

СБОРНИК ТРУДОВ ВМК

ТОМ III

**ЭКСПЕРИМЕН-
ТАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
ПО ФИЗИКЕ
УРАН-ВОДНЫХ
РЕШЕТОК
ТИПА ВВЭР**

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

Временный международный коллектив
для проведения совместных исследований
по физике ВВЭР

Временный международный коллектив
для проведения совместных исследований
по физике ВВЭР

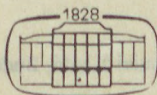
12398

СБОРНИК ТРУДОВ ВМК

ТОМ III

Экспериментальные исследования
по физике
уран-водных решеток типа ВВЭР

örvölt -

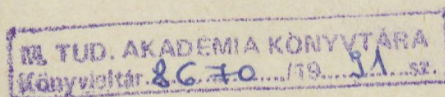
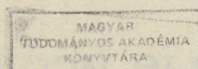


Akadémiai Kiadó. Budapest 1991

MTA
KIK



684067



ISBN 963 05 3966 7 (серия)
ISBN 963 05 6068 2 (том III.)

© Akadémiai Kiadó, Budapest 1991

Printed in Hungary

Изложенные в томе III Сборника трудов ВМК работы выполнены при поддержке со стороны:

Постоянной комиссии СЭВ по использованию атомной энергии в мирных целях,

Комитета по мирному использованию атомной энергии и Академии наук Народной Республики Болгарии,

Государственного института ядерных исследований Социалистической Республики Вьетнам,

Государственного комитета по атомной энергии и Академии наук Венгерской Республики,

Министерства угля и энергии Германской Демократической Республики,

Комиссии по атомной энергии Республики Куба,

Министерства энергетики и атомной энергии Республики Польша,

Государственного комитета по использованию атомной энергии Союза Советских Социалистических Республик,

Федерального министерства по развитию техники и капитального строительства Чешской и Словацкой Федеративной Республики,

Центра технических исследований Финляндии.

Материалы тома III Сборника трудов ВМК подготовлены коллективом авторов:

К. Алварез (Р.Куба)

И. Барлош (ЧСФР)

Р. Беккер (ГДР)

И. Видовски (Венгрия)

Я. Гадо (Венгрия)

Л. Гачи (Венгрия)

Ю.Я. Кравченко (СССР)

З. Сатмари (Венгрия).

В материалах тома III Сборника трудов ВМК использованы работы, в выполнении которых принимали участие специалисты:

Венгерская Республика

K. Almási	K. Krinisz
T. Czibók	G. Pór
J. Gadó	F. Szabó
L. Gácsi	Z. Szatmáry
A. Gizella	J. Valkó
Gy. Hegyi	I. Vidovszky
E. Kondor	

CPB

Vu hai Long
Ha van Thong

ГДР

R. Becker

Республика Куба

O. Aguilar	A. Elier
C. Alvarez	E. Orozco
A. Combarro	

Польская Республика

C. Dabrowski
W. Szmek

СССР

И.Н. Аборина
К.В. Барболин
В.К. Калинин

П.М. Каманин
Ю.Я. Кравченко
В.К. Обухов

ЧСФР

J. Broulik
J. Mikus
F. Hudec

C. Svoboda
J. Vacek

Финляндия

H. Rätty

АННОТАЦИЯ

В томе III Сборника трудов Временного международного коллектива (ВМК) описывается цикл экспериментов по физике уран-водных топливных решеток типа ВВЭР, проводившихся в рамках ВМК на критической сборке ZR-6M в Центральном институте физических исследований ВАН (г.Будапешт). Исследования, описанные в томе I настоящего Сборника, были продолжены при различных температурах и на других решетках. Эксперименты проводились с целью проверки и уточнения расчетных программ, используемых для вариантных расчетов реакторов ВВЭР-1000.

Приводятся условия проведения экспериментов, методика измерений и экспериментальные результаты по коэффициентам реактивности $\partial\rho/\partial N$, $\partial\rho/\partial T$, $\partial\rho/\partial C_B$, макро- и микрополя, лапласианам, спектральным характеристикам. В приложениях к тому дается добавочная информация об экспериментах, включающая картограммы исследованных конфигураций, оцененные радиальные макрополя, матрицы корреляции относительных активаций различных детекторов.

ABSTRACT

Volume 3 of the final report of Temporary International Collective (TIC) contains the description of a series of experiments concerning the physics of WWER-type uranium fuelled water moderated lattices. The experiments in the frame of TIC were performed on the critical assembly ZR-6M established in the Central Research Institute for Physics of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest. The series of experiments, described in Volume 1, has been extended for different temperatures and other lattices. The experiments were carried out with the aim of validating computer programs to be used for the calculation of WWER-1000 type power reactors.

Experimental conditions, the methods of measurements and the results of reactivity coefficients, reaction rate distribution and reaction rate ratio measurements are presented. In the Appendices to the volume supplementary information is given on the experiments, including core maps of the investigated configurations, evaluated radial reaction rate distributions and correlation matrices of the spectral ratios measured by different detectors.

Обозначения и термины

Нижеследующие объясняются использованные в Сборнике условные обозначения, и некоторые нестандартные термины.

a_k параметр подгонки

C_B концентрация борной кислоты (H_3BO_3) в замедлителе

$f(x, a)$ функция подгонки

H уровень замедлителя (измеренный от начала урановых таблеток)

K_m тип возмущенной решетки, образованной из имитаторов ТВС, включающих по m позиций

λ_z аксиальная добавка отражателя

λ_r радиальная добавка отражателя

Ψ_I значения активаций или энерговыделения в макроячейке в позиции I

X_n тип регулярно возмущенной решетки, образованной возмущениями расположенными с шагом, равным n шагам решетки твэлов

X_∞ возмущенная решетка, образованная возмущением, расположенным на месте центрального твэла

водяная
полость

возмущение решетки, образованное извлечением
одного твэла (возмущение типа E)

картограмма	описание активной зоны графическим образом
конфигурация	активная зона критической сборки, характеризующаяся картограммой, концентрацией борной кислоты и шагом решетки
макроячейка	элемент возмущенной конфигурации, из которого возмущенная конфигурация получается трансляцией
пэл	<u>поглощающий элемент</u> , стержень содержащий поглощающий нейтроном материал, в зависимости от типа использованного материала различают пэлы типа C,D,F,G (см. Таблицу 2.2.3 тома I)
твэл	<u>тепло выделяющий элемент</u> , стержень содержащий топливо, обогащение топлива всегда выражается в атомных процентах ^{235}U .

Содержание

1. Введение к тому III Сборника трудов ВМК	11
2. Критическая сборка ZR-6M	19
2.1 Конструкция критической сборки	19
2.2 Управление критической сборкой и измерительные приборы	20
2.3 Замедлитель	23
2.4 Решетки	24
2.5 Давление и его влияние на безопасность экспериментов	25
2.6 Влияние неопределенностей технических данных на нейтронно-физические параметры	25
3. Методика экспериментов	37
3.1 Коэффициент реактивности по уровню замедлителя $\partial\rho/\partial H$	38
3.1.1 Влияние промежуточной дистанционирующей плиты на $\partial\rho/\partial H$ и $H_{кр}$	38
3.1.2 Расчет $B_{эфф}$	38
3.2 Коэффициент реактивности по температуре $\partial\rho/\partial T$	39
3.3 Коэффициент реактивности по концентрации борной кислоты в замедлителе $\partial\rho/\partial C_B$	44
4. Результаты экспериментов	48
4.1 Обзор программы экспериментов	48
4.1.1 Общие замечания	48
4.1.2 Решетки без возмущений	49
4.1.3 Решетки с возмущениями	51
4.2 Коэффициенты реактивности	56
4.2.1 Результаты измерений $\partial\rho/\partial H$ и $H_{кр}$	56
4.2.2 Результаты измерений $\partial\rho/\partial T$	58
4.2.3 Результаты измерений $\partial\rho/\partial C_B$	58
4.3 Макрополя активации	76
4.3.1 Файл оцененных макрополей	76
4.3.2 Примеры измеренных макрополей	76
4.4 Лапласианы и эффективные добавки отражателя	84

4.4.1 Радиальные лапласианы и эффективные добавки отражателя	85
4.4.2 Аксиальные лапласианы и эффективные добавки отражателя	85
4.4.3 Материальные лапласианы	86
4.4.4 Микрополя в макроячейках	87
4.5. Характеристики спектра нейтронов	104
4.5.1 Спектральные характеристики невозмущенных решеток	104
4.5.2 Спектральные характеристики возмущенных решеток	106
5. Заключение	121
Литература	124
Список использованных отчетов ВМК	125
Приложение А. Исследованные критические конфигурации	133
Приложение Б. Оцененные радиальные макрополя	142
Приложение В. Матрицы корреляции относительных активаций	189

1. ВВЕДЕНИЕ К ТОМУ III СБОРНИКА ТРУДОВ ВМК

Представленные в томе III Сборника трудов ВМК экспериментальные исследования основаны на измерениях, проведенных на критической сборке ZR-6M в период с 1979 по 1984 гг.

Эксперименты, описанные в томе I Сборника трудов ВМК [Сатмари З. и другие, 1984], были продолжены при различных температурах и на других решетках (в частности, с шагами 15.0 мм и 19.05 мм), что позволило исследовать параметры решеток в более широком диапазоне. По сравнению с описанными в томе I проведены два новых типа измерений: измерения коэффициентов реактивности по температуре ($\partial\rho/\partial T$) и по концентрации борной кислоты в замедлителе ($\partial\rho/\partial C_B$).

Представлены результаты измерений и даны рекомендации по их использованию. Вопросы сопоставления экспериментов и расчетов, как и в томе I, не рассматриваются. Эти вопросы будут рассмотрены в одном из последующих томов настоящего Сборника.

Критическая сборка ZR-6M описана в разделе 2. Различие между критическими сборками ZR-6 (описанной в томе I) и ZR-6M заключается в том, что после реконструкции на критической сборке ZR-6M стало возможным проведение экспериментов при повышенной температуре (до 135°C). В разделе 2 описаны только изменения, произошедшие после реконструкции, и эксперименты, проведенные в обоснование безопасности критической сборки. Там же приведены сведения по влиянию неопределенности технических данных на нейтронно-физические параметры исследованных решеток.

Методика экспериментов изложена в разделе 3. Большинство использовавшихся экспериментальных методик описано в томе I и эти методики здесь не рассматриваются. По этой причине в разделе 3 изложены только новые экспериментальные методики, т.е. методики измерений $\partial\rho/\partial T$ и $\partial\rho/\partial C_B$.

Результатам экспериментов посвящен раздел 4. В нем приводятся результаты измерений различных параметров исследованных решеток: параметров критичности ($H_{кр}$ и $\partial\rho/\partial H$), коэффициентов реактивности ($\partial\rho/\partial T$ и $\partial\rho/\partial C_B$), лапласианов, спектральных характеристик. Проведенные измерения макрополей энерговыделения и активации детекторов описаны также в разделе 4, а соответствующие экспериментальные результаты помещены в приложении Б к настоящему тому. В качестве экспериментальной погрешности везде в томе задается квадратный корень из дисперсии оценок искомых параметров. Отметим, что погрешности не содержат составляющей, обусловленной неопределенностью технических данных сборки.

В представленных ниже таблицах 1.1 - 1.4 дается перечень исследованных решеток, проведенных на них измерений и соответствующих отчетов ВМК. Детализированное описание исследованных решеток дано в отчетах [814, 817 и 819], отчет [816] содержит результаты методических измерений на критической сборке ZR-6M.

В описываемых экспериментах исследовались как невозмущенные, так и возмущенные гексагональные топливные решетки. Влияние основных параметров (обогащения топлива, шага решетки, концентрации борной кислоты в замедлителе, температуры) на нейтронно-физические параметры было изучено, в основном, на невозмущенных решетках.

В качестве возмущений рассматривались характерные для реактора ВВЭР-1000 неоднородности топливных решеток. Исследовались те же типы возмущения (пэлы, водяные полости), как в случае возмущенных решеток, описанных в томе I. В экспериментах, описанных в томе I, неоднородности были изучены на основной решетке (шаг решетки 12.7 мм, обогащение топлива 3.6%, температура 20°C, без бора в замедлителе). В экспериментах, описанных в настоящем томе, были также исследованы другие возмущенные решетки (например, при шаге решетки 11.0 мм).

В экспериментах измерялись следующие характеристики решеток:

- критические уровни замедлителя и коэффициенты реактивности по уровню замедлителя $\partial\rho/\partial N$,
- критические уровни замедлителя и коэффициенты реактивности по температуре $\partial\rho/\partial T$,
- критические уровни замедлителя и коэффициенты реактивности по концентрации борной кислоты в замедлителе $\partial\rho/\partial C_B$,
- радиальные и аксиальные макрополя активации твэлов и различных детекторов Φ_{MA} ,
- спектральные характеристики в виде отношения активаций различных детекторов в исследуемых спектрах к активациям в спектре тепловой колонны A_{ml} ,
- микрополя активации различных детекторов в макроячейках Φ_{MI} .

Для полноты в томе III приведены некоторые результаты измерений из тома I. Сводные таблицы содержат всегда усредненные величины для всех исследованных решеток.

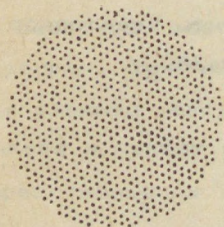
Ссылки на отчеты ВМК приводятся с указанием их номеров, согласно принятой в ВМК нумерации (KFKI-ZR-6-(номер)). Список использованных отчетов ВМК помещен в конце тома.

Отметим, что том I был издан на русском и английском языках. Настоящий том также будет издан и на английском языке.

Таблица 1.1 Исследованные решетки без возмущений

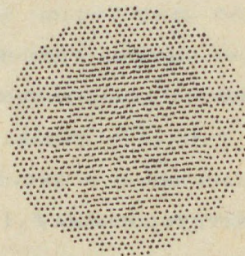
В основном исследовались однозонные конфигурации за исключением решеток с обогащением 1.6 и 4.4%, которые исследовались в виде вкладышей, окруженных зоной запала с обогащением топлива 3.6%.

Характерные картограммы



Однозонные решетки

· - твэл обогащением
3.6 или 4.4%



Двухзонные решетки

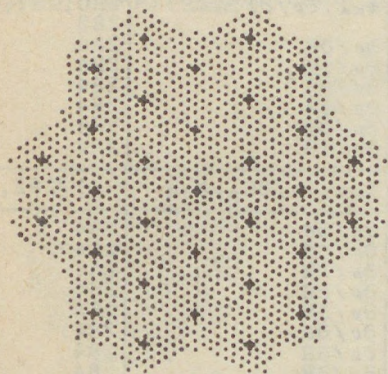
x - твэл обогащением
1.6 или 4.4%
· - твэл обогащением
3.6%

Шаг ре- шетки [мм]	Обога- щение [%]	C_B [г/ кг]	T [°C]	Число твэл- лов	№ зоны /№ конфи- гурации	Измеренные параметры	Отчеты
12.7	3.6	0	20 80 130	805	154/154 246/154	$\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}, A_{me}$ $\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}, \partial\rho/\partial T$ $\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}, A_{me}$	264, 266, 267 264, 265 264, 266, 267
12.7	3.6	1.1	20 130	1765	162/161	$\partial\rho/\partial T, \partial\rho/\partial C_B$ $\partial\rho/\partial T, \partial\rho/\partial C_B$	275 275
12.7	3.6	4.0	20 80 130	1765	161/161	$\Phi_{MA}, \partial\rho/\partial T, \partial\rho/\partial C_B$ $\Phi_{MA}, \partial\rho/\partial T, \partial\rho/\partial C_B$ $\Phi_{MA}, \partial\rho/\partial T, \partial\rho/\partial C_B$	270, 275 270, 275 270, 275
12.7	3.6	5.8	20 80 130	1765	163/161 247/161	Φ_{MA}, A_{me} $\Phi_{MA}, \partial\rho/\partial T, \partial\rho/\partial C_B$ Φ_{MA}, A_{me}	272, 277, 278 272, 276 272, 277, 278
12.7	4.4	0	20 130	625	159/159 164/159	$\Phi_{MA}, A_{me}, \partial\rho/\partial T$ Φ_{MA} Φ_{MA}, A_{me}	268, 269, 274 285 274, 273, 278
12.7	4.4 3.6	0	20 80 130	625 186	166/166	Φ_{MA}, A_{me} Φ_{MA} Φ_{MA}, A_{me}	274, 273, 278 274, 273, 278 274, 273, 278

Шаг ре- шетки [мм]	Обо- гаше- ние [%]	C _B [г/ кг]	T [°C]	Число ТВЭ- лов	№ зоны /№ конфи- гурации	Измеренные параметры	Отчеты
11.0	3.6	0	20	1855	188/188	$\Phi_{MA}, \partial\rho/\partial T, A_{me}$ $\partial\rho/\partial H$ $\Phi_{MA}, \partial\rho/\partial T$ $\Phi_{MA}, \partial\rho/\partial T, A_{me}$	279, 280, 281 282, 283, 284 281, 283 280, 281, 282 283 284
			80				284
			130				284
			20	1891	191/191	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	1801	192/192	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	1747	193/193	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	1711	194/194	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	1675	195/195	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	1639	196/196	$\partial\rho/\partial H$	284
11.0	3.6	1.0	20	1855	209/188	$\Phi_{MA}, \partial\rho/\partial C_B, A_{me}$	281, 282, 283
15.0	3.6	0	20	409	212/212	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	487	213/213	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	571	214/214	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	661	215/215	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	769	216/216	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	811	217/217	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	919	218/218	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	1015	219/219	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	637	220/220	$\partial\rho/\partial H, \Phi_{MA}, A_{me}$	284, 287, 291
15.0	3.6	4.0	20	1931	239/239	$\partial\rho/\partial H$	288
				1800	238/238	$\partial\rho/\partial H$	288
				1687	237/237	$\partial\rho/\partial H$	288
				1519	236/236	$\partial\rho/\partial H$	288
				1339	235/235	$\partial\rho/\partial H$	288
				1213	234/234	$\partial\rho/\partial H$	288
				1147	240/240	$\partial\rho/\partial H$	288
				1069	232/232	$\partial\rho/\partial H, \Phi_{MA}, A_{me}$	287, 288, 291 292, 293, 294
				985	233/233	$\partial\rho/\partial H$	288
15.0	4.4	0	20	583	221/221	$\partial\rho/\partial H, \Phi_{MA}, A_{me}$	286, 287, 288 291, 292
				691	223/223	$\partial\rho/\partial H$	288, 292
				637	224/224	$\partial\rho/\partial H$	288, 292
				547	225/225	$\partial\rho/\partial H$	288, 292
				500	226/226	$\partial\rho/\partial H$	288, 292
				439	227/227	$\partial\rho/\partial H$	288, 292
				396	228/228	$\partial\rho/\partial H$	288, 292
				361	229/229	$\partial\rho/\partial H$	288, 292
				349	230/230	$\partial\rho/\partial H$	288, 292
15.0	1.6 3.6	0	20	625	231/231	$\partial\rho/\partial H, \Phi_{MA}, A_{me}$	288, 291, 292 288, 292
				444			
19.05	3.6	0	20	1015	199/199	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	919	200/200	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	811	201/201	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	769	202/202	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	661	203/203	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	571	204/204	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	487	205/205	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	409	206/206	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	349	207/207	$\partial\rho/\partial H$	284
			20	313	208/208	$\partial\rho/\partial H$	284

Таблица 1.2 Исследованные регулярно возмущенные решетки типа Хп

Все измерения на решетках типа Хп проводились при обогащении топлива 3.6%, шагах решетки 11.0мм или 12.7мм, $C_B = 0$.



Характерная картограмма (Х7)

• - твэл

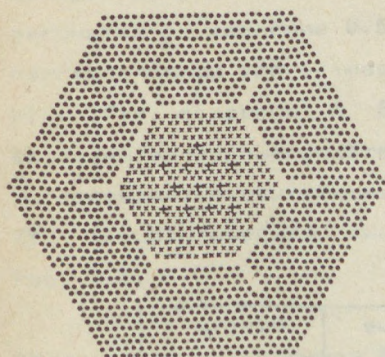
+ - пэл или водяная полость

Шаг ре- шетки [мм]	Тип возму- щений	Число возму- щений	T [°C]	Число твэл- лов	№ зоны /№ кон- фигу- рации	Измеренные параметры	Отчеты
12.7	F7	31	20 130	1488	155/155	$\partial\rho/\partial T, \Phi_{MA}, \Phi_{MI}$ $\partial\rho/\partial T, \Phi_{MA}, \Phi_{MI}$	349, 350, 360 349, 350, 360
12.7	E3	91	20	726	176/176	$\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}, A_{ML}, \Phi_{MI}$	271, 351, 353 354
12.7	C5	55	20	1320	177/177	$\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}, \Phi_{MI}$	271, 351, 353
12.7	G3	37	20	1764	241/241	$\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}$	288, 358
12.7	G5	37	20	1765	242/242	$\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}$	288, 358
12.7	G7	31	20 130	1488	244/244	$\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}$	288, 358
12.7	E7	31	130	1488	245/245	$\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}$	288, 349
11.0	E7	31	20	1488	189/189	$\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}, A_{ML}, \Phi_{MI}$	284, 355, 357
11.0	E3	169	20	1350	190/190	$\partial\rho/\partial N, \Phi_{MA}, \Phi_{MI}$	284, 355

Таблица 1.3 Исследованные решетки с кассетной структурой типа К331

Все измерения на решетках типа К331 проводились при шаге 11.0мм, без бора в замедлителе, при температуре 20°С.

Центральная область решетки, имитирующая ТВС ВВЭР-1000, имела обогащение 4.4%, остальная часть - обогащение 3.6% (конфигурация 197/197). Во втором случае (конфигурация 198/198) периферийные твэлы центральной области для выравнивания энерговыделения заменялись твэлами с обогащением топлива 3.6%.



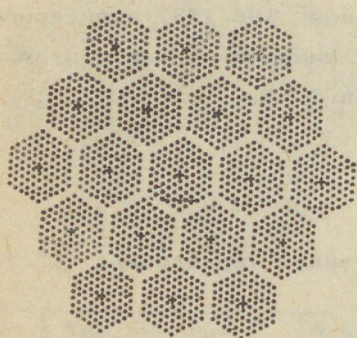
Характерная картограмма (К331)

- - твэл
- + - пэл
- о - водяная полость

Число/ тип возму- щений	Обо- гаще- ние [%]	Число твэ- лов	№ зоны /№ конфи- гурации	Измеренные параметры	Отчеты
13/ФЗ	3.6 4.4	1380 318	197/197	$\partial\rho/\partial H, \Phi_{MA}, A_{me}$	284, 356, 357
13/ФЗ	3.6 4.4	1440 258	198/198	$\partial\rho/\partial H, \Phi_{MA}, A_{me}$	284, 356, 357

Таблица 1.4 Исследованные решетки с кассетной структурой типа К91

Все измерения на решетках типа К91 проводились при шаге решетки 12.7мм, обогащение топлива 3.6%, без бора в замедлителе, температура 20°С.



Характерная картограмма (К91)

- - ТВЭЛ
- + - пэл

Число/ тип возму- щений.	Число ТВЭЛ- лов	№ зоны /№ конфи- гурации	Измеренные параметры	Отчеты
-	1729	179/179	$\partial\rho/\partial H$	271
19/D ∞	1710	180/179	$\partial\rho/\partial H, \Phi_{MA}, \Phi_{MI}$	271, 353

2. КРИТИЧЕСКАЯ СБОРКА ZR-6M

2.1. КОНСТРУКЦИЯ КРИТИЧЕСКОЙ СБОРКИ

Экспериментальной установкой ВМК с октября 1979 года служит критическая сборка ZR-6M (Рис. 2.1), которая представляет собой модификацию критической сборки ZR-6, описанной в томе I Сборника трудов ВМК.

Активная зона критической сборки ZR-6M расположена в открытом цилиндрическом баке активной зоны (ZT) с диаметром 1070 мм, который размещен в баке реактора (RT). Бак реактора с крышкой рассчитан на давление 0.5 МПа при температуре 135°C. Замедлитель, подготовленный для экспериментов в вспомогательных сосудах (AT₁, AT₂, FT), подается в бак реактора, в нижней части которого встроены электронагреватели и охлаждающий змеевик. Пуск реактора осуществляется перекачиванием воды из нижней части бака RT в бак ZT. Технологическая система критической сборки показана на Рис. 2.2.

Твэлы стоят на сплошной плите, расположенной на высоте 250 мм от днища бака ZT, регулярный шаг активной зоны обеспечивает комплект перфорированных плит. В комплект входят по три плиты с шагом 11.0 ± 0.03 , 12.7 ± 0.02 и 15.0 ± 0.03 мм. В начале работы ZR-6M с 1979 г. до середины 1982 г. использовались все три плиты изготовленные из нержавеющей стали толщиной 5 мм, после этого периода промежуточная плита была заменена на алюминиевую толщиной 3 мм.

Регулирование реактора может быть осуществлено изменением уровня замедлителя или с помощью поглощающего стержня ручного регулирования, если бак ZT полностью заполнен замедлителем (режим с полным верхним отражателем). Для тонкого регулирования уровня замедлителя в пределах от 300 до 800 мм с 1985 года применялся вытеснитель, приводом которого служил сервопривод ручного

регулирования.

Для аварийной защиты реактора служат стержни АЗ и оборудованные пневмоприводами быстродействующие сливные клапаны, через которые вода сливается из бака активной зоны в бак реактора. Открытие клапанов происходит в том случае, если сброс стержней АЗ по какой либо причине не остановил реактор. До середины 1982 года аварийными стержнями служили 9 звездообразных стержней из бористой нержавеющей стали, после этого вернулись к первоначальной конструкции, которая была применена на ZR-6. Сущность этой конструкции состоит в том, что к твэлу сверху присоединена циркониевая трубка такого же размера, как твэл, заполненная таблетками из В₄С. При сбросе стержня твэльная часть выходит из активной зоны и на ее место опускается поглощающая часть. Эффективность этой конструкции существенно выше предыдущей и вместо девяти стержней достаточно было использовать три.

2.2. УПРАВЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ СБОРКОЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

В систему контрольно-измерительных приборов входят три импульсных и три токовых канала, четыре из которых линейные и два логарифмические. Измерительные каналы, полностью независимые друг от друга, информируют оператора о мощности и периоде реактора и дают сигналы для аварийной защиты при превышении заданных уровней. В импульсных каналах детектирование потока нейтронов происходит с помощью камер деления типа КНТ-31, а в токовых каналах - с помощью ионизационных камер типа RWKJ-8. Измерительная система построена на основе модулей Семейства Промышленных Ядерных Приборов (NIMCS), разработанного в ЦИФИ (Венгрия).

Технологическая измерительная система состоит из каналов измерения температуры, давления, перепада давления и уровнемеров.

В системе управления и защиты критической сборки температура воды в баке RT измеряется с помощью двух платиновых термосопротивлений, одно из которых подключено к терморегулятору. Их показания выведены на пульт управления и регистрируются самописцем.

Первые эксперименты после пуска реактора ZR-6M при повышенной температуре показали, что распределение температуры в активной зоне недостаточно равномерное. Неравномерность температур измеренной с помощью термопар при первых экспериментах $\partial p / \partial T$ достигала $\pm 1^\circ\text{C}$. Применение собственного нагревателя в активной зоне не привело к полному выравниванию температурного поля. В то же время измерение термо-э.д.с. оказалось также неточным, так как метод измерения основывался на применении такого льда.

На основе накопленного опыта в первую очередь была изменена технологическая схема критической сборки. Замедлитель в дальнейшем стал поступать в центральную часть активной зоны. Для отвода замедлителя был встроен электромагнитный клапан, а собственный нагреватель в ZT был удален. Таким образом создалось условие для перемешивания замедлителя в активной зоне и стало возможным сравнительно быстро снизить уровень воды без применения быстродействующих клапанов. При измерении термо-э.д.с. был применен ультратермостат, что повысило точность измерения температуры.

После проведенных изменений было достигнуто достаточно равномерное распределение температуры и удовлетворительная точность ее измерения. Ход определения температуры в этом случае был следующим. Заранее откалиброванные термопары вмонтировались в активную зону на различных высотах и радиусах в зависимости от размера активной зоны. С помощью паспортизованного ртутного термометра измерялась и записывалась температура термостата (T_0). Самописец гальванометра регистрировал термо-э.д.с. и при помощи калибровочной таблицы для каждой термопары вычислялась разница

калибровочной таблицы для каждой термопары вычислялась разница температур между термостатом и активной зоной (ΔT). Сумма $T_0 + \Delta T$ давала температуру активной зоны в месте расположения термопары. Таким образом регистрировались показания всех термопар и вычислялась средняя температура активной зоны.

Для контроля за равномерностью распределения температуры в баке ZT между твэлами на различных высотах и радиусах в зависимости от размера активной зоны монтировались 6-9 термопар. Таким образом при экспериментах при повышенной температуре в течение 2 - 3 часов можно было контролировать постоянство и равномерность температуры в пределах $0.2 - 0.5^\circ\text{C}$.

Для измерения давления в баке RT встроены индукционные датчики, выходные сигналы которых регистрируются на пульте управления. Быстрые изменения давления в баке RT регистрируются с помощью системы измерения перепада давления. К баку RT посредством трубы малого сечения присоединяется буферный бак РТ. В нормальных условиях давление в баке РТ такое же, как в баке RT. При быстром снижении давления в RT между РТ и RT образуется измеримый перепад давления, так как давление в РТ с большой задержкой следует за давлением в RT.

Для грубого измерения уровня замедлителя в баке ZT слухат два независимых поплавковых уровнемера, показания которых с помощью телекамеры передаются на пульт управления.

Измерение изменений уровня замедлителя с большой точностью осуществляется с помощью контактного уровнемера. Принцип его работы состоит в том, что измеряется линейное перемещение движущегося контакта, который при соприкосновении с замедлителем замыкает электроцепь. Уровнемер монтируется либо на крышке реактора при экспериментах под давлением, либо непосредственно на верхней плите активной зоны. Контактным уровнемером в интервале $0 - 150$ мм можно измерять ΔH с точностью ± 0.02 мм, а для

перекрытия всей высоты активной зоны с такой же точностью движущийся контакт переставляется с помощью калибровочных игл, смонтированных на кварцевом стержне.

Для передачи команд оператора органам СУЗ, выполнения предписанных условий блокировки и контроля за предельно допустимыми показаниями ядерных и технологических измерительных приборов служит самоконтролирующаяся система.

Дозиметрический контроль за уровнем гамма- и нейтронного излучения в зале реактора и вспомогательных помещениях осуществляется с помощью 6-канального прибора.

2.3. ЗАМЕДЛИТЕЛЬ

В качестве замедлителя, как и в экспериментах, описанных в томе I, использовалась обычная дистиллированная вода или водный раствор борной кислоты.

К экспериментам, проводимым на критической сборке, после реконструкции добавились измерения $\partial\rho/\partial C_B$ при различных концентрациях борной кислоты в замедлителе и различных температурах. Для таких экспериментов недостаточно определить концентрацию титрованием, а необходимо провести более точное определение небольших изменений концентрации борной кислоты (подробнее см. в разделе 3.3.).

Возможность увеличения и уменьшения концентрации была испытана при экспериментах по поддержанию постоянной концентрации борной кислоты. Вследствие интенсивного испарения при повышенной температуре после открытия крышки реактора для выгрузки облученных детекторов концентрация борной кислоты всегда изменяется. Восстановление исходной концентрации раньше было невозможно, что ухудшало точность экспериментов. Это проблема была решена следующим образом. Перед каждым облучением при

повышенной температуре измеряется критический уровень замедлителя и по известным кривым $\rho(C_B)$ и $\rho(H)$ с помощью калиброванного сосуда производится коррекция концентрации борной кислоты до тех пор, пока не будет получен исходный критический уровень. При этом особое внимание необходимо уделять достижению постоянства температуры при каждом облучении.

Принимая плотность воды при температуре 130°C равной 0.93153 г/см^3 (предполагая давление 0.36 МПа), получаем для дистиллята следующие ядерные плотности:

$$\text{для } {}^1_0\text{H} : N_H(0) = 0.062285 \cdot 10^{24} / \text{см}^3$$

$$\text{для } {}^{16}_8\text{O} : N_O(0) = 0.031142 \cdot 10^{24} / \text{см}^3.$$

Принимая плотность воды при температуре 80°C равной 0.97182 г/см^3 (предполагая давление 0.36 МПа), получаем для дистиллята следующие ядерные плотности:

$$\text{для } {}^1_0\text{H} : N_H(0) = 0.064979 \cdot 10^{24} / \text{см}^3$$

$$\text{для } {}^{16}_8\text{O} : N_O(0) = 0.032489 \cdot 10^{24} / \text{см}^3.$$

Напоминаем, что ядерные плотности замедлителя при комнатной температуре приведены в томе I.

2.4. РЕШЕТКИ

В экспериментах кроме решеток с шагами 11.0 и 12.7 мм , описанных в томе I Сборника, были исследованы следующие треугольные решетки:

- решетка с шагом 15.0 мм , где верхняя и нижняя плиты были изготовлены из нержавеющей стали, а промежуточная из алюминия.
- решетка с шагом 19.05 мм , созданная с помощью плит с шагом

11.0 мм, в отверстия которых твэлы вставлялись в соответствии с Рис. 2.3.

2.5 ДАВЛЕНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Эксперименты при повышенной температуре проводились при давлении 0.36 МПа.

Во время пусконаладочных работ необходимо было доказать, что внезапное изменение давления в баке реактора не приведет к положительному изменению реактивности при максимальной температуре замедлителя. Для проведения этих экспериментов бак реактора был оборудован магнитными клапанами и специальным датчиком для измерения давления. Первая серия этих экспериментов, подробно изложенная в отчете [815], однозначно доказала отрицательный знак эффекта.

Вторая серия экспериментов дала количественное подтверждение того, что внезапное падение давления вызывает значительное отрицательное изменение реактивности в случае чистой дистиллированной воды при любом значении $H_{кр}$. В качестве иллюстрации на Рис. 2.4 изображены результаты экспериментов по сбросу давления при $H_{кр}=819$ мм. Третья серия экспериментов была проведена с применением борной кислоты (4.0 г/кг) в замедлителе. Как видно на Рис. 2.5 и в этом случае наблюдается отрицательный эффект, но только меньший по абсолютному значению, чем в предыдущих случаях.

2.6. ВЛИЯНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Оценка влияния неопределенностей технических данных критической сборки на исследуемые нейтронно-физические параметры проводилась на основе результатов асимптотических многогрупповых расчетов [821].

В томе I сборника была дана лишь иллюстрация влияния этих неопределенностей на примере основной решетки. Для использования всех экспериментальных результатов необходимо оценить влияние неопределенностей технических данных также и для других решеток. Поэтому в таблицах 2.1 - 2.10 приведены чувствительности параметров разных решеток к таким неопределенностям. При этом параметры решеток с разными шагами (11.0, 12.7 и 15.0 мм), разными обогащениями топлива (1.6, 3.6 и 4.4%) и разными концентрациями борной кислоты (0, 4.0 и 7.2 г/кг) были рассчитаны при температурах 20 и 130°C.

Расчеты влияния неопределенности температуры, принятой равной 1°C, показали, что эта неопределенность практически не влияет на указанные в таблицах 2.1 - 2.10 параметры.

Следует отметить, что величины, приведенные в таблице 2.1 настоящего тома и таблице 2.2.5 тома I, не совпадают полностью поскольку в томе I были использованы данные из отчета [807], а в томе III представлены результаты новых расчетов [821]. Однако указанные расхождения невелики, они лежат в пределах предполагаемой погрешности расчетов (-5%).

