

IAEA Technical Meeting to Promote the Awareness and the Use of Nuclear Facilities and Related Simulators as Effective Tools for Education and Research and for Capacity Building

Gesellschaft für Simulatorschulung mbH
(simulator training company)

Essen, Germany, May 23 – 25, 2011

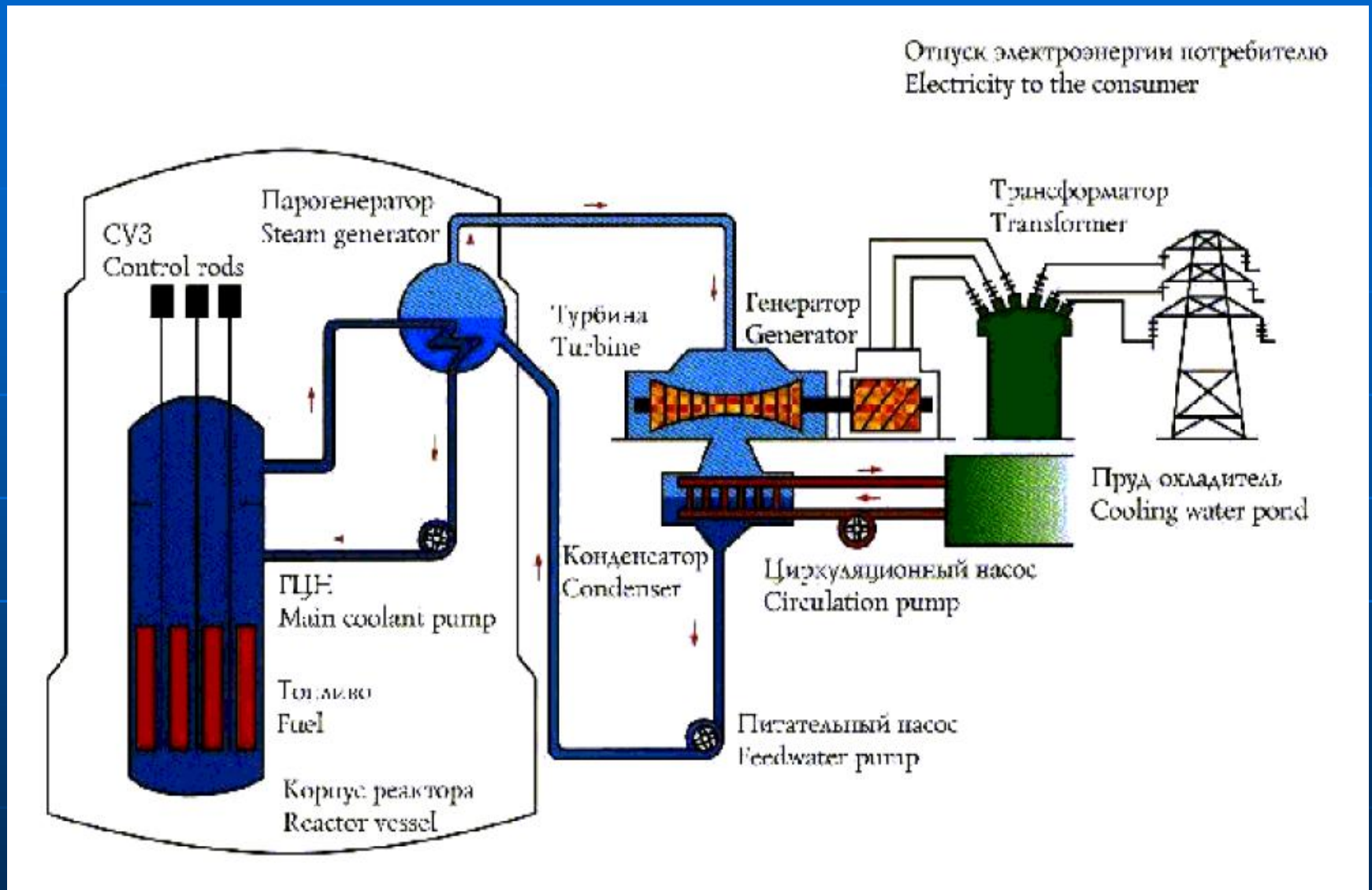
Application of WWER-1000 Reactor Department Multi-Functional Analyzer (MFA-RD) for Education and Research

