567.))
M07X5321 * (T=7)=104(567.)),(T1=52(567.))
M07X5322 * (K=2(567.))
M07X5323 * (H=8(11.57))
M07X5324 DATA (SKS=5,44,6.),(DGK=2,64,2.5)
M07X5325 * (LCK=3,47,3.033)
M07X5326 * (KCN=20.26.)
M07X5327 DATA (NPDAB=4(180.)),(NUTK=4(100.))
M07X5328 * (CBOR=4(1.)),(CBOR=4(1.)),(CBORUT=4(0.7))
M07X5329 DATA (P51=8(1.))
M07X5330 DATA (CB=22(1.5)),(CB1=24.3(1.5))
M07X5331 DATA (NSOPG/8.7)
M07X5332 DATA (VROTK=60.),(PPOTK=59.),(TPCOTK=373.-
M07X5333 5)
M07X5334 DATA (VXAS=0)
M07X5335 DATA (VXAS=0)
M07X5336 DATA (NUOTK1=3),(NUOTK2=22)
M07X5337 * (CBOTK=0),(HOTK=431)
M07X5338 DATA (ONAG,GVPRP6,GCBR720.0,
M07X5339 F1(X)=ALO,(X1)/X,X.1.)
M07X5340 READ 10,LP,NK,NG,N,I,PRINT,MPOTK
M07X5341 READ 9,MM,N,MMAR,EP,EPST,DET,THAX
M07X5342 EP,ST=EP,5
M07X5343 CALL STEPT2(X,Y,X1,X11)
M07X5344 PRINT 114
M07X5345 PRINT 101,LP
M07X5346 PRINT 102,NK
M07X5347 * (PRINT,NE.0) G1(MPOTK)=0.
M07X5348 PRINT 121,MM,N,I,PRINT,MPOTK
M07X5349 PRINT 103,MMAR,EP,PRINT 104,MM,N
M07X5350 PRINT 105,EP,5 PRINT 106,MM,N
M07X5351 PRINT 107,DET
M07X5352 PRINT 108,THAX
M07X5353 12=N1(2),1,0,X1=OR/(LP=N1(2))
M07X5354 DO 48 I=1,LP
M07X5355 * (G1(G1(I),J)) GO TO 48
M07X5356 * (G1(I,J)=X1*ABS(G1(I),G1(I)))
M07X5357 IF (I.EQ.NPOTK) G1(I,J)=0.
M07X5358 48 CONTINUE
M07X5359 ST,MD=ST,RO=NT,RO
M07X5360 H51*KHZTRK09,80665E-5 0 VTRK=ST,RO=DT,TRK
M07X5361
M07X5362

```

```

M07X5363 DO 49 J=1,3
M07X5364 49 HZ(3)=HZR(J)*9,80665E-5
M07X5365 DO 33 J=1,4
M07X5366 33 HZ(J)=H,1,0,9,80665E-5
M07X5367 DO 33=H*ZNA
M07X5368 VFRONT=0. 0 VAS=0-
M07X5369 DO 35 I=1,NK
M07X5370 X=VUP/TR(I)
M07X5371 RRUV(I)=RRUV
M07X5372 X=FKAN*MKAC(I)*DXAS
M07X5373 DO 34 J=1,NA
M07X5374 THRRR(I,J)=TR(I) 0 RRRR(I,J)=RRUV(I)
M07X5375 34 VJ(J,J)=KX
M07X5376 VFRONT=VFRONT+H*GPR*MKAC(I)
M07X5377 35 VAS=VAS+NKAC(I)*FKAN
M07X5378 VAS=VAS+H*AS
M07X5379 VFRONT=VFRONT+H*AS+VHC(I)*VHC(2)+VTRK
M07X5380 DO 51 I=1,2
M07X5381 X=VUP*(PK(I),TKC(I))
M07X5382 51 RRUV(I)=RRUV
M07X5383 RRCP=5*(PK(I)*RKC(I))
M07X5384 DO 36 J=1,4
M07X5385 DO 52 I=1,LP
M07X5386 X=VUP*(I,J),T(I,J)
M07X5387 TUVT(I,J)=T(I,J)
M07X5388 52 RIRUV(I,J)=RRUV
M07X5389 36 VFRONT=VFRONT+DL1.*S1(J)*LP
M07X5390 TPG(I,I)=0 DO 53 I=1,LP 0 DO 53 J=1,I,I
M07X5391 TPG(I,I)=J,I,I,2)
M07X5392 TAIMOSTRKO/DTRKO
M07X5393 TAIKOST/TAIKO
M07X5394 CALL XVA
M07X5395 CALL XZA
M07X5396 TRIN=DET 0 YTRQ. 0 DT=HMIN
M07X5397 NP=1
M07X5400 DO 1 I=1,4
M07X5401 DX(I)=DL1(I)/MT(I)
M07X5402 NP=NP+NI(I)
M07X5403 ANCI(I)=1./ANCI(I)
M07X5404 1 CONTINUE
M07X5405 1 ANCI(I)=1./ANCI(I) 0 ANCI(6)=1./ANCI(6) 0
M07X5406 ANCI(2)=ANCI(2)*NI(2)
M07X5407 UNKAC=UNKAC/NA
M07X5408 ZMKAC=ZMKAC/NA
M07X5409 NPET=NP-N1(4)
M07X5410 KX=1
M07X5411 Y=0
M07X5412 Q=20800.
M07X5413 XKAP(11,KV,Q,V)
M07X5414 CALL PUMT(I,X)
M07X5415 IKPR=1 0 IIPR=LP*1
M07X5416 READ 9,FRIMAC,FRIPR,FRIMC,FRIVKAC,FRIC1
M07X5417 PRINT 13,FRIMAC,FRIPR,FRIMC,FRIVKAC,FRIC1
M07X5418 XDOPER(I)
M07X5419 CALL VGM3
M07X5420 IVCDP=0
M07X5421 IF (FRIMAC.GE.0) GO TO 555
M07X5422 IVCDP=1
M07X5423 FRIMAC=FRIMAC
M07X5424 CALL VGD
M07X5425 C (FRIMAC 0),/FRIMAC=DPAS,FRIPR=DP,FRIMC=DP H
M07X5426 C ,FRIVKAC=DPVHC,FRIC1(J)=DP(I),G1=34

```