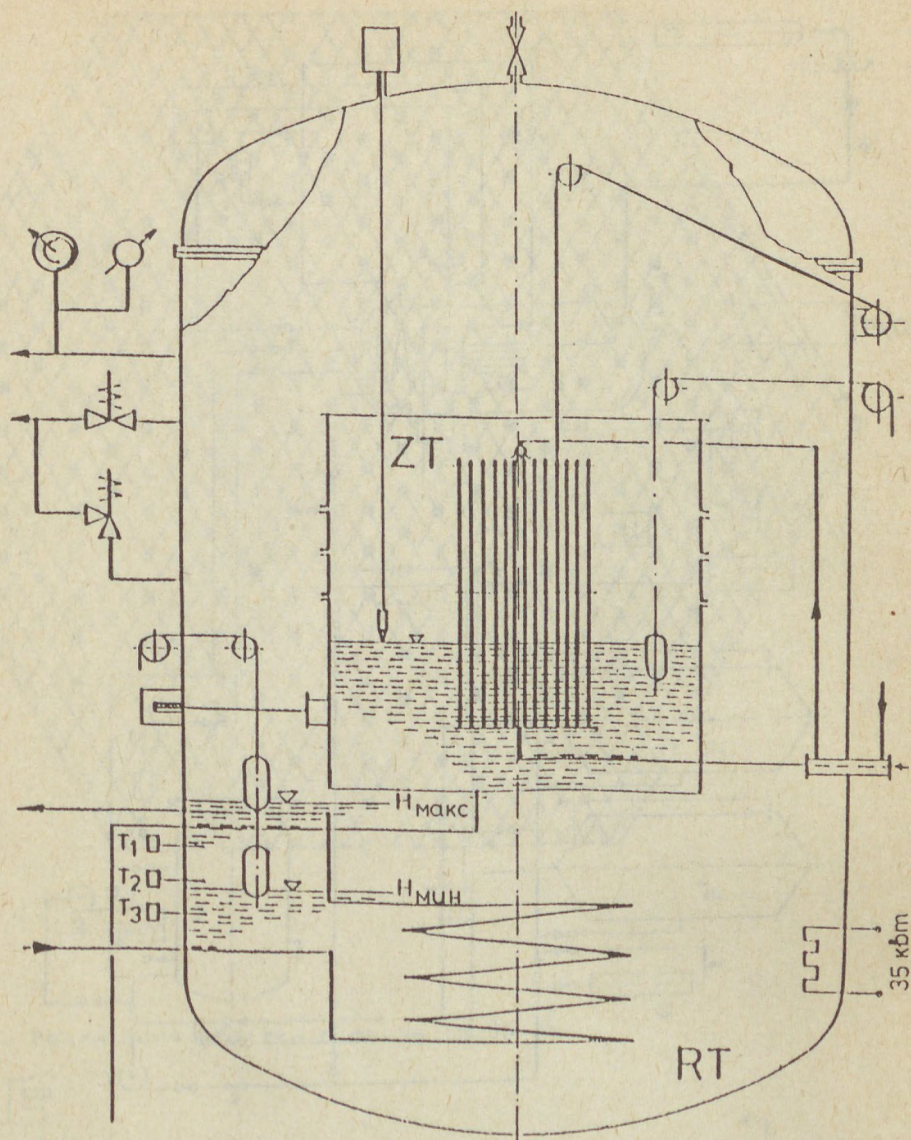


Рис. 2.1. Схематическая конструкция критической сборки ZR-6M

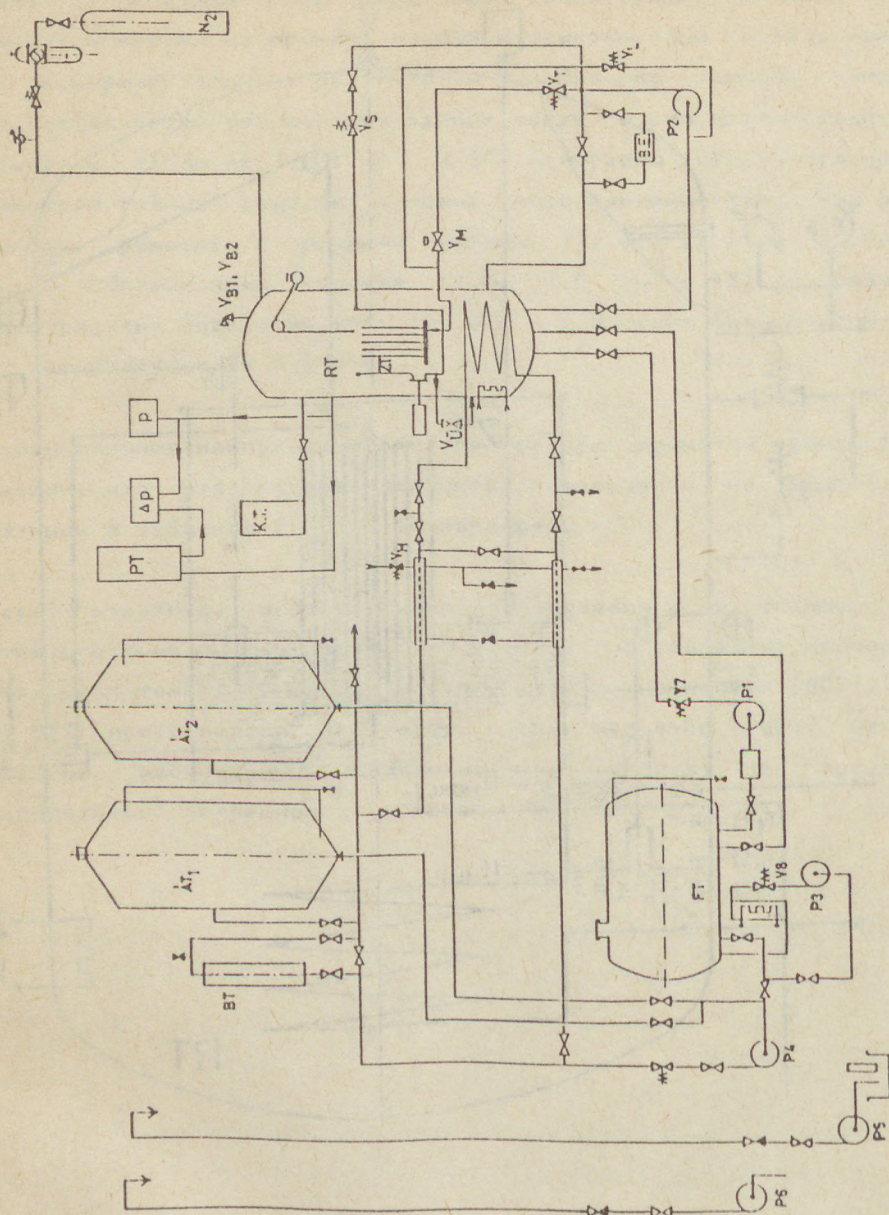


Рис. 2.2. Технологическая система критической сборки ZR-6M

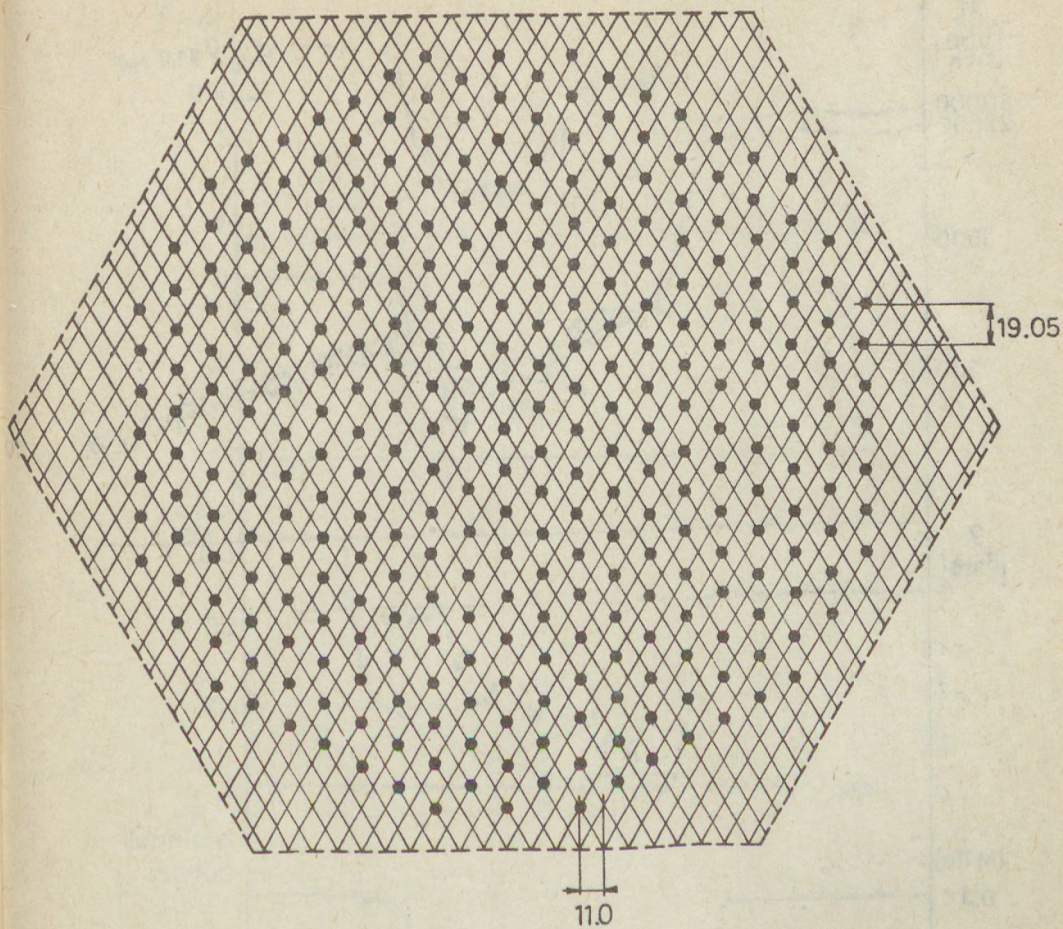


Рис. 2.3. Реализация решетки с шагом 19.05 мм

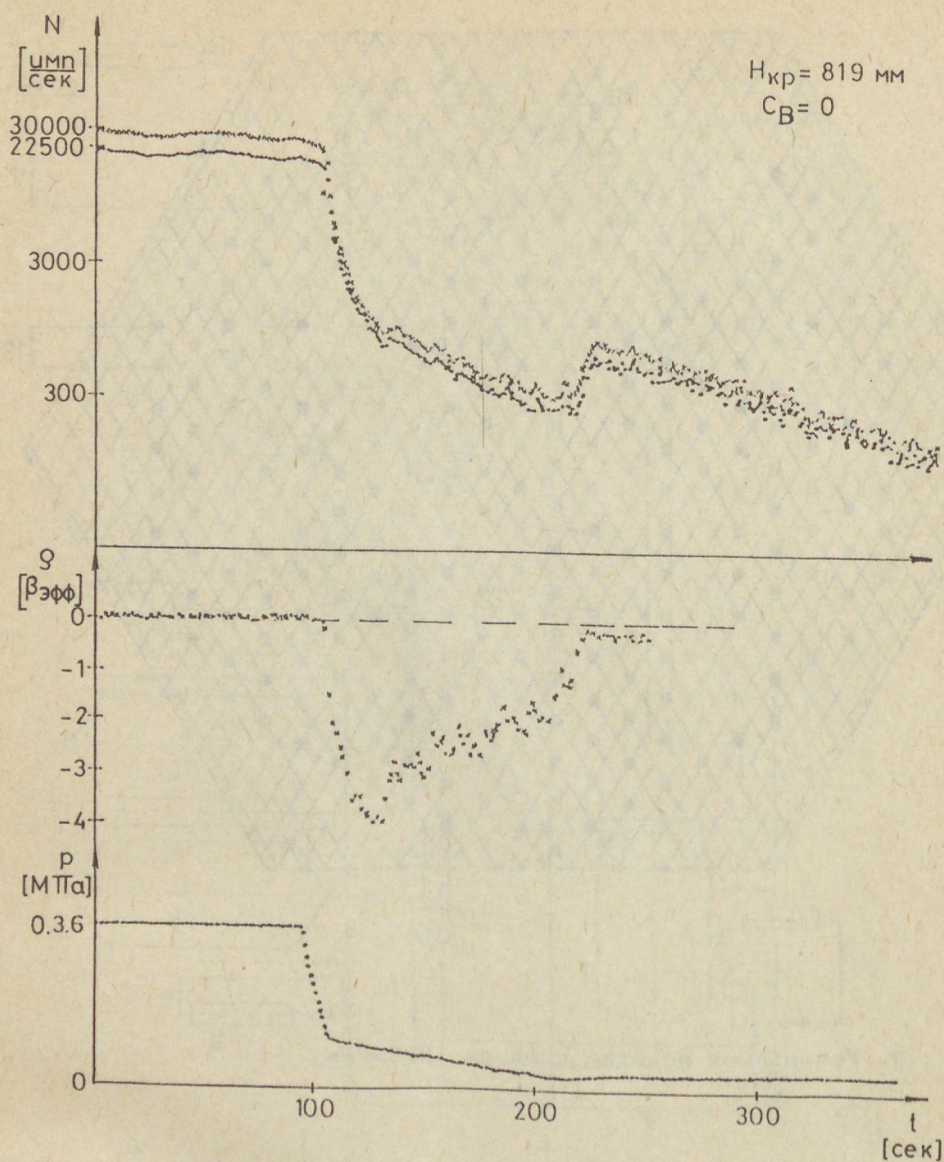


Рис. 2.4. Эксперимент по сбросу давления в критическом состоянии в решетке без бора

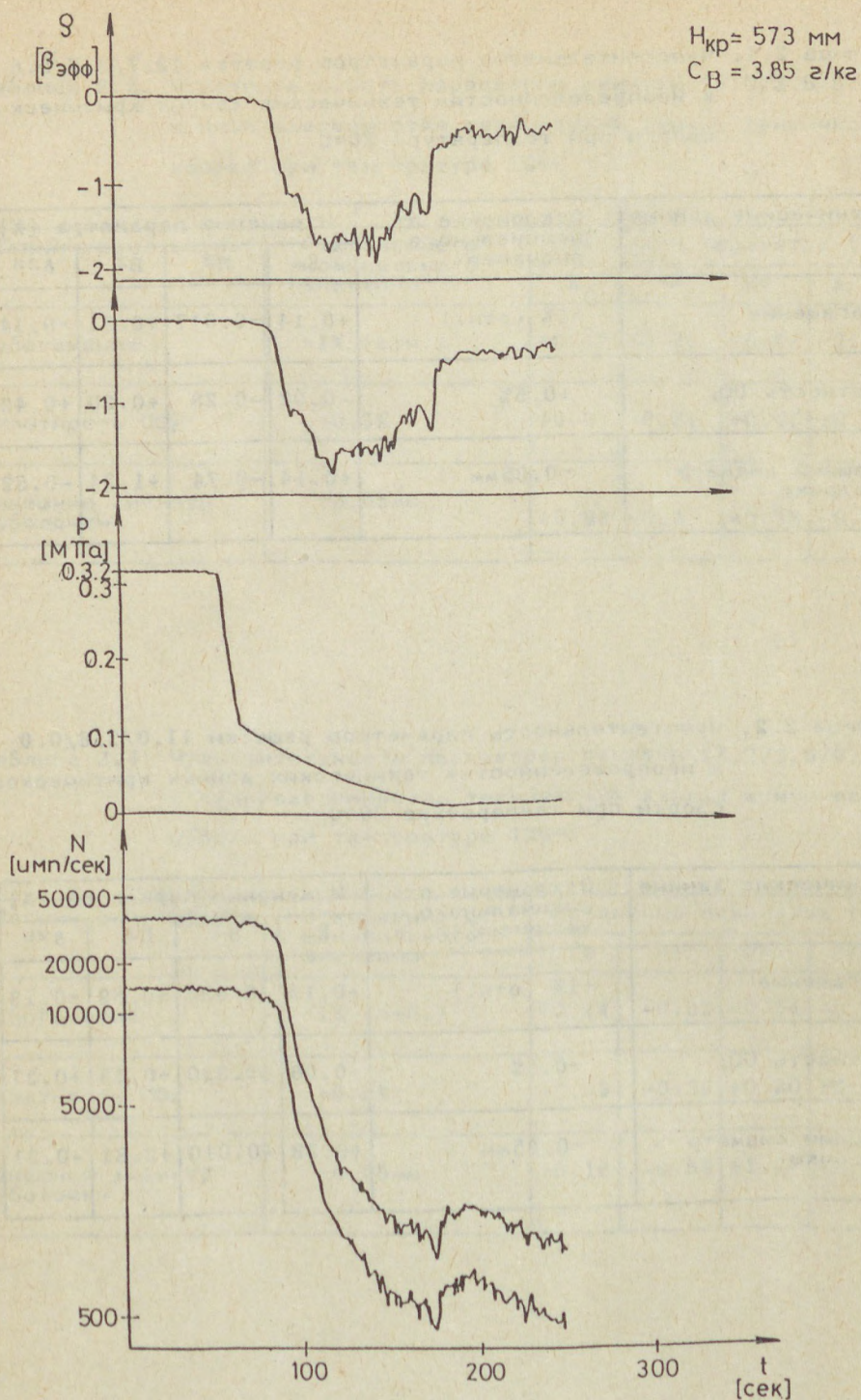


Рис. 2.5. Эксперимент по сбросу давления в критическом состоянии в решетке с бором

Таблица 2.1. Чувствительность параметров решетки 12.7/3.6/0.0
к неопределенностям технических данных критической
сборки при температуре 20°C

Технические данные	Отклонение от номинального значения	Изменение параметра [%]			
		K_{∞}	M^2	B^2	δ_{28}
обогащение	+1% (отн.)	+0.14	-0.017	+0.51	-0.14
плотность UO_2	+0.5%	-0.02	-0.28	+0.20	+0.40
внешний диаметр оболочки	-0.05 мм	+0.14	-0.74	+1.24	-0.52

Таблица 2.2. Чувствительность параметров решетки 11.0/3.6/0.0
к неопределенностям технических данных критической
сборки при температуре 20°C

Технические данные	Отклонение от номинального значения	Изменение параметра [%]			
		K_{∞}	M^2	B^2	δ_{28}
обогащение	+1% (отн.)	+0.13	-0.030	+0.59	-0.13
плотность UO_2	+0.5%	-0.06	-0.390	+0.15	+0.37
внешний диаметр оболочки	-0.05 мм	+0.38	-0.010	+2.81	-0.91

Таблица 2.3. Чувствительность параметров решетки 15.0/3.6/0.0
к неопределенностям технических данных критической
сборки при температуре 20°C

Технические данные	Отклонение от номинального значения	Изменение параметра [%]			
		K_{∞}	M^2	B^2	δ_{28}
обогащение	+1% (отн.)	+0.18	-0.01	+0.58	-0.16
плотность UO_2	+0.5%	+0.01	-0.21	+0.25	+0.42
внешний диаметр оболочки	-0.05 мм	+0.03	-0.47	+0.58	-0.29

Таблица 2.4. Чувствительность параметров решетки 12.7/3.6/0.0
к неопределенностям технических данных критической
сборки при температуре 130°C

Технические данные	Отклонение от номинального значения	Изменение параметра [%]			
		K_{∞}	M^2	B^2	δ_{28}
обогащение	+1% (отн.)	+0.14	-0.02	+0.54	-0.14
плотность UO_2	+0.5%	-0.03	-0.30	+0.20	+0.40
внешний диаметр оболочки	-0.05 мм	+0.16	-0.69	+1.27	-0.52

Таблица 2.5. Чувствительность параметров решетки 12.7/4.4/0.0
к неопределенностям технических данных критической
сборки при температуре 20°C

Технические данные	Отклонение от номинального значения	Изменение параметра [%]			
		K_{∞}	M^2	B^2	δz_8
обогащение	+1% (отн.)	+0.12	-0.03	+0.41	-0.09
плотность UO_2	+0.5%	-0.03	-0.29	+0.20	+0.45
внешний диаметр оболочки	-0.05мм	+0.14	-0.72	+1.19	-0.52

Таблица 2.6. Чувствительность параметров решетки 11.0/3.6/0.0
к неопределенностям технических данных критической
сборки при температуре 130°C

Технические данные	Отклонение от номинального значения	Изменение параметра [%]			
		K_{∞}	M^2	B^2	δz_8
обогащение	+1% (отн.)	+0.13	-0.03	+0.65	-0.21
плотность UO_2	+0.5%	-0.06	-0.40	+0.13	+0.37
внешний диаметр оболочки	-0.05мм	+0.41	-1.08	+3.05	-0.90

Таблица 2.7. Чувствительность параметров решетки 12.7/3.6/7.2
к неопределенностям технических данных критической
сборки при температуре 20°C

Технические данные	Отклонение от номинального значения	Изменение параметра [%]			
		K_{∞}	M^2	B^2	δz_B
обогащение	+1% (отн.)	+0.24	+0.02	+1.28	+0.27
плотность UO_2	+0.5%	+0.03	-0.27	+0.45	+0.37
внешний диаметр оболочки	-0.05мм	+0.01	-0.76	+0.83	-0.42
концентрация бор- ной кислоты	+0.5%	-0.37	-1.04	-0.97	-0.05

Таблица 2.8. Чувствительность параметров решетки 15.0/3.6/4.0
к неопределенностям технических данных критической
сборки при температуре 20°C

Технические данные	Отклонение от номинального значения	Изменение параметра [%]			
		K_{∞}	M^2	B^2	δz_B
обогащение	+1% (отн.)	+0.26	+0.03	+1.26	-0.11
плотность UO_2	+0.5%	+0.06	-0.19	+0.49	+0.44
внешний диаметр оболочки	-0.05мм	-0.02	-0.49	+0.39	-0.20
концентрация бор- ной кислоты	+0.5%	-0.06	-0.02	-0.29	+0.10

Таблица 2.9. Чувствительность параметров решетки 12.7/1.6/0.0
к неопределенностям технических данных критической
сборки при температуре 20°C

Технические данные	Отклонение от номинального значения	Изменение параметра [%]			
		K_{∞}	M^2	B^2	δz_8
обогащение	+1% (отн.)	+0.27	+0.03	+1.67	-0.19
плотность UO_2	+0.5%	+0.01	-0.28	+0.32	+0.39
внешний диаметр оболочки	-0.05 мм	+0.11	-0.74	+1.40	-0.48

Таблица 2.10. Чувствительность параметров решетки 15.0/1.6/0.0
к неопределенностям технических данных критической
сборки при температуре 20°C

Технические данные	Отклонение от номинального значения	Изменение параметра [%]			
		K_{∞}	M^2	B^2	δz_8
обогащение	+1% (отн.)	+0.33	+0.04	+2.12	-0.23
плотность UO_2	+0.5%	+0.06	-0.19	+0.56	+0.39
внешний диаметр оболочки	-0.05 мм	+0.01	-0.48	+0.52	-0.26

3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В настоящем разделе описываются методики проведенных на критической сборке ZR-6M экспериментов, которые не были описаны в томе I Сборника.

В томе I были описаны следующие экспериментальные методики:

- в разделе 3.1 - методика измерения коэффициента реактивности по уровню замедлителя $\partial\rho/\partial N$ и критического уровня замедлителя $N_{кр}$,
- в разделе 3.2 - методика измерения макрополей активации,
- в разделе 3.3 - методика измерения характеристик спектра нейтронов.

Эти методики были использованы в измерениях, приведенных в томе III без изменения. Ниже изложены лишь методики новых типов измерений - коэффициентов реактивности по температуре $\partial\rho/\partial T$ и по концентрации борной кислоты в замедлителе $\partial\rho/\partial C_B$. Методики измерения этих коэффициентов реактивности были описаны в отчетах [265, 430].

Подробно рассмотрены только те варианты методик, которые дали удовлетворительные результаты, включенные в том III Сборника трудов ВМК.

В разделе 3.5 тома I настоящего Сборника изложены принципы и методы обработки экспериментальных данных. Поскольку обработка экспериментальных данных совершенно не изменилась, поэтому эти вопросы здесь не рассматриваются.

3.1 КОЭФФИЦИЕНТ РЕАКТИВНОСТИ ПО УРОВНЮ ЗАМЕДЛИТЕЛЯ $\partial\rho/\partial N$

В настоящем разделе рассмотрены два вопроса, которые необходимо было решить при измерениях $\partial\rho/\partial N$ на новых конфигурациях: определение поправки на влияние промежуточной дистанционирующей плиты и расчет эффективной доли запаздывающих нейтронов $\beta_{\text{эфф}}$.

Надо отметить что, как и в томе I, реактивность системы ρ определяется в единицах $\beta_{\text{эфф}}$ по времени удвоения T_{2x} с помощью формулы обратных часов, используя расчетные значения параметров для каждой решетки [501 и 567].

3.1.1 Влияние промежуточной дистанционирующей плиты на $\partial\rho/\partial N$ и $N_{\text{кр}}$

Как уже отмечалось в описываемых экспериментах для сохранения правильного шага решетки использовались промежуточные дистанционирующие плиты. Влияние плиты на результаты измерений надо учитывать при обработке экспериментальных данных. Учет этого влияния подробно описан в п. 3.1.5 тома I Сборника. Новые поправки описаны в отчете [423].

Коэффициент поправки на плиту η был рассчитан по методу, описанному в томе I Сборника. Результаты диффузионных расчетов для комнатной температуры приведены в таблице 3.1.1. Эти значения были использованы при введении поправок. Результаты асимптотических расчетов показали, что коэффициент η слабо зависит от температуры, поэтому пренебрегали этой зависимостью.

3.1.2 Расчет $\beta_{\text{эфф}}$

Значение эффективной доли запаздывающих нейтронов $\beta_{\text{эфф}}$ необходимо для того, чтобы перевести результаты измерений $\partial\rho/\partial N$ в абсолютные единицы.

Как было изложено в п. 3.1.6. тома I, при расчете $B_{\text{эфф}}$ использовались ядерные данные из материалов [Amiel A., 1973 и Keepin G.R., 1965].

Расчеты, выполненные по методу, описанному в томе I, показали, что $B_{\text{эфф}}$ зависит от температуры (в диапазоне 20 - 130°C) лишь через лапласиан B^2 .

Результаты расчетов $B_{\text{эфф}}$ вместе с приведенными в томе I результатами даны в таблице 3.1.2.

3.2 КОЭФФИЦИЕНТ РЕАКТИВНОСТИ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ $\partial\rho/\partial T$

Небольшие изменения реактивности в зависимости от температуры возможно измерять непосредственно. В температурных экспериментах, проведенных на критической сборке ZR-6M, реактивность изменялась в довольно широком диапазоне и поэтому для измерения реактивности в зависимости от температуры были выбраны две методики, одна из которых основана на компенсации изменения реактивности стержнем регулирования, другая - на компенсации изменения реактивности уровнем замедлителя.

Первая методика [265] была использована только в немногих измерениях в начальном периоде экспериментов, проведенных на критической сборке ZR-6M при повышенной температуре. Однако опыт показал, что эта методика более проблематична с точки зрения интерпретации, чем вторая, поэтому в дальнейшем она больше не рассматривается.

Вторая методика [265] немного изменилась на основе экспериментального опыта [350]. Эта методика была использована в большинстве случаев измерения параметра $\partial\rho/\partial T$, поэтому ниже она рассмотрена более подробно.

Измерение зависимости реактивности от температуры методом компенсации уровнем замедлителя практически заключается в измерении параметра $\partial\rho/\partial H$ при различных температурах. При этом очень важно, чтобы все условия эксперимента точно контролировались.

Измерения проводились при температуре T_i (T_i является средней температурой активной зоны по объему. Температура T_i была определена как средняя величина измеренных температур в 6-9 характерных точках активной зоны.) следующим образом:

1. Нагревание и охлаждение замедлителя происходило в баке реактора (RT на Рис. 2.1) под активной зоной.
2. Замедлитель, температура которого была немного выше, чем требуется при измерении, перекачивался насосом в бак активной зоны (ZT на Рис. 2.1). При этом уровень замедлителя в баке активной зоны был на несколько сантиметров ниже критического.
3. После выдержки в несколько минут (во время выдержки температура активной зоны, включая ТВЭЛы, плиты и т.д., выравнивалась с температурой замедлителя) замедлитель сливался из активной зоны.
4. Операции, описанные в п. 2. и 3. повторялись 2-3 раза, при этом температура в активной зоне становилась более равномерной.
5. Проводилось измерение параметра $\partial\rho/\partial H$.

В результате такого измерения получались величины T_i , $H_{кр}(T_i)$, $\partial\rho/\partial H(T_i)$. Интерпретация этих величин описана в отчете [424]. Равномерность температуры в этих измерениях играет очень важную роль. Равномерность температуры по объему активной зоны во всех измерениях находилась в пределах $\pm 1^\circ\text{C}$ (см. [816]). Температура активной зоны во время измерения одного значения $\partial\rho/\partial H$ (т.е. при

одной температуре T_i) тоже была постоянной в пределах $\pm 1^\circ\text{C}$. Однако активная зона все-таки всегда охлаждалась во время измерения $\partial\rho/\partial H$. Охлаждение ведет к систематической погрешности в результатах измерения, но на охлаждение можно ввести поправку.

Второй важной поправкой является поправка на влияние промежуточной дистанционирующей плиты. С изменением температуры изменяется положение плиты относительно уровня замедлителя и, следовательно, влияние плиты различно при разных температурах. Это влияние особенно сильное в случае стальной плиты. Поправки на влияние промежуточной дистанционирующей плиты были учтены при обработке результатов измерений [424].

Сложность введения поправок и интерпретации полученных результатов обуславливает необходимость описания точной процедуры обработки исходных данных. В экспериментах получается следующий набор измеренных величин:

$$N_i^k, \Delta N_i^k, \rho_i^k, \Delta\rho_i^k, T_i^k, \Delta T_i^k,$$

где

$N_i^k, \Delta N_i^k$ - уровень замедлителя и его погрешность,

$\rho_i^k, \Delta\rho_i^k$ - реактивность и ее погрешность,

$T_i^k, \Delta T_i^k$ - температура и ее погрешность,

k - индекс критических состояний, i - индекс надкритических состояний вблизи k -го критического состояния.

Как отмечалось, при измерениях надкритических реактивностей не удавалось обеспечить точную стабильность температуры (активная зона немного охлаждалась в течение измерения реактивностей). Из-за этого было необходимо ввести индекс i также и в

температуру. Нестабильность температуры ведет к систематической погрешности, которую возможно исключить [Сатмари 3. 1985] путем введения поправки в ρ_i^k на изменение температуры в течение k - го измерения:

$$\rho_i^k = \rho_i^k + \frac{\partial \rho^k}{\partial T} \left[T_i^k - T^k \right]. \quad (3.2.1)$$

Чтобы ввести эту поправку, необходимо определить T^k и $\frac{\partial \rho^k}{\partial T}$. Значение T^k было принято равным температуре, зарегистрированной для первого надкритического состояния. Значение $\frac{\partial \rho^k}{\partial T}$ определяется с целью введения поправки на изменение температуры исходя из требования:

$$d\rho = \frac{\partial \rho}{\partial H} dH + \frac{\partial \rho}{\partial T} dT = 0, \quad (3.2.2)$$

по формуле,

$$\frac{\partial \rho^k}{\partial T} = - \frac{\partial \rho^k}{\partial H} \frac{dH}{dT} (T=T^k). \quad (3.2.3)$$

Очевидно, что введение поправки требует использования итераций. Зная T^k и первое приближение критических высот H^k , подгоняем величины H в зависимости от T полиномом третьей степени согласно [Сатмари 3. 1985]:

$$H(T) = a_1 T^3 + a_2 T^2 + a_3 T + a_4. \quad (3.2.4)$$

При этой подгонке учитываются погрешности H^k и T^k . Таким образом из формулы (3.2.3) получаем приближенное значение $\frac{\partial \rho^k}{\partial T}$:

$$\frac{\partial \rho^k}{\partial T} = - \frac{\partial \rho^k}{\partial H} \left[3a_1 (T^k)^2 + 2a_2 T^k + a_3 \right], \quad (3.2.5)$$

где $\frac{\partial \rho^k}{\partial H}$ является результатом подгонки зависимости $\rho(H)$ функцией 41 программы RFIT [Szatmáry Z. 1977]. Затем применяя формулу (3.2.1) получаем поправленные значения ρ_i^k и завершаем очередной шаг итераций.

Эта итерационная процедура была выполнена с помощью модифицированной версии программы RFIT. Сходимость итерационной процедуры оказалась очень хорошей. Всегда было достаточно проделать лишь два шага итераций.

В рассмотренном выше случае предполагалось, что в измерениях нет влияния промежуточной дистанционирующей плиты. В противном случае надо ввести поправку на влияние плиты в итерационную процедуру. Как показано в отчете [423], поправка на плиту и значение $\beta_{\text{эфф}}$ слабо зависят от температуры в исследованном диапазоне. Таким образом их можно считать постоянными и тогда итерационная процедура модифицируется следующим образом:

- перед подгонкой по формуле (3.2.4) H^k поправляется на влияние плиты,
- перед вычислением $\frac{\partial \rho^k}{\partial T}$ по формуле (3.2.5) $\frac{\partial \rho^k}{\partial H}$ поправляется на влияние плиты.

Формулы для поправок на влияние плиты приведены в отчете [424].

Надо отметить, что

- везде в настоящем разделе предполагается, что λ_z не зависит от температуры (см. в разделе 4.4),
- исправленные на влияние плиты значения $\frac{\partial \rho^k}{\partial H}$ не соответствуют исправленным значениям уровня замедлителя H^{-k} , однако этим различием мы пренебрегаем.

3.3 КОЭФФИЦИЕНТ РЕАКТИВНОСТИ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ БОРНОЙ КИСЛОТЫ В ЗАМЕДЛИТЕЛЕ $\partial p / \partial C_B$

Методика измерения параметра $\partial p / \partial C_B$ описана в отчете [275].

Измерение зависимости реактивности от концентрации борной кислоты в замедлителе практически заключается в измерении параметра $\partial p / \partial H$ при различных концентрациях борной кислоты. При этом очень важно, чтобы все условия эксперимента точно контролировались.

Измерения при каждой концентрации борной кислоты проводились следующим образом:

1. Концентрация борной кислоты изменялась либо добавлением чистого дистиллята (в большинстве случаев), либо добавлением борной кислоты в бак реактора (RT на Рис.2.1). Для этого использовался насос высокого давления.

2. Перемешивание раствора осуществлялось путем повторных заливов его в бак активной зоны (ZT на Рис.2.1) и сливов в бак реактора (RT на Рис.2.1). Эти операции обеспечили достаточную равномерность распределения температуры и концентрации борной кислоты в активной зоне.

3. Проводилось измерение параметра $\partial p / \partial H$.

Для определения концентрации борной кислоты обычно используется титрование. Точность титрования достигает 0.5% , что не удовлетворяет требованиям измерения $\partial p / \partial C_B$. Кроме того химический анализ раствора при повышенной температуре затруднен из-за трудностей взятия пробы из активной зоны. Поэтому определение изменения концентрации борной кислоты производилось методом добавки известного объема дистиллята, либо концентрированной борной кислоты с помощью дозирующего насоса.

Если к раствору объемом V_0 , в котором концентрация борной кислоты C_{B0} , добавим дистиллят объемом δ , то результирующая концентрация борной кислоты будет равна

$$C_B = \frac{C_{B0}}{1 + \delta/V_0}.$$

Отметим, что V_0 и δ всегда определялись при комнатной температуре. Так как реактор работает под давлением, изменение концентрации борной кислоты в замедлителе является непростой технической проблемой. Тем не менее первые удовлетворительные результаты измерения параметра $\partial\rho/\partial C_B$ были получены под давлением, т.е. с закрытой крышкой бака реактора. Это, наверно, объясняется тем, что если измерение проводится с открытой крышкой бака, тогда испарение воды заметно изменяет концентрацию борной кислоты во время измерения.

Поправка на изменение температуры в ходе измерений (см. раздел 3.2) была учтена в экспериментах при температуре 130°C. Поправка на эффект промежуточной дистанционирующей плиты (см. раздел 3.2 и п.4.2.1) была учтена в случаях, когда плита находилась в активной зоне (решетки 11.0/3.6/1.0 и 12.7/3.6/5.8). При изменении концентрации борной кислоты критический уровень замедлителя для исследованных решеток изменялся в пределах 4 - 10 мм. Поэтому предполагалось что, во - первых, значения $\partial\rho/\partial H$ являются постоянными, во - вторых, критический уровень замедлителя H меняется с борной кислотой линейно ($H(C_B) = a_1 C_B + a_2$). Из этого следует, что:

$$\frac{\partial\rho}{\partial C_B} = \frac{\partial\rho}{\partial H} \cdot \frac{dH}{dC_B} = \frac{\partial\rho}{\partial H} a_1$$

При обработке была использована программа RFIT.

Таблица 3.1.1. Значения поправочного коэффициента η
 для разных видов плит в разных зонах
 (диффузионные расчеты)

Материал плиты*	Толщина плиты [мм]	Решетка	η [см]
AL	3	11.0/3.6/0.0	-0.097
AL	3	11.0/3.6/1.0	-0.093
PLEXI	5	12.7/3.6/0.0	-0.037
SS	5	12.7/3.6/5.8	-0.314
AL	4	12.7/3.6/5.8	-0.079
AL	3	15.0/1.6/0.0	-0.060
AL	3	15.0/3.6/0.0	-0.102
AL	3	15.0/3.6/4.0	-0.053
AL	3	15.0/4.4/0.0	-0.104
AL	3	19.05/3.6/0.0	-0.106

* SS - нержавеющая сталь К0-36

AL - алюминий

PLEXI - плексиглас

Таблица 3.1.2. Зависимость $B_{эфф}$ от лапласиана

Обогащение [%]	Шаг решетки [мм]	$B_{эфф}$ [%]
1.6	12.7	$0.6886 + 9.166 \cdot 10^{-4} B^2$
	15.0	$0.6804 + 8.675 \cdot 10^{-4} B^2$
3.6	11.0	$0.6997 + 9.406 \cdot 10^{-4} B^2$
	12.7	$0.6957 + 7.969 \cdot 10^{-4} B^2$
	15.0	$0.6916 + 7.256 \cdot 10^{-4} B^2$
	19.05	$0.6822 + 7.030 \cdot 10^{-4} B^2$
4.4	11.0	$0.7004 + 9.374 \cdot 10^{-4} B^2$
	12.7	$0.6967 + 7.779 \cdot 10^{-4} B^2$
	15.0	$0.6945 + 7.020 \cdot 10^{-4} B^2$

B^2 - геометрический лапласиан [m^{-2}]

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

4.1. ОБЗОР ПРОГРАММЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

4.1.1. Общие замечания

Описываемые в настоящем томе эксперименты являются продолжением серии экспериментов, описанных в томе I Сборника трудов ВМК. Целью экспериментов являлась проверка и уточнение расчетных программ, используемых для вариантных расчетов реакторов типа ВВЭР-1000. При составлении экспериментальной программы были учтены следующие факторы:

- особенности топливных решеток ВВЭР-1000,
- особенности расчетных моделей,
- условия экспериментов,
- простота обсчета экспериментальных данных,
- независимость результатов экспериментов от расчетных моделей.

Круг исследованных конфигураций активных зон был расширен в трех направлениях:

- измерения при других шагах решетки (15.0 мм и 19.05 мм),
- измерения при повышенных температурах (до 130 °C),
- измерения на возмущенных конфигурациях при шаге решетки 11.0 мм.

В настоящем томе приводятся результаты экспериментов, проведенных на 57 конфигурациях (при этом каждая конфигурация, исследованная при различных температурах, рассматривается как одна конфигурация). В описываемых экспериментах измерялись следующие величины:

- параметры критичности ($\partial\rho/\partial N$ и $N_{кр}$), в частности, в зависимости от температуры и концентрации борной кислоты (см. раздел 4.2),
- макрополя энерговыделения и в некоторых случаях активации различных детекторов (см. разделы 4.3 и 4.4),

- характеристики спектра нейтронов (см. раздел 4.5).

Параметры критичности определялись для всех исследованных конфигураций. В зависимости от температуры они были измерены для 7 решеток, в зависимости от концентрации борной кислоты для 4 решеток при комнатной температуре и для 3 решеток при 130 °С. Макрополя были измерены для 22 конфигураций, характеристики спектра нейтронов - для 13 конфигураций. Перечень выполненных исследований приведен в отчете [818].

Обзор и оценка результатов измерений по видам экспериментов представлены в отчетах [422, 423, 424, 425, 427, 428, 429, 431, 432].

Картограммы исследованных критических конфигураций обобщены в отчете [820], а их элементы симметрии представлены в приложении А. Картограммы подразделяются на две группы: в первую входят 46 конфигураций без возмущений, во вторую - 12 конфигураций с возмущениями (имеется 3 конфигурации, которые входят в обе группы).

4.1.2. Решетки без возмущений

Невозмущенные решетки изображены на картограмме 1 приложения А. Перечень невозмущенных решеток, исследованных в рассмотренный период на критической сборке ZR-6M, представлен в таблице 4.1.1. Как видно из таблицы, измерения были проведены при 4 шагах решетки с твэлами трех обогащений.

Решетка с шагом 12.7 мм и обогащением топлива 3.6% (решетка 12.7/3.6) была выбрана в качестве основной. Ранее эта решетка была исследована подробно при комнатной температуре. В настоящем томе представляются результаты измерений:

- параметров критичности в зависимости от температуры при четырех концентрациях борной кислоты ($C_B = 0, 1.1, 4.0$ и 5.8 г/кг),

- параметров критичности в зависимости от концентрации борной кислоты ($C_B = 1.1, 4.0$ и 5.8 г/кг) при температурах 20°C и 130°C ,
- макрополей и характеристик спектра нейтронов при повышенных температурах.