Evgeniy CHERNOV
chernov.e@inbox.ru

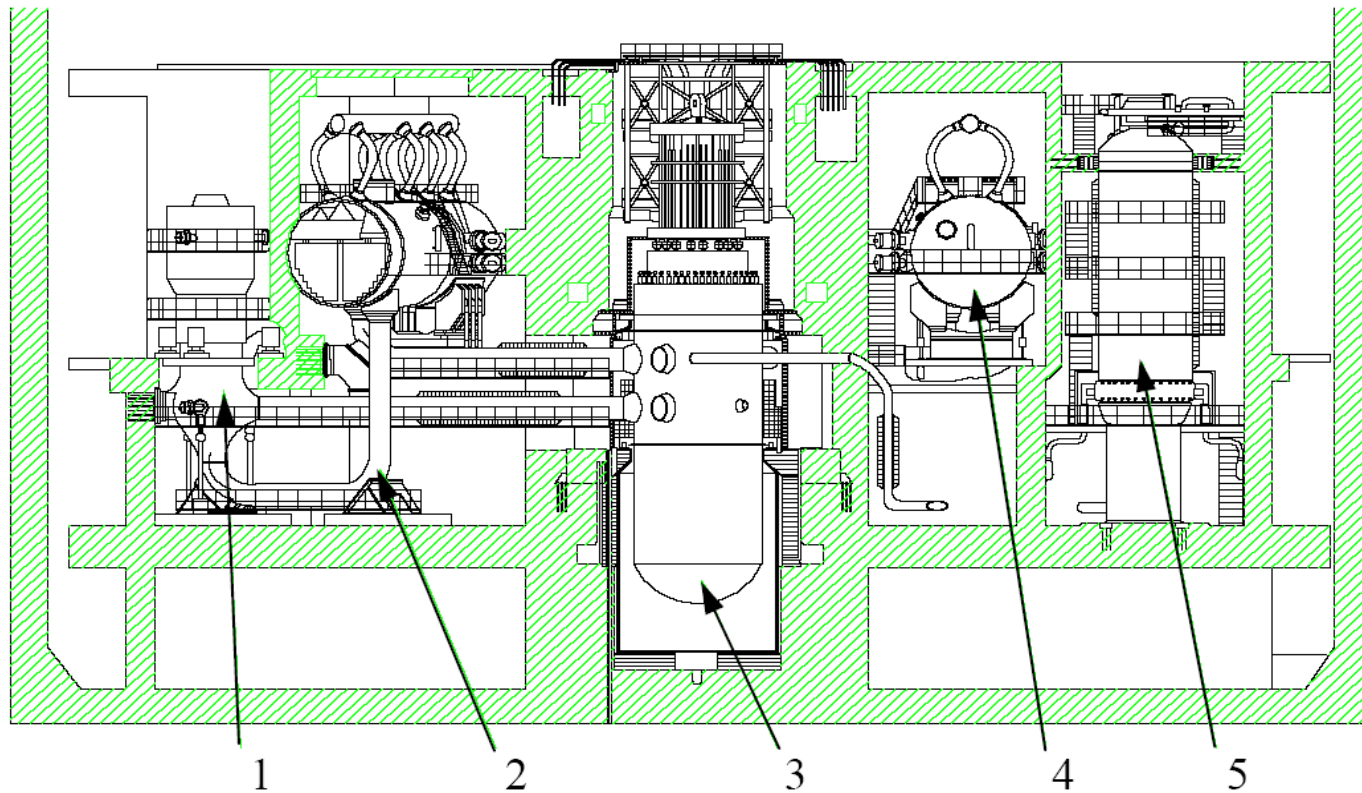
LABORATORY of Training Systems
DEPARTMENT of Automatics
Moscow Engineering and Physics Institute
National Research Nuclear University