```

МО7Х5427 С ПО КЗВЕСТНЫМ ПЕРЕДАДМ И РАСЧЕДАМ АНО В ДАТ8Д
МО7Х5428 PRINT 130,FRMKAC,FRIPR,FRINKC,FRIVKC,FRICV,FRIC;
МО7Х5429 555 CONTINUE
МО7Х5430 X1=2.1415927
МО7Х5431 I1=0
МО7Х5432 DO 20 I=1,5,2
МО7Х5433 I1=I+1,0,K=I+1
МО7Х5434 AR(11)=(F1(D(I)/D(K)))-S1*D(I)/(2.*ALAM(I)
МО7Х5435 )
МО7Х5436 F(11)=X1*D(I)*DX1(I1)
МО7Х5437 F(11)=F(2)*NTRP
МО7Х5438 FPIG=F(2)
МО7Х5439 AR(4)=AR(3)*F(4)*X1*D(5)*DX1(4)
МО7Х5440 AR(3)=AR(1)*F(3)*X1*D(1)*DX1(3)
МО7Х5441 AR(5)=0.*F(5)=FKAM(I)
МО7Х5442 1R 6)=(F1(D(7)/D(8)))-S1/ALAM(4)*ALOG(D(7)
МО7Х5443 /J(9))
МО7Х5444 *A,AN(S)
МО7Х5445 F(4)=2.*X1*DXAS*NTVE
МО7Х5446 1R(7)=.5*F1(D(8)/D(7)))*D(8)/(2.*ALAM(4)
МО7Х5447 F(1)=X1*D(1)*DXAS*NTVE
МО7Х5448 AR(8)=0.*F(3)=0.
МО7Х5449 AR(9)=(.5-F1(D(4)/D(3)))*D(4)/(2.*ALAM(2)
МО7Х5450 F(3)=X1*D(4)*DX1(2)*NTRP
МО7Х5451 20 9 I=1,9
МО7Х5452 19 F(1)=F(1)*.000001
МО7Х5453 NTRP00=NTRP
МО7Х5454 FPA00=FPAC
МО7Х5455 REJD 9,AN
МО7Х5456 PRINT 115,NUKO,NPKO,IVPR,JVPR,MIX
МО7Х5457 DO 37 I=1,LP
МО7Х5458 37 READ 9,(AR(J),J)=1,6)
МО7Х5459 NAI=NA+1
МО7Х5460 DO 46 I=1,NK
МО7Х5461 C PM(I,J)=QV(I,J)/QVAS (QVAS=QR/VAS)
МО7Х5462 PRINT 125,(PM(I,J),J=1,NA)
МО7Х5463 DO 47 I=2,4K
МО7Х5464 CALL QRSTR5
МО7Х5465 47 PRINT 118,(PH(I,J),J=1,NA)
МО7Х5466 ITRPE=0
МО7Х5467 GO TO (2,201,202,201,201,202,202),NIX
МО7Х5468 201 DO 41 J=1,NK
МО7Х5469 41 READ 9,(BHKC(I,J),I=1,LP)
МО7Х5470 DO 39 J=2,NK
МО7Х5471 PRINT 117,((BHKC(I,J),I=1,LP),J=1,1)
МО7Х5472 39 PRINT 118,(BHKC(I,J),I=1,LP)
МО7Х5473 IF(MIX.EQ.2) GO TO 2
МО7Х5474 IF(MIX.EQ.5) GO TO 233
МО7Х5475 202 DO 38 J=1,NK
МО7Х5476 38 RE D 9,(BVKC(J),I=1,LP)
МО7Х5477 PR NT 119,((BVKC(J),I=1,LP),J=1,1)
МО7Х5478 DO 40 J=2,NK
МО7Х5479 40 PR NT 119,((BVKC(J),I=1,LP),J=1,1)
МО7Х5480 IF(MIX.EQ.3,DR,MIX.EQ.4) GO TO 2
МО7Х5481 IF(MIX.EQ.7) GO TO 234
МО7Х5482 203 TO 42 J=1,LP
МО7Х5483 42 RE D 9,(CM(I,J),I=1,LP)
МО7Х5484 PR NT 120,((CM(I,J),I=1,LP),J=1,1)
МО7Х5485 20 43 J=2,LP
МО7Х5486 43 PR NT 118,(CR(I,J),I=1,LP)

```