Решетка, содержащая в активной зоне только твэлы обогащением 4.4% (решетка 12.7/4.4), и двухзонная решетка, в которой центральный вкладыш в виде решетки 12.7/4.4 был окружен зоной запала в виде решетки 12.7/3.6, также были исследованы при повышенных температурах ($C_B=0$).

Решетка с шагом 11.0 мм и обогащением топлива 3.6% (решетка 11.0/3.6) ранее была исследована при комнатной температуре (см. том I). В рассматриваемый в настоящем томе период была проведена полная серия экспериментов на этой решетке.

Представляются результаты измерений:

- параметров критичности при комнатной температуре для активных зон различного размера,
- параметров критичности в зависимости от температуры при $C_B = 0$ и в зависимости от концентрации борной кислоты при комнатной температуре,
- макрополей и характеристик спектра нейтронов при $C_B = 0$ для различных температур и при $C_B = 1$ г/кг для комнатной температуры.

Исследование решеток с шагом 15.0 мм началось только в рассматриваемый в настоящем томе период. Эти решетки были изучены только при температуре ниже 100°C (измерения при температуре выше 100°C не были разрешены из-за проблем безопасности). Серии измерений параметров критичности были проведены для решеток 15.0/3.6 (при $C_B = 0$ и 4.0 г/кг) и для решеток 15.0/4.4 (при $C_B=0$). Макрополя и характеристики спектра нейтронов были измерены для одной выбранной активной зоны каждой

серии. Из-за небольшого количества твэлов обогащением 1.6% решетка 15.0/1.6 была исследована только в виде вкладыша, окруженного решеткой 15.0/3.6. В этой решетке спектр нейтронов является самым мягким из решеток, исследованных на критической сборке ZR-6M.

Для решетки с шагом 19.05 мм была проведена только одна серия измерений параметров критичности при $C_B = 0$ и комнатной температуре (решетка 19.05/3.6).

Как и в томе I, на основании макрополей активации (в основном энерговыделения), измеренных на невозмущенных конфигурациях, определялись материальные лапласианы исследованных решеток, а также радиальные и аксиальные добавки отражателя.

Полный перечень невозмущенных конфигураций приведен в таблице A1 приложения 1.

4.1.3. Решетки с возмущениями

Как было подробно изложено в томе I Сборника трудов ВМК, систематическое исследование решеток с возмущениями является основной чертой программы экспериментов на ZR-6. Исследованные конфигурации позволяют тестировать модели возмущенных решеток типа ВВЭР-1000 различной сложности.

В рассмотренный период экспериментов продолжались исследования следующих типов решеток:

- конфигураций типа X_n ,
- конфигураций типа K331,
- конфигураций типа K91.

а) Конфигурации типа X_n

Конфигурации типа X_n представляют собой регулярно возмущенные

решетки, образованные возмущениями (пэл или водяная полость), расположенными с шагом, равным n шагам решетки твэлов. Такие конфигурации можно разделить на макроячейки типа X_n (см. Рис. 4.4.1.а), состоящие из находящегося в центре возмущения и окружающей его решетки твэлов.

Конфигурации типа X_n , исследованные в рассмотренный период экспериментов, изображены на картограммах 2, 11, 20 и 21 приложения А.

Во всех исследованных в рассмотренный период конфигурациях типа X_n активные зоны собирались из твэлов обогащением 3.6% без борной кислоты в замедлителе.

При шаге решетки 12.7 мм были продолжены эксперименты, описанные в томе I Сборника. На конфигурации С5, на которой раньше было проведено серийное измерение критических параметров, теперь было измерено макрополе. На конфигурациях G7, F7 и E7 макрополя были измерены при температуре 130°C. Были также исследованы новые конфигурации G5, G3 и E3. Характеристики спектра нейтронов определялись на конфигурации E3. В случае конфигурации G3 только внутренняя часть активной зоны состояла из макроячеек типа G3, этот вкладыш был окружен решеткой 12.7/3.6.

В решетке с шагом 11.0 мм также были проведены эксперименты на конфигурациях X_n с возмущениями в виде водяных полостей, но только при комнатной температуре. В решетках E7 и E3 определялись макрополя и (в случае E7) характеристики спектра нейтронов.

Как отмечалось в томе I, измеренные радиальные макрополя возможно представить в виде произведения $J_0(B_r r) \Psi_I$ и определить радиальный лапласиан исследуемой решетки B_r^2 и микрополе в макроячейке Ψ_I . Получив из обработки аксиальных макрополей величину аксиального лапласиана B_z^2 , в случае отсутствия анизотропии площади миграции

можно определить и материальный лапласиан решетки B_m^2 .

Полный перечень конфигураций типа X_n приведен в таблице А2 приложения А.

б) Конфигурации типа К331

Конфигурации типа К331 представляют собой возмущенные решетки с имитатором ТВС реактора типа ВВЭР-1000. В этих конфигурациях центральная область решетки, содержащая 331 элементарную ячейку в правильном шестиграннике, имитировала ТВС, а межкассетный зазор имитировался извлечением одного ряда твэлов. Центральный имитатор окружался шестью полшестигранниками.

В отличие от описанных в томе I экспериментов, когда конфигурации типа К331 образовывались в решетках с шагом 12.7 мм, новые конфигурации образовывались в решетках с шагом 11.0 мм. На двух конфигурациях, имевших в центральной области твэлы обогащением 4.4%, а в периферийной – 3.6%, изучалась возможность выравнивания энерговыделения путем замены части твэлов обогащением 4.4% на твэлы обогащением 3.6%. Оба варианта были исследованы при $C_B=0$ и комнатной температуре. На этих конфигурациях определялись параметры критичности, макрополя активации и спектральные характеристики.

Конфигурации изображены на картограмме 17 приложения А, а их перечень приведен в таблице А3 приложения А.

в) Конфигурации типа К91

Конфигурации типа К91 представляют собой решетки, имитирующие кассетную структуру активной зоны. Эксперименты проводились на активных зонах из 19 имитаторов ТВС, содержащих по 91 элементарной ячейке. Имитаторы ТВС в форме правильных шестигранников образовывались из регулярной решетки 12.7/3.6

извлечением одного ряда твэлов для создания межкассетного водяного зазора.

Новые измерения дополнили результаты, приведенные в томе I. Во-первых определялись параметры критичности для основной конфигурации K91 (12.7/3.6). Во-вторых образовывалась конфигурация K91/D ∞ , в которой в центральной позиции каждого имитатора ТВС находились пэлы типа D. Параметры этой решетки были измерены при $C_B = 0$ и комнатной температуре. На этой решетке также была установлена возможность представления макрополя в виде произведения двух функций: функции $J_0(B, r)$ и периодической по имитаторам ТВС функции Ψ_1 .

Перечень конфигураций типа K91 приведен в таблице A4 приложения A. Конфигурации изображены на картограмме 15 приложения A.

Таблица 4.1.1. Исследованные невозмущенные конфигурации

Шаг решетки [мм]	Обогащение [%]	C _B [г/кг]	Число конфигураций, на которых измерялись	
			критичность	поля
11.0	3.6	0.0	7	1
11.0	3.6	1.0	1	1
12.7	3.6	0.0	1	1
12.7	3.6	1.1	1	0
12.7	3.6	4.0	1	1
12.7	3.6	5.8	1	1
12.7	4.4	0.0	1	1
15.0	1.6	0.0	1	1
15.0	3.6	0.0	9	1
15.0	3.6	4.0	9	1
15.0	4.4	0.0	9	1
19.05	3.6	0.0	10	0

4.2. КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕАКТИВНОСТИ

Настоящий раздел посвящен результатам измерения коэффициентов реактивности $\partial\rho/\partial N$, $\partial\rho/\partial T$ и $\partial\rho/\partial C_B$. Коэффициент реактивности по уровню замедлителя $\partial\rho/\partial N$ и критический уровень замедлителя $N_{кр}$ были измерены для всех исследованных конфигураций. Методика измерений этих параметров описана в разделах 3.1. тома I и тома III, результаты измерений параметров $\partial\rho/\partial N$ и $N_{кр}$ приведены в п. 4.2.1. Коэффициент реактивности по температуре $\partial\rho/\partial T$ был измерен для большинства исследованных конфигураций. Методика измерения этого параметра описана в разделе 3.2., результаты измерения приведены в п.4.2.2.

Коэффициент реактивности по концентрации борной кислоты в замедлителе $\partial\rho/\partial C_B$ был измерен в некоторых случаях. Методика измерения параметра описана в разделе 3.3, результаты измерений $\partial\rho/\partial C_B$ приведены в п. 4.2.3.

4.2.1. Результаты измерений $\partial\rho/\partial N$ и $N_{кр}$

Измерения $\partial\rho/\partial N$ и $N_{кр}$ описаны в отчетах [275, 276, 283, 284, 288, 290 и 292], обзор измерений приведен в отчете [423].

Результаты измерений этих параметров для невозмущенных решеток приведены в таблице 4.2.1, для возмущенных решеток в таблице 4.2.2. Параметры и их обозначения, приведенные в таблицах 4.2.1 и 4.2.2, совпадают с параметрами и обозначениями, использованными в соответствующих таблицах тома I Сборника. Методика введения поправки на влияние промежуточной дистанционирующей плиты вместе со значениями поправочного коэффициента η , а также величины $\beta_{эфф}$ приведены в разделе 3.1. (см. табл. 3.1.1 и 3.1.2).

Напомним, что, как отмечалось в томе I Сборника, величина $\partial\rho/\partial N$ является значением коэффициента реактивности по уровню замедлителя для зоны без плиты при уровне $N_{кр}$, а величина N

является критическим уровнем замедлителя для невозмущенной зоны (при отсутствии плиты). Погрешности величин $\overline{\partial\rho/\partial H}$ и H включают неточность поправки на эффект промежуточной дистанционирующей плиты, но не включают неточность величины $B_{\text{эфф}}$. (см. подробнее в п.4.2.1 тома I).

На некоторых сериях конфигураций (с решетками 11.0/3.6/0.0, 15.0/3.6/0.0, 15.0/3.6/4.0, 15.0/4.4/0.0 и 19.05/3.6/0.0) проводились измерения $\partial\rho/\partial H$ при разных критических уровнях замедлителя $H_{\text{кр}}$.

В асимптотическом приближении величину $\overline{\partial\rho/\partial H}$ можно представить в виде:

$$\overline{\partial\rho/\partial H} = 2\pi^2 \left| \frac{\partial\rho}{\partial B_z} \right|^2 (H_{\text{кр}} + \lambda_z)^{-3}, \quad (4.2.1)$$

где λ_z — аксиальная эффективная добавка отражателя, которая не зависит от $H_{\text{кр}}$ (см. подробнее в томе I).

Производя подгонку совокупности результатов серийных измерений $\overline{\partial\rho/\partial H}$ при различных $H_{\text{кр}}$ функцией программы RFIT

$$f(x, \underline{a}) = 2\pi^2 a_1 (x + a_2)^{-3}, \quad (4.2.2)$$

можно определить параметры $\left| \frac{\partial\rho}{\partial B_z} \right|^2 = a_1$ и $\lambda_z = a_2$.

Результаты, полученные подгонкой по формуле (4.2.2), приведены в таблице 4.2.3. Хотя математическое ожидание $\langle Q/(N-M) \rangle = 1$ (см. подробнее [Szatmáry Z. 1977]), при обработке программой RFIT в большинстве случаев оказывалось, что $Q/(N-M) \gg 1$. Это показывает, что формула (4.2.1) не полностью применима при данных

экспериментальных погрешностях. Возможным объяснением этого является недооценка экспериментальных погрешностей, или отсутствие асимптотической области при малых размерах активной зоны. Тем не менее величины аксиальной эффективной добавки отражателя λ_z , полученные по формуле (4.2.1) и при обработке макрополей (см. таблицу 4.4.6), совпадают друг с другом в пределах экспериментальной погрешности. Поэтому были проведены повторные подгонки при зафиксированных величинах λ_z , полученных из активационных измерений (см. таблицу 4.2.3).

4.2.2. Результаты измерений $\partial\rho/\partial T$

Измерения $\partial\rho/\partial T$ описаны в отчетах [275, 276, 283, 285, 290, 292, 293, 294], обзор измерений приведен в отчете [424].

Измерения $\partial\rho/\partial T$ проводились по методике, описанной в разделе 3.2.

В таблице 4.2.4. приведены характеристики конфигураций, на которых проводились измерения $\partial\rho/\partial T$.

Результаты измерения $\partial\rho/\partial T$ приведены в таблицах 4.2.5 - 4.2.11. Эти результаты характеризуют решетки с заданным числом твэлов, поскольку включают влияние температуры и на отражатель.

Зависимость параметра H от температуры изображена на рисунке

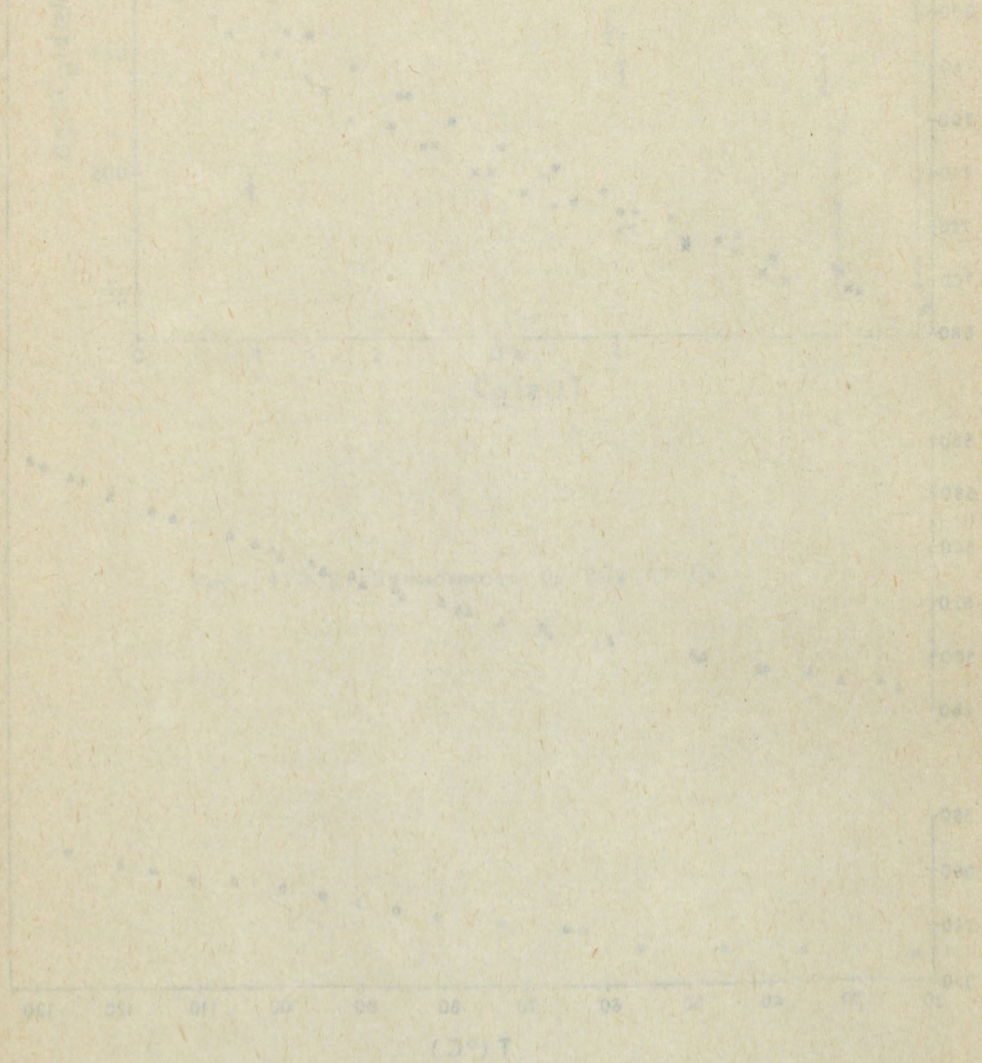
4.2.1. Результаты подгонки показали, что зависимость $H(T)$ хорошо описывается полиномом третьей степени (см. [Сатмари 3. 1985]).

4.2.3. Результаты измерений $\partial\rho/\partial C_B$

Измерения $\partial\rho/\partial C_B$ описаны в отчетах [275, 276, и 283], обзор измерений приведен в отчете [425].

Результаты измерения $\partial\rho/\partial C_B$ приведены в таблице 4.2.12. Эти результаты характеризуют решетки с заданным числом твэлов, поскольку включают влияние борной кислоты на отражатель.

Зависимость $\partial\rho/\partial C_B$ от концентрации борной кислоты как при $T=20^\circ\text{C}$, так и при $T=130^\circ\text{C}$ изображены на Рис. 4.2.2.



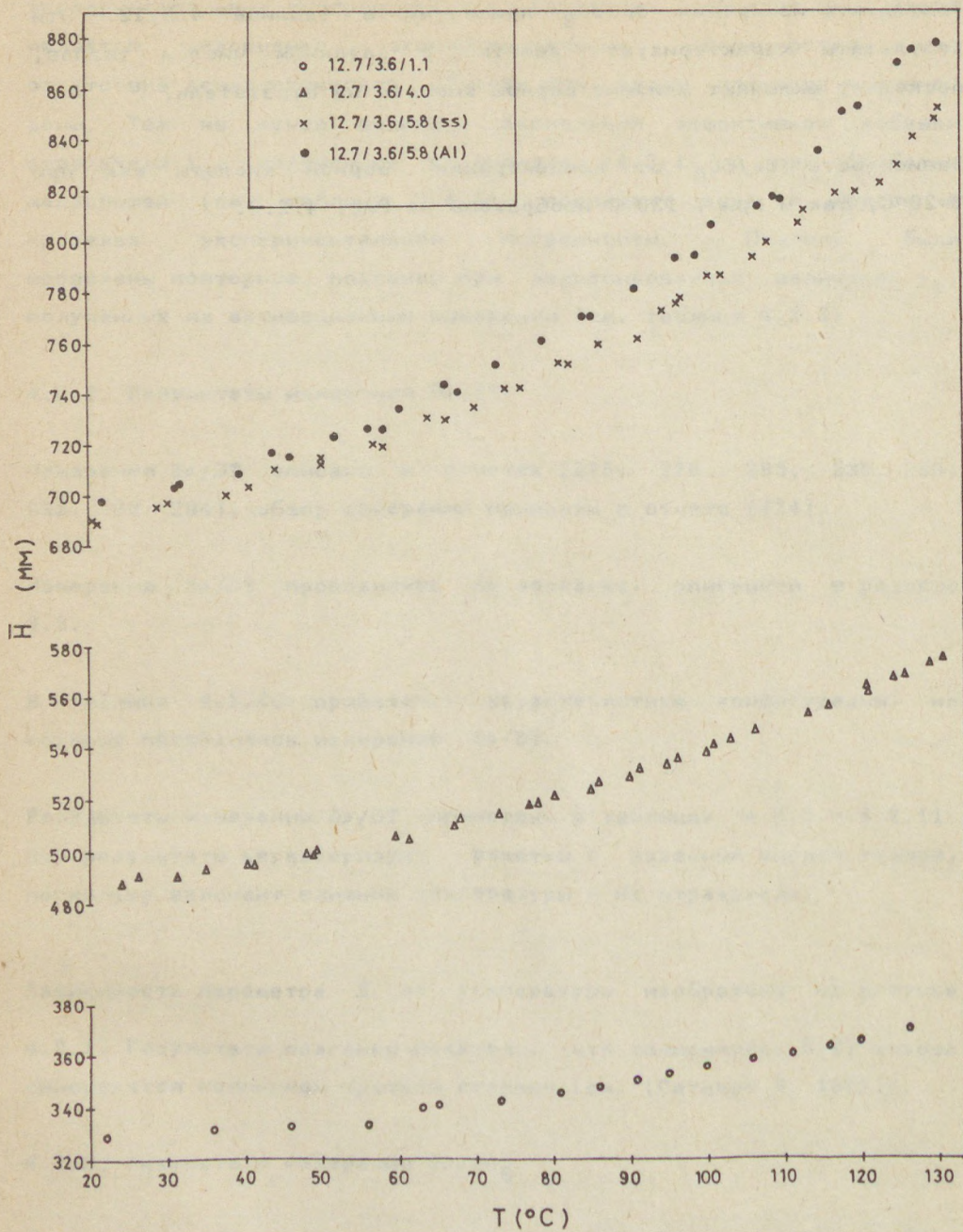


Рис. 4.2.1. Зависимость $\bar{H}$ от T

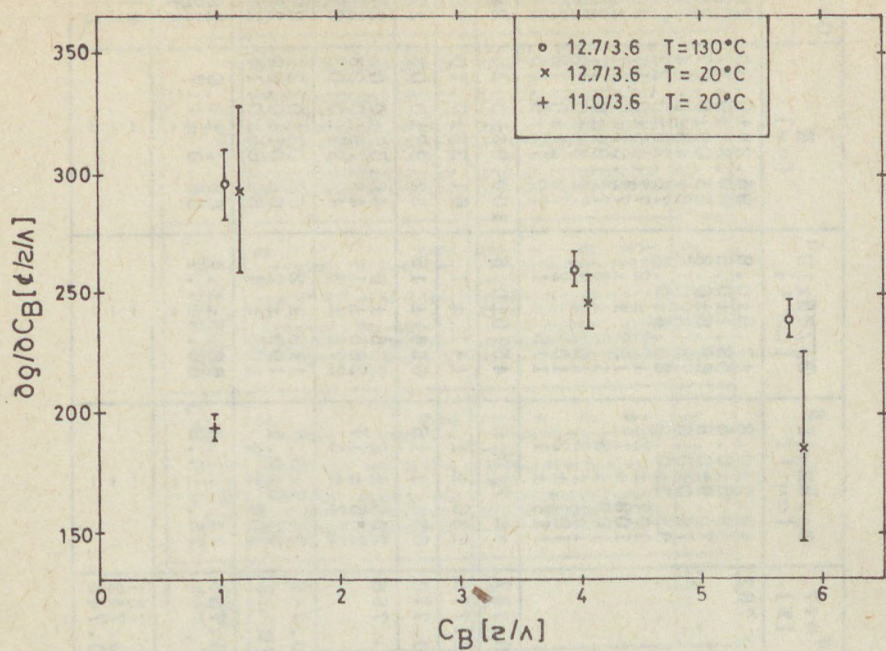


Рис. 4.2.2. Зависимость $\partial\rho/\partial C_B$ от C_B

Таблица 4.2.1 Результаты измерений $N_{кр}$ и $\partial\rho/\partial N$ для невозмущенных конфигураций

№ зоны/ № карт.	Шаг реш. [мм]	Обога- щение [%]	C_p [г/ кг]	T [°C]	Числ твэ- лов	$N_{кр}$ [см]	$\partial\rho/\partial N$ [ф/мм]	$\beta_{эфф}$ [%]	$\partial\rho/\partial N \times 10^5$ [см ⁻¹]	$\partial\rho/\partial N \times 10^5$ [см ⁻¹]	H [см]	Отчет
196/196	11.0	3.6	0.0	20	1639	98.76	0.650±0.010	0.762	49.5±0.8	47.8±0.8	95.24±0.35	284
195/39					1675	92.87	0.781±0.007		59.5±0.5	58.1±0.5	89.81±0.31	284
194/194					1711	87.73	0.930±0.010		70.9±0.8	69.8±0.8	85.09±0.27	284
193/193					1747	83.82	1.037±0.008		79.0±0.6	78.3±0.6	81.43±0.24	284
192/192					1801	78.47	1.120±0.010		85.3±0.8	85.4±0.8	76.26±0.22	284
188/40					1855	74.18	1.407±0.020		107±2	108±2	72.46±0.17	284
- "				18.46	- "	74.33	1.42±0.01		108±1	109±1	72.62±0.17	288
- "				23.21	- "	74.64	1.43±0.04		109±3	110±3	72.94±0.17	288
- "				22.22	- "	74.17	1.33±0.04		101±3	102±3	72.34±0.18	288
- "				16.18	- "	74.03	1.32±0.02		101±2	102±2	72.21±0.18	288
191/191				20	1891	71.71	1.496±0.008		114±1	116±1	70.13±0.16	284
209/40	11.0	3.6	1.0	20	1855	104.32	0.617±0.008	0.757	46.7±0.6	45.0±0.6	100.93±0.34	283
246/154	12.7	3.6	0.0	22.08	805	62.29	1.76±0.01	0.775	136±1	141±1	61.32±0.10	290
162/162	12.7	3.6	1.1	21.00	1765	32.92	8.24±0.19	0.770	634±15	634±15	32.92±0.03	275
161/161	12.7	3.6	4.0	23.10	1765	48.57	3.50±0.08	0.756	265±6	265±6	48.57±0.03	275
				23.65		48.79	3.77±0.23		285±17	285±17	48.79±0.03	275
				25.96		48.97	3.60±0.04		272±3	272±3	48.97±0.03	275
163/163	12.7	3.6	5.8	20.90	1765	70.12	1.27±0.01	0.746	94.7±0.7	113±2	68.03±0.21	276
247/163				20.40	1765	70.18	1.22±0.01		91.0±0.7	109±2	68.01±0.22	276
				21.30		71.05	1.39±0.06		104±4	106±4	69.65±0.14	290
164/110	12.7	4.4	0.0	24.87	625	82.85	0.954±0.016	0.783	74.7±1.3	68.5±1.4	66.4 ±1.6	285
165/110				20.37	625	82.80	0.934±0.011		73.1±0.9	66.9±1.1	66.0 ±1.7	285
				20		83.80	~0.9		-	-	-	817
166/166	12.7	4.4 +3.6	0.0	20	625	48.0	~3	0.751	-	-	-	817
				79	186	52.2	~4.5	0.749	-	-	-	817
				129		60.9	~5.3	0.745	-	-	-	817

Таблица 4.2.1 (продолжение)

№ зоны/ № карт.	Шаг реш. [мм]	Обога- щение [%]	Св [г/ кг]	Т [°C]	Числ твэ- лов	Н _{кр} [см]	$\partial\rho/\partial H$ [ф/мм]	$\beta_{эфф}$ [%]	$\partial\rho/\partial H \times 10^5$ [см-1]	$\partial\rho/\partial H \times 10^5$ [см-1]	H [см]	Отчет
212/212	15.0	3.6	0.0	20	409	98.95	0.589±0.002	0.780	45.9±0.2	44.0±0.3	94.77±0.42	284
213/213					487	57.51	2.237±0.012		174±1	182±1	56.85±0.07	284
214/214				20.2	571	44.55	4.369±0.060		341±5	341±5	44.55±0.03	284
220/220				93.6	637	39.48	5.839±0.061		455±5	455±5	39.48±0.03	292
215/215				20	661	42.46	6.057±0.094		472±7	472±7	42.46±0.03	819
216/216					769	38.10	8.17±0.12		472±7	637±5	38.10±0.03	284
217/217					811	33.48	8.79±0.07		686±5	686±5	33.48±0.03	284
218/218					919	32.21	9.45±0.26		737±20	737±20	32.21±0.03	284
219/219					1015	29.74	11.18±0.153		872±12	872±12	29.74±0.03	284
230/230	15.0	4.4	0.0	20	349	90.45	0.714±0.017	0.790	56.4±1.3	55.0±1.3	86.78±0.37	288
229/229					361	78.94	0.990±0.009		78.2±0.7	78.4±0.7	76.27±0.27	288
228/228					396	59.62*	1.95±0.03*		154±2*	161±2*	58.75±0.09	288
227/227					439	48.77	3.22±0.04*		254±3*	254±3*	48.77	288
226/226					500	40.57	4.89±0.007		386±1	386±1	40.57±0.03	288
225/225					547	36.80	7.05±0.17		557±1	557±1	36.80±0.03	288
221/221					583	34.69	7.30±0.009		695±24	577±24	34.69±0.03	288
224/224					637	32.20	8.80±0.31		793±21	695±24	32.20±0.03	288
223/223					691	30.35	10.04±0.27		91.9±1.1	793±21	30.35±0.03	288
231/231	15.0	1.6 +3.6	0.0	20	625 444	76.90	1.247±0.015	0.723	91.9±1.1	92.3±1.1	75.60±0.13	292

* — рекомендуемая величина

Таблица 4.2.1 (продолжение)

№ зоны/ № карт.	Шаг реш. [мм]	Обога- щение [%]	Св [г/кг]	Т [°C]	Числ твэ- лов	Н _{кр} [см]	$\partial\rho/\partial H$ [ф/мм]	$\beta_{эфф}$ [%]	$\partial\rho/\partial H \times 10^5$ [см-1]	$\partial\rho/\partial H \times 10^5$ [см-1]	H [см]	Отчет
233/233	15.0	3.6	4.0	20	985	92.33	0.726±0.017	0.745	54.1±1.3	53.3±1.3	90.43±0.19	288
232/232					1069	74.68	1.219±0.009		90.8±0.7	91.5±0.7	73.53±0.12	288
240/240					1148	65.63	1.708±0.035		127±3	129±3	64.93±0.08	288
234/234					1213	60.20	2.184±0.081		163±6	167±6	59.76±0.05	288
235/235					1339	56.64*	2.787±0.013		208±12*	213±12*	53.43±0.04	288
236/236					1519	47.03	6.73±0.16		502±17	506±17	43.47±0.01	292
237/237					1687	43.42	4.476±0.098		333	333	43.42±0.03	288
238/238					1800	41.33	4.962±0.089		370±7	370±7	41.33±0.03	288
239/239					1931	39.56	5.855±0.230		436	436	39.56±0.03	288
203/208	19.0	3.6	0.0	20	313	103.93	0.514±0.002	0.772	39.7±0.2	37.6±0.3	99.12±0.48	284
207/207	19.5				349	70.67	1.37±0.01		106±1	108±1	68.78±0.19	284
206/206					409	52.28	2.93±0.04		226±3	236±3	51.94±0.05	284
205/205					487	42.34	5.01±0.11		387±8	387±8	42.34±0.03	284
204/204					571	36.94	6.26±0.20		483±15	483±15	36.94±0.03	284
203/203					661	33.83	8.99±0.54		694±42	694±42	33.58±0.03	284
202/202					769	30.83	9.81±0.19		757±19	757±19	30.83±0.03	284
201/201					811	30.19	9.84±0.24		760±20	760±20	30.19±0.03	284
200/200					919	28.57	10.99±0.26		848±18	848±18	28.57±0.03	284
199/199					1015	27.49	13.20±0.23		1019	1019	27.49±0.03	284

* — нерекommenдуемая величина

Таблица 4.2.2 Результаты измерений $H_{кр}$ и $\partial\rho/\partial H$ для возмущенных конфигураций

№ зоны/ № карт.	Шаг реш. [мм]	№ обобщ. карт.	T [°C]	Тип возмуще- ния	$H_{кр}$ [см]	$\partial\rho/\partial H$ [ф/мм]	$\beta_{эфф}$ [%]	$\partial\rho/\partial H \times 10^5$ [см ⁻¹]	$\partial\rho/\partial H \times 10^5$ [см ⁻¹]	H [см]	Отчет
189/189	11.0	2	20	E7	95.67	0.69 ± 0.01	0.766	52.9 ± 0.8	51.3 ± 0.8	92.29 ± 0.34	284
243/243	12.7	2	20	G7	54.81	2.569 ± 0.051	0.754	194 ± 4	205 ± 4	54.26 ± 0.06	288
244/156			20	G7	54.11	2.547 ± 0.092	0.754	192 ± 7	203 ± 7	53.60 ± 0.06	288
			130	G7	70.33	1.508 ± 0.024	0.748	113 ± 2	116 ± 2	68.38 ± 0.20	288
245/58	12.7	2	130	E7	35.07	7.90 ± 0.18	0.770	608 ± 14	608 ± 14	35.07 ± 0.03	288
177/75	12.7	11	20	C5	64.69	1.876 ± 0.01	0.753	141 ± 1	139 ± 1	64.05 ± 0.07	271
242/242	12.7	20	20	G5	66.77	1.615 ± 0.014	0.743	120 ± 1	125 ± 1	65.08 ± 0.17	288
176/176	12.7	21	20	E3	50.46	3.19 ± 0.02	0.779	249 ± 2	247 ± 2	49.98 ± 0.06	271
190/190	11.0	21	20	E3	56.50	2.41 ± 0.01	0.776	187 ± 1	194 ± 1	55.88 ± 0.07	284
241/241	12.7	21	20	G3	63.95	1.684 ± 0.038	0.744	125 ± 3	131 ± 3	62.47 ± 0.15	288
179/101	12.7	15	20	K91	25.84	12.65 ± 0.26	0.778	984 ± 20	984 ± 20	25.84 ± 0.03	271
180/180	12.7	15	20	K91/D∞	30.25	9.65 ± 0.11	0.775	748 ± 9	748 ± 9	30.25 ± 0.03	271
197/144	11.0	17	20	K331/F3	75.52	1.34 ± 0.02	0.762	102 ± 2	103 ± 2	73.68 ± 0.18	284
198/145	11.0	17	20	K331/F3	77.84	1.296 ± 0.011	0.762	98.8 ± 0.8	98.9 ± 0.8	75.93 ± 0.19	284

Таблица 4.2.3 Результаты обработки серийных измерений $\partial\rho/\partial H$
(подгонка по формуле (4.2.2))

Решетка	Конфигурации	λ_z [см]	$ \partial\rho/\partial B_z^2 $ [см ²]
11.0/3.6/0.0	196, 195, 194, 193, 188, 191	11.96±5.24 15.37	33.97±5.68 37.78±0.51
15.0/3.6/0.0	212, 213, 214, 220, 215, 216, 217, 218, 219	12.53±0.48 11.00	31.19±0.71 29.07±0.35
15.0/3.6/4.0	233, 232, 240, 234, 235, 237, 238, 239	13.04±1.11 11.00	31.69±1.52 29.00±0.23
15.0/4.4/0.0	230, 229, 228, 225, 221, 224, 223	12.16±0.45 11.00	30.07±0.85 27.95±0.12
19.05/3.6/0.0	208, 207, 206, 205, 204, 203, 202, 201, 200, 199	11.47±0.57 10.0	29.58±0.71 27.91±0.36

Зафиксированные величины параметра λ_z (заданные в таблице без погрешности) взяты из результатов измерений аксиальных макрополей (см. табл. 4.4.6), в случае решетки 19.05/3.6/0.0 $\lambda_z=10$ см основано на экстраполяции зависимости λ_z от шага решетки, так как в этой решетке измерения макрополей не проводились.