Key moments of WWER-1000 reactor construction

Schematic diagram of NPP with WWER reactor

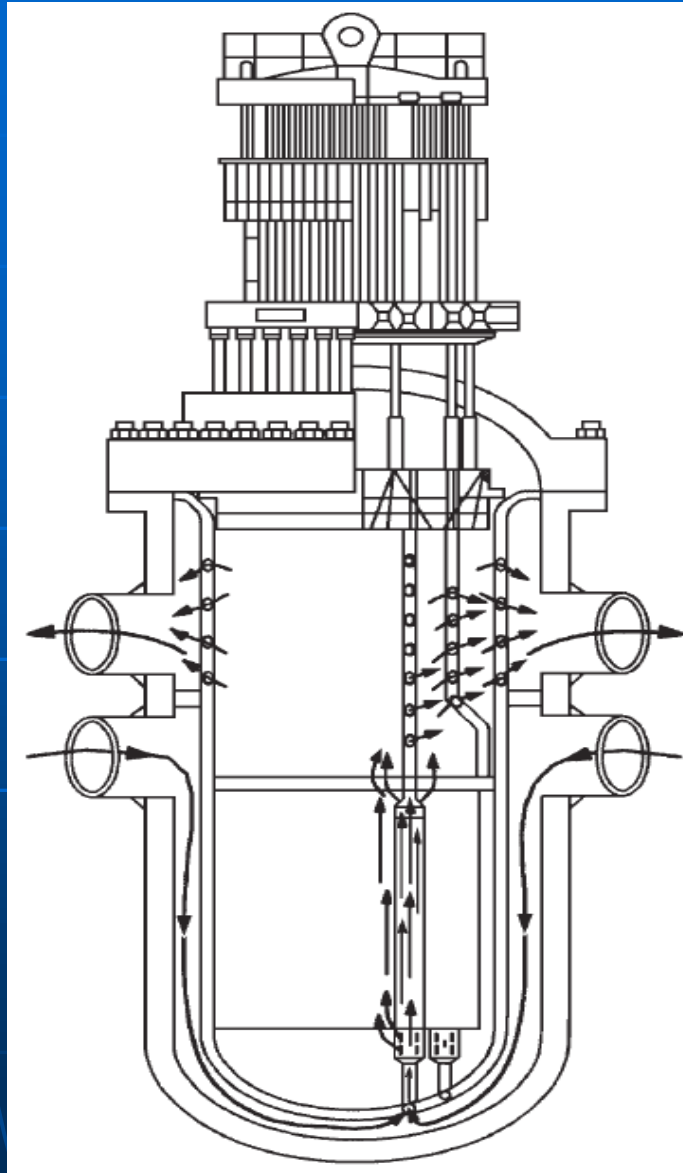


Crosscut view of WWER-1000 containment

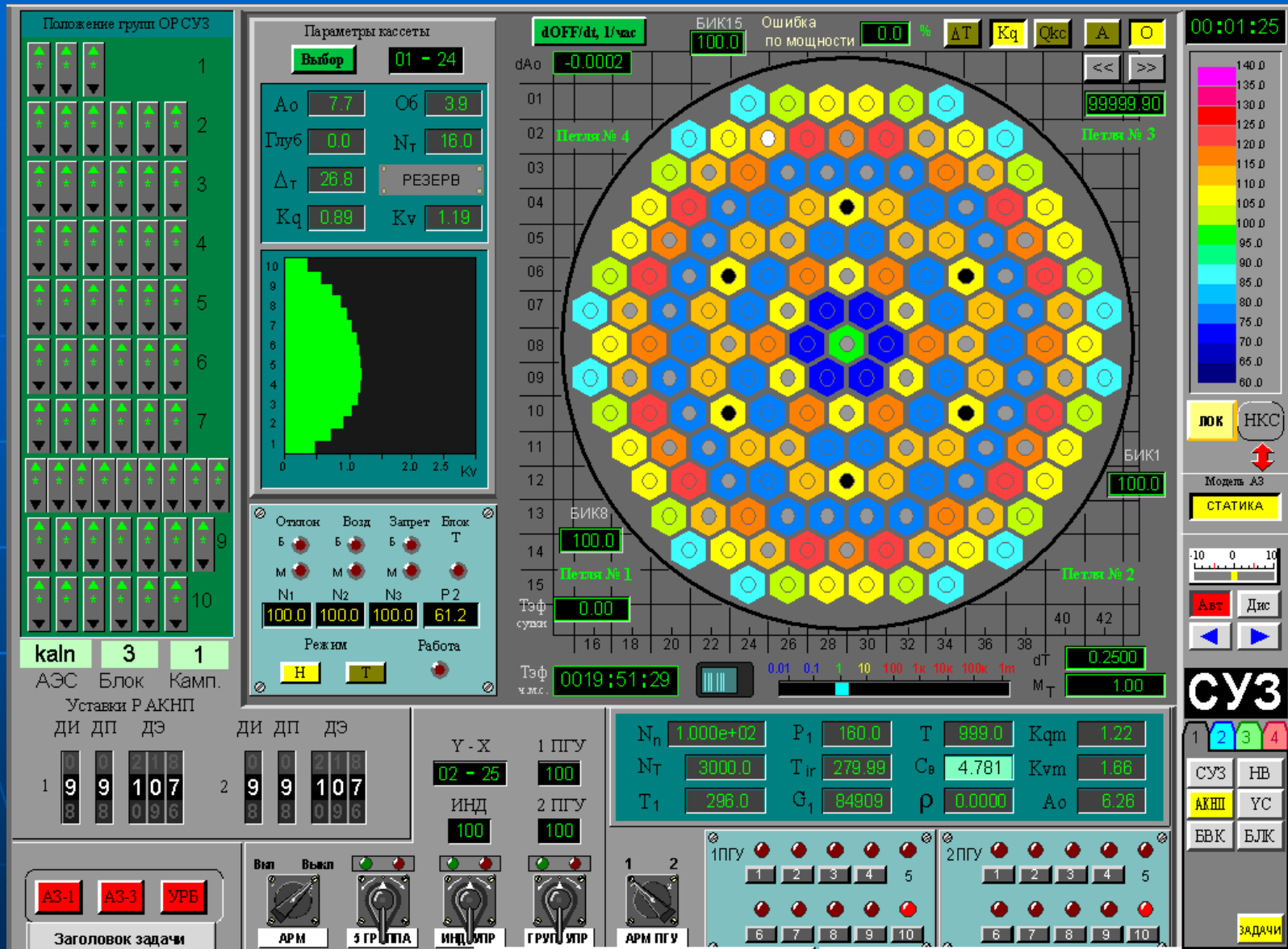


1. Main Circulation Pump
2. Primary Circuit Pipelines