```

МО7Х5489 IF(MIX.EQ.6) GO TO 2
МО7Х5490 204 DO 44 J=1,LP
МО7Х5491 44 READ 9,(GKI(J),I=1,LP)
МО7Х5492 J=1
МО7Х5493 PRINT 122,(GKI(J),I=1,LP)
МО7Х5494 DO 45 J=2,LP
МО7Х5495 45 PRINT 118,(GKI(J),I=1,LP)
МО7Х5496 2 CALL VGM5A
МО7Х5497 ITO=0
МО7Х5498 3 CALL PETSTA
МО7Х5499 4 CALL STAMIX
МО7Х5500 4 CALL KANSTA
МО7Х5501 CALL STAINI
МО7Х5502 J=0 DO 5 I=1,LP
МО7Х5503 J=IFEPS(M(1,1),TZ(I,5),EPS1,J) 0 I1=I*LP
МО7Х5504 J=IFEPS(M(1,1),TZ(I,5),EPS1,J)
МО7Х5505 TZ(I,5)=M(1,1)*TZ(I,5)+M(1,1)*NP
МО7Х5506 5 CONTINUE
МО7Х5507 ITO=ITO+1 0 IF(ITO.GE.10) J=0
МО7Х5508 F(J),J=7,3
МО7Х5509 J=IFEPS(CTOT,XG,EPS1,J) 0 XG=CTOT
МО7Х5510 ITOPE=ITOPE+1 0 IF(ITOPE.GE.10) J=0
МО7Х5511 IF(IVGDP)170,171,171
МО7Х5512 170 CALL VGDGX
МО7Х5513 IF(J)171,172,171
МО7Х5514 172 IVGDP=1
МО7Х5515 GO TO 2
МО7Х5516 PRINT 130,FRMKAC,FRIPR,FRINKC,FRIVKC,FRIC;
МО7Х5517 GO TO 2
МО7Х5518 171 CONTINUE
МО7Х5519 IF(J)25,2,2
МО7Х5520 25 IF(0.GE.IVXAS) GO TO 60
МО7Х5521 J=IFEPS(TKC(1),IVXAS,EPS1,J)
МО7Х5522 IF(J.EQ.0) GO TO 60
МО7Х5523 IVXAS=IVXAS*1
МО7Х5524 IF(IVXAS.GE.100) GO TO 6.
МО7Х5525 IF(IVXAS.GE.2) GO TO 61
МО7Х5526 TVAS3=TKC(1)
МО7Х5527 FPAG0=FPAC*1
МО7Х5528 DPAG0=FPAC*1
МО7Х5529 IF(IVXAS1-TVXAS3)62,60,63
МО7Х5530 62 ISNPG=-1
МО7Х5531 GO TO 64
МО7Х5532 63 ISNPG=1
МО7Х5533 64 FPAG=FPAG+DFPAGX,ISNPG
МО7Х5534 IF(FPAG)65,63,66
МО7Х5535 65 FPAG=FPAG0
МО7Х5536 TVXAS3=0.
МО7Х5537 66 XI=FPAG/FPAG0
МО7Х5538 F(2)=F(2)*X1
МО7Х5539 F(9)=F(9)*X1
МО7Х5540 NTRP=NTRP00
МО7Х5541 IF(IVGDP.GE.1) IVGDP=-1
МО7Х5542 GO TO 2
МО7Х5543 67 IF(ISNPG)67,72,76
МО7Х5544 67 IF(TKC(1)-TVXAS3)68,60,71
МО7Х5545 68 IF(TKC(1)-TVXAS1)69,69,70
МО7Х5546 69 ISNPG=-ISNPG
МО7Х5547 70 FPAG0=FPAG
МО7Х5548 TVXAS1=TKC(1)
МО7Х5549 GO TO 64
МО7Х5550 71 ISNPG=0
МО7Х5551 FPAG0=FPAG01
МО7Х5552 FPAGJ=FPAG
МО7Х5553 GO TO 74
МО7Х5554 72 IF(TKC(1)-TVXAS)73,60,75

```