Таблица 4.2.4 Перечень измерений $H_{кр}(T)$ и $\partial p/\partial T$

Решетка	№ зоны/ № кар- тограммы	Число твэлов	Число крит. сост.	Положение Материал*	
				[мм] промежуточной плиты	
12.7/3.6/0.0	246/154	805	25	486	AL
12.7/3.6/1.1	162/161	1765	17	712	AL
12.7/3.6/4.0	161/161	1765	35	712	AL
12.7/3.6/5.8	163/161	1765	36	607	SS
12.7/3.6/5.8	247/161	1765	28	486	AL
11.0/3.6/0.0	188/188	1855	45	479	AL
15.0/3.6/0.0	220/220	637	34	483	AL

* AL - алюминий

SS - нержавеющая сталь КО-36

Таблица 4.2.5 Результаты измерений $\partial\rho/\partial T$ для конфигурации
245/154 (решетка 12.7/3.6/0.0)

Н [мм]	$\overline{\partial\rho/\partial H}$ [ф/мм]	T [°C]	$\partial\rho/\partial T$ [ф/°C]
615.16±0.05	1.949±0.012	22.3±0.24	-0.60±0.49
618.91±0.23	1.993±0.038	31.4±0.12	-0.98±0.58
623.65±0.39	1.625±0.062	43.6±0.31	-1.21±0.57
632.94±0.24	1.787±0.043	51.8±0.31	-1.64±0.71
640.52±0.30	1.696±0.048	59.9±0.27	-1.85±0.76
650.96±0.06	1.763±0.010	67.6±0.35	-2.22±0.87
668.70±0.25	1.734±0.036	79.9±0.13	-2.66±1.02
675.97±0.22	1.578±0.032	85.3±0.11	-2.61±0.99
685.58±0.24	1.513±0.032	91.2±0.12	-2.70±1.02
695.04±0.42	1.467±0.052	96.2±0.14	-2.79±1.06
702.64±0.61	1.291±0.060	101.4±0.13	-2.61±0.99
715.54±0.34	1.346±0.034	106.4±0.14	-2.88±1.09
729.04±0.25	1.367±0.028	112.1±0.10	-3.10±1.18
738.30±0.55	1.194±0.048	116.9±0.13	-2.85±1.09
752.77±0.24	1.181±0.020	122.2±0.13	-2.96±1.14
764.02±0.10	1.055±0.007	127.0±0.21	-2.77±1.07
779.62±0.47	1.034±0.034	131.6±0.15	-2.83±1.10
616.70±0.20	1.848±0.041	29.1±0.23	-0.85±2.24
623.56±0.43	1.922±0.090	40.5±0.47	-1.29±2.77
634.12±0.37	1.665±0.055	55.0±0.34	-1.60±2.97
650.45±0.25	1.679±0.041	68.3±0.17	-2.10±3.61
674.32±0.49	1.535±0.066	85.0±0.25	-2.53±4.11
694.78±0.32	1.804±0.052	94.1±0.39	-3.39±5.40
719.64±0.40	1.152±0.030	109.9±0.35	-2.65±4.15
749.30±0.09	1.150±0.007	121.0±0.19	-3.01±4.67

Примечание: напоминаем, что заданные в таблице величины Н и $\overline{\partial\rho/\partial H}$ были поправлены на эффект присутствия промежуточной дистанционирующей плиты

Таблица 4.2.6 Результаты измерений $\partial\rho/\partial T$ для конфигурации
162/161 (решетка 12.7/3.6/1.1)

$H_{кр}$ [мм]	$\partial\rho/\partial H$ [ф/мм]	T [°C]	$\partial\rho/\partial T$ [ф/°C]
329.15±0.05	8.253±0.186	22.0±0.20	-1.29±0.47
331.58±0.11	6.090±0.257	35.9±0.17	-1.38±0.44
334.21±0.22	5.326±0.398	45.6±0.17	-1.46±0.46
335.80±0.41	4.185±0.423	54.8±0.11	-1.33±0.42
339.77±0.18	5.689±0.453	63.3±0.19	-2.03±0.64
341.00±0.09	8.504±0.382	65.7±0.10	-3.13±0.97
343.41±0.15	5.992±0.325	73.4±0.15	-2.41±0.76
346.73±0.16	6.323±0.430	80.7±0.13	-2.75±0.89
348.67±0.28	5.746±0.506	86.0±0.13	-2.63±0.88
350.92±0.25	5.510±0.463	90.7±0.16	-2.63±0.90
352.88±0.50	5.918±0.985	94.7±0.15	-2.92±1.09
356.09±0.13	6.503±0.374	100.0±0.30	-3.35±1.17
358.69±0.16	6.016±0.379	105.6±0.24	-3.23±1.16
361.80±0.14	5.685±0.306	111.3±0.20	-3.18±1.16
364.54±0.05	6.320±0.125	115.7±0.40	-3.64±1.34
367.39±0.31	6.825±0.911	120.4±0.50	-4.05±1.62
370.73±0.02	5.959±0.049	126.1±0.40	-3.66±1.42

Таблица 4.2.7 Результаты измерений $\partial\rho/\partial T$ для конфигурации161/161 (решетка (12.7/3.6/4.0))

$H_{кр}$ [мм]	$\partial\rho/\partial H$ [ф/мм]	T [°C]	$\partial\rho/\partial T$ [ф/°C]
494.78±0.14	2.872±0.080	40.5±0.20	-1.44±0.47
497.45±1.22	3.516±0.708	49.3±0.20	-1.96±0.76
504.57±0.10	3.639±0.079	60.3±0.10	-2.33±0.79
509.08±0.25	3.760±0.215	66.6±0.35	-2.60±0.91
513.54±0.07	3.818±0.077	72.8±0.20	-2.85±0.99
518.52±0.05	4.092±0.047	79.2±0.24	-3.31±1.16
523.28±0.10	3.836±0.089	84.7±0.25	-3.31±1.16
528.41±0.25	3.945±0.219	90.5±0.30	-3.66±1.30
533.33±0.42	3.500±0.437	94.8±0.30	-3.41±1.28
538.37±0.34	4.094±0.316	100.0±0.30	-4.24±1.53
543.10±0.22	3.388±0.132	104.1±0.32	-3.68±1.31
556.52±0.15	2.984±0.090	116.2±0.30	-3.70±1.32
562.37±0.14	2.929±0.074	121.4±0.26	-3.84±1.37
568.97±0.33	3.352±0.213	126.2±0.29	-4.63±1.67
573.55±0.22	3.589±0.146	129.6±0.27	-5.13±1.83
487.88±0.26	3.756±0.231	23.8±0.24	-0.83±0.06
490.28±0.16	3.283±0.107	31.5±0.34	-1.28±0.06
494.94±0.19	3.264±0.115	41.5±0.16	-1.74±0.07
499.37±0.14	3.496±0.104	49.3±0.10	-2.06±0.06
489.72±0.05	3.622±0.038	26.0±0.11	-1.20±0.16
493.28±0.07	3.703±0.054	35.3±0.10	-1.52±0.19
498.94±0.05	3.354±0.031	47.5±0.10	-1.75±0.20
505.50±0.30	3.090±0.132	59.5±0.13	-1.95±0.24
511.05±0.24	3.312±0.147	68.2±0.10	-2.36±0.29
517.49±0.12	3.370±0.073	76.1±0.08	-2.66±0.31
521.28±0.15	3.349±0.113	80.7±0.10	-2.79±0.33
526.04±0.25	3.331±0.185	86.2±0.20	-2.96±0.38
531.10±0.18	3.511±0.144	91.5±0.14	-3.31±0.41
535.77±0.06	3.154±0.041	96.5±0.28	-3.14±0.37
540.76±0.12	3.343±0.073	101.2±0.14	-3.48±0.42
546.59±0.30	3.310±0.198	106.5±0.16	-3.64±0.48
554.18±0.18	3.117±0.096	113.9±0.14	-3.67±0.46
563.36±0.28	3.250±0.150	120.8±0.15	-4.07±0.53
567.96±5.18	3.033±2.154	125.3±0.18	-3.94±2.84
575.98±0.20	2.841±0.096	130.8±0.19	-3.87±0.50

Таблица 4.2.8 Результаты измерений $\partial\rho/\partial T$ для конфигурации
163/161 (решетка (12.7/3.6/5.8))

$H_{кр}$ [мм]	$\overline{\partial\rho/\partial H}$ [ф/мм]	T [°C]	$\partial\rho/\partial T$ [ф/°C]
689.75±0.09	1.638±0.009	20.9±0.05	-0.88±0.46
695.80±0.13	1.599±0.011	30.6±0.15	-1.09±0.53
703.50±0.23	1.480±0.019	41.3±0.15	-1.25±0.58
712.40±0.24	1.493±0.022	50.2±0.15	-1.48±0.67
719.97±0.46	1.418±0.035	58.2±0.20	-1.59±0.72
729.10±0.93	1.349±0.077	66.7±0.15	-1.70±0.78
740.78±0.15	1.344±0.012	74.1±0.13	-1.87±0.86
750.86±0.54	1.229±0.039	82.7±0.15	-1.89±0.88
761.30±0.55	1.208±0.032	88.7±0.10	-1.99±0.94
775.55±0.34	1.197±0.021	96.1±0.10	-2.13±1.02
786.20±0.29	1.117±0.014	102.4±0.10	-2.12±1.02
799.23±0.25	1.083±0.012	108.2±0.13	-2.18±1.06
811.49±0.31	1.054±0.015	112.9±0.14	-2.21±1.09
819.67±0.08	0.906±0.003	119.3±0.15	-2.02±1.01
829.05±0.54	0.812±0.015	125.4±0.17	-1.91±0.97
853.01±0.49	0.848±0.016	130.5±0.17	-2.08±1.06
689.73±0.10	1.580±0.009	20.4±0.11	-0.98±0.49
695.46±0.22	1.499±0.016	29.3±0.15	-1.09±0.54
699.97±0.50	1.357±0.031	37.8±0.20	-1.14±0.56
710.06±1.42	1.586±0.109	45.3±0.21	-1.49±0.73
714.35±0.24	1.501±0.019	50.5±0.18	-1.52±0.74
720.25±0.62	1.434±0.042	56.9±0.12	-1.58±0.78
730.55±0.10	1.476±0.009	63.9±0.10	-1.78±0.89
734.99±0.37	1.349±0.023	69.8±0.10	-1.75±0.88
741.55±0.08	1.275±0.006	75.5±0.10	-1.77±0.90
752.95±0.16	1.298±0.011	80.8±0.15	-1.92±0.98
759.39±0.25	1.233±0.013	85.7±0.10	-1.92±0.99
772.14±0.39	1.273±0.023	91.3±0.15	-2.11±1.10
776.85±0.33	1.146±0.016	96.6±0.15	-2.01±1.06
785.91±0.40	1.110±0.019	100.6±0.15	-2.02±1.07
794.30±0.80	1.038±0.035	106.2±0.15	-2.00±1.07
807.47±0.26	0.973±0.012	112.5±0.20	-1.99±1.08
818.73±0.31	0.910±0.012	117.8±0.16	-1.95±1.07
821.63±0.99	0.796±0.026	122.7±0.15	-1.79±0.99
840.05±0.40	0.806±0.012	127.2±0.16	-1.88±1.04
847.07±0.05	0.764±0.001	130.5±0.12	-1.83±1.02

Примечание: напоминаем, что заданные в таблице величины H и $\overline{\partial\rho/\partial H}$ были поправлены на эффект присутствия промежуточной дистанционирующей плиты

Таблица 4.2.9 Результаты измерений $\partial\rho/\partial T$ для конфигурации
247/161 (решетка (12.7/3.6/5.8))

$H_{кр}$ [мм]	$\partial\rho/\partial H$ [ф/мм]	T [°C]	$\partial\rho/\partial T$ [ф/°C]
697.67±0.19	1.532±0.025	22.0±0.13	-1.07±0.36
704.14±0.87	1.344±0.106	32.0±0.22	-1.09±0.39
717.02±0.12	1.445±0.017	44.1±0.21	-1.42±0.49
723.33±0.16	1.316±0.014	52.2±0.26	-1.46±0.50
733.85±0.41	1.327±0.035	60.1±0.22	-1.66±0.57
743.27±0.80	1.302±0.070	67.0±0.13	-1.80±0.63
750.95±0.52	1.251±0.042	72.9±0.14	-1.88±0.65
760.86±0.37	1.223±0.032	79.1±0.13	-2.01±0.69
769.83±0.27	1.141±0.021	85.4±0.61	-2.04±0.70
781.76±0.27	1.154±0.023	90.9±0.14	-2.22±0.76
793.12±0.15	1.121±0.012	96.5±0.24	-2.32±0.79
806.28±0.34	1.156±0.028	101.3±0.12	-2.55±0.86
813.57±0.92	1.024±0.064	106.5±0.13	-2.41±0.83
816.69±1.62	0.844±0.071	110.2±0.18	-2.08±0.72
835.47±0.28	0.907±0.018	115.3±0.34	-2.37±0.80
851.89±0.61	0.921±0.034	120.6±0.18	-2.56±0.86
868.93±1.12	0.918±0.058	125.4±0.17	-2.70±0.92
876.37±0.98	0.748±0.035	130.0±0.20	-2.31±0.78
703.53±0.34	1.466±0.038	31.7±0.23	-1.13±1.17
709.43±0.28	1.416±0.032	39.4±0.34	-1.23±1.26
715.38±0.64	1.372±0.063	46.0±0.35	-1.32±1.34
726.17±0.18	1.306±0.015	55.8±0.28	-1.47±1.46
740.06±0.39	1.202±0.035	68.2±0.28	-1.66±1.58
769.77±0.14	1.107±0.011	85.6±0.17	-2.00±1.81
793.82±0.51	0.956±0.028	98.9±0.25	-2.10±1.83
816.78±0.55	0.875±0.025	109.4±0.26	-2.21±1.88
850.37±0.86	1.016±0.048	118.2±0.28	-2.89±2.40
872.24±0.43	0.787±0.020	127.9±0.26	-2.52±2.05

Примечание: напоминаем, что заданные в таблице величины H и $\partial\rho/\partial H$ были поправлены на эффект присутствия промежуточной дистанционирующей плиты

Таблица 4.2.10 Результаты измерений $\partial\rho/\partial T$ для конфигурации
188/188 (решетка (11.0/3.6/0.0))

$H_{кр}$ [мм]	$\overline{\partial\rho/\partial H}$ [ф/мм]	T [°C]	$\partial\rho/\partial T$ [ф/°C]
726.30±0.25	1.354±0.027	23.9±0.24	-0.56±1.22
733.32±0.29	1.415±0.032	34.4±0.40	-1.10±1.65
744.20±0.26	1.366±0.028	45.2±0.47	-1.51±2.02
754.62±0.28	1.265±0.027	53.8±0.66	-1.68±2.24
769.15±0.81	1.185±0.072	64.1±0.21	-1.85±2.58
782.47±0.40	1.087±0.029	73.6±0.28	-1.89±2.80
801.35±0.82	1.048±0.078	81.3±0.34	-1.94±3.07
727.38±0.80	1.604±0.114	22.2±0.29	-0.53±1.48
726.82±0.46	1.324±0.047	30.6±0.23	-0.71±1.39
738.19±0.10	1.362±0.012	38.3±0.41	-1.01±1.60
739.25±0.31	1.193±0.024	46.9±0.52	-1.17±1.59
747.43±0.43	1.189±0.032	54.3±0.25	-1.43±1.76
756.34±0.62	1.142±0.052	61.3±0.30	-1.63±1.87
764.88±0.32	1.144±0.024	66.6±0.28	-1.83±2.01
777.75±0.37	1.339±0.037	70.3±0.30	-2.31±2.47
784.70±0.34	1.222±0.031	75.4±0.15	-2.33±2.42
796.33±0.52	1.237±0.046	80.5±0.18	-2.58±2.61
802.21±0.38	1.067±0.025	85.8±0.24	-2.44±2.41
819.50±0.18	1.178±0.014	90.9±0.27	-2.92±2.83
819.96±2.00	0.841±0.090	95.9±0.30	-2.25±2.16
844.51±0.23	0.982±0.014	101.6±0.26	-2.86±2.68
861.89±0.10	0.954±0.007	107.3±0.31	-3.00±2.78
905.02±0.28	0.801±0.012	120.3±0.39	-2.97±2.69
929.68±0.68	0.799±0.027	125.6±0.44	-3.16±2.84
955.26±0.49	0.812±0.019	130.4±0.45	-3.39±3.03
729.93±0.18	1.622±0.024	26.1±0.44	-0.95±0.66
728.14±0.39	1.280±0.037	34.7±0.48	-0.95±0.60
736.93±0.52	1.301±0.048	43.5±0.16	-1.21±0.71
741.54±1.01	1.124±0.073	51.8±0.35	-1.28±0.70
757.84±0.25	1.284±0.023	60.1±0.18	-1.76±0.91
768.94±0.33	1.236±0.029	68.0±0.13	-2.00±0.99
780.81±0.17	1.203±0.014	74.9±0.23	-2.23±1.06
794.12±0.27	1.178±0.021	80.6±0.18	-2.43±1.13
804.61±0.29	1.138±0.021	85.7±0.21	-2.57±1.17
816.10±0.18	1.089±0.012	90.8±0.19	-2.68±1.19
829.38±1.78	1.097±0.125	95.3±0.28	-2.91±1.31
842.21±0.22	1.064±0.014	100.1±0.16	-3.05±1.31
854.63±0.26	0.992±0.016	104.9±0.33	-3.06±1.30
863.57±0.52	0.892±0.026	108.7±0.26	-2.92±1.22
877.91±0.70	0.900±0.037	112.2±0.31	-3.09±1.29
893.46±0.21	0.880±0.010	116.4±0.29	-3.21±1.31
906.08±0.32	0.820±0.013	120.3±0.32	-3.16±1.28
930.47±0.19	0.824±0.009	124.8±0.34	-3.37±1.35
942.08±0.42	0.801±0.017	128.2±0.38	-3.43±1.36
941.97±1.59	0.620±0.037	131.0±0.36	-2.76±1.10

Примечание: напоминаем, что заданные в таблице величины H и $\overline{\partial\rho/\partial H}$ были поправлены на эффект присутствия промежуточной дистанционирующей плиты

Таблица 4.2.11 Результаты измерений $\partial\rho/\partial T$ для конфигурации
220/220 (решетка (15.0/3.6/0.0))

$H_{кр}$ [мм]	$\partial\rho/\partial H$ [ф/мм]	T [°C]	$\partial\rho/\partial T$ [ф/°C]
397.08±0.12	5.04±0.16	24.35±0.23	-1.15±0.97
400.56±0.07	5.26±0.15	38.17±0.05	-1.59±1.30
402.94±0.07	5.35±0.12	44.63±0.22	-1.80±1.48
404.60±0.11	5.49±0.18	48.80±0.24	-1.97±1.63
406.34±0.18	5.19±0.25	54.19±0.05	-2.01±1.69
408.27±0.10	5.09±0.15	58.10±0.12	-2.08±1.77
410.34±0.01	5.31±0.01	63.22±0.05	-2.31±2.00
413.03±0.01	5.21±0.02	67.62±0.25	-2.39±2.11
415.25±0.13	5.03±0.17	73.58±0.18	-2.46±2.23
417.96±0.35	4.96±0.47	77.69±0.32	-2.54±2.35
420.86±0.07	5.02±0.08	80.18±0.07	-2.64±2.46
424.23±0.12	4.79±0.14	86.26±0.05	-2.67±2.56
426.70±0.06	5.43±0.08	91.24±0.05	-3.17±3.10
429.59±0.01	5.25±0.02	95.39±0.19	-3.18±3.18
401.88±0.05	5.83±0.09	39.59±0.06	-1.81±1.47
403.64±0.04	5.66±0.07	44.88±0.16	-1.91±1.57
404.59±0.22	4.93±0.31	48.56±0.09	-1.76±1.46
406.06±0.12	4.78±0.16	52.65±0.14	-1.81±1.52
408.44±0.21	5.83±0.42	57.34±0.19	-2.36±2.01
410.24±0.02	5.38±0.04	61.75±0.32	-2.30±1.98
412.59±0.02	5.53±0.04	66.47±0.19	-2.50±2.20
414.44±0.06	5.79±0.11	70.00±0.14	-2.73±2.43
416.96±0.07	5.27±0.10	75.39±0.12	-2.63±2.40
420.01±0.12	5.40±0.22	80.97±0.06	-2.86±2.68
423.06±0.06	5.44±0.09	85.73±0.09	-3.02±2.88
426.41±0.33	5.01±0.54	91.41±0.07	-2.93±2.89
429.62±0.07	5.19±0.10	95.11±0.42	-3.14±3.13
432.10±0.01	5.60±0.03	99.00±0.05	-3.50±3.55
409.81±0.23	4.97±0.34	60.42±0.14	-2.09±1.80
412.86±0.04	5.06±0.06	66.96±0.10	-2.30±2.03
415.63±0.09	5.21±0.14	72.36±0.09	-2.52±2.27
422.57±0.03	5.68±0.06	83.70±0.10	-3.09±2.92
424.39±0.50	3.94±0.47	88.25±0.07	-2.24±2.18
407.05±0.24	5.31±0.37	54.05±0.09	-2.05±1.73

Таблица 4.2.12 Результаты измерений $\partial\rho/\partial C_B$

Решетка	№ зоны/ № карто- граммы	T [°C]	a ₁ [мм/г/кг]	a ₂ [мм]	$\partial\rho/\partial H$ [г/мм]	$\partial\rho/\partial C_B$ [г/г/кг]
12.7/3.6/1.1 12.7/3.6/1.1	162/161 162/161	21 130	37.79±1.7 46.38±5.3	289.8±1.8 324.2±5.4	7.84±0.13 6.24±0.18	296.3±14.3 294.0±34.6
12.7/3.6/4.0 12.7/3.6/4.0	161/161 161/161	21 130	70.54±1.8 94.32±3.5	202.4±6.9 196.0±13.8	3.69±0.05 2.62±0.06	260.3±7.5 247.1±10.8
12.7/3.6/5.8 12.7/3.6/5.8	163/161 163/161	20 130	44.74±4.6 213.11±44.7	-149.8±26.3 -380.3±258.	1.65±0.02 0.87±0.01	238.2±8.0 185.4±38.9
11.0/3.6/1.0	209/188	20	316.15±7.8	700.6±7.4	0.61±0.01	193.2±5.1

4.3. МАКРОПОЛЯ АКТИВАЦИИ

Настоящий и следующий разделы посвящены результатам измерения макрополей. В настоящем разделе дается описание измеренных макрополей, а в разделе 4.4 обобщаются результаты их обработки для определения лапласианов и эффективных добавок отражателя.

4.3.1. Файл оцененных макрополей

Перечень измерений макрополей представлен в таблице 4.3.1. Оцененные макрополя хранятся в библиотеке EDF (файл оцененных макрополей, см. том I) [427]. Эта библиотека создается программой RFIT в результате обработки первичных экспериментальных данных с использованием подгоночной функции №20:

$$f(x, \underline{a}) = a_j \psi_I$$

где a_j - нормировочный фактор для j -го облучения,

ψ_I - значение поля в позиции I.

Нормировка экспериментальных полей является произвольной, поэтому при сопоставлении их с расчетными полями последние необходимо нормировать отдельно на каждое измеренное поле ψ_I , что также возможно сделать с помощью программы RFIT.

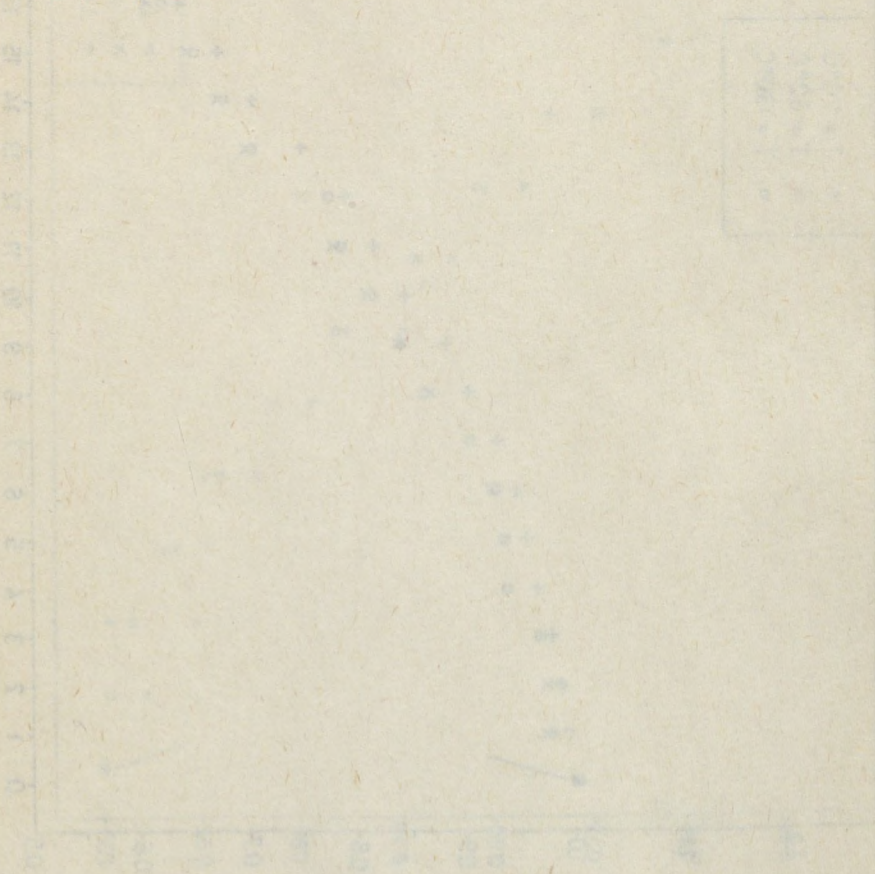
Библиотеку EDF можно использовать либо с помощью программы RFIT, либо с помощью других программ. Подробнее об этом см. в отчетах [414] и [Szatmáry Z. 1977].

4.3.2. Примеры измеренных макрополей

Рассматриваемые ниже примеры измеренных радиальных макрополей иллюстрируют некоторые эффекты, изученные на исследованных решетках.

Влияние температуры на распределение энерговыделения в невозмущенных решетках демонстрируют Рис. 4.3.1, Рис. 4.3.2 и Рис. 4.3.3. На этих рисунках приведены распределения при температурах 20°C , 80°C и 130°C .

На Рис. 4.3.4 и Рис. 4.3.5 изображены распределения энерговыделения в возмущенных решетках F7 и G7, измеренные при температурах 20°C и 130°C .



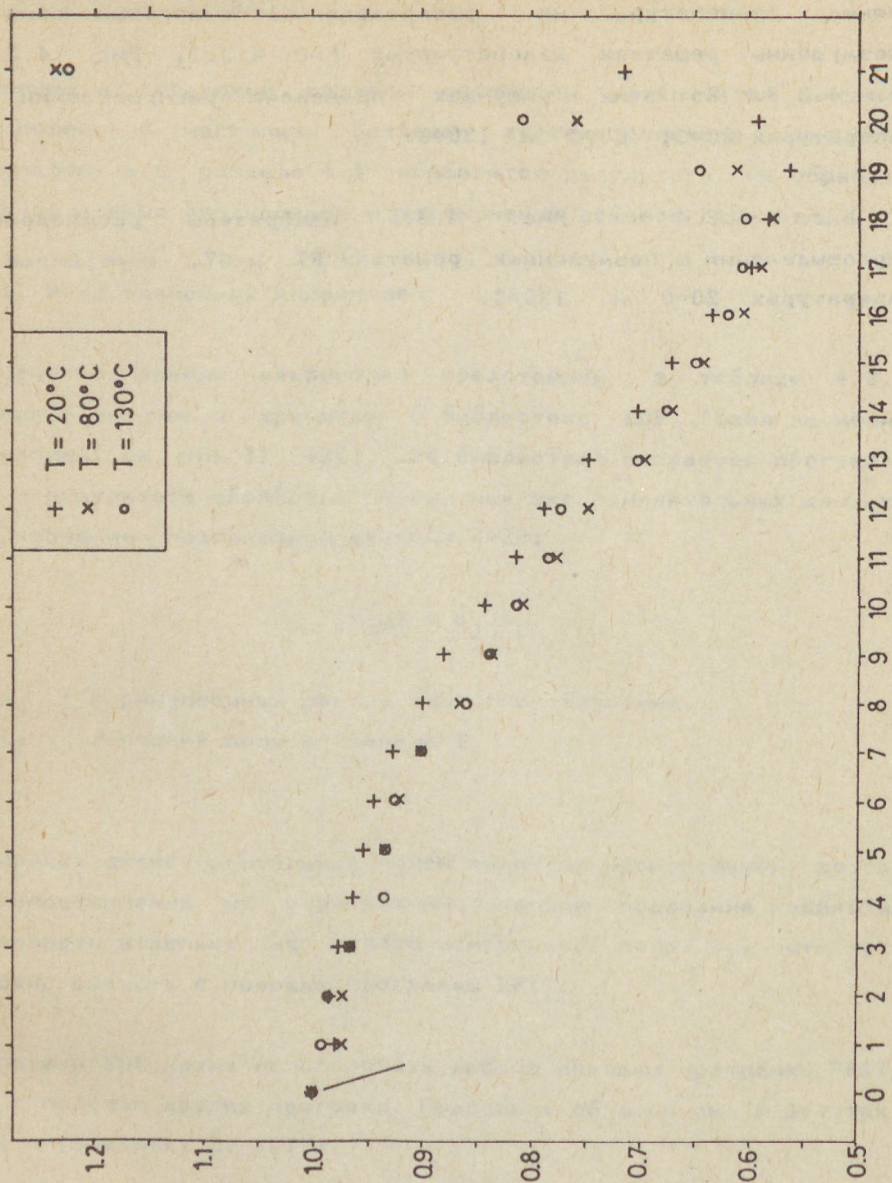


Рис. 4.3.1. Радиальное распределение энерговыделения при разных температурах в невозмущенной решетке 11.0/3.6/0.0

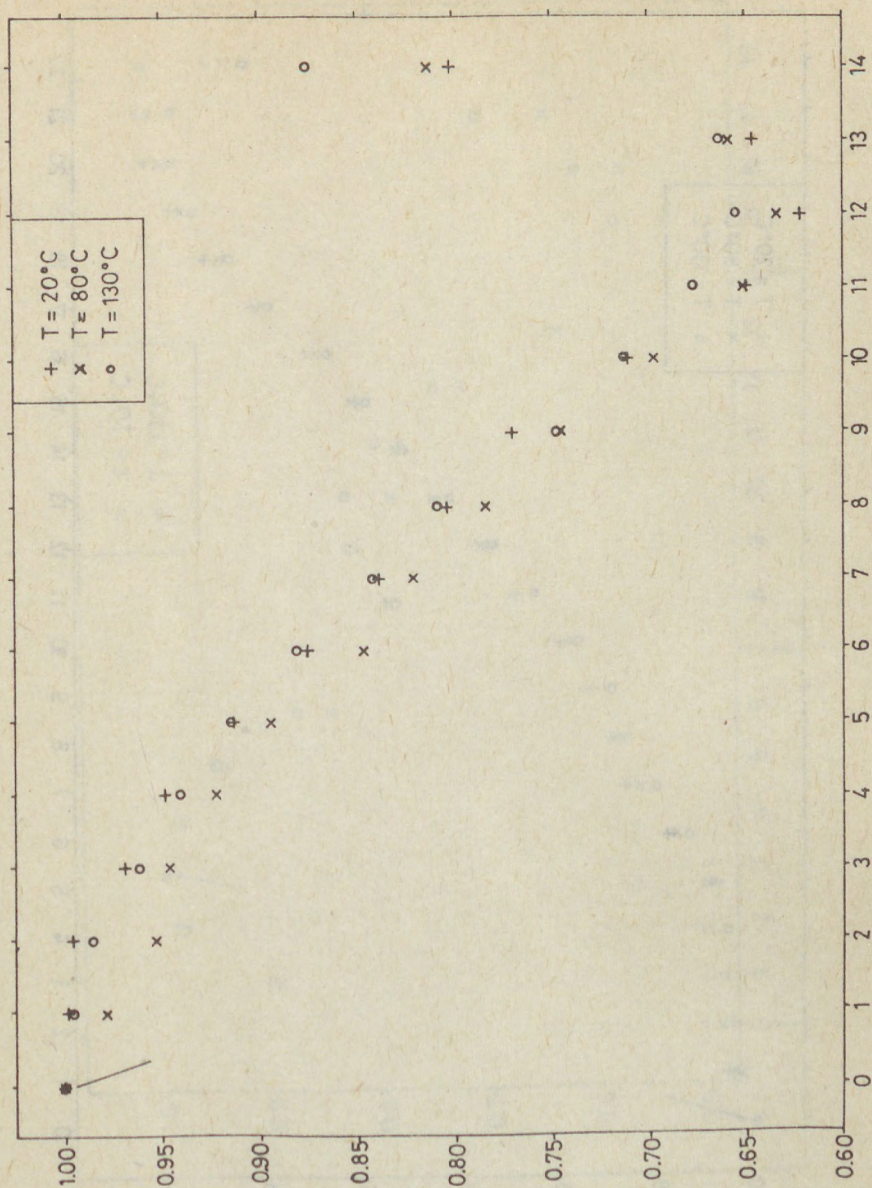


Рис. 4.3.2. Радиальное распределение энерговыделения при разных температурах в невозмущенной решетке 12.7/3.6/0.0

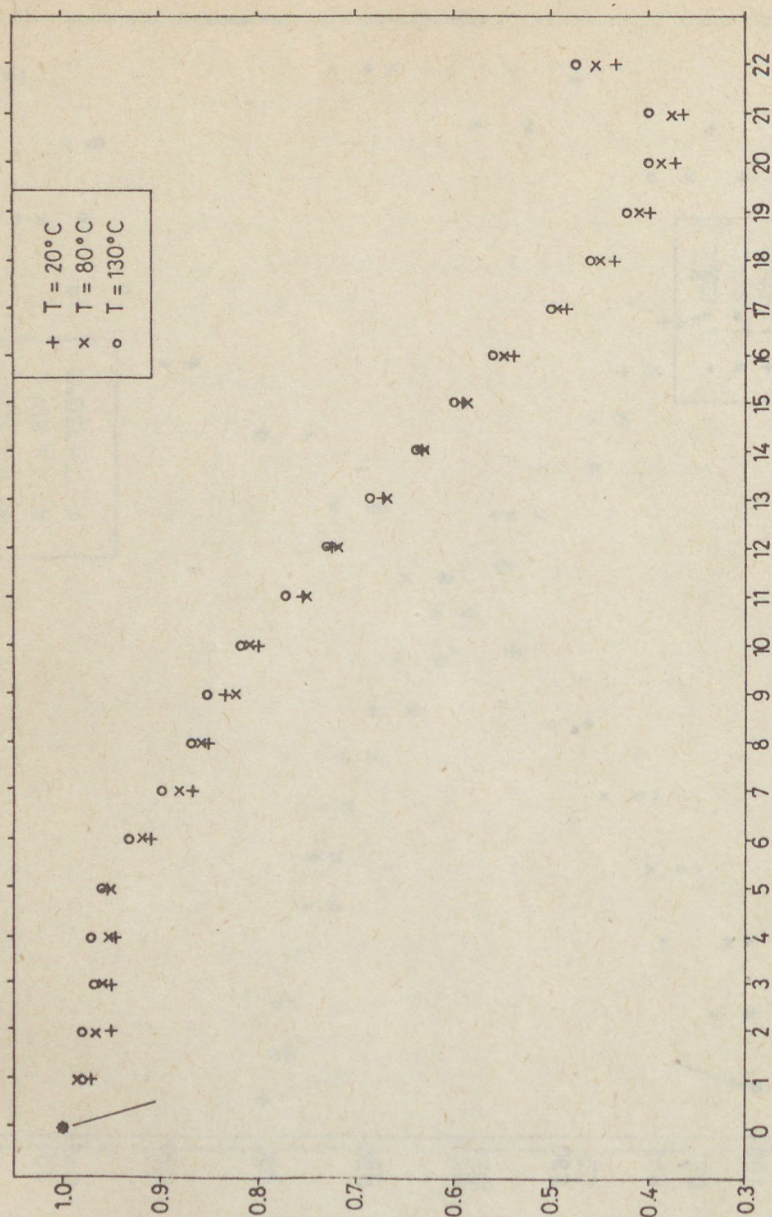


Рис. 4.3.3. Радиальное распределение энерговыделения при разных температурах в невозмущенной решетке 12.7/3.6/5.8

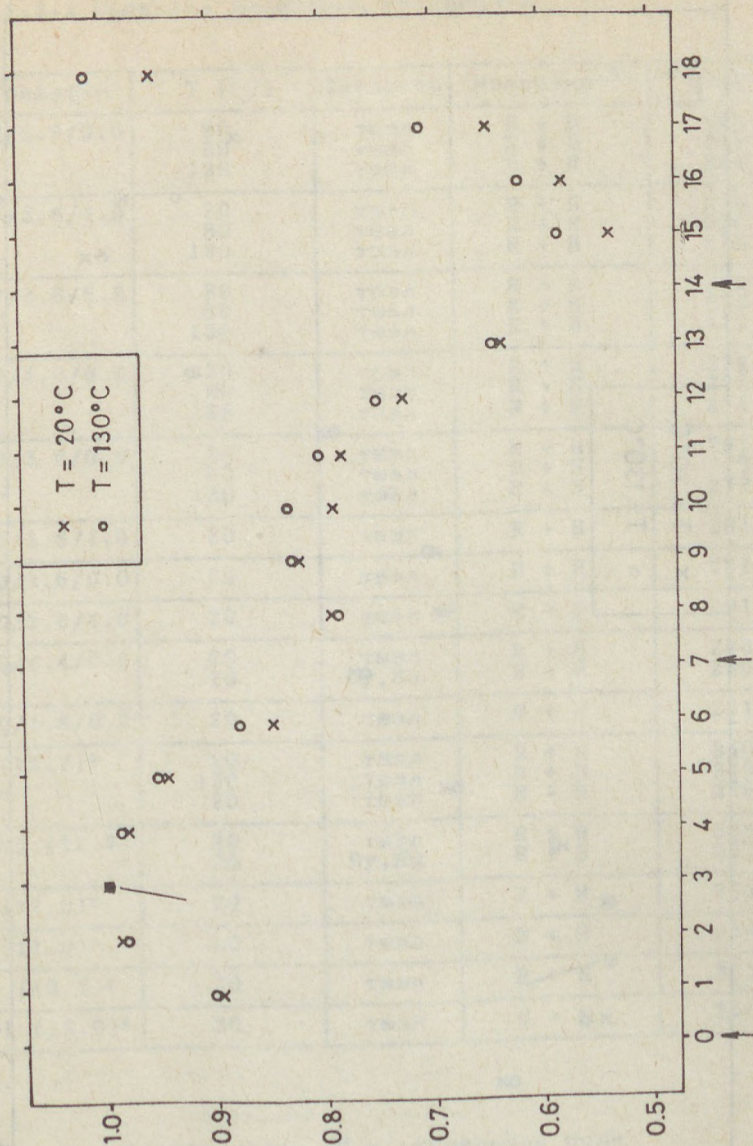


Рис. 4.3.4. Радиальное распределение энерговыделения при разных температурах в возмущенной решетке 12.7/3.6-F7

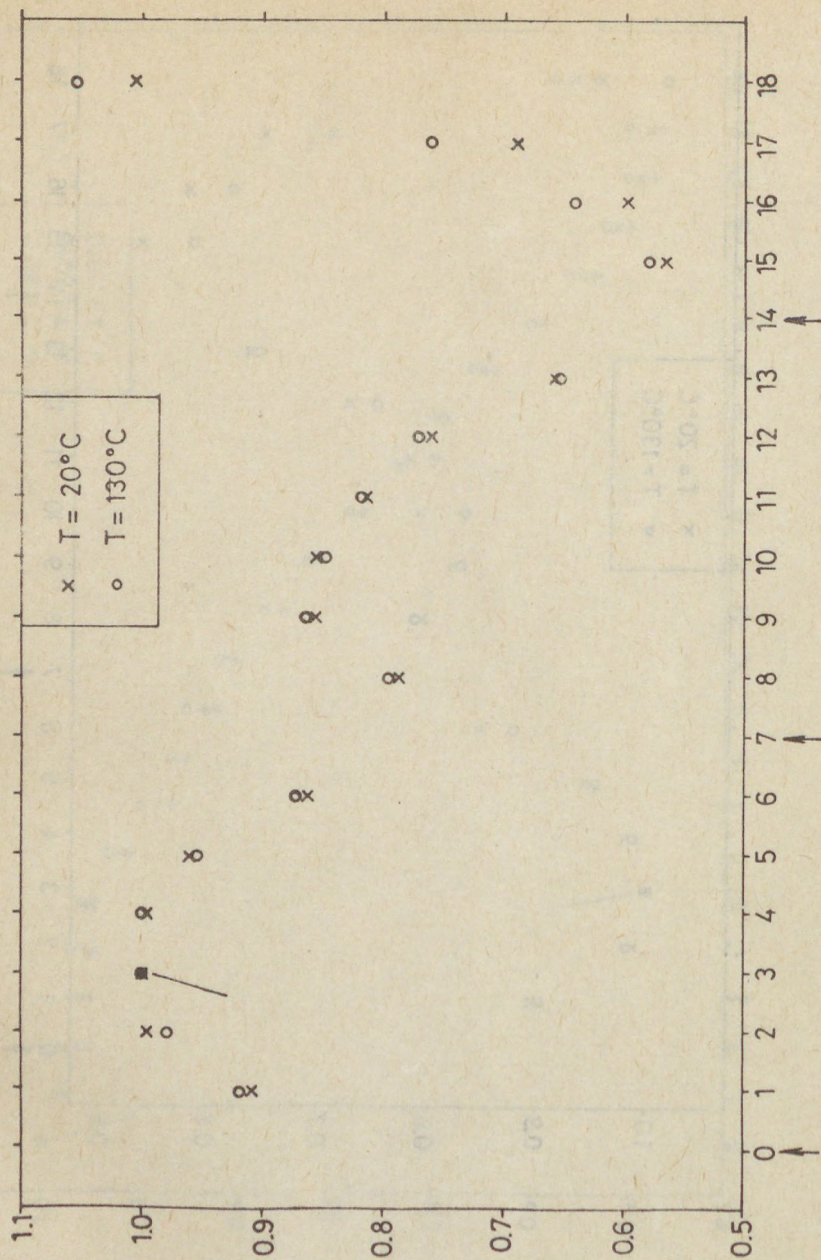


Рис. 4.3.5. Радиальное распределение энерговыделения при разных температурах в возмущенной решетке 12.7/3.6-G7

Таблица 4.3.1 Перечень измерений макрополей

Тип решетки	T [°C]	Детектор	Измерение +	Отчет
12.7/3.6/0.0	20	ТВЭЛ	R + H	264
	80	ТВЭЛ	R + H	264
	130	ТВЭЛ	R + H	264
12.7/3.6/4.0	20	ТВЭЛ	R + H	270
	80	ТВЭЛ	R + H	270
	130	ТВЭЛ	R + H	270
12.7/3.6/5.8	20	ТВЭЛ	R + H	272
	80	ТВЭЛ	R + H	272
	130	ТВЭЛ	R + H	272
12.7/4.4/0.0	20	ТВЭЛ	R + H	274
	80	ТВЭЛ	R + H	274
	130	ТВЭЛ	R + H	274
11.0/3.6/0.0	20	ТВЭЛ	R + H	281
	80	ТВЭЛ	R + H	279
	130	ТВЭЛ	R + H	279
11.0/3.6/1.0	20	ТВЭЛ	R + H	281
15.0/3.6/0.0	20	ТВЭЛ	R + H	291
15.0/3.6/4.0	20	ТВЭЛ	R + H	291
15.0/4.4/0.0	20	ТВЭЛ	R + H	286
	20	Dy, Eu	R + H	286
15.0/1.6/0.0	20	ТВЭЛ	R + H	291
X7 (12.7)*	20	ТВЭЛ	R + H	349
	130	ТВЭЛ	R + H	349
	20	ТВЭЛ	R + H	358
X3, X5 (12.7)*	20	ТВЭЛ	R + H	358
	20	Dy, Eu	R + H	351
E7 (11.0)*	20	ТВЭЛ	R + H	355
E3 (11.0)*	20	ТВЭЛ	R + H	355
K91 (12.7)*	20	ТВЭЛ	R + H	353
K331 (11.0)*	20	ТВЭЛ	R + H	356

+ R - радиальное поле, H - аксиальное поле

* - в скобках задан шаг решетки (обогащение всегда 3.6.%, концентрация борной кислоты - 0)

4.4. ЛАПЛАСИАНЫ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ДОБАВКИ ОТРАЖАТЕЛЯ

Представленные в настоящем разделе результаты измерений расширяют набор экспериментальных данных по лапласианам и эффективным добавкам отражателя, опубликованных в разделе 4.4 тома I Сборника. Следует отметить, что зависимость указанных параметров от температуры дается в Сборнике впервые в томе III.