3. Reactor Vessel
4. Steam Generator
5. Pressurizer

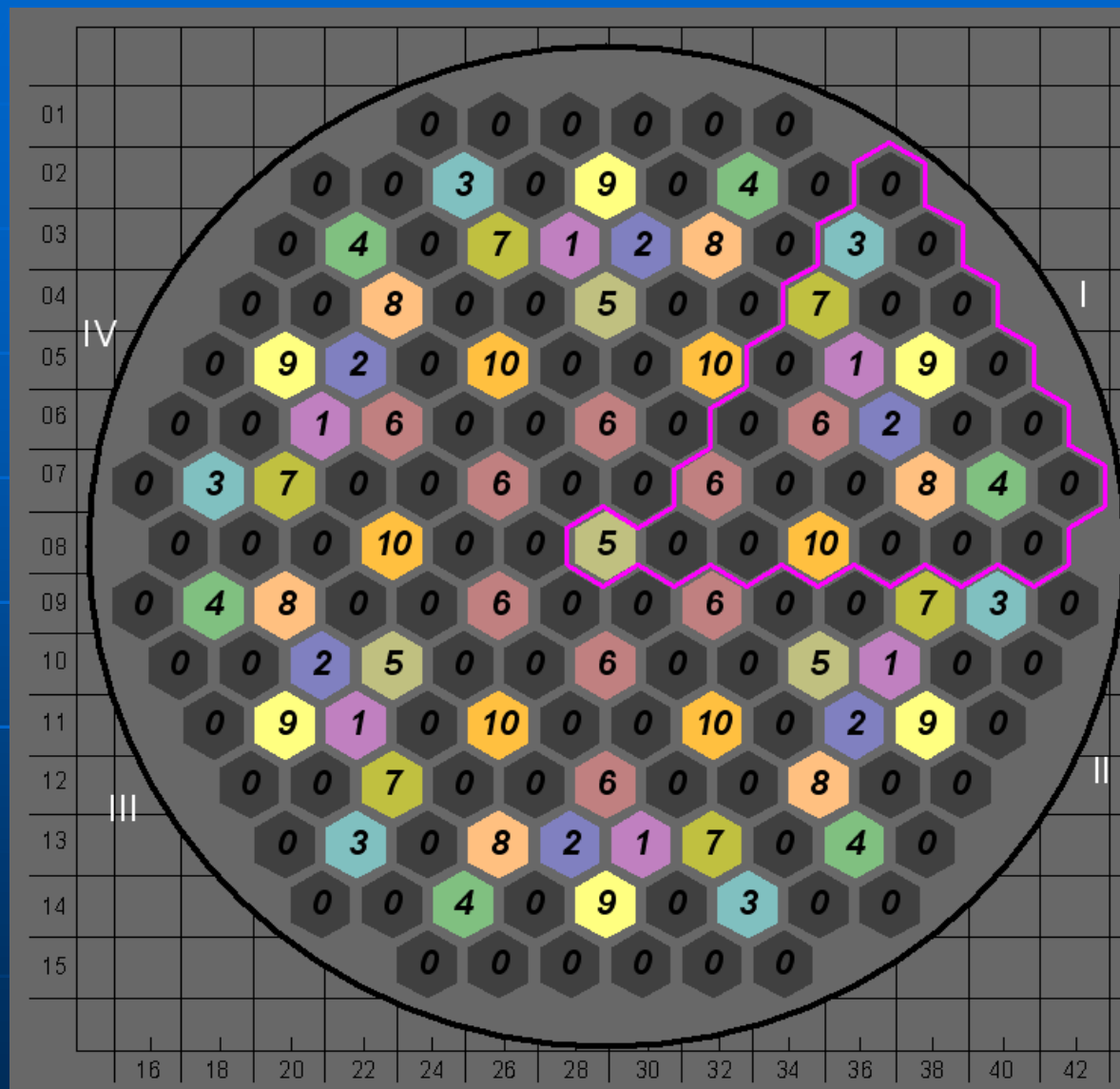
WWER-1000 reactor general view



WWER-1000 reactor core



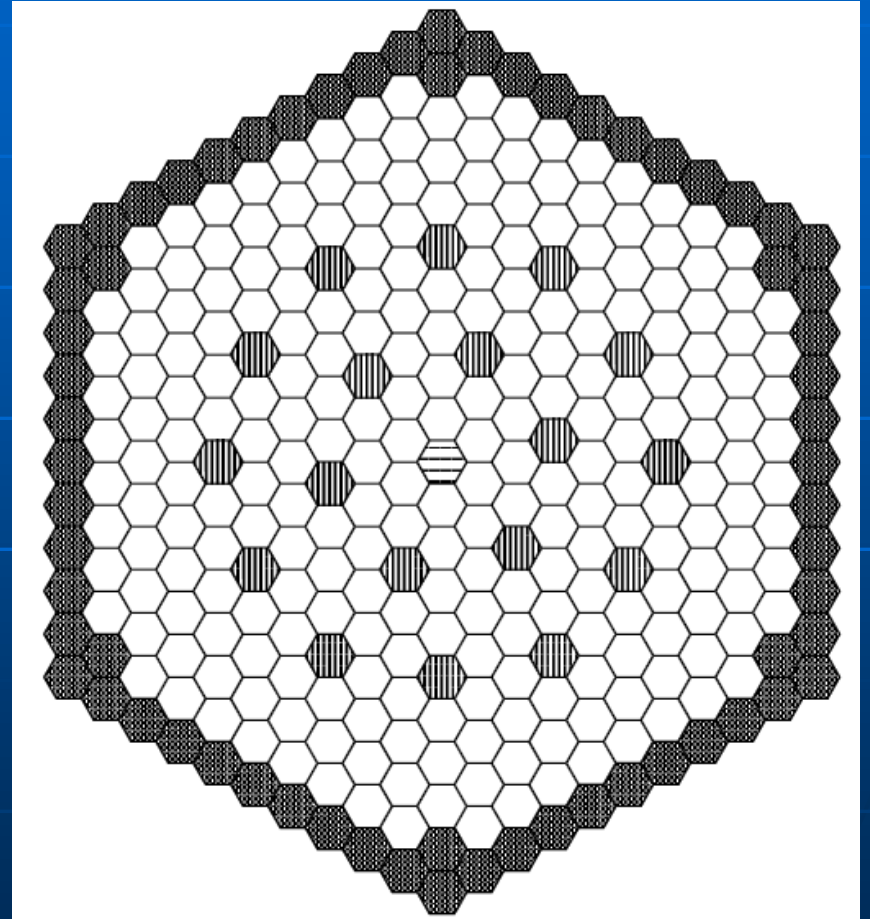
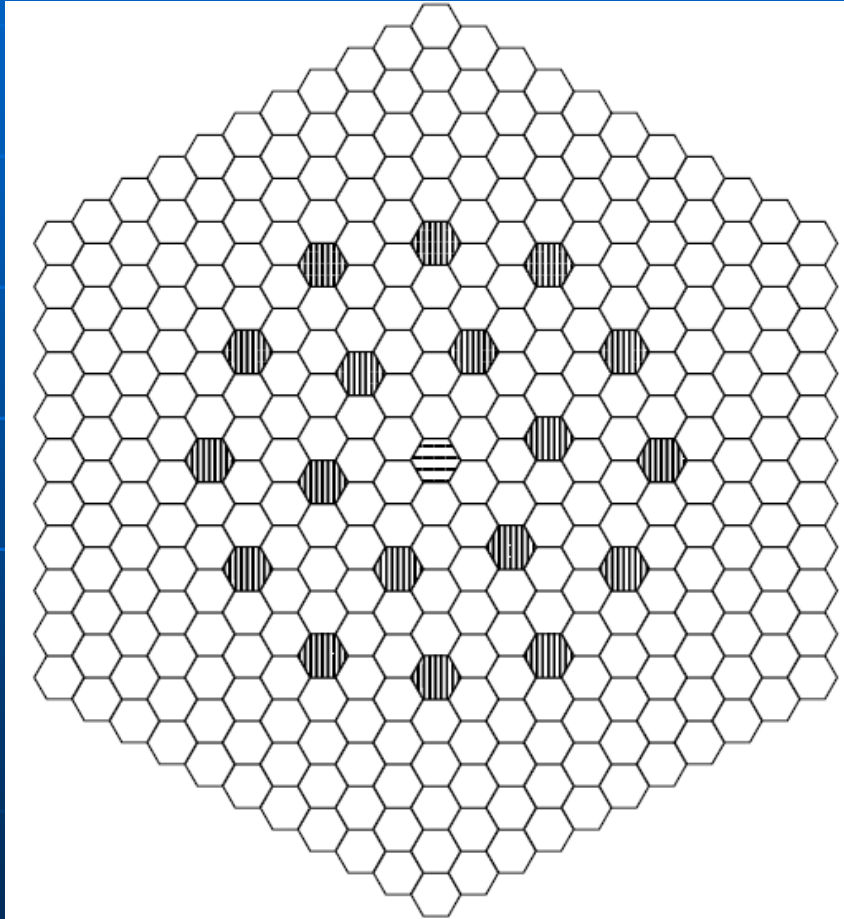
Control rods location into reactor core