```

M07X5555
M07X5556
M07X5557
M07X5558
M07X5559
M07X5560
M07X5561
M07X5562
M07X5563
M07X5564
M07X5565
M07X5566
M07X5567
M07X5568
M07X5569
M07X5570
M07X5571
M07X5572
M07X5573
M07X5574
M07X5575
M07X5576
M07X5577
M07X5578
M07X5579
M07X5580
M07X5581
M07X5582
M07X5583
M07X5584
M07X5585
M07X5586
M07X5587
M07X5588
M07X5589
M07X5590
M07X5591
M07X5592
M07X5593
M07X5594
M07X5595
M07X5596
M07X5597
M07X5598
M07X5599
M07X5600
M07X5601
M07X5602
M07X5603
M07X5604
M07X5605
M07X5606
M07X5607
M07X5608
M07X5609
M07X5610
M07X5611
M07X5612
M07X5613
M07X5614
M07X5615
M07X5616
M07X5617
M07X5618
M07X5619
M07X5620

73 FP=GDZFFPAG
74 NT=PP=FPAG/13.1410(DJ14DX1(2)),.5
  GO TO 66
75 FP=GDZFFPAG
  GO TO 74
76 IF (TK(1))-TVX3177,60,78
77 IS=PP=0.
  GO TO 74
  FP=GDZFFPAG
78 IF (TVXAS-C-1) TVX317,69,69
60 CONTINUE
  DO 27 I=1,NK
  RUV=RUV(1) + TUV+R(1)
  DO 26 I=1,NA
  XI=H(I,3)+H(I,3)*.5
  TKAA(I,3)=X+0.5
  XHOKR(I,3)=X+0.5
  XI=PMF(I,3)
  V=PMF(7,1)
  TZ(I,3)=X+XI/V
  WX=1 + XI=TZ(I,3) + TU02*X14
  DO 25 I=1,NI
  XI=ZFZ(I,3)+XI/V
  TU02=ITER1(KX)
  IF (KX.NE.1) GO TO 28
  TU02=1
  CONTINUE
  DO 30 I=1,LP
  RUV=RUV(I,1) + TUV+T(I,1)
  KX=0
  DO 29 J=1,4
  V=KMF(J,1)
  IF (J.NE.2) GO TO 3
  IZ=NI(2)+1
  DO 32 I=2,12
  XI=TPGK(I,1)+1
  QPGMK(I,1)=XI
  TST(I,1)=XI+QBI(I,1)/V
  KX=NI(3)+1
  GO TO 29
  I3=KX+3
  TST(I,1)=T(I,3)+QBI(I,1)/V
  CONTINUE
  I1=3+NI(1) + I2+NI(2)
  DO 79 I=1,LP + X=GI(1)+H(I,1)+H(I,12)
  IF (I.NE.NPOTK) GO TO 6
  TP(I,3)=TPGOTK
  DO 133 J=NUOTK*,NUOTK2
  H(I,3)=H(I,3)+QTK
  I3=NUOTK1+1
  DO 134 J=1,13
  CBI(I,3)=H(I,1)+1
  I3=NUOTK2+1
  DO 135 J=13,NP
  H(I,3)=H(I,1)+NP
  CBI(I,3)=CBI(1,3)+1
  DO 137 J=1,4
  I4=I3+1 + I3=I3+H(I,3) + X=0.
  M07X5621
  M07X5622
  M07X5623
  M07X5624
  M07X5625
  M07X5626
  M07X5627
  M07X5628
  M07X5629
  M07X5630
  M07X5631
  M07X5632
  M07X5633
  M07X5634
  M07X5635
  M07X5636
  M07X5637
  M07X5638
  M07X5639
  M07X5640
  M07X5641
  M07X5642
  M07X5643
  M07X5644
  M07X5645
  M07X5646
  M07X5647
  M07X5648
  M07X5649
  M07X5650
  M07X5651
  M07X5652
  M07X5653
  M07X5654
  M07X5655
  M07X5656
  M07X5657
  M07X5658
  M07X5659
  M07X5660
  M07X5661
  M07X5662
  M07X5663
  M07X5664
  M07X5665
  M07X5666
  M07X5667
  M07X5668
  M07X5669
  M07X5670
  M07X5671
  M07X5672
  M07X5673
  M07X5674
  M07X5675
  M07X5676
  M07X5677
  M07X5678
  M07X5679
  M07X5680