Лапласианы и эффективные добавки отражателя определялись на невозмущенных и регулярно возмущенных конфигурациях, состоящих из макроячеек. Перечень этих конфигураций приведен в таблице 4.4.1. В других таблицах настоящего раздела для полноты и иллюстрации общих тенденций приведены и некоторые результаты из тома I.

Радиальные макрополя измерялись на всех указанных в таблице 4.4.1 конфигурациях. Радиальные лапласианы и эффективные добавки отражателя, полученные в результате обработки этих измерений, обсуждаются в п. 4.4.1. Аксиальные макрополя измерялись как на перечисленных в таблице 4.4.1 конфигурациях, так и на конфигурациях К331. Полученные на основе этих измерений аксиальные лапласианы и эффективные добавки отражателя обсуждаются в п. 4.4.2. Рассмотрению полных лапласианов посвящен п. 4.4.3. При обработке радиальных макрополей на конфигурациях с макроячейками одновременно с радиальными лапласианами определялись также микрополя в макроячейках. Эти микрополя представлены в п. 4.4.4.

Следует отметить, что приведенные в настоящем разделе результаты получены на основании оцененных макрополей, хранящихся в файле EDF (см. раздел 4.3). Используемый метод обработки данных описан в разделе 3.5. тома I Сборника.

Измерения и обработка макрополей описаны в отчетах [264, 270, 272, 274, 279, 281, 289, 291, 349, 351, 353, 355, 356, 358], и обзорных отчетах [428, 429].

4.4.1. Радиальные лапласианы и эффективные добавки отражателя

Радиальные лапласианы V_r^2 и эффективные добавки отражателя λ_r определялись путем подгонки к измеренным макрополям соответствующих функций. Метод обработки, включающий отбрасывание точек, был тем же, который использовался в томе I Сборника, поэтому этот вопрос здесь не рассматривается (см. п. 3.5.4. и п. 4.4.1. тома I).

Результаты обработок радиальных макрополей, т.е. радиальные лапласианы и эффективные добавки отражателя, измеренные при комнатной температуре, приведены для невозмущенных решеток в таблице 4.4.2, а для решеток с макроячейками – в таблице 4.4.3.

При повышенных температурах из-за технических трудностей методика измерения макрополей с помощью фольг не применялась и измерялись лишь поля энерговыделения. Методика этих измерений была такой же, как при комнатной температуре.

Радиальные лапласианы и эффективные добавки отражателя для различных температур приведены в таблице 4.4.4.

Температурная зависимость лапласианов и добавок отражателя была изучена в экспериментах при температурах 20, 80 и 130°C.

В таблице 4.4.5 приведены сводные данные по λ_r , полученные усреднением соответствующих результатов измерений, описанных в томе I и томе III Сборника. Как видно, для всех исследованных решеток λ_r увеличивается с повышением температуры.

Данные таблицы 4.4.5 показывают, что λ_r в наибольшей степени зависит от концентрации борной кислоты в замедлителе.

4.4.2. Аксиальные лапласианы и эффективные добавки отражателя

Методика определения аксиальных лапласианов V_z^2 и эффективных добавок отражателя λ_z на основании макрополей, измеренных по высоте активной зоны, описана в п. 3.2.4 тома I настоящего Сборника.

Методика измерения V_z^2 и λ_z при повышенных температурах была такой же, как при комнатной температуре.

Один из важных выводов тома I о наблюдаемой в экспериментах зависимости эффективной добавки отражателя λ_z только от шага решетки подтверждается на основе результатов более широкого круга исследований. Результаты измерения λ_z , усредненные для каждого шага решетки, приведены в таблице 4.4.6. Эти данные основаны на всех измерениях, проведенных в рамках ВМК, т.е. они включают и результаты, опубликованные в томе I.

В экспериментах не наблюдается зависимость эффективной добавки отражателя λ_z от температуры. Например для решетки с шагом 12.7мм при максимальной температуре $T=130^\circ$ $\lambda_z = 13.69 \pm 0.51$ см, а средняя величина для всех температур $\lambda_z = 13.27 \pm 0.09$ см. То есть они совпадают в пределах экспериментальной погрешности.

4.4.3. Материальные лапласианы

Результаты по материальным лапласианам, полученные в предположении отсутствия анизотропии площади миграции и усредненные с учетом данных, опубликованных в томе I, приведены в таблице 4.4.7. Эта таблица дополняет результаты аналогичной таблицы 4.4.8 тома I.

На основании экспериментов, проведенных на решетках 12.7/3.6/0.0, 12.7/3.6/4.0, 12.7/3.6/0.0-С5 и частично 11.0/3.6/0.0, в томе I было показано, что с точностью до погрешности измерения

отношения $\frac{M_z^2}{M_r^2}$ анизотропией площади миграции можно пренебречь.

На Рис. 4.4.1 изображена зависимость $\frac{V_z^2}{V_r^2}$ от $\frac{V_z^2}{V_r^2}$ для решеток 11.0/3.6/0.0, 15.0/3.6/0.0, 15.0/3.6/4.0 и 15.0/4.4/0.0.

Отклонение экспериментальных точек от прямых $\frac{V_z^2}{V_r^2} = \frac{V_m^2}{V_r^2} - \frac{V_z^2}{V_r^2}$, указанных на Рис. 4.4.1, возникает наиболее вероятно не вследствие анизотропии площади миграции, а из-за неприменимости одногруппового приближения.

4.4.4. Микрополя в макроячейках

Микрополя в макроячейках определялись в результате обработки измеренных радиальных макрополей, как описано в п. 3.2.4 тома I Сборника. Полученные для различных макроячеек и детекторов микрополя приведены в таблицах 4.4.8 - 4.4.17.

К таблицам 4.4.8 - 4.4.17 необходимо сделать следующие замечания:

- обозначения позиций во всех возмущенных решетках производится согласно нумерации, показанной на Рис. 4.4.2.
- обозначения детекторов указаны в таблице 3.2.1 тома I Сборника
- в решетках X_n поля всегда нормированы на позицию, наиболее удаленную от возмущения, в решетке K91 поля нормированы на соседнюю с центральным возмущением (D) позицию.

Зависимость микрополя от температуры и шага решетки в макроячейках типа X7 изображена на Рис. 4.4.3. Отметим, что микрополя в макроячеек имеются также в файле EDF.

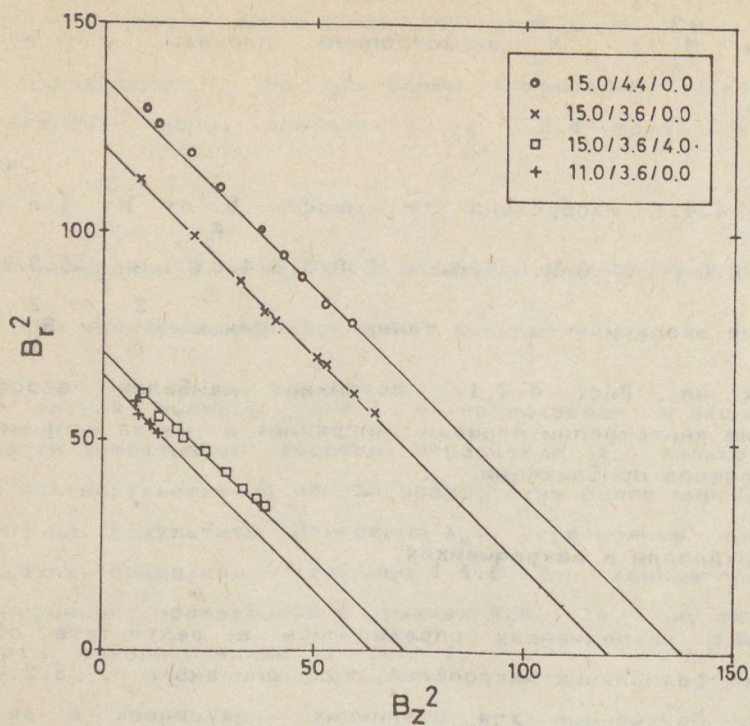


Рис. 4.4.1. Зависимость B_r^2 от B_z^2

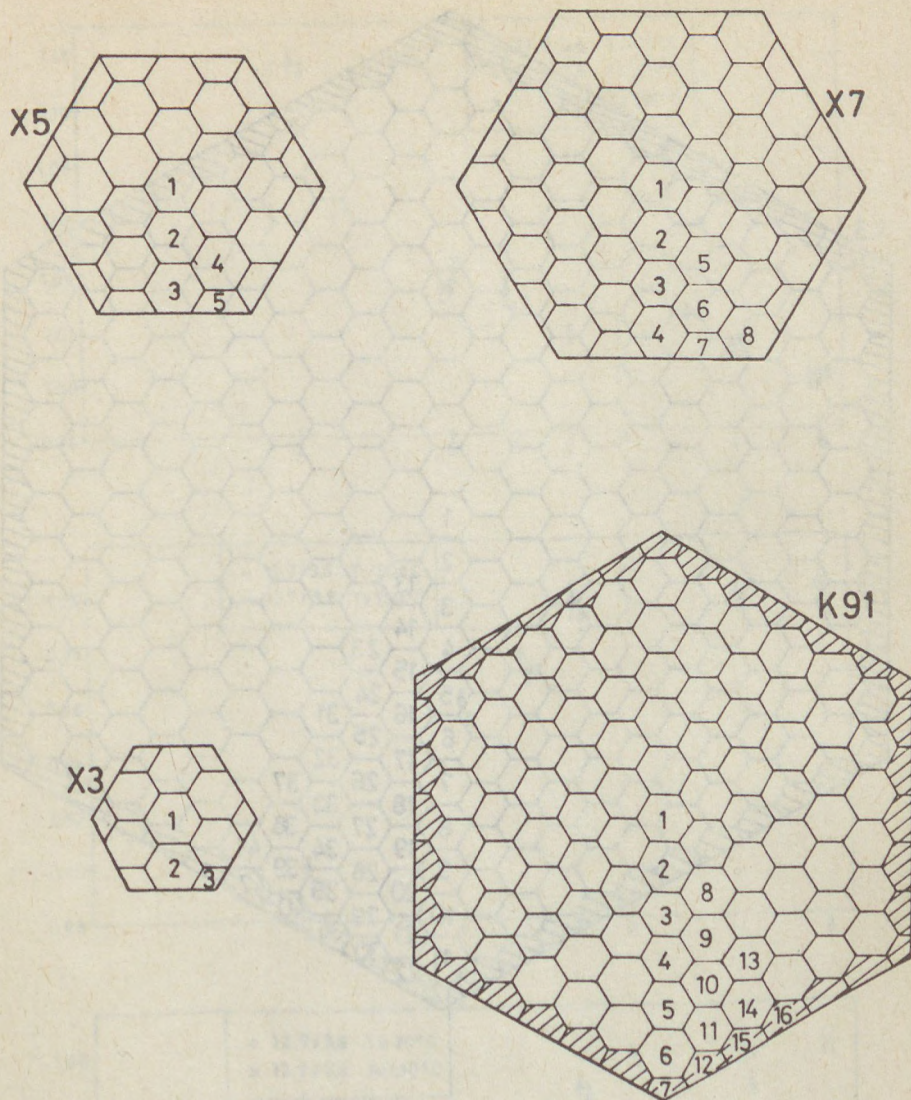


Рис. 4.4.2.а Нумерация элементарных ячеек в макроячейках X3, X5, X7 и K91

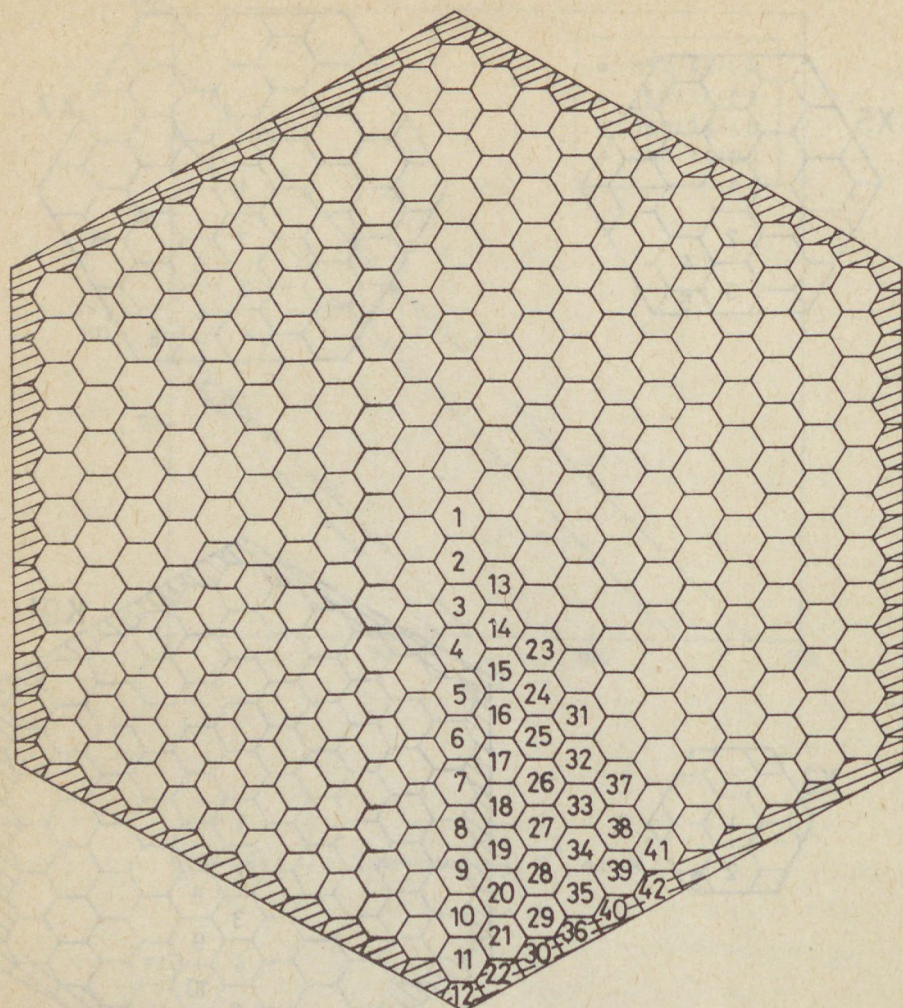


Рис. 4.4.2.6 Нумерация элементарных ячеек в макроячейке К331

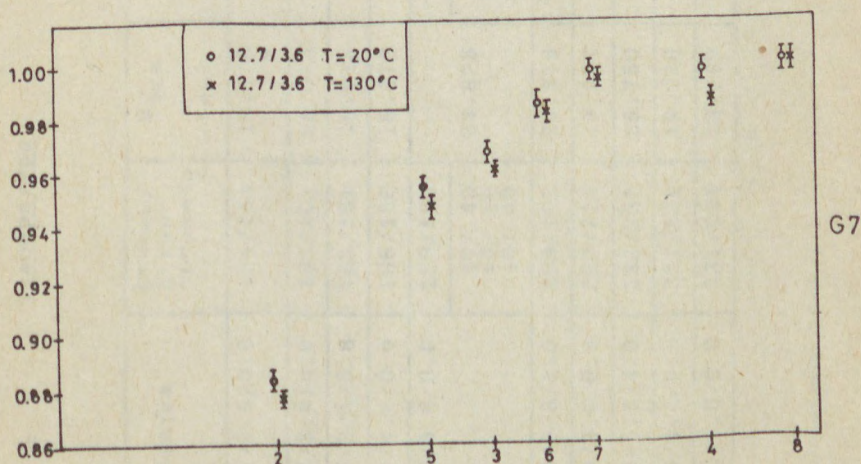
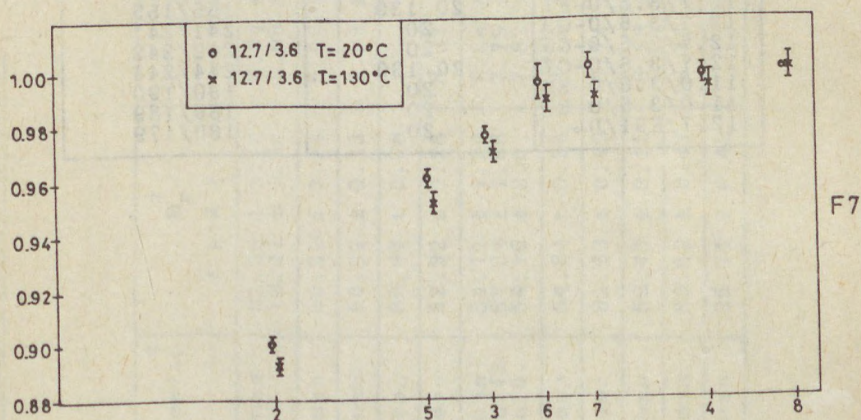
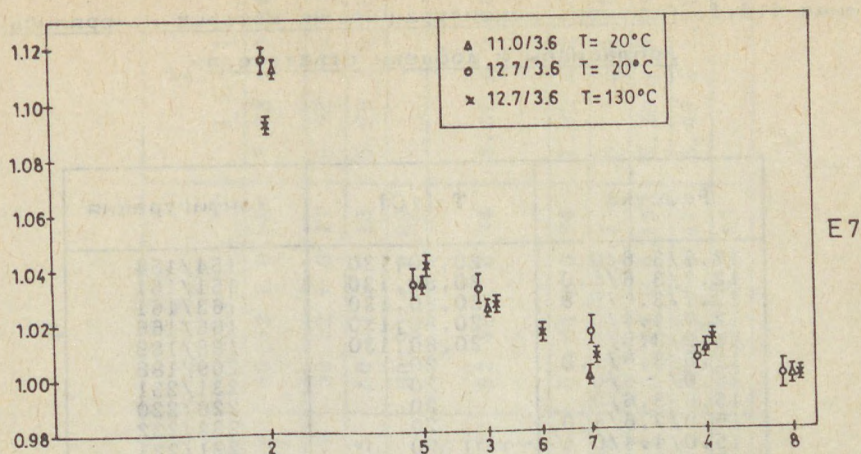


Рис. 4.4.3. Микрополя энергосвечения в макроэлементах X7

Таблица 4.4.1. Перечень конфигураций, на которых измерялись лапласианы и добавки отражателя

Решетка	Т [°C]	Конфигурация
12.7/3.6/0	20,80,130	154/154
12.7/3.6/4.0	20,80,130	161/161
12.7/3.6/5.8	20,80,130	163/161
12.7/4.4/0	20,80,130	166/166
11.0/3.6/0	20,80,130	188/188
11.0/3.6/1.0	20	209/188
15.0/1.6/0	20	231/231
15.0/3.6/0	20	220/220
15.0/3.6/4.0	20	232/232
15.0/4.4/0	20	221/221
12.7/3.6/0-C5	20	177/177
12.7/3.6/0-E3	20	176/176
12.7/3.6/0-E7	130	245/244
12.7/3.6/0-F7	20,130	155/155
12.7/3.6/0-G3	20	241/241
12.7/3.6/0-G5	20	242/242
12.7/3.6/0-G7	20,130	244/244
11.0/3.6/0-E3	20	190/190
11.0/3.6/0-E7	20	189/189
12.7/K91/D ∞	20	180/179

Таблица 4.4.2. Радиальные лапласианы и добавки отражателя для невозмущенных решеток, измеренные при комнатной температуре

Решетка	№ зоны/ № кар- тограммы	R _{эв} [см]	Детектор *	B _r ² [м-2]	λ _r [см]	B _r ² [м-2]	$\bar{\lambda}_r$ [см]
12.7/3.6/0.0	154/154	18.919	твэл	81.39 ± 1.14 79.47 ± 1.25	7.74 ± 0.19 8.06 ± 0.21	80.52 ± 0.98	7.88 ± 0.16
12.7/3.6/4.0	161/161	28.013	твэл	50.22 ± 0.11	5.92 ± 0.04	50.22 ± 0.11	5.92 ± 0.04
12.7/3.6/5.8	163/161	28.013	твэл	50.02 ± 0.13	5.99 ± 0.05	50.02 ± 0.13	5.99 ± 0.05
12.7/4.4/0.0	166/166	16.670	твэл	80.97 ± 0.68	-	80.97 ± 0.68	-
11.0/3.6/0.0	188/188		твэл	52.32 ± 0.26	8.37 ± 0.08		
	40/ 40 40/ 40 40/ 40	24.875	твэл INAL.43 DYAL10.	54.71 ± 1.24 54.54 ± 1.86 54.10 ± 2.01	7.64 ± 0.37 7.79 ± 0.56 7.82 ± 0.61	52.48 ± 0.34	8.32 ± 0.10
11.0/3.6/1.0	209/188	24.875	твэл	54.84 ± 0.34	7.60 ± 0.10	54.84 ± 0.34	7.60 ± 0.10
15.0/3.6/0.0	220/220	19.877	твэл	81.63 ± 0.49	6.74 ± 0.08	81.63 ± 0.49	6.74 ± 0.08
15.0/3.6/4.0	232/232	25.750	твэл	56.44 ± 0.15	6.26 ± 0.04	56.44 ± 0.15	6.26 ± 0.04
15.0/4.4/0.0	221/221	19.016	твэл	89.52 ± 0.47	6.40 ± 0.08	89.52 ± 0.47	6.40 ± 0.08
15.0/1.6/0.0	231/231	19.689	твэл	35.74 ± 0.49	-	35.74 ± 0.49	-

* обозначения тома I

Таблица 4.4.3 Радиальные лапласианы и добавки отражателя для решеток с макроячейками, измеренные при комнатной температуре

Решетка	№ зоны/ № карто- граммы	$R_{\text{ЭКВ}}$ [см]	Детектор *	B_r^2 [м ⁻²]	λ_r [см]	B_r^2 [м ⁻²]	$\bar{\lambda}_r$ [см]
12.7/3.6- E3	176/176	19.059	ТВЭЛ DYAL5.0 EUAL10.	82.62 ± 0.60 82.96 ± 1.43 82.92 ± 1.24	7.40 ± 0.10 7.34 ± 0.23 7.35 ± 0.20	82.71 ± 0.51	7.38 ± 0.08
12.7/3.6- C5	177/177	24.726	DYAL5.0 EUAL10.	54.00 ± 0.39 54.12 ± 0.43	8.00 ± 0.11 7.96 ± 0.13	54.05 ± 0.29	7.98 ± 0.08
12.7/3.6- G5	242/242	20.214	ТВЭЛ	24.54 ± 0.57	-	24.54 ± 0.57	-
12.7-K91-D∞	180/179	29.543	ТВЭЛ	42.18 ± 0.15	7.48 ± 0.16	42.18 ± 0.15	7.48 ± 0.16
11.0/3.6- E7	189/189	22.509	ТВЭЛ	58.77 ± 0.34	8.86 ± 0.09	58.77 ± 0.34	8.86 ± 0.09
11.0/3.6- E3	190/190	22.513	ТВЭЛ	64.03 ± 0.48	7.54 ± 0.13	64.03 ± 0.48	7.54 ± 0.13

* обозначения тома I

Таблица 4.4.4. Радиальные лапласианы и добавки отражателя, измеренные при различных температурах

Решетка	№ зоны/ № кар- тограммы	T [°C]	B_r^2 [м ⁻²]	λ_r [см]
12.7/3.6/0.0	154/154	20	80.50 ± 0.98	7.88 ± 0.16
12.7/3.6/0.0	154/154	80	81.18 ± 1.29	7.77 ± 0.21
12.7/3.6/0.0	154/154	130	78.27 ± 0.91	8.26 ± 0.16
12.7/3.6/4.0	161/161	20	50.21 ± 0.11	5.92 ± 0.04
12.7/3.6/4.0	161/161	80	48.90 ± 0.20	6.38 ± 0.07
12.7/3.6/4.0	161/161	130	47.91 ± 0.19	6.73 ± 0.07
12.7/3.6/5.8	163/161	20	50.01 ± 0.13	5.99 ± 0.05
12.7/3.6/5.8	163/161	80	49.06 ± 0.20	6.32 ± 0.07
12.7/3.6/5.8	163/161	130	48.80 ± 0.11	6.41 ± 0.04
12.7/3.6-F7	245/244	130	48.01 ± 0.21	8.72 ± 0.08
12.7/3.6-F7	141/138	20	50.62 ± 0.30	7.81 ± 0.10
12.7/3.6-F7	155/155	130	47.89 ± 0.28	8.76 ± 0.10
11.0/3.6/0.0	188/188	20	52.48 ± 0.34	8.32 ± 0.10
11.0/3.6/0.0	188/188	80	53.06 ± 0.48	8.14 ± 0.15
11.0/3.6/0.0	188/188	130	51.64 ± 0.29	8.59 ± 0.09

Таблица 4.4.5 Сводные результаты по λ_r для всех решеток

(включая результаты тома I)

Решетка	C_B [г/кг]	T [°C]	$\bar{\lambda}_r$ [см]
12.7/3.6	0.0	20	7.87 ± 0.09
12.7/3.6	0.0	80	7.77 ± 0.21
12.7/3.6	0.0	130	8.26 ± 0.16
12.7/4.4	0.0	20	7.44 ± 0.20
12.7/3.6-D7, F7, E7	0.0	20	7.67 ± 0.06
12.7/3.6-F7, E7	0.0	130	8.74 ± 0.06
12.7/3.6-E3	0.0	20	7.38 ± 0.08
12.7/3.6-C5	0.0	20	7.98 ± 0.08
12.7/3.6-K91, K91-D ∞	0.0	20	7.73 ± 0.11
11.0/3.6	0.0	20	8.26 ± 0.12
11.0/3.6	0.0	80	8.14 ± 0.15
11.0/3.6	0.0	130	8.59 ± 0.09
11.0/3.6-E7	0.0	20	8.86 ± 0.09
11.0/3.6-E3	0.0	20	7.54 ± 0.13
15.0/3.6	0.0	20	6.74 ± 0.08
15.0/4.4	0.0	20	6.40 ± 0.08
12.7/4.4	0.64	20	7.31 ± 0.22
11.0/3.6	1.0	20	7.60 ± 0.10
11.0/3.6	1.4	20	7.73 ± 0.13
12.7/3.6-F7, E7	1.8	20	6.47 ± 0.09
12.7/3.6	4.0	20	5.96 ± 0.08
12.7/3.6	4.0	80	6.38 ± 0.07
12.7/3.6	4.0	130	6.73 ± 0.07
12.7/3.6-K91	4.0	20	6.26 ± 0.07
15.0/3.6	4.0	20	6.26 ± 0.04
12.7/3.6	5.8	20	5.99 ± 0.05
12.7/3.6	5.8	80	6.32 ± 0.07
12.7/3.6	5.8	130	6.41 ± 0.04
12.7/3.6	7.2	20	6.26 ± 0.16

Таблица 4.4.6. Аксиальные эффективные добавки отражателя
в зависимости от шага решетки

Шаг решетки [мм]	Число исследованных конфигураций	λ_z [см]
11.0	22	15.37 ± 0.40
12.7	193	13.27 ± 0.09
15.0	6	11.00 ± 0.43

Таблица 4.4.7. Материальные лапласианы исследованных конфигураций

Решетка	T [°C]	H [см]	B^2_m [м ⁻²]	B^2_m [м ⁻²]
12.7/3.6/0.0	20	61.32±0.10	98.26 ± 0.99	98.26 ± 0.99
12.7/3.6/0.0	80	66.87±0.03	96.55 ± 1.29	96.55 ± 1.29
12.7/3.6/0.0	130	77.42±0.05	90.27 ± 0.91	90.27 ± 0.91
12.7/3.6/4.0	20	48.57±0.03	76.03 ± 0.14	76.03 ± 0.14
12.7/3.6/4.0	80	51.99±0.02	72.07 ± 0.21	72.07 ± 0.21
12.7/3.6/4.0	130	57.48±0.02	67.63 ± 0.20	67.63 ± 0.20
12.7/3.6/5.8	20	68.03±0.21	64.95 ± 0.26	64.95 ± 0.26
12.7/3.6/5.8	80	75.12±0.02	61.69 ± 0.20	61.69 ± 0.20
12.7/3.6/5.8	130	85.00±0.30	59.02 ± 0.13	59.02 ± 0.13
12.7/3.6- E3	20	49.98±0.06	107.38 ± 0.52	107.38 ± 0.52
12.7/3.6- C5	20	64.05±0.07	70.56 ± 0.31	70.56 ± 0.31
12.7/3.6- G5	20	65.08±0.17	40.62 ± 0.60	40.62 ± 0.60
12.7/3.6- G7	20	53.60±0.06	-	73.11 ± 0.21
12.7/3.6- G7	130	68.38±0.20	-	62.75 ± 0.28
12.7/3.6- E7	130	35.07±0.03	90.25 ± 0.23	90.19 ± 0.19
12.7/3.6- F7	20	46.91±0.03	77.87 ± 0.31	78.29 ± 0.20
12.7-K91-D _∞	20	30.25±0.03	94.29 ± 0.36	93.73 ± 0.27
11.0/3.6/0.0	20	72.46±0.17	65.27 ± 0.55	65.27 ± 0.55
11.0/3.6/0.0	80	79.52±0.10	64.02 ± 0.49	64.02 ± 0.49
11.0/3.6/0.0	130	94.86±0.70	59.76 ± 0.31	59.76 ± 0.31
11.0/3.6/1.0	20	110.93±0.34	62.14 ± 0.62	62.14 ± 0.62
11.0/3.6- E7	20	92.29±0.34	67.29 ± 0.62	67.29 ± 0.62
11.0/3.6- E3	20	55.88±0.07	83.47 ± 0.74	83.47 ± 0.74
15.0/3.6/0.0	20	39.48±0.03	120.36 ± 0.65	120.36 ± 0.65
15.0/3.6/4.0	20	73.53±0.12	70.25 ± 0.81	70.25 ± 0.81
15.0/4.4/0.0	20	34.69±0.03	136.80 ± 0.64	136.80 ± 0.64
15.0/1.6/0.0	20	75.60±0.13	48.90 ± 0.65	48.90 ± 0.65

Величины B_m^2 основаны на средних значениях λ_z и λ_r

(см. табл. 4.4.5 и 4.4.6)

Таблица 4.4.8. Микрополя в макроячейке 12.7/3.6/0-ЕЗ

детектор* позиция	ТВЭЛ T = 20°C	DYAL5. (м) T = 20°C	EUAL10. (м) T = 20°C
1	-	-	-
2	1.0455±0.0031	1.0480±0.0055	1.0380±0.0046
3	1.0000±0.0034	1.0000±0.0067	1.0000±0.0056

Таблица 4.4.9. Микрополя в макроячейке 12.7/3.6/0-С5

детектор* позиция	DYAL5. (м) T = 20°C	EUAL10. (м) T = 20°C
1	-	-
2	0.9322±0.0031	0.9465±0.0035
3	0.9919±0.0030	0.9958±0.0034
4	0.9851±0.0040	0.9856±0.0045
5	1.0000±0.0041	1.0000±0.0044

Таблица 4.4.10. Микрополе в макроячейке 12.7/3.6/0-ГЗ

детектор* позиция	ТВЭЛ T = 20°C
1	-
2	0.9622±0.0029
3	1.0000±0.0036

(Замечание: в этом случае подгонка осуществлялась функцией $I_0 * \psi_I$ по программе RFIT (см. в отчете [428]).)

* обозначения детекторов см. том I

Таблица 4.4.11. Микрополе в макроячейке 12.7/3.6/0-G5

детектор* позиция	твэл T = 20°C
1	-
2	0.9077±0.0023
3	0.9848±0.0025
4	0.9846±0.0029
5	1.0000±0.0031

Таблица 4.4.12. Микрополя в макроячейке 12.7/3.6/0-G7

детектор* позиция	твэл T = 20°C	твэл T = 130°C
1	-	-
2	0.8828±0.0025	0.8785±0.0026
3	0.9666±0.0029	0.9615±0.0030
4	0.9978±0.0028	0.9885±0.0028
5	0.9531±0.0036	0.9472±0.0035
6	0.9846±0.0044	0.9823±0.0040
7	0.9983±0.0034	0.9955±0.0035
8	1.0000±0.0034	1.0000±0.0034

Таблица 4.4.13. Микрополя в макроячейке 12.7/3.6/0-E7

детектор* позиция	твэл T = 20°C	твэл T = 130°C
1	-	-
2	1.1149 ± 0.0045	1.0925±0.0024
3	1.0323 ± 0.0050	1.0259±0.0023
4	1.0062 ± 0.0042	1.0139±0.0022
5	1.0339 ± 0.0052	1.0414±0.0028
6	-	1.0164±0.0031
7	1.0150 ± 0.0045	1.0070±0.0025
8	1.0000 ± 0.0051	1.0000±0.0028

* обозначения детекторов см. том I

Таблица 4.4.14. Микрополя в макроячейке 12.7/3.6/0-F7

детектор* позиция	ТВЭЛ T = 20°C	ТВЭЛ T = 130°C
1	-	-
2	0.9009±0.0045	0.8929±0.0028
3	0.9773±0.0057	0.9705±0.0033
4	0.9962±0.0068	0.9937±0.0039
5	0.9667±0.0055	0.9520±0.0031
6	0.9951±0.0088	0.9872±0.0045
7	1.0051±0.0070	0.9886±0.0038
8	1.0000±0.0067	1.0000±0.0042

Таблица 4.4.15. Микрополе в макроячейке 12.7/3.6-K91/0-D∞

детектор* позиция	ТВЭЛ T = 20°C
1	-
2	1.0000±0.0044
3	1.1539±0.0067
4	1.3051±0.0129
5	1.5219±0.0099
6	1.9671±0.0091
7	-
8	1.1393±0.0063
9	1.2498±0.0094
10	1.4511±0.0136
11	1.8222±0.0112
12	-
13	1.3998±0.0065
14	1.7352±0.0083
15	-
16	-

* обозначения детекторов см. том I

Таблица 4.4.16. Микрополе в макроячейке 11.0/3.6/0-Е7

детектор* позиция	твэл Т = 20°С
1	—
2	1.1131±0.0023
3	1.0256±0.0020
4	1.0104±0.0019
5	1.0340±0.0032
6	—
7	1.0006±0.0029
8	1.0000±0.0033

Таблица 4.4.17. Микрополе в макроячейке 11.0/3.6/0-Е3

детектор* позиция	твэл Т = 20°С
1	—
2	1.0447±0.0029
3	1.0000±0.0027

* обозначения детекторов см. том I

4.5 ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕКТРА НЕЙТРОНОВ

Измерения характеристик спектра нейтронов проводились с использованием методики относительных активаций различных детекторов (фольг или таблеток из UO_2), описанной в п. 3.3.1 тома I Сборника.

Измерения спектральных характеристик описаны в отчетах [266, 267, 268, 269, 273, 277, 278, 280, 282, 287, 354 и 357], и обзорных отчетах [422, 431 и 432].

Полный перечень измерений, выполненных на невозмущенных и возмущенных конфигурациях, приведен в таблице 4.5.1.

4.5.1 Спектральные характеристики невозмущенных решеток

На всех невозмущенных решетках измерялся набор спектральных характеристик в асимптотических ячейках (в центре активной зоны), что позволило определить зависимость этих характеристик от обогащения топлива (для обогащений 1.6%, 3.6%, 4.4%), концентрации борной кислоты в замедлителе (для $C_B = 0 - 5.8$ г/кг), шага решетки (для шагов 11.0 мм, 12.7 мм, 15.0 мм) и температуры (для температур 20°C и 130°C).

Результаты измерений в виде относительных активаций различных детекторов (отношение активаций детекторов в решетке к активации в тепловой колонне) представлены в таблице 4.5.2. Обозначения, использованные в таблице, полностью совпадают с обозначениями, использовавшимися в томе I Сборника.

Значения спектральных индексов для невозмущенных решеток, определенные на основе измеренных относительных активаций и приведенных в приложении В их матриц корреляции, представлены в таблице 4.5.3. Определение спектральных индексов дано в п. 4.5.4 тома I Сборника.

Как видно из данных таблицы 4.5.2 а также аналогичной таблицы 4.5.2 тома I, спектральные измерения проводились на многих решетках. Этот набор экспериментальных результатов позволяет анализировать различные тенденции.

В качестве примера рассмотрено поведение информативных для уран-водных решеток типа ВВЭР спектральных индексов $SI(Np/Ce)$ и $SI(Pu/U)$.

Эти параметры уменьшаются с уменьшением обогащения и увеличением шага решетки.

Возможно предположить, что для исследованных решеток, эти спектральные индексы зависят не отдельно от шага решетки и обогащения топлива, а только от отношения число ядер 1_0H к ${}^{235}_{92}U$ (${}^1_0H/{}^{235}_{92}U$) в элементарной ячейке. Изображенная на Рис. 4.5.1. зависимость спектральных индексов $SI(Np/Dy)$ и $SI(Np/Ce)$ от отношения ${}^1_0H/{}^{235}_{92}U$ ($C_B = 0$, $T = 20^\circ C$). Количественный анализ в пределах экспериментальной погрешности качественно подтверждает сделанное предположение зависимости приведен в [Видовски И., 1989].