WWER-1000 reactor core main parameters

Наименование характеристики, размерность	Величина
Номинальная тепловая мощность активной зоны, МВт	3000
Расход теплоносителя через активную зону, м ³ /ч	88000
Удельная тепловая мощность, КВт/л	107.8
Число ТВС, шт.	163
Число ОР СУЗ, шт.	61
Шаг между ТВС, см	23.6
Высота активной зоны в холодном состоянии, см	353.0

WWER-1000 Fuel Assemblies



WWER-1000 fuel assembly main parameters

Наименование характеристики, размерность	Величина
Сетка расположение ТВЭЛОВ	треугольная
Количество ТВЭЛОВ в ТВСА	312
Шаг расположения ТВЭЛОВ, см	1.275
Размер 'под ключ', номинальный, см	23.4
Количество НК, шт.	18
Материал НК	Э-635
Наружный диаметр НК, см	1.25
Внутренний диаметр НК, см	1.09
Толщина стенки НК, см	0.08
Плотность материала НК, г/см ³	6.55
Количество ДР в активной части штатной ТВСА/всего, шт.	13 / 15
Материал ДР	Э-110
Вес ДР, кг	0.55
Материал центральной трубки	Э-635
Наружный диаметр центральной трубки, см	1.3
Внутренний диаметр центральной трубки, см	1.1
Толщина стенки центральной трубки, см	0.1
Плотность материала центральной трубки, г/см ³	6.55

WWER-1000 Reactor Department Multi-Functional Analyzer (MFA-RD)

WWER-1000 MFA-RD

- can be used for WWER-1000 reactor steady-state and transients analysis
- was benchmarked against a wide range of WWER-1000 experimental and calculated data
- was certified for WWER-1000 type reactors computations by the State Atomic Inspection of Russia
- is specifically adapted to solution of numerous educational problems in the field of neutron physics, thermal-hydraulics and control of nuclear power plants

Scope of modeling

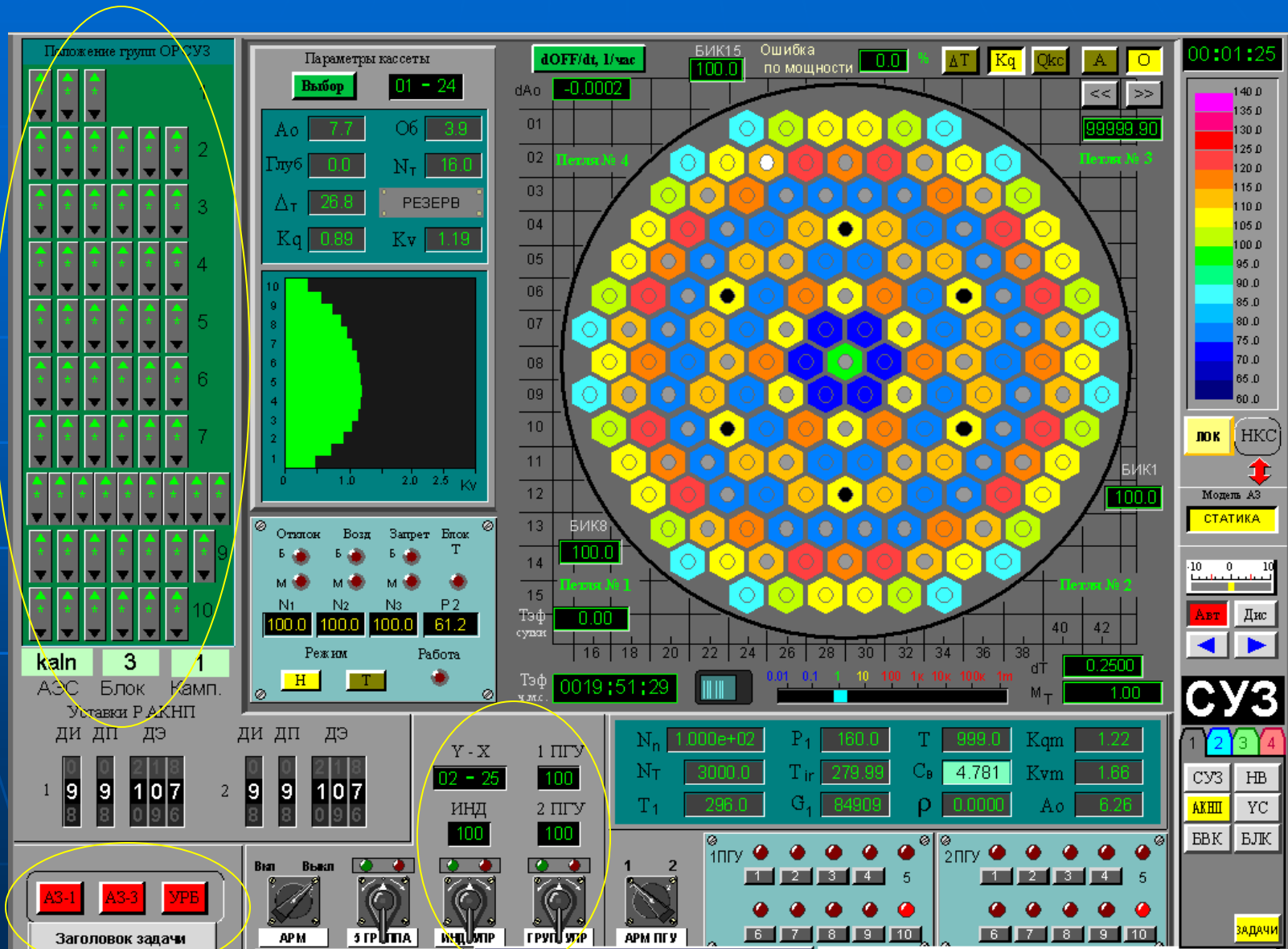
- Reactor
- Control rod and boron regulation systems
- In-core and ex-core instrumentation systems