  DO 138 I=14,13
  X=X+M(I,15)
  T(I,13)=M(I,14)+H(I,13)+.5
  XI=(I,3)/NI(3)
  TUV(I,3)=TUV + R1RUV(I,3)+RUV
  IF (J=2) 139,142,140
  GO TO 141
  I4=NI(2)+3-1
  TST(I,1)=M(I,3)
  GO TO 138
  I7=NI(12)+1
  DO 143 I=2,17
  I8=I6-1
  TPGK(I,18)+T(I,3)
  RPGK(I,18)+R1RUV(I,3)
  XMKP(2,1) + X3=MKP(0,1)
  TST(I,1)=M(I,18)+TPG(I,1)+X+K1
  QPGMK(I,18)+TPGK(I,18)+TPG(I,1)
  CONTINUE
  M(I,1)=QPGMK(I,18)
  M(I)=M(I)+TPGOTK
  M(I)=M(I)+VROTK
  X=0.
  CALL PAGOTK(I,X)
  GO TO 79
  CALL PAGYA(I,X)
  79 CONTINUE
  CALL DISTAT
  CALL GROV08(I,X,XI,9,XI1,XI2)
  PRINT I,3
  CALL PURYS(I,XI)
  RETURN
  101 FORMAT(10X,'VHCAD NETEB ZLP', (MAX(LP),8)
    ,69(M,1),)
  102 FORMAT(10X30MKAN, 6,4,3, /NK, (MAX(NK),5)
    ,69(M,1),2)
  103 FORMAT(10X,'MAKCHADANHA BAF NO BPEMH /HM
    ,4X/, (CEK,7),37(H,1),10,4)
  104 FORMAT(10X,'MHHMADANHA 253(4H,1)-12X
    ,4X/, (CEK,7),37(H,1),10,4)
  105 FORMAT(10X22HTOHOET' PACNETA /P3/
    ,4X7(H,1),10,6)
  106 FORMAT(10X4(4H,1)-1X
    ,27HAA44HHOHD DOCTOPHHA /P31/
    ,4X7(H,1),10,4)
  107 FORMAT(10X25HAF PEVATK /DET, (CEK,1)
    ,4X7(H,1),10,4)
  108 FORMAT(10X,'DANTE'HOET' BACCANT'BAENDPO'
    ,4X7(H,1),10,4)
  109 FORMAT(10X35HUKO=13.7H, NPKO=12,7H, IVPK
    ,21.7H, IYPR=12,6H, M3X12
    ,4X7(H,1),10,4)
  110 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4)M/4(10,3,4),1)
  111 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4),1)M/4(10,3,4),1)
  112 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4),1)M/4(10,3,4),1)
  113 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4),1)M/4(10,3,4),1)
  114 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4),1)M/4(10,3,4),1)
  115 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4),1)M/4(10,3,4),1)
  116 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4),1)M/4(10,3,4),1)
  117 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4),1)M/4(10,3,4),1)
  118 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4),1)M/4(10,3,4),1)
  119 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4),1)M/4(10,3,4),1)
  120 FORMAT(10X3XKH(AH(1),1),3,4),1)M/4(10,3,4),1)

```