Согласно результатам, представленным в томе I Сборника, спектральные индексы $SI(Np/Ce)$ и $SI(Pu/U)$ увеличиваются с ростом концентрации борной кислоты в замедлителе. Новые результаты не противоречат этой тенденции.

Анализ первых экспериментов [Видовски И., 1982] показал слабую зависимость исследованных спектральных индексов от температуры в диапазоне $20 - 130^\circ C$. Такую зависимость подтвердили результаты всех породаделанных измерений. Таким образом принятое при планировании экспериментов решение измерять спектральные характеристики только при минимальной ($20^\circ C$) и максимальной ($130^\circ C$) температурах оказалось правильным.

Согласно экспериментам изменение спектральных индексов $SI(Np/Ce)$ и $SI(Pu/U)$ в диапазоне температур 20 – 130°C в среднем для различных решеток составляет 1.044 ± 0.016 и 1.089 ± 0.065 соответственно.

4.5.2 Спектральные характеристики возмущенных решеток

Спектральные характеристики измерялись на двух регулярно возмущенных решетках Xn: E3 при шаге решетки 12.7мм и E7 при шаге решетки 11.0мм. На обеих решетках проводились измерения с помощью фольг и таблеток UO_2 . Спектральные характеристики были также измерены с помощью таблеток UO_2 на двух возмущенных решетках в K331 при шаге решетки 11.0мм без профилирования и с профилированием обогащения топлива.

Позиции измерения спектральных характеристик в соответствии с РИЦ. 4.4.2 указаны в таблице 4.5.4. На основе указанных в таблице координат позиций измерения на обобщенной картограмме возможно сравнить измеренные величины спектральных характеристик не только с расчетными величинами, но и с величинами, опубликованными в томе I Сборника.

Результаты измерения спектральных характеристик для возмущенных решеток приведены в таблице 4.5.5 в виде относительных активаций.

Значения спектральных индексов, определенные на основе измеренных относительных активаций и приведенных в приложении В их матриц корреляции, представлены в таблице 4.5.6.

По сравнению с опубликованными в томе I набор измерений спектральных характеристик на возмущенных решетках расширился в направлении решеток с шагом твэлов 11.0мм (в томе I представлены измерения на решетках с шагом 12.7мм) и решеток E3 (в томе I представлены измерения на решетках типа X7).

Анализ результатов измерений в решетке Е7 показал, что при шагах 12.7мм и 11.0мм спектральные индексы не отличаются от их асимптотических значений в твэлах, находящихся на расстояниях двух и трех шагов от возмущения соответственно.

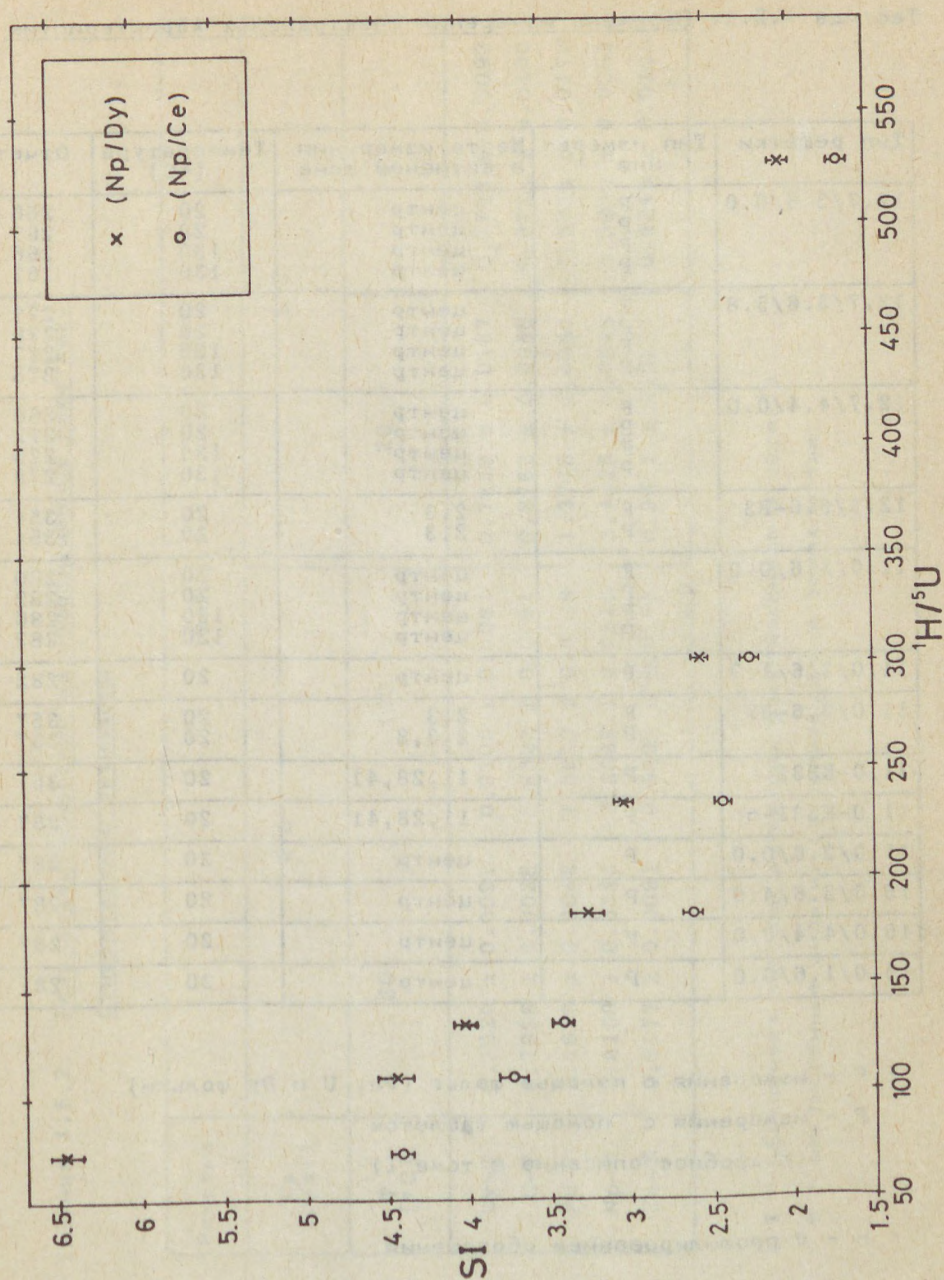


Рис. 4.5.1. Спектральные индексы $SI(Np/Dy)$ и $SI(Np/Ce)$ в зависимости от $1H/5U$ для невозмущенных решеток

Таблица 4.5.1. Перечень измерений спектральных характеристик

Тип решетки	Тип измерения *	Место измерения в активной зоне	Температура [°C]	Отчет
12.7/3.6/0.0	F	центр	20	266
	P	центр	20	267
	F	центр	130	266
	P	центр	130	267
12.7/3.6/5.8	F	центр	20	277
	P	центр	20	278
	F	центр	130	277
	P	центр	130	278
12.7/4.4/0.0	F	центр	20	269
	P	центр	20	278
	F	центр	130	273
	P	центр	130	278
12.7/3.6-E3	F	2,3	20	354
	P	2,3	20	354
11.0/3.6/0.0	F	центр	20	280
	P	центр	20	282
	F	центр	130	280
	P	центр	130	282
11.0/3.6/1.0	P	центр	20	282
11.0/3.6-E7	F	2,3	20	357
	P	2,3,8	20	357
11.0-K331	P	11,28,41	20	357
11.0-K331-п*	P	11,28,41	20	357
15.0/3.6/0.0	P	центр	20	287
15.0/3.6/4.0	P	центр	20	287
15.0/4.4/0.0	P	центр	20	287
15.0/1.6/0.0	P	центр	20	287

* F - измерения с помощью фольг (Pu, U и Du фольги)

P - измерения с помощью таблеток
(подробное описание в томе I)

* п - с профилированием обогащения

Таблица 4.5.2. Результаты измерений на невозмущенных решетках.

Относительные активации

Решетка	12.7/3.6					
C_a [г/кг]	0.0			5.8		
T [°C]	20		130	20		130
*						
Dy-T	0.7020 ± 0.0091		0.8100 ± 0.0081	0.7839 ± 0.0187		0.7709 ± 0.0093
U-T	0.7996 ± 0.0028		0.9323 ± 0.0081	0.8762 ± 0.0056		0.9713 ± 0.0100
Pu-T	1.1653 ± 0.0042		1.5819 ± 0.0138	1.3778 ± 0.0081		1.5935 ± 0.0170
Np-T	2.8199 ± 0.0316		3.2335 ± 0.0340	3.4825 ± 0.0948		3.5230 ± 0.0362
Ce-T	0.8277 ± 0.0091		0.9291 ± 0.0105	0.9671 ± 0.0237		0.9243 ± 0.0100

* T - обозначает круглые детекторы расположенные в твэл, а

M - шестигранные фольги, расположенные в замедлителе

Таблица 4.5.2. (продолжение)

Решетка	12.7/4.4	
C_B [г/кг]	0.0	
T [°C]	20	130
Dy-T	0.6996 ± 0.0140	0.8017 ± 0.0152
U-T	0.8472 ± 0.0063	0.9147 ± 0.0104
Pu-T	1.2614 ± 0.0035	1.5216 ± 0.0176
Np-T	2.9754 ± 0.0672	3.7840 ± 0.0834
Ce-T	0.7996 ± 0.0154	0.9660 ± 0.0176

Таблица 4.5.2. (продолжение)

Решетка	11.0/3.6		
C_B [г/кг]	0.0	0.0	1.0
T [°C]	20	130	20
Dy-T	0.7221 ± 0.0051	0.6594 ± 0.0050	0.8602 ± 0.0065
U-T	0.8528 ± 0.0092	0.8536 ± 0.0095	-
Pu-T	1.5019 ± 0.0151	1.5199 ± 0.0157	-
Np-T	4.4088 ± 0.0694	4.4945 ± 0.0706	5.4285 ± 0.0780
Ce-T	0.9437 ± 0.0106	0.9114 ± 0.0096	1.1480 ± 0.0069

Таблица 4.5.2. (продолжение)

Решетка	шаг = 15.0 мм			T=20°C
C_a [г/кг]	0.0			0.0
Обогаще- ние [%]	1.6	3.6	4.0	4.4
Dy-T	0.7872 ± 0.0104	0.6381 ± 0.0063	0.7905 ± 0.0060	0.8120 ± 0.0168
Np-T	1.6544 ± 0.0328	1.9755 ± 0.0180	2.6945 ± 0.0213	2.6280 ± 0.0632
Ce-T	0.9952 ± 0.0184	0.8163 ± 0.0081	1.0421 ± 0.0077	1.0096 ± 0.0192

Таблица 4.5.3. Результаты измерения на невозмущенных решетках.
Спектральные индексы (относительно Dy)

12.7/3.6					
Решетка					
C_B [r/kr]	0.0	0.0	5.8	5.8	
T [°C]	20	130	20	130	
U-T	1.1390 ± 0.0151	1.1510 ± 0.0148	1.1178 ± 0.0272	1.2600 ± 0.0194	
Pu-T	1.6600 ± 0.0216	1.9530 ± 0.0252	1.7577 ± 0.0425	2.0671 ± 0.0322	
Np-T	4.0170 ± 0.0287	3.9920 ± 0.0253	4.4428 ± 0.0667	4.5700 ± 0.0254	
Ce-T	1.1791 ± 0.0062	1.1470 ± 0.0054	1.2337 ± 0.0114	1.1990 ± 0.0067	

Таблица 4.5.3. (продолжение)

Решетка	12.7/4.4	
C_B [г/кг]	0.0	0.0
T [°C]	20	130
U-T	1.2110 ± 0.0253	1.1410 ± 0.0245
Pu-T	1.8030 ± 0.0361	1.8980 ± 0.0410
Np-T	4.2530 ± 0.0540	4.7200 ± 0.0573
Ce-T	1.1429 ± 0.0097	1.2049 ± 0.0092

Таблица 4.5.3. (продолжение)

Решетка	11.0/3.6		
C_v [г/кг]	0.0	0.0	1.0
T [°C]	20	130	20
U-T	1.1810 ± 0.0152	1.2945 ± 0.0149	-
Pu-T	2.0799 ± 0.0221	2.3050 ± 0.0246	-
Np-T	6.1055 ± 0.0911	6.8162 ± 0.0993	6.3107 ± 0.0878
Ce-T	1.3069 ± 0.0131	1.3821 ± 0.0122	1.3346 ± 0.0095

Таблица 4.5.3. (продолжение)

Решетка	шаг = 15.0 мм		T=20° C	
C_v [г/кг]	0.0		4.0	0.0
Обогаще- ние [%]	1.6	3.6	3.6	4.4
Np-T	2.1016 ± 0.0426	3.0959 ± 0.0343	3.4086 ± 0.0289	3.2365 ± 0.0799
Ce-T	1.2642 ± 0.0214	1.2793 ± 0.0130	1.3183 ± 0.0099	1.2433 ± 0.0250

Таблица 4.5.4. Позиции измерения спектральных характеристик на возмущенных решетках

Решетка	№ зоны/ № кар- тограммы	Фольги			Таблетки UO ₂		
		ZR-6	Обоб.	Макро.	ZR-6	Обоб.	Макро.
12.7/3.6/0-E3	176/176	36/36 35/35	1/2 1/3	2 3	39/38 38/38	1/2 1/3	2 3
11.0/3.6/0-E7	189/189	36/33 35/32 -	1/2 1/3 -	2 3 -	36/33 35/32 34/30	1/2 1/3 3/6	2 3 8
11.0/3.6-K331	197/197	- - -	- - -	- - -	28/36 31/38 33/41	1/11 3/10 6/11	11 28 41
11.0-K331-пр	198/198	- -	- -	- -	28/36 31/38 33/41	1/11 3/10 6/11	11 28 41

ZR-6 - координаты на картограмме ZR-6

Обоб. - координаты на обобщенной карограмме (см. том I)
(№ 21 для E3, № 2 для E7 и № 17 для K331)

Макро. - номер позиции в макроячейке (Рис.4.4.1)

Таблица 4.5.5. Результаты измерения на возмущенных решетках.

Относительные активации.

Решетка	12.7/3.6/0-Е3	
Позиция	2	3
Dy-T	0.7719 ± 0.0108	0.6927 ± 0.0097
Dy-M	-	0.8589 ± 0.0097
U-T	0.9618 ± 0.0255	0.8077 ± 0.0229
U-M	-	0.9206 ± 0.0166
Pu-T	1.2667 ± 0.0301	1.1152 ± 0.0249
Pu-M	-	1.2101 ± 0.0194
Np-T	2.7889 ± 0.0239	2.5457 ± 0.0215
Ce-T	0.9317 ± 0.0069	0.8305 ± 0.0062

Решетка	11.0/3.6/0-Е7		
Позиция	2	3	8
Dy-T	0.8345 ± 0.0091	0.7636 ± 0.0082	0.7019 ± 0.0082
U-T	1.0176 ± 0.0112	0.9376 ± 0.0102	-
Pu-T	1.6814 ± 0.0180	1.5374 ± 0.0169	-
Np-T	5.0831 ± 0.0408	4.5855 ± 0.0372	4.5773 ± 0.0381
Ce-T	1.2267 ± 0.0109	1.0715 ± 0.0109	1.0388 ± 0.0109

Решетка	11.0/3.6/0-К331		
Позиция	11	28	41
Dy-T	1.1133 ± 0.0243	0.6795 ± 0.0144	0.8883 ± 0.0189
Np-T	4.8852 ± 0.1161	3.9699 ± 0.0945	4.4181 ± 0.1044
Ce-T	1.5273 ± 0.0306	0.9747 ± 0.0198	1.2060 ± 0.0243

Решетка	11.0/3.6/0-К331-пр		
Позиция	11	28	41
Dy-T	1.1364 ± 0.0115	0.9705 ± 0.0194	0.6936 ± 0.0073
Np-T	4.9231 ± 0.0721	4.5087 ± 0.0994	4.0010 ± 0.0586
Ce-T	1.7486 ± 0.0132	1.1628 ± 0.0217	1.1158 ± 0.0090

Таблица 4.5.6. Результаты измерения на возмущенных решетках.

Спектральные индексы (относительно Dy)

Решетка	12.7/3.6/0-E3	
Позиция	2	3
U-T	1.2460 $\pm$ 0.0356	1.1660 $\pm$ 0.0359
U-M	-	1.0718 $\pm$ 0.0204
Pu-T	1.6410 $\pm$ 0.0428	1.6099 $\pm$ 0.0407
Pu-M	-	1.4089 $\pm$ 0.0264
Np-T	3.6130 $\pm$ 0.0519	3.6750 $\pm$ 0.0582
Ce-T	1.2070 $\pm$ 0.0161	1.1989 $\pm$ 0.0185

Решетка	11.0/3.6/0-E7		
Позиция	2	3	8
U-T	1.2194 $\pm$ 0.0170	1.2279 $\pm$ 0.0161	-
Pu-T	2.0149 $\pm$ 0.0274	2.0134 $\pm$ 0.0283	-
Np-T	6.0912 $\pm$ 0.0759	6.0051 $\pm$ 0.0739	6.5213 $\pm$ 0.0858
Ce-T	1.4700 $\pm$ 0.0191	1.4032 $\pm$ 0.0197	1.4800 $\pm$ 0.0219

Решетка	11.0/3.6/0-K331		
Позиция	11	28	41
Np-T	4.3880 $\pm$ 0.1259	5.8424 $\pm$ 0.1560	4.9737 $\pm$ 0.1413
Ce-T	1.3719 $\pm$ 0.0359	1.4344 $\pm$ 0.0342	1.3576 $\pm$ 0.0353

Решетка	11.0/3.6/0-K331-пр		
Позиция	11	28	41
Np-T	4.3323 $\pm$ 0.0692	4.6460 $\pm$ 0.1159	5.7685 $\pm$ 0.0936
Ce-T	1.5388 $\pm$ 0.0172	1.1982 $\pm$ 0.0265	1.6088 $\pm$ 0.0192

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанные в настоящем томе эксперименты совместно с экспериментами, описанными в томе I Сборника трудов ВМК, представляют собой комплекс систематических исследований нейтронно-физических характеристик невозмущенных и возмущенных типичными неоднородностями уран-водных решеток типа ВВЭР: коэффициентов реактивности и критических уровней замедлителя, макро- и микрополей активации, лапласианов и эффективных добавок отражателя, спектральных характеристик. На основе обработки с помощью единой программы первичных экспериментальных данных, полученных на решетках с различными обогащениями урана (1.6, 3.6 и 4.4%), шагом размещения твэлов (11.0, 12.7, 15.0 и 19.05 мм), концентрацией борной кислоты в замедлителе (0 - 7.2 г/кг) и температуры замедлителя (20 - 130°C) с учетом оцененных погрешностей измерений сделаны следующие основные выводы (помимо выводов, изложенных в томе I):

- поскольку установление асимптотического спектра в конфигурациях с малыми размерами ($R_{\text{экв}} < 20 \text{ см}$ и/или $H_{\text{кр}} < 40 \text{ см}$) является проблематичным, то использование одноруппового подхода для интерпретации результатов измерений в этих случаях является лишь первым приближением;
- зависимость критического уровня замедлителя от температуры хорошо описывается полиномом третьей степени;
- результаты серийных измерений $\partial \rho / \partial H$ позволили определить коэффициенты реактивности $\partial \rho / \partial T$ и $\partial \rho / \partial C_b$;
- материальные лапласианы с ростом температуры уменьшаются на 8-14%;
- радиальная эффективная добавка отражателя зависит от обогащения урана, шага решетки, концентрации борной кислоты в

замедлителе (в наибольшей степени), температуры;

- аксиальная эффективная добавка отражателя зависит только от шага решетки;

- микрополя в макроячейках с различными возмущениями изменяются с температурой на 1 - 2%;

- спектральные индексы изменяются с температурой на 4 - 8%;

- спектральные индексы для невозмущенных решеток без борной кислоты в замедлителе при комнатной температуре зависят главным образом от отношения ядер $^1\text{H}/^{235}\text{U}$.

Точность результатов измерений в основном удовлетворительная. Характерные погрешности экспериментальных данных составляют:

- по макро полям: 1%,

- по спектральным характеристикам: 2 - 4%,

- по добавкам отражателя: 1 - 4мм,

- по лапласианам - в пересчете на соответствующую погрешность $K_{\text{эфф}}$: 0.1% - 0.5%,

- по коэффициентам реактивности $\partial\rho/\partial T$ и $\partial\rho/\partial C_B$ 3 - 33%, в этих случаях погрешность измерения критического уровня 0.2 - 1.0мм.

Эти выводы полученные с помощью различных статистических критериев. При этом были приняты следующие доверительные вероятности:

- при проверке согласия двух величин: 99%,

- при исключении ложных первичных данных: 99%,

- при поиске асимптотической области (по методу отбрасывания точек): 95%.

Проведенные эксперименты продемонстрировали возможность

выполнения температурных измерений на критической сборке ZR-6M с изменением уровня замедлителя.

Представленные экспериментальные результаты могут служить для тестирования расчетных программ и библиотек констант в широком диапазоне изменения параметров уран-водных решеток. В случае необходимости повторной оценки экспериментальных результатов возможно использование хранящихся в файлах первичных данных измерений.

Проведенные на критической сборке ZR-6M исследования топливных решеток типа ВВЭР с железо-водным отражателем и стержнями с выгорающим поглотителем на основе гадолиния, а также уран-водных решеток с твэлами увеличенного диаметра будут опубликованы в IV томе Сборника трудов ВМК.

ЛИТЕРАТУРА

Материалы на русском языке

И. Видовски: Обзор измерений спектральных характеристик,
измеренных при повышенной температуре
Материалы седьмого совещания по методике
экспериментов,
Брно, ЧССР, 1982, с.7.

И. Видовски: Характеризуют ли спектральные характеристики
спектр нейтронов в решетках типа ВВЭР
Материалы 18. Симпозиума ВМК, Прахатице 1989
Том 1, с.306.

И.Барлош, Р.Беккер И.Видовски, Я.Гадо, Л.Гачи, Ц.Домбровски, Ю.Я.
Кравченко, К.Криних, З.Сатмари, А.Станолов, Л.Тури, Э.Т.Юзefович:
Сборник трудов ВМК, Том 1, Экспериментальные
исследования по физике уран-водных решеток типа ВВЭР
Akadémiai Kiadó, Budapest 1984

Сатмари, З.: Вопросы обработки и интерпретации измерений $\partial\rho/\partial T$
Материалы 14-го Симпозиума ВМК, Варшава 1985.
Том 1, с.187.

Материалы на английском языке

Amiel, A.: Status of delayed neutron data. Panel on fission
product nuclear data, Bologna, 26-30 November 1973.

Keepin, G.R.: Physics of Nuclear Kinetics.
Addison-Wesley Ed., 1965.

Szatmáry, Z.: Data evaluation problems in reactor physics. Theory
of program RFIT. KFKI-1977-43 report, 1977.

- 264 К.В.Барболин, Ю.Я.Кравченко, Э.Ороско: Измерения пространственного макрораспределения энерговыделения в невозмущенной решетке 12.7/3.6/0 при различных температурах, 1981
- 265 Т.Цибок, Г.Пор, Д.Хеди, О.Агилар, В.Шмек: Измерения зависимости реактивности от температуры на решетке 12.7/3.6/0.0, 1981
- 266 И.Видовски, А.Комбарро : Измерение спектральных индексов на решетке 12.7/3.6/0.0 при повышенной температуре, 1981
- 267 И.Видовски : Измерение эпитепловых спектральных индексов на решетке 12.7/3.6/0.0 при повышенной температуре, 1981
- 268 И.Видовски : Повторные измерения эпитепловых спектральных индексов на решетках 12.7/1.6-3.6/0.0 и 12.7/4.4/0.0, 1981
- 269 И.Н.Аборина, И.Видовски : Измерение спектральных индексов и коэффициентов проигрыша в уран-водной решетке, 1981
- 270 О.Агилар, К.В.Барболин, Ю.Я.Кравченко: Измерение пространственного распределения энерговыделения в решетке 12.7/3.6/4 при разных температурах, 1982
- 271 Г.Хеди, К.Криних, О.Агилар: Результаты измерений $N_{кр}$ и $\partial\rho/\partial N$ на решетках 169/169 - 180/179 при комнатной температуре, 1983
- 272 К.В.Барболин, Ю.Я.Кравченко: Измерение пространственного макрораспределения энерговыделения в решетке 12.7/3.6/5.83 при различных температурах, 1982

- 273 И.Н.Аборина, И.Видовски : Измерение спектральных индексов на сборке 12.7/4.4/0 при температуре 130°C, 1982
- 274 О.Агилар, В.К.Калинин, Ю.Я.Кравченко: Измерение пространственного макрораспределения энерговыделения в решетке 12.7/4.4-3.6/0 типа ВВЭР при различных температурах, 1982
- 275 Д.Хеди, О.Агилар: Измерения зависимости реактивности от температуры и борной кислоты на конфигурации 12.7/3.6 в диапазоне температуры 20-130°C и в диапазонах концентрации борной кислоты 1.1 ± 0.06 г/л и 4.0 ± 0.15 г/л, 1983
- 276 Д.Хеди, Х.Ряту: Измерение зависимости реактивности от температуры и борной кислоты на решетке 12.7/3.6/5.8, 1983
- 277 И.Видовски, П.М.Каманин : Измерения спектральных индексов в однородной решетке типа ВВЭР 12.7/3.6/5.8, 1983
- 278 И.Видовски : Измерение эпитепловых спектральных индексов в решетках 12.7/3.6/5.8 и 12.7/4.4/0.0, 1983
- 279 О.Агилар, В.Калинин, К.Криних, В.Обухов: Измерение макрораспределения энерговыделения в однородной активной зоне типа ВВЭР-1000 при температуре замедлителя -80°C и -130°C, решетка 11.0/3.6/0.0, критстенд ZR-6М, 1983
- 280 И.Н.Аборина, И.Видовски : Измерение спектральных индексов в тесной уран-водной решетке при температурах 20°C и 130°C (11.0/3.6/0.0), 1983
- 281 О.Агилар, А.Елиер, В.К.Калинин, Ю.Я.Кравченко, К.Криних: Измерение пространственного распределения энерговыделения в решетках 11.0/3.6/0.0 и 11.0/3.6/0.96 при комнатной температуре, 1983

- 282 И.Видовски : Измерения эпитепловых спектральных индексов в решетке 11.0/3.6/0 при разных температурах и в решетке 11.0/3.6/0.96 при комнатной температуре, 1983
- 283 О.Агилар, Ву Хаи Лонг, Д.Хеди: Измерение зависимости реактивности от температуры и от борной кислоты на решетках 11.0/3.6/0.0 и 11.0/3.6/0.96, 1983
- 284 Д.Хеди: Результаты измерений $N_{кр}$ и $\partial\rho/\partial N$ на решетках 188/188 - 219/219 при комнатной температуре, 1983
- 285 Х.Ряту, Э.Кондор, Д.Хеди: Измерение зависимости реактивности от температуры на решетке 12.7/4.4/0.0, 1984
- 286 И.Видовски, К.Криних, Я.Микуш, Ф.Худец : Измерение макро-распределений прямоугольными фольгами в активной зоне типа 15.0/4.4/0, 1984
- 287 И.Видовски, Х.В.Тонг : Измерение спектральных характеристик в невозмущенных решетках с шагом 15.0 мм, 1984
- 288 О.Агилар: Результаты измерений $N_{кр}$ и $\partial\rho/\partial N$ на разных возмущенных и невозмущенных решетках при комнатной и повышенной температуре, 1985
- 289 К.Криних, Х.В.Тонг: Повторная обработка аксиальных распределений в разных решетках на критической сборке ZR-6M, 1985
- 290 О.Агилар, К.Криних: Окончательные результаты повторных измерений зависимости ρ -T в решетках 12.7/3.6/5.8 и 12.7/3.6/0.0, 1985

- 291 В.К.Калинин, Ю.Я.Кравченко, К.Криних: Измерения макро-
распределения энерговыделения в решетках типа ВВЭР с шагом
15.0 мм при комнатной температуре, 1986
- 292 Д.Хеди: Результаты измерений $\partial\rho/\partial H$, выполненных в 1984 г.
(Дополнение к отчетам KFKI-ZR-6/288/1985 и
KFKI-ZR-6/290/1985), 1987
- 293 О.Агилар: Оценка измерения $\partial\rho/\partial H$ на решетке 15.0/3.6/0.0
для различных температур, 1988
- 294 Д.Хеди: Результаты измерений $\partial\rho/\partial H$, выполненных в 1985 г.
(Дополнение к отчету KFKI-ZR-6/293/1987), 1987
- 349 К.В.Барболин, Ю.Я.Кравченко, Э.Ороско: Измерения простран-
ственного макрораспределения энерговыделения в решетке F7
при различных температурах, 1981
- 350 Д.Хеди: Измерение зависимости реактивности от температуры
на решетке F7, 1981
- 351 И.Видовски, К.Криних, Я.Микуш : Измерение макро- и
азимутальных распределений нейтронного поля прямоугольными
детекторами на конфигурациях типа E3 и C5, 1982
- 353 Я.Броулик, В.К.Калинин: Измерение макрораспределения
энерговыделения в решетках типа ВВЭР (K90+1D, C5, E3) при
комнатной температуре, 1982
- 354 И.Видовски : Измерения спектральных характеристик на
возмущенной решетке E3, 1983
- 355 О.Агилар, В.К.Калинин, Ю.Я.Кравченко, К.Криних: Измерение
макрораспределения энерговыделения в решетках 11.0/3.6/0.0
(E7, E3) при комнатной температуре, 1983

- 356 О.Агилар, А.Елиер, В.К.Калинин, Ю.Я.Кравченко, К.Криних: Измерение макрораспределения энерговыделения в решетке 11.0/3.6 - 4.4/0.0/K331/H₂O/I3F3 без профилирования и с профилированием обогащения твэлов, 1983
- 357 И.Видовски : Измерение спектральных характеристик в возмущенных решетках с шагом решетки 11.0 мм, 1983
- 358 К.В.Барболин, Ю.Я.Кравченко, К.Криних: Измерения пространственного макрораспределения энерговыделения в решетках G3, G5, G7 и E7, 1986
- 360 Д.Хеди: Основные данные измерений $p - T$ в зоне №155 (Дополнение к отчету КФКИ-ZR-6-350/1981), 1987
- 414 З.Сатмари: Программа RFIT. Хранение и обработка экспериментальных данных, 1979
- 422 Р.Беккер, И.Видовски, Я.Гадо : Обзор экспериментов и расчетов спектральных характеристик в разных решетках, исследованных в 1979 - 1983 гг., 1984
- 423 Я.Гадо, К.Алварез: Систематическая обработка результатов $N_{кр}$ и $\partial p / \partial N$ для конфигураций, исследованных в 1980-1985 гг., 1987
- 424 Я.Гадо, И.Видовски, К.Алварез : Обработка результатов измерений реактивности в зависимости от температуры, 1987
- 425 Р.Беккер, И.Видовски : Результаты повторной обработки измерений $\partial p / \partial C_v$, 1987
- 427 И.Видовски, К.Криних: Создание файла EDF, 1988

- 428 И.Видовски, К.Криниш: Обзор лапласианов и добавок отражателя при комнатной температуре, 1988
- 429 И.Видовски, К.Криниш: Температурная зависимость лапласианов и добавок отражателя, 1988
- 430 И.Видовски, Д.Хеди: Описание методики измерений $\partial\rho/\partial T$ и $\partial\rho/\partial C_B$, 1988
- 431 И.Видовски: Обзор результатов спектральных измерений при комнатной температуре, 1988
- 432 И.Видовски: Температурная зависимость спектральных характеристик, 1988
- 501 Й.Вацек, З.Сатмари: Расчет $\beta_{\text{эфф}}$. Описание кинетического варианта программы GRACE, 1975
- 567 Я.Гадо: Расчет $\beta_{\text{эфф}}$ для разных решеток ZR-6M, 1990
- 807 Ц.Домбровски: Определение влияния неточностей технических данных критической сборки ЗР-6 на нейтронно-физические параметры, 1977
- 814 К.Алмаши, Л.Гачи, З.Сатмари: Список конфигураций ЗР-6M, исследованных в рамках ВМК в период с мая 1979 по май 1981 гг., 1981
- 815 Ф.Сабо, О.Агилар, Я.Валко, Г.Пор, З.Сатмари, Ч.Свобода, Т.Цибок: Пусковые эксперименты на критсборке ЗР-6M, 1981
- 816 А.Гизелла, Л.Гачи: Измерение некоторых основных параметров ($\rho(H)$, $\rho(T)$, $\rho(C_B)$) на критсборке ЗР-6M, 1982

- 817 Клара Алмаши, Л.Гачи, З.Сатмари: Список конфигураций ЗР-6М, исследованных в рамках ВМК в период с июля 1981 г. по апрель 1983 г., 1983
- 818 И.Видовски, К.Криних : Таблица по измерениям макрораспределений, спектральных характеристик и коэффициентов реактивности, выполненных с 1979 г. по ноябрь 1983 г. на критической сборке ZR-6M, 1983
- 819 К.Алмаши, Л.Гачи, З.Сатмари: Список конфигураций ЗР-6М, исследованных в рамках ВМК в период с июля 1983 г. по июль 1984 г., 1984
- 820 Я.Гадо: Вспомогательный материал для расчетчиков: Критические конфигурации ЗР-6 в 1980-1985 гг., 1987
- 821 Р.Беккер: Влияние неопределенностей технических данных на рассчитанные нейтронно-физические параметры, 1990

П Р И Л О Ж Е Н И Я

к тому III

Сборника трудов ВМК

ИССЛЕДОВАННЫЕ КРИТИЧЕСКИЕ КОНФИГУРАЦИИ

Документация по конфигурациям, исследованным на критической сборке ZR-6M, представлена в отчетах [814, 817, 819]. В этих материалах содержатся картограммы и набор основных данных по конфигурациям - C_B , $H_{кр}$, $\partial p / \partial H$ и т.д. Одна картограмма может соответствовать нескольким конфигурациям, различающимся концентрацией борной кислоты в замедлителе, температурой или типом используемых пэлов. Поэтому каждая конфигурация имеет двойную нумерацию: первый номер характеризует зону, второй - картограмму.

Для облегчения пользования большим количеством конфигураций разработан способ их компактного представления, подробно описанный в отчетах [813, 820].

Параметры твэлов и пэлов не проводятся, поскольку в рассмотренный период не были использованы новые типы твэлов или пэлов.

В таблицах A1. - A4. приведены данные по составу картограмм (число и положение твэлов различного обогащения, пэлов разного типа и водяных полостей). Для каждой конфигурации указаны номер зоны и номер картограммы по основным материалам (отчеты [814, 817, 819]), номер обобщенной картограммы, шаг решетки и концентрация борной кислоты. Новые обобщенные картограммы приведены в настоящем приложении, использованные ранее - в приложении А тома I.