* Scope of modeling can be easily extended from the reactor to the reactor department and more

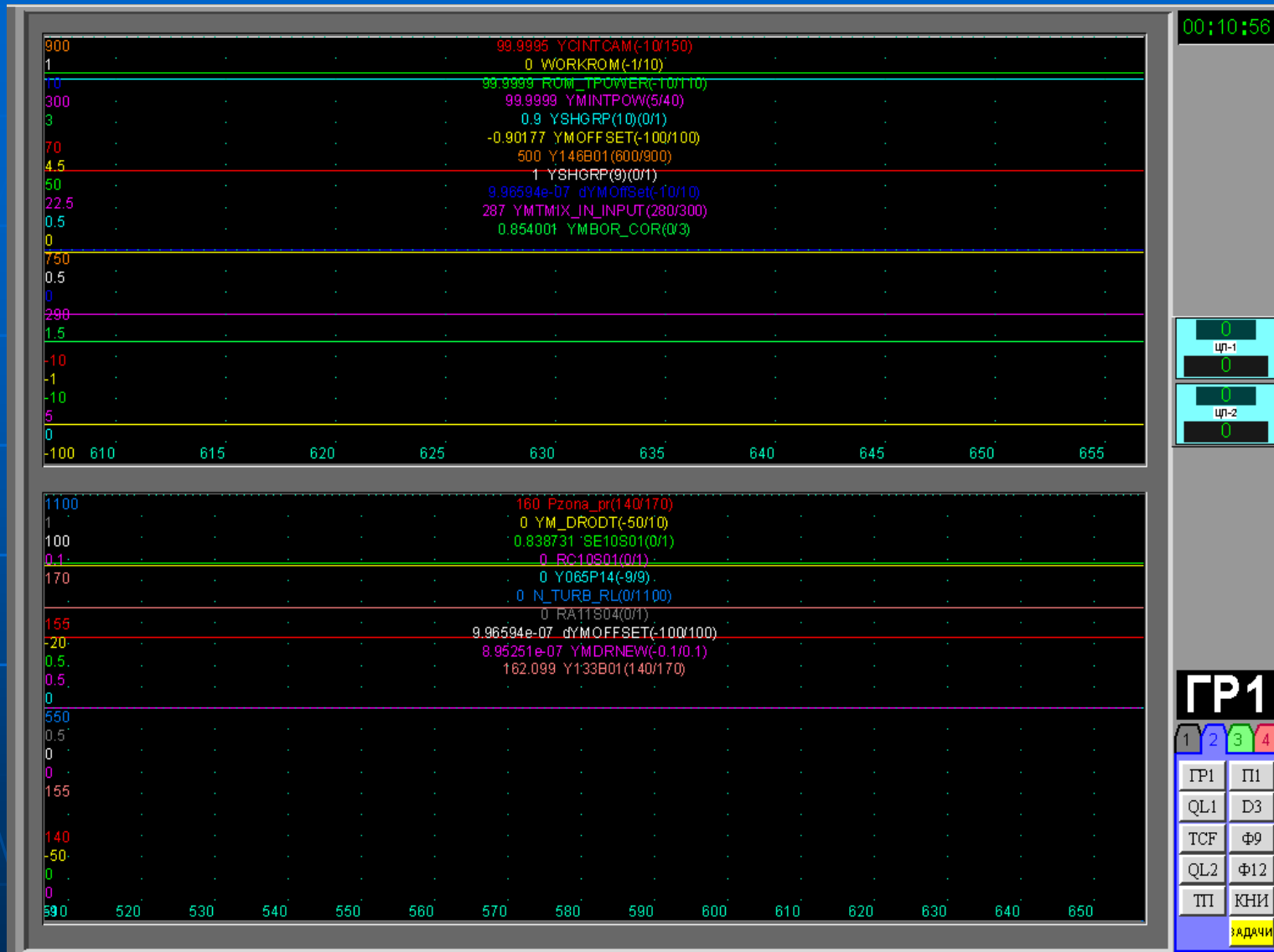
Physical phenomena into reactor core simulation

- Transients on prompt and delayed neutrons
- Xenon transients caused by changes of reactor power level
- Xenon radial and axial power distribution oscillations
- Samarium poisoning
- Fuel burnup (without core refueling)
- Residual heat