```

M07X5681 *8(E10.3H,1)
M07X5682 120 FORMAT(M03X27H((CK(I,K),I=1,LP),K=1,LP)=,
M07X5683 X
M07X5684 *8(E10.3H,1)
M07X5685 *5XZMPRINT=12,3X6H,POTK=12/
M07X5686 122 FORMAT(M03X28H((GK(I,K),I=1,LP),K=1,LP)=,
M07X5687 *8(E10.3H,1)
M07X5688 123 FORMAT(M03X22H(OTHCITELNЬЯ MOYHOCTЬ
M07X5689 *X2HOBEБHOB AKTИBHOZ OH
M07X5690 *2OH( HA EДИHИЦY OБЪEMЯ)
M07X5691 *7H.3X44(H-)/H3X2P((PK(I,J),J=1,ND),I=1,
M07X5692 N)=/2X
M07X5693 *8(E1.3,1,1)
M07X5694 130 FORMAT(M07HFRKAC'E10.3,6H,FRPPE10.3,
M07X5695 *9H,FRHC'E10.3,9H,PRVHC'E1.3,
M07X5696 *9.,(FRIC(I),I=1,4)=4(P.2.H,1)
M07X5697 19 FORMAT(4I2)
M07X5698 *X2HOBEБHOB AKTИBHOZ OH
M07X5699 112 FORMAT(M04LX
M07X5699 *42,ПОЛУЧЕHOE HAYAYEHOE COCTOЯHИE (BPEMЯ :
M07X5700 =)
M07X5701 */NS40X42(H-)/
M07X5702 113 FORMAT(M040X
M07X5703 *31H HAYAYEHO PAСЧУHТЪЯEHOГO ПPOЦEССA
M07X5704 */NS40X30(H-)/
M07X5705 114 FORMAT(M140X
M07X5706 *18H BEOДHAYE BEЛHЧИHИ
M07X5707 */41X18(H-))
M07X5708 177 FORMAT(M00H1VX43=13,
M07X5709 *H.X,NTRP=13,
M07X5710 *H.X,FRAC=3.14159(3)*DX1(2)*NTRP=E1.4)
M07X5711 END
M07X5712 SUBROUTINE REGRA
M07X5713 COMMON /PAREL/ PAREL
M07X5714 COMMON /REGV/ VNH(S),GN,DX(4)
M07X5715 * /P2K/ P2K /PMP/ PMP(S70),GR,VA3
M07X5716 * /DELTA/ DT /TIME/ TIME
M07X5717 DIMENSION UX(4)
M07X5718 DATA IPREGUX/0.1...5.-.5.-1./
M07X5719 DATA (IPREG=1)
M07X5720 C *** IF IPREG=1 THEN REGVL TO P2K,
M07X5721 C IF IPREG=-1 THEN REGVL TO GR,
M07X5722 C IF IPREG=0 THEN WITHOUT REGVL ***
M07X5723 IF (OT.GE.TIME) RETURN
M07X5724 IF (IPREG) 1,4,2
M07X5725 1 V=V-GR*100.
M07X5726 V=V/GR*100.
M07X5727 PAREL=RELE(QX,V,PAREL)
M07X5728 RETURN
M07X5729 2 V=P2K(P2K,GR,DT,PAREL)
M07X5730 PAREL=RELE(LUX,V,PAREL)
M07X5731 RETURN
M07X5732 4 PAREL=0.
M07X5733 END
M07X5734 FUNCTION RCP2K(P2K,GR,DT,US)
M07X5735 DATA AK2,AK3,AK4,AG9AK10/.167..7.10..5.10**
M07X5736 * UCM,UJAD,.020,U110/10.505.3.1673.7.513
M07X5737 DATA T2,TAT11,U,GR/.546..8./
M07X5738
M07X5739 C TAT11=2U11/(K10*K9)
M07X5740
M07X5741 P2KHO=MU040/AM2
M07X5742 DATA /K2/.1779545455/
M07X5743 DATA /A,B,C/.9..1375..56./
M07X5744 1 U11=U110
M07X5745 2 UB=ALOG10(GB/B)*ASC
M07X5746 IF (US.EQ.0.) U11=EXP(-DT/TAT11)*(UB+U110)-UB
M07X5747 6 US=AK9*(UB+U11)
M07X5748 U10=AK10*U9
M07X5749 AS=AK2+P2K
M07X5750 U2=EXP(-DT/T2)*(U30-AS)*AS
M07X5751 U3=AK3*(U2+U2-UCM)
M07X5752 X2=AS*(X)
M07X5753 X1=AK4*X2
M07X5754 IF (X1-UBGR14,J3)
M07X5755 3 US=-SIGN(U0GR,X)
M07X5756 GO TO 5
M07X5757 4 U4=AK4*X
M07X5758 5 REGP2K=U10+U4
M07X5759 US=U2
M07X5760 U110=U11
M07X5761 RETURN
M07X5762 END
M07X5763 SUBROUTINE A3(MA3,PERIOD,DM,PRE,PKO,MKO,TC
M07X5764 ST)
M07X5765 DIMENSION I73(10),T3(10),T31(10)
M07X5766 DATA
M07X5767 * . . . I73=(20.)
M07X5768 * . . . I73=(1010)
M07X5769 * . . . I73=(10.) (T2=10.) (ONTE=05) (ONZ=112)
M07X5770 * . . . I73=(10.) (T2=10.) (ONTE=05) (ONZ=112)
M07X5771 DATA PR3,PR3,PK4,PRJMIN,PR2M,PKO3,MKO3,T
M07X5772 MNP
M07X5773 * /137.3,132.4,127.5,93.2,112.0,107.9,2.
M07X5774 7.463,7.590,583.578./
M07X5775 DATA /TC1,TC3,TC4/590.583.578./
M07X5776 DATA /PR33/
M07X5777 IF (IPR33.EQ.0)
M07X5778 NA3=9
M07X5779 IF (I3.LT.PERIOD) GO TO 2
M07X5780 29 PRINT 24,PERIOD
M07X5781 IF (PERIOD.GE.T2) GO TO 3
M07X5782 GO TO 14
M07X5783 IF (IND.NE.1) GO TO 1
M07X5784 IF (IND.GT.4) NA3=4
M07X5785 GO TO 2
M07X5786 1 I73(I)=1
M07X5787 IF (IND.GT.3) NA3=3
M07X5788 2 IF (DM.LT.DM1) GO TO 3
M07X5789 PRINT 25,DM
M07X5790 IF (DM.GE.DM2) GO TO 14
M07X5791 I73(2)=1
M07X5792 IF (IND.GT.2) NA3=2
M07X5793 3 IF (PRE.GE.PR4) NA3=3
M07X5794 4 IF (PRE.GE.PR2MIN) GO TO 6
M07X5795 IF (TC.LT.TAMP) GO TO 9
M07X5796 PRINT 26,PRE
M07X5797 IF (PRE.LT.PR1MIN) GO TO 14
M07X5798 NA3=2
M07X5799 GO TO 9
M07X800 6 PRINT 26,PRE
M07X801 IF (PRE.GE.PR3) GO TO 7
M07X802 IF (IND.GE.4) NA3=4
M07X803 GO TO 9
M07X804 7 IF (PRE.GE.PR1) GO TO 14

```