Таблица А1. Перечень невозмущенных конфигураций

№ зоны/ № картограммы [814, 817, 819]	Позиция стержней			R _{экв} [см]		C _B [г/кг]	шаг решетки [мм]
	T1.6	T3.6	T4.4	вкладыша	зоны		
196/196 *	-	1-142, 145-151, 157-161	-	-	23.382 (23.375)	0.0	11.0
195/195 *	-	1-143, 145-152, 157-162	-	-	23.637	0.0	11.0
194/194	-	1-143, 145-152, 157-162 170-172	-	-	23.890	0.0	11.0
193/193	-	1-143, 145-153, 157-163 170-173	-	-	24.140	0.0	11.0
192/192	-	1-154, 157-165, 170-174	-	-	24.510	0.0	11.0
188/188 **	-	1-154, 157-165, 170-175 183-186	-	-	24.875	0.0	11.0
191/191	-	1-155, 157-166, 170-176 183-186	-	-	25.115	0.0	11.0
209/209	-	1-154, 157-165, 170-175 183-186	-	-	24.875	0.96	11.0
246/246 *	-	1-71, 73-78, 82-83	-	-	18.919	0.0	12.7
162/161	-	1-154, 157-164, 170-172	-	-	28.014	1.1	12.7
161/161 **	-	1-154, 157-164, 170-172	-	-	28.014	4.0	12.7
163/161, 247/247	-	1-154, 157-164, 170-172	-	-	28.014	5.8	12.7

* в позиции №132 нет твэла (в одном из 6 секторов)

+ идентичен 39/39

++ идентичен 40/40

* идентичен 154/154

** идентичен 29/29

Таблица А1. (продолжение)

№ зоны/ № картограммы [814, 817, 819]	Позиция стержней		R _{эке} [см]		C _в [г/кг]	шаг решетки [мм]
	Т1.6	Т3.6	Т4.4	вкладыша		
164/159, 165/165 166/166	-	62-64, 67-78, 82-83	1-61, 65-66 1-61, 65-66	16.670	0.0 0.0	12.7 12.7
212/212	-	1-40, 43-45	-	15.987	0.0	15.0
213/213	-	1-47, 50-52	-	17.380	0.0	15.0
214/214	-	1-54, 57-60	-	18.819	0.0	15.0
220/220	-	1-62, 65-66	-	19.877	0.0	15.0
215/215	-	1-62, 65-68	-	20.248	0.0	15.0
216/216	-	1-71, 73-77	-	21.840	0.0	15.0
217/217	-	1-78, 82-83	-	22.428	0.0	15.0
218/218	-	1-87, 91-93	-	23.875	0.0	15.0
219/219	-	1-88, 91-96, 101-104	-	25.091	0.0	15.0
230/230	-	-	1-38	-	0.0	15.0
229/229	-	-	1-39	-	0.0	15.0
228/228	-	-	1-40, 43-44	-	0.0	15.0
227/227	-	-	1-46	-	0.0	15.0
226/226	-	-	1-48, 50-52	-	0.0	15.0
225/225	-	-	1-54, 57-58	-	0.0	15.0
221/221	-	-	1-55, 57-60	-	0.0	15.0
224/224	-	-	1-62, 65-66	-	0.0	15.0
223/223	-	-	1-69	-	0.0	15.0

* идентичен зонами 110/110 и 159/159

+ в позиции №36 нет твэла (в одном из 6 секторов)

* в позиции №49 находится твэл (в одном из 6 секторов)

Таблица А1. (продолжение)

№ зоны/ № картограммы [814, 817, 819]	Позиция стержней			R _{экв} [см]		Св [г/кг]	шаг решетки [мм]
	Т1.6	Т3.6	Т4.4	вкладыша	зоны		
231/231	1-61,65-66	62-64, 67-98, 101-105	-	19.689	25.750	0.0	15.0
233/233	-	1-96	-	-	24.717	4.0	15.0
232/232	-	1-98, 101-105	-	-	25.750	4.0	15.0
240/240 *	-	1-99, 101-107, 111-114	-	-	26.673 (26.684)	4.0	15.0
234/234	-	1-108, 111-116, 122-123	-	-	27.429	4.0	15.0
235/235	-	1-120, 122-128	-	-	28.819	4.0	15.0
236/236	-	1-131, 132-140, 145-148	-	-	30.695	4.0	15.0
237/237	-	1-143, 145-151, 157-163	-	-	32.232	4.0	15.0
238/238 +	-	1-154, 157-165, 170-174	-	-	33.423 (33.413)	4.0	15.0
239/239 *	-	1-167, 170-177, 183-188	-	-	34.733 (34.608)	4.0	15.0
208/208	-	1-34	-	-	17.698	0.0	19.05
207/207	-	1-35, 37-38	-	-	18.688	0.0	19.05
206/206	-	1-40, 43-45	-	-	20.231	0.0	19.05
205/205	-	1-47, 50-52	-	-	22.076	0.0	19.05
204/204	-	1-54, 57-60	-	-	23.904	0.0	19.05
203/203	-	1-62, 65-68	-	-	25.719	0.0	19.05
202/202	-	1-71, 73-77	-	-	27.740	0.0	19.05
201/201	-	1-78, 82-83	-	-	28.488	0.0	19.05
200/200	-	1-87, 91-93	-	-	30.235	0.0	19.05
199/199	-	1-88, 91-96, 101-104	-	-	31.870	0.0	19.05

* в позиции 100 находится твэл (в одном из 6 секторов)

+ в позиции 154 нет твэла (в одном из 6 секторов)

* нет твэлов в позициях 154, 175-177, 188 (в одном из 12 секторов), в позиции 166 (в двух из 12 секторов)
в позициях 155 и 167 (в трех из 12 секторов) и в позиции 156 (в одном из 6 секторов)

Таблица А2. Перечень конфигураций типа Хп

№ зоны/ № картограммы [814, 817, 819]	№ обобщ. картограммы	Тип стержней в позиции					Св [г/кг]	шаг решетки [мм]
		1	2	3	4	5		
189/189	2	Т3.6	Е	Е	-	-	0.0	11.0
243/243	2 +	Т3.6	Е	Е	-	-	0.0	12.7
244/244	2	Т3.6	Е	Е	-	-	0.0	12.7
245/244	2	Т3.6	Е	Е	-	-	0.0	12.7
177/177	11	Т3.6	Е	Е	-	-	0.0	12.7
242/242	20	Т3.6	Е	Е	-	-	0.0	12.7
176/176	21	Т3.6	Е	Е	Е	Е	0.0	11.0
190/190	21	Т3.6	Е	Е	Е	Е	0.0	12.7
241/241	21	Т3.6	Т3.6	Т3.6	Т3.6	Т3.6	0.0	12.7

+ в позициях (10, 26) нет твэлов (ни в одном из 12 секторов)

х илетицен 156/155

хх илетицен 58/57, 138/138, 157/155

* илетицен 75/75

Таблица А3. Перечень конфигураций типа К331 (обобщенная картограмма №17)

№ зоны/ № картограммы [817]	Тип стержней в позиции								Св [г/кг]	шаг решетки [мм]
	1	2	3	4	5	6	7	8		
197/197 *	T4.4	T3.6	T4.4	E	T3.6	F	T4.4	T3.6	0.0	11.0
198/198 *	T4.4	T3.6	T3.6	E	T3.6	F	T4.4	T3.6	0.0	11.0

* идентичен 144/144

* идентичен 145/145

Таблица А4. Перечень конфигураций типа К91 (обобщенная картограмма №18)

№ зоны/ № картограммы [817]	Тип стержней в позиции										С _В [г/кг]	шаг решетки [мм]
	1	2	3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16		
197/197 +	T3.6	T3.6	T3.6	T3.6	T3.6	T3.6	T3.6	T3.6	T3.6	E	0.0	12.7
198/198	T3.6	D	T3.6	T3.6	D	T3.6	T3.6	D	T3.6	E	0.0	12.7

* идентичен 101/100

НОВЫЕ КАРТОГРАММЫ

[illegible]

Обобщенная картограмма № 20

[illegible]

Обобщенная картограмма № 21

ОЦЕНЕННЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ МАКРОПОЛЯ

Файл оцененных макрополей EDF описан в п. 4.3.1. Перечень измерений макрополей представлен в таблице 4.3.1. В настоящем приложении приводится распечатка оцененных радиальных макрополей. Аксиальные макрополя также хранятся в файле EDF, но в приложении Б не приводятся, так как они служат в первую очередь для определения аксиальных лапласианов, необходимых при обсчете соответствующих радиальных макрополей. Рекомендованные значения аксиальных лапласианов для различных конфигураций, полученные на основании обобщенных в п. 4.4.2. и 4.4.4. результатов, представлены в таблице Б.1.

Каждая точка макрополя в файле EDF характеризуется тремя величинами, представляющими собой координаты позиции (h_1, h_2), значение поля Ψ и его статистическую погрешность $\Delta\Psi$. Более подробное описание файла EDF приведено в томе I Сборника. В настоящем приложении в каждой точке заданы величины макрополя (верхнее число) и его статистическая погрешность (нижнее число).

Таблица Б1. Сводка данных по оцененным радиальным макрополям

Решетка	№ зоны/ № карто- граммы ZR-6	№ обоб- щенной картог- раммы	Темпе- ратура [°C]	Детек- тор *	B_z [м ⁻²]
12.7/3.6/0.0	154/154	1	20	1	17.74 ± 0.13
12.7/3.6/0.0	154/154	1	80	1	15.37 ± 0.04
12.7/3.6/0.0	154/154	1	130	1	12.00 ± 0.03
12.7/3.6/4.0	161/161	1	20	1	25.81 ± 0.09
12.7/3.6/4.0	161/161	1	80	1	23.17 ± 0.07
12.7/3.6/4.0	161/161	1	130	1	19.72 ± 0.05
12.7/3.6/5.8	163/161	1	20	1	14.93 ± 0.23
12.7/3.6/5.8	163/161	1	80	1	12.63 ± 0.03
12.7/3.6/5.8	163/161	1	130	1	10.22 ± 0.07
ЕЗ	176/176	21	20	0,1,6	24.67 ± 0.11
С5	177/177	11	20	0,1,6	16.51 ± 0.11
12.7/3.6-G3	241/241	21	20	1	16.35 ± 0.11
12.7/3.6-G5	242/242	20	20	1	15.56 ± 0.11
12.7/3.6-G7	244/244	2	20	1	22.12 ± 0.12
12.7/3.6-G7	244/244	2	130	1	14.38 ± 0.14
12.7/3.6-E7	245/244	2	20	1	40.88 ± 0.36
12.7/3.6-F7	155/155	2	20	1	26.44 ± 0.15
12.7/3.6-F7	155/155	2	130	1	18.59 ± 0.14
12.7-K91-D _∞	180/179	15	20	1	52.77 ± 0.80
11.0/3.6/0.0	188/188	1	20	1	12.03 ± 0.05
11.0/3.6/0.0	188/188	1	80	1	10.09 ± 0.04
11.0/3.6/0.0	188/188	1	130	1	7.35 ± 0.02
11.0/3.6/1.0	209/188	1	20	1	6.94 ± 0.02
11.0/3.6-E7	189/189	2	20	1	7.87 ± 0.02
11.0/3.6-E3	190/190	21	20	1	19.61 ± 0.12
11.0-K331	197/197	17	20	1	11.98 ± 0.04
11.0-K331-пр	198/198	17	20	1	11.38 ± 0.05
15.0/3.6/0.0	220/220	1	20	1	39.06 ± 0.21
15.0/3.6/4.0	232/232	1	20	1	12.98 ± 0.03
15.0/4.4/0.0	221/221	1	20	0,1,6	47.82 ± 0.21
15.0/1.6/0.0	231/231	1	20	1	12.62 ± 0.03

* 0 - EUAL10. прямоугольные фолги \

1 - твэл

} согласно обозначениям тома I

6 - DYAL5. прямоугольные фолги /

ОЦЕНЕННЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ МАКРОПОЛЯ
ДЛЯ НЕВОЗМУЩЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЙ
С ШАГОМ 11.0 мм

TE: 4/3/87 MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA
PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1831
MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0 1246
  4
1 1221
  4
2 1242 1227
  4 3
3 ** 1213
  ** 4
4 1241 ** 1201
  4 ** 4
5 ** ** 1187
  ** ** 4
6 1185 ** ** 1173
  4 ** ** 4
7 ** ** ** 1154
  ** ** ** 4
8 1145 ** ** ** 1120
  4 ** ** ** 4
9 ** ** ** ** 1097
  ** ** ** 4
10 1112 ** ** ** ** 1049
  4 ** ** ** 4
11 ** ** 1049 ** ** 1011
  ** ** 4 ** ** 3
12 1031 ** ** ** ** ** 978
  3 ** ** ** 2
13 ** ** ** ** 931
  ** ** ** 3
14 982 ** ** ** * 877
  3 ** ** ** 3
15 ** ** ** * 834
  ** ** ** 3
16 886 ** ** ** * 791
  3 ** ** ** 3
17 ** ** ** * 746
  ** ** ** 2
18 806 ** ** ** * 724
  3 ** ** ** 2
19 ** ** ** * 698
  ** ** ** 2
20 736 ** ** ** * 738
  3 ** ** ** 2
21 ** ** ** * 891
  ** ** ** 2
22 676 ** ** ** *
  3 ** ** **
23 ** ** ** *
  ** ** **
24 711 ** ** ** *
  3 ** ** **
25 ** ** ** *
  ** ** **
26 1239 ** ** ** *
  4 ** ** **

```

H2/H1 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

TE: 4/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1982

IDE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0  ***
  ***
1  1130
   5
2  1187 1181
   3 5
3  *** 1132
   *** 5
4  1168 *** 1148
   8 *** 7
5  *** ** 1239
   *** ** 7
6  1126 *** ** 1108
   8 *** ** 6
7  *** ** ** 1076
   *** ** ** 7
8  1088 *** ** ** 1072
   8 *** ** ** 6
9  *** ** ** ** 1032
   *** ** ** ** 6
10 1062 *** ** ** ** 996
   7 *** ** ** ** 6
11 *** ** 989 *** ** 963
   *** ** 8 *** ** 6
12 987 *** ** ** ** ** 925
   7 *** ** ** ** 5
13 *** ** ** ** ** 899
   *** ** ** ** 5
14 936 *** ** ** ** ** 830
   7 *** ** ** ** 5
15 *** ** 881 *** ** ** 801
   *** ** 10 *** ** ** 5
16 851 *** ** ** ** ** 767
   6 *** ** ** ** 5
17 *** ** ** ** ** 723
   *** ** ** ** 4
18 771 *** ** ** ** 706
   6 *** ** ** ** 4
19 *** ** ** ** 690
   *** ** ** ** 4
20 706 *** ** ** ** 728
   6 *** ** ** ** 4
21 *** ** ** ** 905
   *** ** ** ** 4
22 662 *** ** ** ** 1468
   5 *** ** ** ** 6
23 *** ** ** ** **
   *** ** ** **
24 729 *** ** ** **
   6 *** ** ** **
25 *** ** ** **
   *** ** ** **
26 1229 *** ** ** **
   8 *** ** ** **

```

H2/H1 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

TS: 4/3/87

*** PROGRAM REIT ***

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1893

MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0  ***
  ***
1  1180
   3
2  1165 1173
   4 3
3  *** 1165
   *** 3
4  1151 *** 1141
   4 *** 4
5  *** *** 1105
   *** *** 3
6  1114 *** *** 1101
   4 *** *** 3
7  *** *** *** 1092
   *** *** *** 3
8  1079 *** *** *** 1064
   4 *** *** *** 3
9  *** *** *** *** 1026
   *** *** *** *** 3
10 1061 *** *** *** *** 989
   4 *** *** *** *** 3
11 *** *** 997 *** *** 961
   *** *** 3 *** *** 3
12 986 *** *** *** *** *** 926
   4 *** *** *** *** *** 2
13 *** *** *** *** *** *** 884
   *** *** *** *** *** *** 3
14 934 *** *** *** *** *** *** 829
   3 *** *** *** *** *** *** 3
15 *** *** *** *** *** *** *** 801
   *** *** *** *** *** *** 2
16 850 *** *** *** *** *** *** *** 767
   3 *** *** *** *** *** *** *** 2
17 *** *** *** *** *** *** *** *** 729
   *** *** *** *** *** *** *** 2
18 770 *** *** *** *** *** *** *** *** 717
   3 *** *** *** *** *** *** *** 2
19 *** *** *** *** *** *** *** *** *** 712
   *** *** *** *** *** *** *** *** 2
20 720 *** *** *** *** *** *** *** *** *** 767
   3 *** *** *** *** *** *** *** *** 2
21 *** *** *** *** *** *** *** *** *** 952
   *** *** *** *** *** *** *** *** 2
22 681 *** *** *** *** *** *** *** *** *** 1492
   3 *** *** *** *** *** *** *** *** 3
23 *** *** *** *** *** *** *** *** *** ***
   *** *** *** *** *** *** *** *** ***
24 763 *** *** *** *** *** *** *** *** *** ***
   3 *** *** *** *** *** *** *** *** ***
25 *** *** *** *** *** *** *** *** *** ***
   *** *** *** *** *** *** *** *** ***
26 1278 *** *** *** *** *** *** *** *** *** ***
   4 *** *** *** *** *** *** *** *** ***

```

H2/H1 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

TE: 4/3/87 MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA
PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 2091
MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0 1245
  5
1 1246
  5
2 1253 1232
  5 4
3 ** 1219
  ** 5
4 1217 ** 1196
  5 ** 5
5 ** ** 1191
  ** ** 5
6 1193 ** ** 1169
  5 ** ** 4
7 ** ** ** 1152
  ** ** ** 4
8 1138 ** ** ** 1124
  5 ** ** ** 4
9 ** ** ** ** 1087
  ** ** ** 4
10 1102 ** ** ** ** 1041
  4 ** ** ** 4
11 ** ** 1027 ** ** 993
  ** ** 4 ** ** 4
12 1012 ** ** ** ** ** 967
  4 ** ** ** 2
13 ** ** ** * 929
  ** ** ** 4
14 945 ** ** ** * 875
  4 ** ** ** 3
15 ** ** ** * 821
  ** ** ** 3
16 876 ** ** ** * 759
  3 ** ** ** 3
17 ** ** ** * 717
  ** ** ** 3
18 782 ** ** ** * 679
  3 ** ** ** 3
19 ** ** ** * 662
  ** ** ** 3
20 698 ** ** ** * 703
  3 ** ** ** 3
21 ** ** ** * 833
  ** ** ** 3
22 645 ** ** ** * 1276
  3 ** ** ** 4
23 ** ** ** *
  ** ** **
24 671 ** ** ** *
  3 ** ** **
25 ** ** ** *
  ** ** **
26 1105 ** ** ** *
  4 ** ** **

```

H2/H1 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

ОЦЕНЕННЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ МАКРОПОЛЯ
ДЛЯ НЕВОЗМУЩЕННЫХ КОНФИГУРАЦИИ
С ШАГОМ 12.7мм

DATE: 9/3/87 *** PROGRAM KF17
 MANIPULATIONS WITH THE SIGNED DATA
 PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 15411
 MODE=IXS CORE DATA (35,35) 1,000 0

0	1212																		
	4																		
1	1209																		
	3																		
2	1210	1207																	
	4	4																	
3	**	1173																	
	**	3																	
4	1211	**	1151																
	4	**	3																
5	**	**	1109																
	**	**	3																
6	1115	**	**	1059															
	4	**	**	4															
7	**	**	**	1016															
	**	**	**	3															
8	1042	**	**	**	**	973													
	3	**	**	**	**	3													
9	**	**	**	**	**	934													
	**	**	**	**	**	3													
10	944	**	**	**	**	859													
	3	**	**	**	**	3													
11	**	**	**	**	**	**	788												
	**	**	**	**	**	**	1												
12	**	**	**	**	**	**	754												
	**	**	**	**	**	**	3												
13	**	**	**	**	**	**	**	783											
	**	**	**	**	**	**	**	3											
14	**	**	**	**	**	**	**	**	971										
	**	**	**	**	**	**	**	**	2										
15	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**									
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**									
16	825	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

H2/H1 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 9/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 15412

MODE=IXS CORE DATA (35,35) 1,000 0

```

0 1229
  5
1 1205
  3
2 1199 1173
  5 4
3 ** 1165
  ** 3
4 1181 ** 1137
  4 ** 3
5 ** ** 1101
  ** ** 4
6 1087 ** ** 1041
  4 ** ** 4
7 ** ** ** 1014
  ** ** ** 4
8 1028 ** ** ** 962
  3 ** ** ** 3
9 ** ** ** ** ** ** 915
  ** ** ** ** 3
10 940 ** ** ** ** 856
  3 ** ** ** 3
11 ** ** ** ** 801
  ** ** ** 1
12 ** ** ** ** 785
  ** ** ** 2
13 ** ** ** 809
  ** ** ** 3
14 ** ** ** 997
  ** ** ** 3
15 ** ** ** ** ** 
  ** ** ** 
16 869 ** ** ** 
  3 ** ** ** 

```

H2/H1 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 6/3/86

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 15413

MODE=IXS CORE DATA (35,35) 1.000 0

```

0    1198
    4
1    1194
    3
2    1187 1179
    4    4
3    ** 1150
    ** 3
4    1162 ** 1126
    4 ** 3
5    ** ** 1093
    ** ** 4
6    1078 ** ** 1056
    4 ** ** 4
7    ** ** ** 1007
    ** ** ** 3
8    1024 ** ** ** 968
    4 ** ** ** 3
9    ** ** ** ** ** 898
    ** ** ** 3
10   929 ** ** ** ** 849
    3 ** ** ** 3
11   ** ** ** ** 810
    ** ** ** 1
12   ** ** ** ** 786
    ** ** ** 3
13   ** ** ** 828
    ** ** ** 3
14   ** ** ** 1047
    ** ** ** 3
15   ** ** ** 
    ** ** ** 
16   914 ** ** ** 
    2 ** ** ** 

```

H2/H1 8 7 6 5 4 3 2 1 0

TE: 4/3/87 RAD DISTR FUEL 163/161 INTERMED TEMP
 PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1611
 ODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0 1495
  4
1 1495
  5
2 1463 1480
  4
3  ** 1431
  ** 4
4 1472 ** 1371
  4 ** 4
5  ** ** 1366
  ** ** 4
6 1395 ** ** 1368
  4 ** ** 4
7  ** ** ** 1378
  ** ** ** 4
8 1348 ** ** ** 1310
  4 ** ** ** 4
9  ** ** ** ** ** 1220
  ** ** ** 4
10 1275 ** ** ** ** 1186
  4 ** ** ** 4
11  ** ** ** ** 1125
  ** ** ** 3
12 1179 ** ** ** 1076
  3 ** ** ** 3
13  ** ** ** 1026
  ** ** ** 3
14 1090 ** ** ** 954
  3 ** ** ** 3
15  ** ** ** 880
  ** ** ** 1
16 973 ** ** ** 815
  2 ** ** ** 2
17  ** ** ** 736
  ** ** ** 2
18 835 ** ** ** 667
  3 ** ** ** 2
19  ** ** ** 604
  ** ** ** 1
20 717 ** ** ** 552
  2 ** ** ** 2
21  ** ** ** 560
  ** ** ** 2
22 607 ** ** ** 692
  2 ** ** ** 2
23  ** ** ** 
  ** ** ** 
24 579 ** ** ** 
  2 ** ** 

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

*** PROGRAM REFIT ***

TE: 4/3/87 RAD DISTR FUEL 163/161 INTERMED TEMP
 PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1612
 ODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0 1492
  7
1 1505
  7
2 1435 1441
  7 7
3 ** 1418
  ** 7
4 1459 ** 1387
  7 ** 7
5 ** ** 1364
  ** ** 6
6 1400 ** ** 1371
  7 ** ** 6
7 ** ** ** 1336
  ** ** ** 6
8 1336 ** ** ** 1286
  6 ** ** ** 6
9 ** ** ** ** ** ** 1206
  ** ** ** ** 6
10 1251 ** ** ** ** 1175
  6 ** ** ** 6
11 ** ** ** ** 1118
  ** ** ** 5
12 1177 ** ** ** 1073
  5 ** ** ** 5
13 ** ** ** 1008
  ** ** ** 5
14 1099 ** ** ** 950
  5 ** ** ** 4
15 ** ** ** 879
  ** ** ** 2
16 974 ** ** ** 820
  3 ** ** ** 4
17 ** ** ** 738
  ** ** ** 3
18 843 ** ** ** 673
  4 ** ** ** 3
19 ** ** ** 605
  ** ** ** 2
20 721 ** ** ** 571
  3 ** ** ** 3
21 ** ** ** 588
  ** ** ** 3
22 625 ** ** ** 720
  3 ** ** ** 4
23 ** ** ** 
  ** ** ** 
24 588 ** ** ** 
  3 ** ** ** 

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

*** PROGRAM RFIT ***

TE: 4/3/87 RAD DISTR FUEL 163/161 INTERMED TEMP

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1613

MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0 1462
  5
1 1440
  5
2 1424 1398
  5 5
3 ** 1410
  ** 5
4 1452 ** 1368
  5 ** 5
5 ** ** 1378
  ** ** 5
6 1391 ** ** 1352
  5 ** ** 5
7 ** ** ** 1352
  ** ** ** 5
8 1328 ** ** ** 1290
  5 ** ** ** 5
9 ** ** ** ** ** 1214
  ** ** ** 5
10 1260 ** ** ** ** 1163
  5 ** ** ** 4
11 ** ** ** ** 1109
  ** ** ** 4
12 1142 ** ** ** 1053
  4 ** ** ** 4
13 ** ** ** 995
  ** ** ** 4
14 1088 ** ** ** 961
  4 ** ** ** 4
15 ** ** ** 879
  ** ** ** 2
16 970 ** ** ** 814
  2 ** ** ** 3
17 ** ** ** 739
  ** ** ** 2
18 835 ** ** ** 690
  3 ** ** ** 3
19 ** ** ** 622
  ** ** ** 2
20 728 ** ** ** 576
  2 ** ** ** 3
21 ** ** ** 604
  ** ** ** 3
22 631 ** ** ** 754
  3 ** ** ** 3
23 ** ** ** 
  ** ** ** 
  ** ** ** 
24 618 ** ** ** 
  3 ** ** 

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

*** PROGRAM RFIT ***

ATE: 4/3/87 RAD DISTR FUEL 163/161 INTERMED TEMP
PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1631

MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0 1501
  5
1 1459
  6
2 1467 1436
  5 5
3 ** 1432
  ** 5
4 1462 ** 1424
  5 ** 5
5 ** ** 1437
  ** ** 5
6 1396 ** ** 1364
  5 ** ** 5
7 ** ** ** 1305
  ** ** ** 5
8 1336 ** ** ** 1284
  5 ** ** ** 4
9 ** ** ** ** ** 1248
  ** ** ** 5
10 1257 ** ** ** ** 1209
  4 ** ** ** 4
11 ** ** ** ** 1134
  ** ** ** 5
12 1172 ** ** ** 1090
  4 ** ** ** 4
13 ** ** ** 1013
  ** ** ** 4
14 1078 ** ** ** 942
  4 ** ** ** 3
15 ** ** ** 878
  ** ** ** 2
16 972 ** ** ** 809
  2 ** ** ** 3
17 ** ** ** 728
  ** ** ** 2
18 836 ** ** ** 653
  3 ** ** ** 2
19 ** ** ** 605
  ** ** ** 2
20 715 ** ** ** 562
  2 ** ** ** 2
21 ** ** ** 546
  ** ** ** 2
22 593 ** ** ** 651
  2 ** ** ** 3
23 ** ** ** 
  ** ** ** 
24 544 ** ** ** 
  2 ** ** ** 

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

*** PROGRAM RFIT ***

DATE: 4/3/87 RAD DISTR FUEL 163/161 INTERMED TEMP

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1632

MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0 1499
  6
1 1478
  5
2 1471 1452
  6 5
3 ** 1435
  ** 5
4 1447 ** 1428
  5 ** 5
5 ** ** 1428
  ** ** 4
6 1389 ** ** 1374
  5 ** ** 4
7 ** ** ** 1320
  ** ** ** 4
8 1350 ** ** ** 1287
  4 ** ** ** 5
9 ** ** ** ** ** 1236
  ** ** ** 4
10 1259 ** ** ** ** 1214
  4 ** ** ** 4
11 ** ** ** ** 1130
  ** ** ** 4
12 1157 ** ** ** 1072
  4 ** ** ** 4
13 ** ** ** 1003
  ** ** ** 3
14 1085 ** ** ** 944
  3 ** ** ** 3
15 ** ** ** 883
  ** ** ** 1
16 974 ** ** ** 821
  2 ** ** ** 2
17 ** ** ** 738
  ** ** ** 2
18 844 ** ** ** 670
  2 ** ** ** 2
19 ** ** ** 612
  ** ** ** 2
20 718 ** ** ** 579
  2 ** ** ** 2
21 ** ** ** 567
  ** ** ** 2
22 610 ** ** ** 681
  2 ** ** ** 2
23 ** ** ** 
  ** ** ** 
24 563 ** ** ** 
  2 ** ** ** 

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 4/3/87 RAD DISTR FUEL 163/161 INTERMED TEMP
 PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1633
 CODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0 1461
  5
1 1435
  5
2 1436 1437
  5 5
3 ** 1415
  ** 5
4 1430 ** 1418
  5 ** 5
5 ** ** 1403
  ** ** 4
6 1385 ** ** 1360
  5 ** ** 5
7 ** ** ** 1314
  ** ** ** 4
8 1335 ** ** ** 1269
  4 ** ** ** 4
9 ** ** ** ** ** 1246
  ** ** ** 4
10 1258 ** ** ** ** 1195
  4 ** ** ** 4
11 ** ** ** ** 1129
  ** ** ** 4
12 1150 ** ** ** 1064
  4 ** ** ** 4
13 ** ** ** 997
  ** ** ** 4
14 1079 ** ** ** 927
  4 ** ** ** 3
15 ** ** ** 875
  ** ** ** 1
16 961 ** ** ** 613
  2 ** ** ** 2
17 ** ** ** 734
  ** ** ** 2
18 840 ** ** ** 670
  3 ** ** ** 2
19 ** ** ** 617
  ** ** ** 2
20 719 ** ** ** 586
  2 ** ** ** 2
21 ** ** ** 583
  ** ** ** 2
22 613 ** ** ** 691
  2 ** ** ** 3
23 ** ** ** 
  ** ** ** 
24 577 ** ** ** 
  2 ** ** ** 

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 4/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1661

MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

0	1228								
	5								
1	1238								
	5								
2	1237	1229							
	5	4							
3	**	1201							
	**	4							
4	1181	**	1166						
	3	**	3						
5	**	**	1153						
	**	**	3						
6	1134	**	**	1114					
	5	**	**	4					
7	**	**	**	1050					
	**	**	**	4					
8	1058	**	**	**	973				
	3	**	**	**	3				
9	**	**	**	**	935				
	**	**	**	**	2				
10	953	**	**	**	**	869			
	3	**	**	**	**	3			
11	**	**	**	**	**	802			
	**	**	**	**	**	2			
12	836	**	**	**	**	**	761		
	3	**	**	**	**	**	3		
13	**	**	**	**	**	**	789		
	**	**	**	**	**	**	2		
14	753	**	**	**	**	**	**	798	
	2	**	**	**	**	**	**	2	
15	**	**	**	**	**	**	**	1190	
	**	**	**	**	**	**	**	3	
16	760	**	**	**	**	**	**	**	**
	2	**	**	**	**	**	**	**	**

H2/H1 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 4/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1662

MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0 1216
  6
1 1211
  5
2 1212 1220
  6 4
3 ** 1200
  ** 4
4 1168 ** 1165
  4 ** 4
5 ** ** 1126
  ** ** 3
6 1128 ** ** 1086
  5 ** ** 4
7 ** ** ** 1024
  ** ** ** 4
8 1043 ** ** ** 973
  3 ** ** ** 4
9 ** ** ** ** ** 918
  ** ** ** 2
10 948 ** ** ** ** 863
  3 ** ** ** 4
11 ** ** ** ** 820
  ** ** ** 3
12 843 ** ** ** 782
  4 ** ** ** 3
13 ** ** ** 820
  ** ** ** 2
14 776 ** ** ** 843
  3 ** ** ** 2
15 ** ** ** 1200
  ** ** ** 3
16 791 ** ** ** 
  3 ** ** ** 

```

H2/H1 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 4/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1663

MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0 1211
  5
1 1201
  4
2 1195 1201
  5 3
3 ** 1169
  ** 3
4 1164 ** 1149
  3 ** 3
5 ** ** 1107
  ** ** 3
6 1110 ** ** 1072
  4 ** ** 4
7 ** ** ** 1024
  ** ** ** 3
8 1028 ** ** ** 968
  3 ** ** ** 3
9 ** ** ** ** 924
  ** ** ** ** 2
10 936 ** ** ** ** 868
  2 ** ** ** 3
11 ** ** ** ** 807
  ** ** ** 2
12 840 ** ** ** 789
  3 ** ** ** 3
13 ** ** ** 844
  ** ** ** 2
14 785 ** ** ** 875
  2 ** ** ** 2
15 ** ** ** 1237
  ** ** ** 3
16 827 ** ** ** **
  2 ** ** ** 

```

H2/H1 8 7 6 5 4 3 2 1 0

ОЦЕНЕННЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ МАКРОПОЛЯ
ДЛЯ НЕВОЗМУЩЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЙ
С ШАГОМ 15.0мм

TE: 4/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 2311

MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0    1138
    3
1    1144
    3
2    1131 1132
    3    3
3    ** 1119
    **    3
4    1120 ** 1107
    3 **    4
5    ** ** 1092
    ** **    3
6    1085 ** ** 1064
    3 ** **    2
7    ** ** ** 1040
    ** ** **    3
8    1031 ** ** ** 1003
    3 ** ** **    3
9    ** ** ** ** 961
    ** ** ** **    2
10   975 ** ** ** ** 907
    3 ** ** ** -
11   ** ** ** - 849
    ** ** ** -    2
12   901 ** ** ** - 764
    2 ** ** ** -    2
13   ** ** ** - 651
    ** ** ** -    2
14   761 ** ** ** - 1006
    2 ** ** ** -    2
15   ** ** ** - ** 891
    ** ** ** - **    2
16   1069 ** ** ** - ** 885
    3 ** ** ** - **    2
17   ** ** ** - ** 1107
    ** ** ** - **    2
18   911 ** ** ** - ** **
    2 ** ** ** - ** **

```

H2/H1 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

*** PROGRAM RFIT ***

TE: 4/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 2216

ODE=IXS CORE DATA (38,38) 1.000 0

```

0  **
   **
1  **
   **
2  ** 1281
   ** 5
3  ** 1252
   ** 4
4  ** ** 1219
   ** ** 4
5  ** ** 1176
   ** ** 4
6  ** ** ** 1105
   ** ** ** 4
7  ** ** ** 1020
   ** ** ** 4
8  ** ** ** ** 952
   ** ** ** 4
9  ** ** ** ** 885
   ** ** ** 3
10 ** ** ** ** 819
   ** ** ** 3
11 ** ** ** ** 741
   ** ** ** 3
12 ** ** ** ** 707
   ** ** ** 3
13 ** ** ** 810
   ** ** ** 3

```

H2/H1 6 5 4 3 2 1 0

*** PROGRAM RFIT ***

ATE: 4/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 2210

MODE=IXS CORE DATA (38,38) 1.000 0

0	**								
	**								
1		**							
		**							
2	**	1282							
	**	5							
3	**	1257							
	**	5							
4	**	**	1217						
	**	**	5						
5	**	**	1177						
	**	**	5						
6	**	**	**	1115					
	**	**	**	4					
7	**	**	**	1021					
	**	**	**	4					
8	**	**	**	**	962				
	**	**	**	**	4				
9	**	**	**	**	893				
	**	**	**	**	4				
10	**	**	**	**	**	815			
	**	**	**	**	**	3			
11	**	**	**	**	**	744			
	**	**	**	**	**	3			
12	**	**	**	**	**	697			
	**	**	**	**	**	3			
13	**	**	**	**	**	777			
	**	**	**	**	**	3			

H2/H1

6 5 4 3 2 1 0

*** PROGRAM RFIT ***

DATE: 4/3/87

RAD DISTR FUEL 162/161

INTERMED TEMP

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO.

2211

MODE=IXS CORE DATA (38,38) 1.000 0

```

0      **
      **
1      1316
      2
2      1292 1280
      3      3
3      1242 **
      3 **
4      ** 1216 **
      **      2 **
5      ** 1150 1095
      **      3      2
6      ** 1154 1090 1144
      **      3      3      3
7      ** ** 1008 **
      ** **      3 **
8      ** 1018 ** 922 **
      **      3 **      2 **
9      ** ** ** 830 **
      ** ** **      2 **
10     ** 860 ** ** 757 **
      **      1 ** **      2 **
11     ** ** ** ** ** 711 **
      ** ** ** **      2 **
12     ** 734 725 ** 743 811 **
      **      2      2 **      2 **
13     737 ** ** ** ** ** ** ** ** 
      2 ** ** ** ** ** 
14     ** 902 ** ** ** 
      **      2 ** ** ** 

```

H2/H1 7 6 5 4 3 2 1 0

*** PROGRAM RFIT ***

DATE: 4/3/87

RAD DISTR FUEL 163/161

INTERMED TEMP

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO.

2321

MODE=IXS

CORE DATA (37,37)

1.000

0

```

0  1361
   3
1  1357
   3
2  1346 1351
   3  3
3  ** 1324
   **  3
4  1317 ** 1288
   3 **  3
5  ** ** 1253
   ** **  3
6  1237 ** ** 1120
   3 ** **  2
7  ** ** ** ** ** 1170
   ** ** **  3
8  1166 ** ** ** 1100
   3 ** ** **  3
9  ** ** ** ** ** ** 1045
   ** ** ** *  2
10 1062 ** ** ** * 962
   2 ** ** ** *  2
11  ** ** ** * 885
   ** ** ** *  2
12  940 ** ** ** * 807
   3 ** ** ** *  2
13  ** ** ** * 724
   ** ** ** *  2
14  794 ** ** ** * 647
   2 ** ** ** *  2
15  ** ** ** * 572
   ** ** ** *  1
16  649 ** ** ** * 528
   2 ** ** ** *  1
17  ** ** ** * 576
   ** ** ** *  1
18  550 ** ** ** * ** **
   2 ** ** ** * ** **

H2/H1      9      8      7      6      5      4      3      2      1      0

```


*** PROGRAM RFIT ***

DATE: 4/3/87 RAD DISTR FUEL 163/161 INTERMED TEMP
 PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 2201
 DE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

0	1313								
	5								
1	1293								
	5								
2	1293	1267							
	5	5							
3	**	1253							
	**	4							
4	1252	**	1224						
	4	**	4						
5	**	**	1181						
	**	**	3						
6	1146	**	**	1094					
	4	**	**	3					
7	**	**	**	1040					
	**	**	**	4					
8	1034	**	**	**	952				
	4	**	**	**	3				
9	**	**	**	**	864				
	**	**	**	**	3				
10	896	**	**	**	**	776			
	2	**	**	**	**	3			
11	**	**	**	**	**	730			
	**	**	**	**	**	3			
12	758	**	**	**	**	713	714		
	3	**	**	**	**	3	3		
13	**	722	**	724	**	**	894		
	**	3	**	3	**	**	3		
14	705	**	**	**	**	**	**	**	
	3	**	**	**	**	**	**	**	

H2/H1 7 6 5 4 3 2 1 0

ОЦЕНЕННЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ МАКРОПОЛЯ
ДЛЯ ВОЗМУЩЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЙ
С ШАГОМ 11.0мм

TE: 4/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1891

ODE=IXS CORE DATA (37,34) 1.000 0

```

0    **
    **
1    1257
    4
2    ** 1160
    ** 2
3    ** 1125
    ** 3
4    ** ** 1094
    ** ** 3
5    ** ** 1091
    ** ** 3
6    1074 ** ** 1172
    3 ** ** 3
7    ** ** ** ** **
    ** ** ** -
8    1038 ** ** ** 1122
    4 ** ** ** 3
9    ** ** ** ** 994
    ** ** ** 3
10   982 ** ** ** ** 955
    3 ** ** ** 3
11   ** ** ** - 908
    ** ** ** 2
12   956 ** ** ** - 879
    3 ** ** ** 2
13   ** ** ** - 906
    ** ** ** 2
14   ** ** ** - ** -
    ** ** ** - ** -
15   ** ** ** - ** - 863
    ** ** ** - ** - 2
16   799 ** ** ** - ** - 830
    2 ** ** ** - ** - 2
17   ** ** ** - ** - 991
    ** ** ** - ** - 2
18   692 ** ** ** - ** - 1553
    2 ** ** ** - ** - 3
19   ** ** ** - ** - ** -
    ** ** ** - ** - ** -
20   644 ** ** ** - ** - ** -
    2 ** ** ** - ** - ** -
21   ** ** ** - ** - ** -
    ** ** ** - ** - ** -
22   687 ** ** ** - ** - ** -
    2 ** ** ** - ** - ** -

```

H2/H1 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 4/3/87 MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA
 PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1901
 MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0    1219
    4
1    1205
    2
2    ** **
    ** **
3    1160 1251
    3    3
4    ** ** 1194
    ** ** 4
5    ** ** ** ** ** ** ** ** 
    ** ** ** 
6    ** ** ** 1128
    ** ** ** 3
7    1079 ** ** 1105
    3 ** ** 3
8    ** ** ** ** ** ** 
    ** ** ** 
9    1063 ** 1054 ** 1030
    2 ** 3 ** 3
10   ** ** ** ** ** 
    ** ** ** 
11   ** ** ** 
    ** ** ** 
12   ** ** ** 
    ** ** 952 370
13   876 ** ** 
    2 ** ** 
14   ** ** ** 
    ** ** 
15   795 ** ** 
    2 ** ** 
16   ** ** ** 
    ** ** 666
17   ** ** ** 
    ** ** 
18   ** ** ** 
    ** ** 638
19   755 ** ** 
    2 ** ** 
20   ** ** ** 
    ** ** 
21   1201 ** ** 
    4 ** ** 
    
```