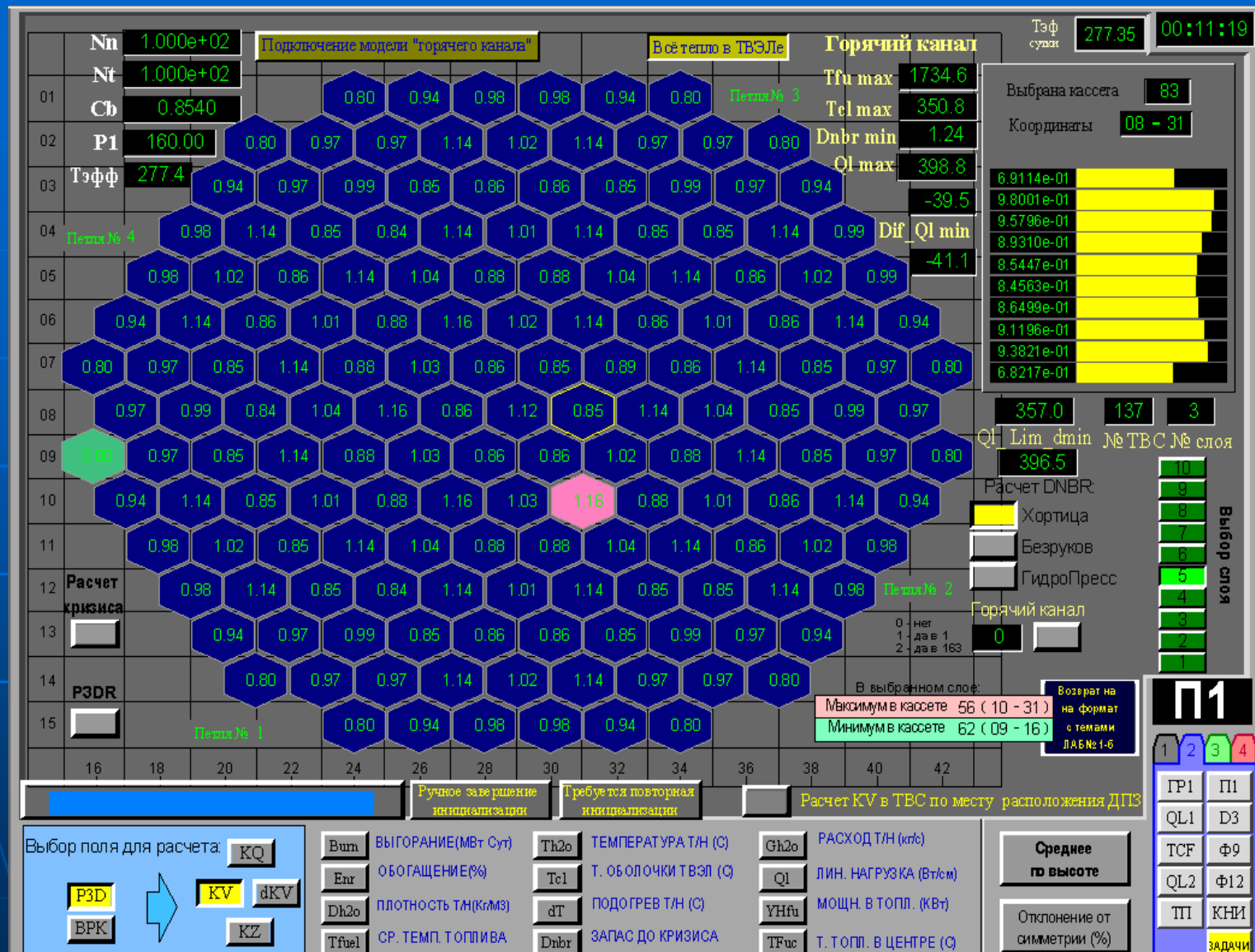
MFA-RD interface: main screen and CR operation