```

M07X5803      8  IT(3)=1
M07X5804      9  IF(NAS,GT,3) N43=3
M07X5805      IF(PKO,GE,PKO3) GO TO 1J
M07X5806      IF(TC,LT,THMP) GO TO 1J
M07X5807      IF(MC,GT,THMP) GO TO 1J
M07X5808      PRINT 27,H,K,O3,PKD
M07X5809      GO TO 4
M07X5810      1J  IF(ICALT,TC4) GO TO 15
M07X5811      PRINT 8,ATC
M07X5812      IF(TC,GE,TC3) GO TO 12
M07X5813      IF(NAS,EO,5) N43=4
M07X5814      GO TO 15
M07X5815      12  IF(TC,LE,TC1) GO TO JJ
M07X5816      GO TO 14
M07X5817      13  IT(4)=1
M07X5818      IF(NAS,GT,3) N43=3
M07X5819      GO TO 15
M07X5820      14  N43=1
M07X5821      15  N43=N43
M07X5822      I=N43-3 0 IF(1) 5,16,11
M07X5823      5  PRINT 23,N43
M07X5824      RETURN
M07X5825      11  IF(NAS,EO,4) PRINT 4,
M07X5826      RETURN
M07X5827      16  00 19  I=N43
M07X5828      IF(IT(3),NE,1) GO TO 17
M07X5829      TS(1)=TS(1)+DT
M07X5830      IF(TS(1),GE,TJ(1)) N43=2
M07X5831      GO TO 18
M07X5832      17  TS(1)=0
M07X5833      18  IT(1)=0
M07X5834      19  CONTINUE
M07X5835      PRINT 22
M07X5836      IF(N43,EO, ) PRINT 23,N43
M07X5837      RETURN
M07X5838      21  FORMAT(10X23HПЕРВАЯ СТУПЕНЬ ЗАДЕРЖКИ .X)
M07X5839      22  FORMAT(10X23HТОРАЯ СТУПЕНЬ ЗАДЕРЖКИ .X)
M07X5840      23  FORMAT(10X23HАЗ .X1,2H .)
M07X5841      24  FORMAT(15X18HПЕРВОЕ РЕАКТОРА Т=ЕВ. )
M07X5842      25  FORMAT(15X23HМОДУЛЬ РЕАКТОРА N/НОРМ5,2)
M07X5843      26  FORMAT(15X22HДАВЛЕНИЕ В РЕАКТОРЕ P/F6,1)
M07X5844      27  FORMAT(15X19HКОМПЕНСАТОР ОБЪЕМА ,
M07X5845      *H,Х12HУРОВЕНЬ НК0=F5,2,Х13HДАВЛЕНИЕ РК0=F,
M07X5846      28  FORMAT(15X34HТЕМПЕРАТУРА НА ВЫХОДЕ ИЗ РЕАК
*Х3HТК=Е10,3) TOP:1
M07X5847      END
M07X5848      SUBROUTINE KINSTA
M07X5849      COMMON /KINSTA/
M07X5850      * /TIME/ TT
M07X5851      * /VELTAT/ DT
M07X5852      * /JANK/ NA,NK,NAI
M07X5853      * /LPC/ LP
M07X5854      * /FKAC/ FKACPP,KKAC(37)
M07X5855      * /TUTZ/ TUTZ(37,5),TZ(37,5)
M07X5856      * /DND/ DND(37,5),V13(37,5),OR,VA3
M07X5857      COMMON /KINSTA/ H13(7,6),CB(37,6)
M07X5858      * /HA/ HA3
M07X5859      * /PR/ P
M07X5860      COMMON /KINSTA/ LAM(6),AL(6)
M07X5861      COMMON /KINSTA/ EP,SKIN
M07X5862      COMMON /DTKIN/ DTKIN
M07X5863      COMMON /ROKIN/ ORKOM,DTAU,LAMP1,BETA1,R0
M07X5864      COMMON /REF/ V1,VMAX,OH,ON,OX(4)
M07X5865
M07X5866      COMMON /ZET/ MS,Z(6),NMI,K
M07X5867      COMMON /THUSCP/ HCP,CBCP,TUCP,RCP
M07X5868      COMMON /HWRTRZ/ HWR,TRV
M07X5869      COMMON /RODRD/ TH0,PO,C88,TUO,GR0,CO,ROO
M07X5870      * CO8TH,RODRD,RODCB,RODTU,RODD,RODC
M07X5871      COMMON /ROPRIN/ ROPRIN
M07X5872      REAL NKAC
M07X5873      REAL LAM,LAMP1
M07X5874      DATA(LAM),0.125, .0305, .11, .301, 1, .13, .1, )
M07X5875      * ,(AL=.0811E-2, .14E-2, .12E-2, .22E-2, .0755
DATA(V1=0,0), (VMAX=.25), (DND=5)
DATA(OX=1,EP=1,ES=-1,ES,-1,ES,-1,ES)
DATA(CHE=1,75,2), (K3=3)
DATA(Z=2(2,5),2), (K3=3)
DATA(RODRD=0,RODCB=0,RODTU=0)
DATA(EP,SKIN=1,ES)
DATA(ORKOM=1375,1,(OR=01),(TAU=5,4E-5),
*(ORDP=0),(ORDCB=0),(ORDD=0),(ORDDC=0.0184),(ORDD=0
DATA (ORDP=0,ORDCB=0,ORDD=0,ORDDC=0),(ORDD=0,ORDDC=0)
DTKIN=DT
OR=0
N1=2*(LP+1) 0 NMI 0 NMI
RO=0
RO=0
ROPRIN=ROO
RODRD=ROO+RODCR(TT)
TH0=THCP
PO=EP
CB0=CBCP
TUO=TUCP
OR=OR
GO=C
ROO=ROO
R=ROO
CALL STEPKI(S,0,0,OR)
BETA=0.
DO 11 I=1,6
11 BETA=BETA+AL(I)
BETA1=BETA
DO 12 I=1,6
12 AL(I)=AL(I)/BETA
LAMP1=TAU/BETA
RETURN
END
CO:5911,6184
SUBROUTINE TAU(TAU,P,FIV8,V,K)
DIMENSION TAU(2),FIV3(4),V(2)
COMMON /TAU0/ AC1,AP,AP,SP
DIMENSION AP(2),SP(2)
DIMENSION AKTAU(2,2)
DATA AKTAU(4,5),
H1V(1),FIV3(3),
H2V(2),FIV3(4)
TAU(1)=1-FIV3(1)
TAU(2)=TAU(1)+H1
TAU(2)=AP(K)+BP(K)*P
TAU(2)=H2+AC1
IF(V(2),GE,1,E-6) GO TO 1
TAU(1)=1,E-5
TAU(2)=1,E-10
1 CONTINUE
TAU(2)=SQRT(TAU(2))

```

M07X6123
 M07X6124
 M07X6125
 M07X6126
 M07X6127
 M07X6128
 M07X6129
 M07X6130
 M07X6131
 M07X6132
 M07X6133
 M07X6134
 M07X6135
 M07X6136
 M07X6137
 M07X6138
 M07X6139
 M07X6140
 M07X6141
 M07X6142
 M07X6143
 M07X6144
 M07X6145
 M07X6146
 M07X6147
 M07X6148
 M07X6149
 M07X6150
 M07X6151
 M07X6152
 M07X6153
 M07X6154
 M07X6155
 M07X6156
 M07X6157
 M07X6158