H2/H1 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

E: 4/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1971

DE=IXS CORE DATA (38,36) 1.000 0

```

0  **
  **
1  670
   3
2  693 647
   3 2
3  669 **
   2 **
4  715 687 682
   3 2 3
5  705 ** 778
   2 ** 3
6  ** 772 797 834
   ** 3 2 3
7  806 847 871 922
   2 3 3 4
8  907 916 ** 969 1028
   1 4 ** 4 4
9  1057 1076 1083 1125 1197
   4 4 4 3 5
10 1347 1339 1355 1405 1453 1628
   6 6 6 4 5 6
11 ** ** ** ** ** ** ** 
   ** ** ** ** ** 
12 1040 1191 1195 1200 1248 1399 **
   3 5 5 5 4 4 **
13 ** 964 949 984 1038 1234 **
   ** 4 4 4 4 3 **
14 825 ** ** ** ** ** ** ** 1105 **
   3 ** ** ** ** ** 4 **
15 ** ** ** ** ** ** ** ** 
   ** ** ** ** ** 
16 695 ** ** ** ** ** 
   2 ** ** ** 
17 ** ** ** 
   ** ** ** 
18 629 ** ** ** 
   2 ** ** 
19 ** ** ** 
   ** ** ** 
20 568 ** ** ** 
   2 ** ** 
21 ** ** ** 
   ** ** ** 
22 621 ** ** ** 
   2 ** ** 
23 ** ** ** 
   ** ** ** 
24 1097 ** ** ** 
     4 ** ** 

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

E: 4/3/87

*** PROGRAM REIT ***

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1981

DE=IXS CORE DATA (38,36) 1.000 0

```

0    **
    **
1    667
    3
2    698 641
    3 3
3    674 **
    2 **
4    716 698 703
    3 3 3
5    697 ** 793
    2 ** 4
6    ** 780 815 857
    ** 4 3 4
7    828 860 900 962
    3 4 5 5
8    930 954 ** 1042 1136
    2 5 ** 5 6
9    1123 1127 1174 1284 1472
    6 6 6 5 8
10   1220 1198 1206 1275 1338 1468
    7 8 8 5 8 12
11   ** ** ** ** ** ** ** 
    ** ** ** ** ** ** 
12   1231 1214 1257 1289 1356 1507 **
    7 7 7 7 6 6 **
13   969 992 996 1018 1101 1291 **
    5 5 5 6 6 5 **
14   834 ** ** ** ** ** ** ** 
    4 ** ** ** ** ** ** 
15   ** ** ** ** ** ** 
    ** ** ** *
16   708 ** ** ** *
    3 ** ** ** *
17   ** ** ** *
    ** ** ** *
18   632 ** ** ** *
    3 ** ** ** *
19   ** ** ** *
    ** ** ** *
20   571 ** ** ** *
    2 ** ** ** *
21   ** ** ** *
    ** ** ** *
22   619 ** ** ** *
    3 ** ** ** *
23   ** ** ** *
    ** ** ** *
24   1090 ** ** ** *
    5 ** ** ** *

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

ОЦЕНЕННЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ МАКРОПОЛЯ
ДЛЯ ВОЗМУЩЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЙ
С ШАГОМ 12.7 мм

DATE: 26/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1760

MODE=IXS CORE DATA (39,37) 1.000 0

```

0    **
    **
1    1232
    6
2    1202 1230
    6 6
3    1270 **
    7 **
4    1168 1224 1204
    6 6 7
5    1205 1126 1186
    6 6 7
6    ** 1152 ** **
    ** 6 ** **
7    ** 1065 ** 1050
    ** 6 ** 6
8    ** ** 1042 998 983
    ** ** 6 6 5
9    ** ** 998 974 **
    ** ** 6 5 **
10   ** ** 931 903 ** 878
    ** ** 5 5 ** 5
11   ** 867 ** ** 808 798
    ** 5 ** ** 5 5
12   ** 844 ** ** 792 774 **
    ** 5 ** ** 5 5 **
13   798 778 ** ** 758 717 ** 690
    5 5 ** 4 4 ** 4
14   765 766 ** 720 728 ** 668 676
    4 4 ** 4 4 ** 4 4
15   ** ** ** ** ** ** ** 
    ** ** ** ** ** ** 
16   1046 ** ** ** ** ** 954 ** ** 1026
    6 ** ** ** 6 ** ** 6
H2/H1      8      7      6      5      4      3      2      1      0
  
```


*** PROGRAM RFIT ***

E: 4/3/87

RAD DISTR FUEL 163/161 INTERMED TEMP

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1761

DE=IXS CORE DATA (39,37) 1.000 0

```

0  **
  **
1  1281
   4
2  1257 1330
   5 7
3  1277 **
   5 **
4  1231 1296 1241
   5 5 3
5  1259 1199 1198
   5 5 5
6  ** 1209 ** **
   ** 5 ** **
7  ** 1098 ** 1107
   ** 4 ** 3
8  ** ** 1075 1055 1089
   ** ** 4 4 4
9  ** ** 1049 1053 **
   ** ** 4 4 **
10 987 ** 1002 932 ** 939
    4 ** 4 3 ** 3
11 ** 904 ** ** 838 850
    ** 3 ** ** 3 3
12 ** 886 ** ** 806 791 **
    ** 4 ** ** 4 4 **
13 842 798 ** 790 736 ** 728
    3 3 ** 3 3 ** 3
14 797 817 ** 742 0 ** 699 718
    3 3 ** 3 ** 3 2
15 ** ** ** ** ** ** ** ** ** 
    ** ** ** ** ** ** 3 **
16 1070 ** ** ** ** 988 ** 982 1079
    3 ** ** ** 4 ** 3 3

H2/H1      8      7      6      5      4      3      2      1      0

```


DATE: 26/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1766

MODE=IXS CORE DATA (29,37) 1.000 0

```

0      **
      **
1      1224
      7
2      1182 1216
      7 7
3      1258 **
      6 **
4      1164 1238 1194
      7 6 6
5      1195 1111 1170
      6 6 6
6      ** 1146 ** **
      ** 6 ** **
7      ** 1044 ** 1036
      ** 6 ** 5
8      ** ** 1036 970 977
      ** ** 6 5 5
9      ** ** 987 970 **
      ** ** 5 5 **
10     ** ** 919 884 ** 864
      ** ** 5 5 ** 5
11     ** 860 ** ** 796 793
      ** 5 ** ** 4 5
12     ** 845 ** ** 800 766 **
      ** 4 ** ** 4 4 **
13     806 774 ** 764 711 ** 689
      4 4 ** 4 4 ** 4
14     780 785 ** 730 739 ** 676 700
      4 4 ** 4 4 ** 3 4
15     ** ** ** ** ** ** ** 
      ** ** ** *
16     1144 ** ** ** ** 1039 ** ** 1152
      6 ** ** ** 6 ** ** 6
H2/H1      8 7 6 5 4 3 2 1 0
  
```


DATE: 26/2/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1770

MODE=IXS CORE DATA (39,36) 1.000 0

```

0    **
    **
1    1224
    4
2    1270 1272
    5 5
3    ** 1267
    ** 4
4    1268 ** 1159
    7 ** 4
5    1225 ** **
    5 ** **
6    1218 ** ** 1113
    4 ** ** 4
7    1181 ** ** 1158
    4 ** ** 4
8    ** ** ** ** 1105
    ** ** ** -
9    ** 1102 ** ** 1025
    ** 4 ** ** 4
10   ** ** ** ** ** ** ** ** 
    ** ** ** -
11   ** ** ** - 927
    ** ** ** - 4
12   997 ** ** ** - 905
    4 ** ** ** - 4
13   ** ** ** - 856
    ** ** ** - 3
14   916 883 ** ** ** - 757
    4 3 ** ** ** - 3
15   ** ** ** - 
    ** ** ** - 
16   799 ** ** ** - 751 ** ** ** - 706
    3 ** ** ** - 3 ** ** ** - 3
17   ** ** ** - 701 ** ** ** - 869
    ** ** ** - 3 ** ** ** - 3
18   684 ** ** ** - 
    3 ** ** ** - 
19   ** ** ** - 
    ** ** ** - 
20   ** ** ** - 
    ** ** ** - 
21   ** ** ** - 
    ** ** ** - 
22   801 ** ** ** - 
    3 ** ** ** - 

```

H2/H1 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

*** PROGRAM RFIT ***

E: 4/3/87

RAD DISTR FUEL 163/161

INTERMED TEMP

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO.

1771

DE=IXS CORE DATA (39,36) 1.000 0

```

0    **
    **
1    1265
    6
2    1360 1357
    6 4
3    ** 1347
    ** 6
4    1356 ** 1232
    6 ** 5
5    1286 ** **
    6 ** **
6    1278 ** ** 1209
    6 ** ** 5
7    1251 ** ** 1200
    6 ** ** 4
8    1162 ** ** ** 1173
    5 ** ** ** 5
9    ** 1197 ** ** 1149
    ** 5 ** ** 5
10   ** ** ** ** ** ** ** ** 
    ** ** ** *
11   ** ** ** *
    ** ** ** 912
    ** ** ** 4
12   1075 ** ** ** ** 
    5 ** ** ** 948
    ** ** ** 4
13   ** ** ** 
    ** ** ** 903
    ** ** ** 4
14   959 961 ** ** ** 
    3 4 ** ** ** 783
    ** ** ** 3
15   ** ** ** 
    ** ** ** 
16   844 ** ** ** 754 ** ** 725
    4 ** ** ** 3 ** ** 2
17   ** ** ** 713 ** ** ** 935
    ** ** ** 3 ** ** 2
18   707 ** ** ** 687 ** ** ** 
    2 ** ** ** 3 ** ** 
19   ** ** ** 640 ** ** ** 
    ** ** ** 3 ** ** 
20   ** 657 ** ** ** 
    ** 3 ** ** 
21   ** 711 ** ** 755 ** ** 
    ** 3 ** ** 4 ** ** 
22   857 ** 948 ** ** 1147 ** ** 
    3 ** 4 ** ** 4 ** 

```

H2/H1 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 26/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1776

MODE=IXS CORE DATA (39,36) 1.000 0

```

0  **
  **
1  1205
   6
2  1263 1262
   8 7
3  ** 1255
   ** 6
4  1252 ** 1142
   14 ** 6
5  1238 ** **
   6 ** **
6  1213 ** ** 1101
   7 ** ** 6
7  1192 ** ** 1142
   7 ** ** 6
8  ** ** ** ** ** 1097
   ** ** ** 6
9  ** 1106 ** ** 1012
   ** 6 ** ** 6
10 ** ** ** ** ** ** ** ** 
   ** ** ** 
11 ** ** ** ** 906
   ** ** ** 5
12 990 ** ** ** 911
   5 ** ** ** 5
13 ** ** ** 853
   ** ** ** 5
14 914 895 ** ** ** 745
   5 5 ** ** ** 4
15 ** ** ** 
   ** ** ** 
16 796 ** ** 746 ** ** 735
   5 ** ** 4 ** ** 4
17 ** ** ** 704 ** ** 942
   ** ** 4 ** ** 5
18 684 ** ** ** 
   4 ** ** ** 
19 ** ** ** 
   ** ** ** 
20 ** ** ** 
   ** ** ** 
21 ** ** ** 
   ** ** ** 
22 897 ** ** ** 
   5 ** ** ** 

```

H2/H1 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 4/3/87 RAD DISTR FUEL 163/161 INTERMED TEMP
 PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 2411
 MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0    **
    **
1    763
    2
2    795 752
    3 3
3    754 **
    3 **
4    796 777 812
    3 3 3
5    782 858 823
    3 3 3
6    ** 845 ** **
    ** 3 ** **
7    ** 890 ** 880
    ** 3 ** 1
8    925 ** 867 935 914
    3 ** 3 3 3
9    ** ** 952 980 **
    ** ** 5 4 **
10   1091 ** 1019 1084 ** 1080
    4 ** 3 4 ** 3
11   ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** 
    ** ** ** * 1260
    ** ** ** * 4
12   1239 ** ** ** ** ** ** ** 
    4 ** ** ** * 4
13   ** ** ** * ** 
    ** ** ** * ** 
14   1312 ** ** ** * 938 ** 1293
    4 ** ** ** * 4 ** 4
15   ** ** ** * ** 
    ** ** ** * ** 
16   1292 ** ** ** * ** 
    4 ** ** ** * ** 
17   ** ** ** * ** 
    ** ** ** * ** 
18   ** ** ** * ** 
    ** ** ** * ** 
19   ** ** ** * ** 
    ** ** ** * ** 
20   1125 ** ** ** * ** 
    4 ** ** ** * ** 
21   ** ** ** * ** 
    ** ** ** * ** 
22   1102 ** ** ** * ** 
    4 ** ** ** * ** 
23   ** ** ** * ** 
    ** ** ** * ** 
24   1681 ** ** ** * ** 
    5 ** ** ** * ** 
  
```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 4/3/87

RAD DISTR FUEL 163/161

INTERMED TEMP

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 2421

MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0      **
      **
1      1039
      3
2      1191 1187
      4      4
3      ** 1185
      **      4
4      1200 ** 1093
      4 **      4
5      1186 ** **
      4 ** **
6      1184 ** ** 1053
      4 ** **      4
7      1159 ** ** 1140
      4 ** **      4
8      1130 1140 ** ** 1090
      4      4 ** **      4
9      ** 1131 ** ** 1006
      **      4 ** **      3
10     ** 1014 1113 ** ** **
      **      3      4 ** ** **
11     ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** 989
      ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** 3
12     1062 ** ** ** ** ** ** ** ** ** 1026
      4 ** ** ** ** ** ** ** 3
13     ** ** ** ** ** ** 983
      ** ** ** 
14     1029 1013 ** ** ** 899
      3      3 ** ** ** 3
15     ** ** ** 889 1091 ** ** 
      ** ** ** 3      6 ** ** 
16     968 ** ** ** 929 ** ** 796
      3 ** ** ** 3 ** ** 2
17     ** ** ** 920 ** ** 847
      ** ** ** 3 ** ** 3
18     938 ** ** ** ** 824
      3 ** ** ** 
19     ** ** ** 
      ** ** ** 772
      ** ** ** 2
20     863 ** ** ** 728
      2 ** ** 
21     ** ** ** 
      ** ** ** 700
      ** ** ** 2
22     859 ** ** ** 701
      3 ** ** 
23     ** ** ** 
      ** ** ** 817
      ** ** ** 2
24     1288 ** ** ** 
      5 ** ** 

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

ATE: 4/3/87

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 2441

MODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0      **
      **
1      1187
      5
2      1295 1299
      6 6
3      1307 1304
      6 5
4      1322 1310 1306
      5 5 5
5      1316 1293 1252
      5 5 5
6      1308 ** ** 1125
      5 ** ** 5
7      ** ** ** ** ** 
      ** ** ** 
8      1230 ** ** ** 1023
      5 ** ** ** 4
9      ** ** ** ** ** 1115
      ** ** ** 4
10     1182 ** ** ** 1117
      5 ** ** ** 4
11     ** ** ** * 1062
      ** ** ** * 2
12     1056 ** ** ** * 983
      4 ** ** ** * 4
13     937 ** ** ** * 856
      4 ** ** ** * 3
14     ** 883 944 ** ** ** 
      ** 4 ** ** ** 
15     822 ** ** ** * 734
      3 ** ** ** * 3
16     841 ** ** ** * 775
      3 ** ** ** * 3
17     ** ** ** * 899
      ** ** ** * 3
18     783 ** ** ** * 1310
      3 ** ** ** * 5
19     ** ** 707 ** ** ** 
      ** ** 3 ** ** ** 
20     676 ** ** 589 ** ** ** 
      3 ** ** 2 ** ** ** 
21     ** ** ** * 2 ** ** 
      ** ** ** * 2 ** ** 
22     651 ** ** ** 559 ** ** 
      3 ** ** 2 ** ** 
23     ** ** ** 610 697 ** ** 
      ** ** 3 3 ** ** 
24     ** ** ** 773 ** 1004 ** ** 
      ** ** 4 ** 5 ** ** 
25     ** ** ** 1077 ** ** 
      ** ** 5 ** ** 

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

TE: 4/3/87

RAD DISTR FUEL 163/161

INTERMED TEMP

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO.

2443

ODE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0      **
      **
1      1171
      5
2      1256 1251
      5      5
3      1286 1271
      5      5
4      1296 1291 1278
      5      5      5
5      1291 1262 1217
      5      5      4
6      1269 ** ** 1113
      5 ** ** 4
7      ** ** ** ** ** 
      ** ** ** 
8      1205 ** ** ** 1013
      4 ** ** ** 4
9      ** ** ** ** ** 1104
      ** ** ** 
10     1169 ** ** ** ** 1081
      4 ** ** ** 4
11     ** ** ** * 1043
      ** ** ** * 2
12     1037 ** ** ** * 978
      4 ** ** ** * 4
13     925 ** ** ** * 837
      3 ** ** ** * 3
14     ** 862 927 ** ** ** 
      ** 3 4 ** ** 
15     813 ** ** ** * 742
      3 ** ** ** * 3
16     820 ** ** ** * 815
      3 ** ** ** * 3
17     ** ** ** * 965
      ** ** ** * 3
18     782 ** ** ** * 1345
      3 ** ** ** * 5
19     ** ** 710 ** ** 
      ** ** 3 ** ** 
20     692 ** ** 614 ** ** 
      3 ** ** 3 ** ** 
21     ** ** ** * ** 
      ** ** ** * ** 
22     688 ** ** 616 ** ** 
      3 ** ** 2 ** ** 
23     ** ** ** 690 798 ** 
      ** ** ** 2 3 ** 
24     ** ** ** 860 ** 1137 ** 
      ** ** ** 3 ** 5 ** 
25     ** ** ** 1176 ** 
      ** ** 5 ** 

```

H2/H1 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

DATE: 9/3/87 *** PROGRAM KFIT ***
 MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA
 PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1551
 MODE=IXS CORE DATA (38,38) 1,000 0

```

0      **
      **
1      1267
      6
2      1367 1392
      9      7
3      1398 1413
      7      7
4      1344 1380 1385
      7      7      7
5      1335 1349 1332
      7      7      7
6      1313 ** 1278 1199
      7 **      6      6
7      ** ** 1166 **
      ** **      6 **
8      1284 ** 1232 1140 1120
      6 **      6      6      6
9      ** ** ** 1167 1159
      ** ** **      6      6
10     1215 ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** 1117
      6 ** ** ** ** ** ** ** 5
11     ** ** ** ** ** ** ** ** ** 1108
      ** ** ** *
12     1092 1083 ** ** ** ** 1020
      5      5 ** ** ** 5
13     956 ** ** ** 976 888
      5 ** ** ** 5      5
14     ** 904 978 ** ** ** 837 **
      **      5      5 ** ** 4 **
15     864 ** ** 947 ** 857 778 756
      4 ** ** 4 ** 4      4
16     869 869 ** ** ** ** 807 814
      4      4 ** ** ** 4
17     845 820 ** 844 ** ** 911
      4      4 ** 4 ** ** 4
18     804 ** ** ** ** 1341
      3 ** ** ** 5
19     ** ** 716 693 ** ** ** ** ** 
      ** ** 3      3 ** ** ** 
20     695 ** ** 597 ** 681 ** ** ** 
      3 ** ** 3 ** ** ** 
21     ** ** ** 604 ** ** ** 
      ** ** 3 ** ** ** 
22     657 ** ** 557 563 ** 1031 ** ** 
      3 ** ** 5      2 ** 4 ** ** 
23     ** ** ** 622 695 ** ** ** 
      ** ** 3      3 ** ** ** 
24     ** ** ** 784 ** 1032 ** ** ** 
      ** ** 3 ** 4 ** ** ** 
25     ** ** ** 1100 ** ** ** 
      ** ** 4 ** ** ** 

```

H2/H1 14 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
 END OF RUN

TE: 6/3/86

MANIPULATIONS WITH THE STORED DATA

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1553

MODE=IXS CORE DATA (38,38) 1.000 0

```

0      **
      **
1      1217
      7
2      1307 1325
      7 7
3      1359 1346
      7 7
4      1344 1297 1332
      7 7 7
5      1287 1307 1285
      7 6 6
6      1286 ** 1263 1187
      6 ** 6 5
7      ** ** 1157 **
      ** ** 5 **
8      1244 ** 1181 1089 1055
      5 ** 5 5 5
9      ** ** ** 1136 1116
      ** ** ** 5 5
10     1185 ** ** ** ** ** ** 1117
      5 ** ** ** 5
11     ** ** ** ** ** ** ** 1083
      ** ** ** 5
12     1051 1071 ** ** ** 1011
      5 5 ** ** ** 5
13     946 ** ** ** 938 863
      4 ** ** ** 4 4
14     ** 899 974 ** ** ** 824 **
      ** 4 4 ** ** 4 **
15     849 ** ** 941 ** 863 803 781
      4 ** ** 4 ** 4 4 4
16     853 878 ** ** ** ** 822 829
      4 4 ** ** ** 4 4
17     840 839 ** 853 ** ** ** 952
      4 4 ** 4 ** ** 4
18     809 ** ** ** ** ** 1367
      3 ** ** ** 5
19     ** ** 739 722 ** ** ** 
      ** ** 3 3 ** ** 
20     725 ** ** 633 ** 730 ** ** 
      3 ** ** 3 ** 3 ** 
21     ** ** ** 656 ** ** ** 
      ** ** ** 3 ** ** 
22     709 ** ** 599 637 ** 1123 ** ** 
      3 ** ** 3 3 4 ** ** 
23     ** ** ** 715 810 ** ** ** 
      ** ** ** 3 3 ** ** 
24     ** ** ** 883 ** 1149 ** ** 
      ** ** ** 3 4 ** ** 
25     ** ** ** 1187 ** ** 
      ** ** ** 4 ** ** 

```

H2/H1

12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

E: 4/3/87

RAD DISTR FUEL 163/161

*** PROGRAM RFIT ***

PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 2453

DE=IXS CORE DATA (37,37) 1.000 0

```

0      **
      **
1      1388
      6
2      1318 1268
      4      4
3      1246 1223
      4      4
4      1219 1223 1234
      4      4      4
5      1216 1235 1220
      4      4      4
6      1214 ** ** 1274
      4 ** ** 4
7      ** ** ** ** ** ** ** ** 
      ** ** ** 
8      1142 ** ** ** 1196
      4 ** ** ** 4
9      ** ** ** ** 1103
      ** ** ** 4
10     1093 ** ** ** 1060
      4 ** ** ** 4
11     ** ** ** 991
      ** ** ** 2
12     1040 ** ** ** 954
      3 ** ** ** 3
13     1069 ** ** ** 950
      3 ** ** ** 2
14     ** 1009 919 ** ** ** 
      ** 3 3 ** ** 
15     964 ** ** ** 863
      3 ** ** ** 3
16     858 ** ** ** 794
      3 ** ** ** 2
17     ** ** ** 877
      ** ** ** 3
18     732 ** ** ** 1179
      3 ** ** 4
19     ** ** 688 ** ** 
      ** ** 2 ** ** 
20     645 ** ** 683 ** ** 
      2 ** ** 2 ** ** 
21     ** ** ** ** ** 
      ** ** ** 
22     626 ** ** 684 ** ** 
      2 ** ** 2 ** ** 
23     ** ** ** 667 723 ** 
      ** ** 2 2 ** 
24     ** ** ** 775 ** 985 ** 
      ** ** 3 4 ** 
25     ** ** ** 1033 ** 
      ** ** 4 ** 

```

H2/H1

12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

ATE: 4/3/87 RAD DISTR FUEL 163/161 INTERMED TEMP
 PLOT OF THE NORMALIZED DISTRIBUTION NO. 1801
 MODE=IXS CORE DATA (37,38) 1.000 0

```

0  **
  **
1  1147
   5
2  1285 1300
   6   8
3  1395 1465
   9   9
4  1571 1618 1679
   7  10  10
5  1921 1995 2195
   11  11  12
6  ** ** ** ** **
   ** ** ** *
7  1848 ** 0 **
   10 ** **
8  1454 ** ** ** *
   9 ** ** ** *
9  ** ** ** 1733 **
   ** ** ** 10 **
10 1162 ** ** ** **
   7 ** ** ** *
11 994 ** ** ** 1688 **
   7 ** ** ** *
12 ** 935 ** ** ** 1747 **
   ** 6 ** ** ** 13 **
13 900 ** ** ** ** 1672
   6 ** ** ** 9
14 967 ** ** ** ** 1206
   6 ** ** ** 7
15 ** ** ** ** 0
   ** ** ** *
16 1086 ** ** ** * 818
   7 ** ** ** * 4
17 ** ** ** * 663
   ** ** ** * 4
18 ** ** ** * 1327 ** ** ** *
   ** ** ** * 6 ** ** ** *
19 ** ** ** * 522
   ** ** ** * 3
20 917 ** ** ** * 798 ** ** 550
   6 ** ** ** * 4 ** ** 3
21 ** ** ** * 987 ** 944 ** ** 575
   ** ** ** * 7 ** 5 ** ** 3
22 634 ** ** 738 ** ** 911 ** ** 677
   5 ** ** 4 ** ** 5 ** ** 3
23 531 ** 609 ** 858 ** 1053 ** 921 ** 847 976
   5 ** 4 ** 6 ** 5 ** 5 ** 4 4
24 ** 441 ** 583 ** 1003 ** ** ** *
   ** 4 ** 4 ** 5 ** ** ** *
25 383 ** 521 ** 896 ** ** ** *
   3 ** 4 ** 5 ** ** ** *
26 401 ** ** 554 ** ** ** *
   1 ** ** 4 ** ** ** *
27 ** ** ** 755 ** ** ** *
   ** ** 5 ** ** ** *
28 425 ** ** ** * ** ** *
   4 ** ** ** * ** ** *
29 564 ** 722 ** ** ** *
   4 ** 5 ** ** ** *

```

H2/H1 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

МАТРИЦЫ КОРРЕЛЯЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ АКТИВАЦИЙ

Результаты измерений спектральных характеристик приведены в виде относительных активаций в разделе 4.5. Матрицы корреляции этих величин приведены в таблицах настоящего приложения. Использование матриц корреляции описано в п. 4.5.5 тома I Сборника.

Детекторы и позиции измерений обозначаются в таблицах символом

$$XXNY$$

где XX - тип детектора (Pu, U, Dy, Np, Ce),

N - позиция измерения в макроячейке, для невозмущенных решеток N=-.

Y - позиция измерения в элементарной ячейке (T - в топливе, M - в замедлителе).

12.7/3.6/0.0

T=20°C

	Pu-T	U-T	Dy-T	Np-T	Ce-T
Pu-T	1.0000	0.2009	0.0611	0.0551	0.0577
U-T	0.2009	1.0000	0.0599	0.0501	0.0588
Dy-T	0.0611	0.0599	1.0000	0.8352	0.9176
Np-T	0.0551	0.0501	0.8352	1.0000	0.8095
Ce-T	0.0577	0.0588	0.9176	0.8095	1.0000

12.7/3.6/0.0

T=130°C

	Pu-T	U-T	Dy-T	Np-T	Ce-T
Pu-T	1.0000	0.1911	0.0587	0.0553	0.0604
U-T	0.1911	1.0000	0.0601	0.0522	0.0599
Dy-T	0.0587	0.0601	1.0000	0.8107	0.9077
Np-T	0.0553	0.0522	0.8107	1.0000	0.8123
Ce-T	0.0604	0.0599	0.9077	0.8123	1.0000

12.7/3.6/5.8

T=20°C

	Pu-T	U-T	Dy-T	Np-T	Ce-T
Pu-T	1.0000	0.2016	0.0631	0.0553	0.0614
U-T	0.2016	1.0000	0.0606	0.0531	0.0590
Dy-T	0.0631	0.0606	1.0000	0.8352	0.9277
Np-T	0.0553	0.0531	0.8352	1.0000	0.8595
Ce-T	0.0614	0.0590	0.9277	0.8595	1.0000

12.7/3.6/5.8

T=130°C

	Pu-T	U-T	Dy-T	Np-T	Ce-T
Pu-T	1.0000	0.1996	0.0636	0.0509	0.0600
U-T	0.1996	1.0000	0.0596	0.0528	0.0591
Dy-T	0.0636	0.0596	1.0000	0.8882	0.8997
Np-T	0.0509	0.0528	0.8882	1.0000	0.8585
Ce-T	0.0600	0.0591	0.8997	0.8585	1.0000

12.7/4.4/0.0

T=20°C

	Pu-T	U-T	Dy-T	Np-T	Ce-T
Pu-T	1.0000	0.2001	0.0733	0.0550	0.0594
U-T	0.2001	1.0000	0.0606	0.0509	0.0579
Dy-T	0.0733	0.0606	1.0000	0.8291	0.9071
Np-T	0.0550	0.0509	0.8291	1.0000	0.8505
Ce-T	0.0594	0.0579	0.9071	0.8505	1.0000

12.7/4.4/0.0

T=130°C

	Pu-T	U-T	Dy-T	Np-T	Ce-T
Pu-T	1.0000	0.2016	0.0631	0.0553	0.0611
U-T	0.2016	1.0000	0.0608	0.0499	0.0602
Dy-T	0.0631	0.0608	1.0000	0.8352	0.9175
Np-T	0.0553	0.0499	0.8352	1.0000	0.8500
Ce-T	0.0611	0.0602	0.9175	0.8500	1.0000

11.0/3.6/0.0

T=20°C

	Pu-T	U-T	Dy-T	Np-T	Ce-T
Pu-T	1.0000	0.2098	0.2971	0.1324	0.1854
U-T	0.2098	1.0000	0.2675	0.1192	0.1669
Dy-T	0.2971	0.2675	1.0000	0.3385	0.4741
Np-T	0.1343	0.1192	0.3385	1.0000	0.4311
Ce-T	0.1854	0.1669	0.4741	0.4311	1.0000

11.0/3.6/0.0

T=130°C

	Pu-T	U-T	Dy-T	Np-T	Ce-T
Pu-T	1.0000	0.2345	0.3259	0.1583	0.2350
U-T	0.2345	1.0000	0.2982	0.1448	0.2150
Dy-T	0.3259	0.2982	1.0000	0.3871	0.5747
Np-T	0.1583	0.1448	0.3871	1.0000	0.4836
Ce-T	0.2350	0.2150	0.5747	0.4836	1.0000

11.0/3.6/1.0

T=20°C

	Dy-T	Np-T	Ce-T
Dy-T	1.0000	0.3227	0.4700
Np-T	0.3227	1.0000	0.3283
Ce-T	0.4700	0.3283	1.0000

15.0/1.6/0.0 T=20°C

	Dy-T	Np-T	Ce-T
Dy-T	1.0000	0.3008	0.4679
Np-T	0.3008	1.0000	0.3180
Ce-T	0.4679	0.3180	1.0000

15.0/3.6/0.0 T=20°C

	Dy-T	Np-T	Ce-T
Dy-T	1.0000	0.3205	0.4709
Np-T	0.3205	1.0000	0.3301
Ce-T	0.4709	0.3301	1.0000

15.0/3.6/4.0 T=20°C

	Dy-T	Np-T	Ce-T
Dy-T	1.0000	0.4001	0.5011
Np-T	0.4001	1.0000	0.3404
Ce-T	0.5011	0.3404	1.0000

15.0/4.4/0.0 T=20°C

	Dy-T	Np-T	Ce-T
Dy-T	1.0000	0.3991	0.4913
Np-T	0.3991	1.0000	0.3501
Ce-T	0.4913	0.3501	1.0000

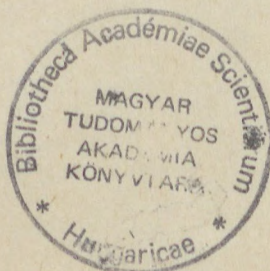
12.7-E3

	Dy1T	U1T	Pu1T	Np1T	Ce1T	Dy2T	Dy2M	U2T	U2M	Pu2T	Pu2M	Np2T	Ce2T
Dy1T	1.0000	0.1091	0.1199	0.2625	0.3545	0.1912	0.1917	0.1083	0.1735	0.0992	0.1007	0.1125	0.0827
U1T	0.1091	1.0000	0.4397	0.1332	0.0935	0.0831	0.0699	0.0678	0.0679	0.1079	0.0907	0.0679	0.0559
Pu1T	0.1199	0.4397	1.0000	0.1889	0.0987	0.0916	0.1403	0.0835	0.0877	0.0872	0.0922	0.0871	0.0834
Np1T	0.2625	0.1332	0.1889	1.0000	0.3555	0.3453	0.0619	0.0811	0.0702	0.0994	0.0695	0.0701	0.0761
Ce1T	0.3545	0.0935	0.0987	0.3555	1.0000	0.3075	0.0812	0.1378	0.0726	0.0923	0.0499	0.0643	0.0746
Dy2T	0.1912	0.0831	0.0916	0.3453	0.3075	1.0000	0.1074	0.0631	0.0729	0.0902	0.0752	0.0683	0.0652
Dy2M	0.1917	0.0699	0.1403	0.0619	0.0812	0.1074	1.0000	0.2087	0.2201	0.0930	0.0911	0.0700	0.0716
U2T	0.1083	0.0678	0.0835	0.0811	0.1378	0.0631	0.2087	1.0000	0.4060	0.1017	0.0947	0.0693	0.0811
U2M	0.1735	0.0679	0.0877	0.0702	0.0726	0.0729	0.2201	0.4060	1.0000	0.0892	0.0907	0.0666	0.0701
Pu2T	0.0992	0.1079	0.0872	0.0994	0.0923	0.0902	0.0930	0.1017	0.0892	1.0000	0.1107	0.0966	0.0895
Pu2M	0.1007	0.0907	0.0922	0.0695	0.0499	0.0752	0.0911	0.0947	0.0907	0.1107	1.0000	0.0683	0.0907
Np2T	0.1125	0.0679	0.0871	0.0701	0.0643	0.0683	0.0700	0.0693	0.0666	0.0966	0.0683	1.0000	0.0726
Ce2T	0.0827	0.0559	0.0834	0.0761	0.0746	0.0652	0.0716	0.0811	0.0701	0.0895	0.0907	0.0726	1.0000

	Dy1T	U1T	Pu1T	Np1T	Ce1T	Dy2T	U2T	Pu2T	Np2T	Ce2T	Dy3T	Np3T	Ce3T
Dy1T	1.0000	0.1883	0.2092	0.1601	0.1542	0.1001	0.0908	0.0883	0.0733	0.0922	0.0943	0.0744	0.0771
U1T	0.1883	1.0000	0.3066	0.1661	0.1725	0.1801	0.1188	0.1670	0.1609	0.1077	0.0917	0.0699	0.0702
Pu1T	0.2092	0.3066	1.0000	0.2029	0.1983	0.1911	0.1202	0.1800	0.1871	0.1301	0.1107	0.1071	0.0899
Np1T	0.1601	0.1661	0.2029	1.0000	0.2887	0.1995	0.1602	0.1811	0.1791	0.1902	0.1907	0.1683	0.1726
Ce1T	0.1542	0.1725	0.1983	0.2887	1.0000	0.3081	0.1512	0.1168	0.1732	0.1900	0.1107	0.0682	0.0698
Dy2T	0.1001	0.1801	0.1911	0.1995	0.3081	1.0000	0.2679	0.1602	0.1712	0.1008	0.1007	0.1152	0.1616
U2T	0.0908	0.1188	0.1202	0.1602	0.1512	0.2679	1.0000	0.2918	0.2001	0.1772	0.2207	0.1121	0.1730
Pu2T	0.0883	0.1670	0.1800	0.1811	0.1168	0.1602	0.2918	1.0000	0.1872	0.1867	0.1905	0.1165	0.1006
Np2T	0.0733	0.1609	0.1871	0.1791	0.1732	0.1712	0.2001	0.1872	1.0000	0.0903	0.0937	0.0983	0.0726
Ce2T	0.0922	0.1077	0.1301	0.1902	0.1900	0.1008	0.1772	0.1867	0.0903	1.0000	0.0997	0.0902	0.0699
Dy3T	0.0943	0.0917	0.1107	0.1907	0.1107	0.1007	0.2207	0.1905	0.0937	0.0997	1.0000	0.1688	0.1116
Np3T	0.0744	0.0699	0.1071	0.1683	0.0682	0.1152	0.1121	0.1165	0.0983	0.0902	0.1688	1.0000	0.1726
Ce3T	0.0771	0.0702	0.0899	0.1726	0.0698	0.1616	0.1730	0.1006	0.0726	0.0699	0.1116	0.1726	1.0000

11.0-K331

	Dy1T	Np1T	Ce1T	Dy2T	Np2T	Ce2T	Dy3T	Np3T	Ce3T
Dy1T	1.0000	0.2097	0.2199	0.0605	0.0545	0.0902	0.0907	0.0683	0.0725
Np1T	0.2097	1.0000	0.4097	0.1121	0.0735	0.0811	0.0688	0.0671	0.0679
Ce1T	0.2199	0.4097	1.0000	0.1029	0.0983	0.0912	0.1101	0.0890	0.0871
Dy2T	0.0605	0.1121	0.1029	1.0000	0.3004	0.3401	0.0622	0.0811	0.0791
Np2T	0.0545	0.0735	0.0983	0.3004	1.0000	0.3988	0.0512	0.1068	0.0732
Ce2T	0.0902	0.0811	0.0912	0.3401	0.3988	1.0000	0.0674	0.0606	0.0752
Dy3T	0.0907	0.0688	0.1101	0.0622	0.0512	0.0674	1.0000	0.2027	0.2121
Np3T	0.0683	0.0671	0.0890	0.0811	0.1068	0.0606	0.2027	1.0000	0.4165
Ce3T	0.0725	0.0679	0.0871	0.0791	0.0732	0.0752	0.2121	0.4165	1.0000



11.0-K331-pr

	Dy1T	Np1T	Ce1T	Dy2T	Np2T	Ce2T	Dy3T	Np3T	Ce3T
Dy1T	1.0000	0.2084	0.2255	0.0678	0.0555	0.0901	0.0878	0.0699	0.0703
Np1T	0.2084	1.0000	0.3901	0.0991	0.0705	0.0806	0.0696	0.0688	0.0673
Ce1T	0.2255	0.3901	1.0000	0.1007	0.0975	0.0905	0.1103	0.0897	0.0870
Dy2T	0.0678	0.0991	0.1007	1.0000	0.2987	0.3468	0.0697	0.0802	0.0799
Np2T	0.0555	0.0705	0.0975	0.2987	1.0000	0.4003	0.0511	0.1071	0.0754
Ce2T	0.0901	0.0806	0.0905	0.3468	0.4003	1.0000	0.0567	0.0603	0.0765
Dy3T	0.0878	0.0696	0.1103	0.0697	0.0511	0.0567	1.0000	0.2011	0.1967
Np3T	0.0699	0.0688	0.0897	0.0802	0.1071	0.0603	0.2011	1.0000	0.3966
Ce3T	0.0703	0.0673	0.0870	0.0799	0.0754	0.0765	0.1967	0.3966	1.0000



道至简

大道至简