```

TAU(1)=TAU(1)+AKTAN(1,K) * TAU(2)=TAU(2)*A
      *TAU(3,K)
RETURN
END
SUBROUTINE GPG(I,P,GPK,GPM)
COMMON /GPG1/ AG(6,B)
* /LPC/ LP
* /TIME/ T
COMMON /P2K0/ P2K
* /DELTA/T/D
COMMON /STHNEP/ HM1,HMAX,EPS
COMMON /P2K/ GIPG(8),GPB(8),GTYP
COMMON /P2KQTP/XP(16),PPG(8)
DATA(I)=J
DATA (V2K=44.)
IF(I.EQ.J) P2K=-AG(4,1)/AG(3,1)
GPV=AG(5,1)*T
GPI=EXP(GPI)
GPK=AG(3,1)
GPM=CPW*AG(4,1)
GPU=CPW*GPK * GPK=ABS(GPM)
GPV=SQRT(GPK)
IF(GPK.LT.1.E-4) GPK=0.
GPK=SIGN(GPK,GPM)
GPU=AG(6,1)*T
GPU=EXP(GPU)
GIPG(1)=GPK
GF=GPM*GPK
* GPV.LT.0.) GPM=U.
GPA(1)=GPM
RETURN
EN-RY PRKL
G2=0.
XP=0.
  
```

M07X6159
 M07X6160
 M07X6161
 M07X6162
 M07X6163
 M07X6164
 M07X6165
 M07X6166
 M07X6167
 M07X6168
 M07X6169
 M07X6170
 M07X6171
 M07X6172
 M07X6173
 M07X6174
 M07X6175
 M07X6176
 M07X6177
 M07X6178
 M07X6179
 M07X6180
 M07X6181
 M07X6182
 M07X6183
 M07X6184
 M07X6185
 M07X6186
 M07X6187
 M07X6188
 M07X6189
 M07X6190

```

DO 1 J=1,LP
IE(IPR(J),GT,XP) XP=PRC(J)
G2=G2K*GIPG(J)
X=AG(4,2)*P2K*X(1)
AX=X*X*V2K/X1
CALL THOK(T,P2K,G,2K,AX,DT)
IF(XP.LT,P2K) P2K=X
DO 2 J=1,LP
AG(4,J)=-P2K*AG(3,J)
RETURN
EN-RY PRKL
GTRU=U.
DO 3 J=1,LP
GTYR0=GTYR0*GIPG(J)
IF(V2K.EQ.0.) GO TO 4
V2=1000./V2K
GTYP=GTYP*G(GTYR0,T)
4 RETURN
N.
FUNCTION GTYPG(P2K,T)
IF(1.GE.1.) A=1
IF(1.GE.1.) A=.186
A=(1-J)/.35
IF(T.LT.3.) A=0.
IF(1.GE.3.35) A=1.
1 GTYPG=GTYP*(1.-A)
RETURN
EN-RY GTYPG
GTYP=P2K
A=0.
GO TO 1
END
*AN 1 :C4MTAND 6191 KAPT (044 TP.)
  
```

**
 **

Редактор Л. И. Кирюхина

Технический редактор Н. И. Мазаева

Корректор Н. Н. Черемных

Т-19832. 2. 11. 78 г. Формат 60x90/8. Уч.-изд. л. 2,50
Тираж 184. Заказ 1317. Цена 25 коп. ИАЭ

25 коп.