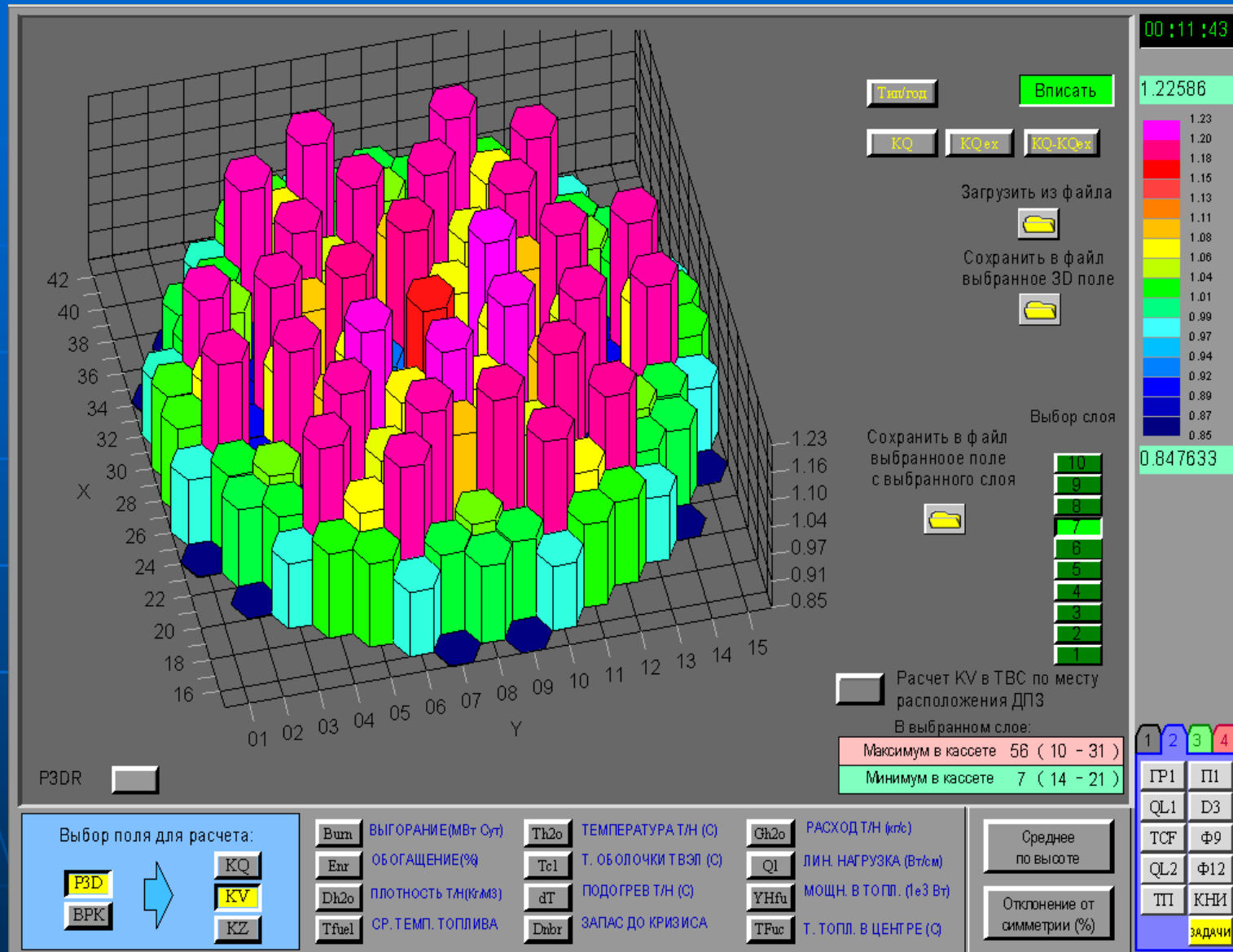
MFA-RD interface: 1D drawing



MFA-RD interface: 2D diagram



MFA-RD interface: 3D diagram



MFA-RD reactor core configuration features

- More than 50 fuel assemblies types in neutron XS-library
- Arbitrary (first) core loading configuration
- Arbitrary and real plant refueling chains simulation manually or from the input file
- Arbitrary control rods location into reactor core and CD banks configuration
- Multi-cycles fuel burnup calculation using arbitrary or real plant refueling chains

Core loading configuration

Формирование топливной загрузки

Выбор сорта кассеты

34	34 241_44AZU_4.40%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr4.0%18_D14Zr
35	35 197_439GT_4.40%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr0.0_D14Zr
36	36 400_481TS_4.94%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr4.4%66_D12Zr
37	37 402_418R6_4.2R%_SBA00_6Gd5_3.3_Pr0.0_D14Zr
38	38 404_417R9_4.2R%_SBA00_9Gd5_3.3_Pr0.0_D14Zr
39	39 406_448R6_4.6R%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr0.0_D14Zr
40	40 408_399A9_4.00%_SBA00_9Gd5_3.3_Pr0.0_D14Zr
41	41 410_438A9_4.40%_SBA00_9Gd5_3.6_Pr0.0_D14Zr
42	42 412_481EN_4.94%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr4.4%48,4.4%18_D12Zr
43	43 414_481ES_4.94%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr4.4%48,4.4%18_D12Zr
44	44 416_16ZS_1.60%_SBA00_Pr0.0_D14Zr
45	45 418_24ZS_2.40%_SBA00_Pr0.0_D14Zr
46	46 420_24ZS_2.40%_SBA20_Pr0.0_D14Zr
47	47 422_24ZS_2.40%_SBA36_Pr0.0_D14Zr
48	48 424_24ZS_2.40%_SBA40_Pr0.0_D14Zr
49	49 426_36ZS_3.70%_SBA00_Pr3.3%66_D14Zr
50	50 428_36ZS_3.70%_SBA36_Pr3.3%66_D14Zr
51	51 430_36ZSZ_3.60%_SBA00_6Gd5_3.3_Pr3.3%66_D14Zr
52	52 432_39ZSZ_4.00%_SBA00_6Gd5_3.3_Pr3.6%66_D14Zr
53	53 434_M47E9_4.67%_SBA00_9Gd5_3.6_Pr0.0_D00Zr

Изменение обогащения

Режим редактора

<< >>

Режим симметрии

Симметр.

Произвол.

Изменение сорта кассет

Режим загрузки

0

Год загрузки

Не определен тип кассеты

Кассета вне сектора

1
2
3
4

МФА

ГРП

Пер

Тип

КНИ

НКС

АКНП

ТП

А3-1

А3-2

БЖК

СПР

Refueling chains simulation

Выбор цепочки кассет

Замыкающая кассета в цепочке

←

34	34 241_44AZU_4.40%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr4.0%18_D15Zr
35	35 197_439GT_4.40%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr0.0_D15Zr
36	36 500_481TS_4.95%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr4.4%66_D12Zr
37	37 502_418R6_4.2R%_SBA00_6Gd5_3.3_Pr0.0_D15Zr
38	38 504_417R9_4.2R%_SBA00_9Gd5_3.3_Pr0.0_D15Zr
39	39 506_458R6_4.6R%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr0.0_D15Zr
40	40 508_399A9_4.00%_SBA00_9Gd5_3.3_Pr0.0_D14Zr
41	41 510_438A9_4.40%_SBA00_9Gd5_3.6_Pr0.0_D14Zr
42	42 512_481EN_4.95%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr4.4%48,4.4%18
43	43 514_481ES_4.95%_SBA00_6Gd5_3.6_Pr4.4%48,4.4%18
44	44 516_16ZS_1.60%_SBA00_Pr0.0_D15Zr
45	45 518_24ZS_2.40%_SBA00_Pr0.0_D15Zr
46	46 520_24ZS_2.40%_SBA20_Pr0.0_D15Zr
47	47 522_24ZS_2.40%_SBA36_Pr0.0_D15Zr
48	48 524_24ZS_2.40%_SBA50_Pr0.0_D15Zr
49	49 526_362ZS_3.70%_SBA00_Pr3.3%66_D15Zr
50	50 528_362ZS_3.70%_SBA36_Pr3.3%66_D15Zr
51	51 530_36ZSZ_3.60%_SBA00_6Gd5_3.3_Pr3.6%66_D15Zr
52	52 532_39ZSZ_4.00%_SBA00_6Gd5_3.3_Pr3.6%66_D15Zr
53	53 534_1M47E9_4.67%_SBA00_9Gd5_3.6_Pr0.0_D00Zr

Перестановки кассет

Режим перестановок

Ввод

Режим симметрии

Симметр.

Произвол.

Симм. кассета
была выбрана

Кассета уже
была выбрана

Кассета вне
сектора

ym_ma...
relni - ...

1

2

3

4

МФА

ГРП

Пер

Тип

КНП

НКС

АКНП

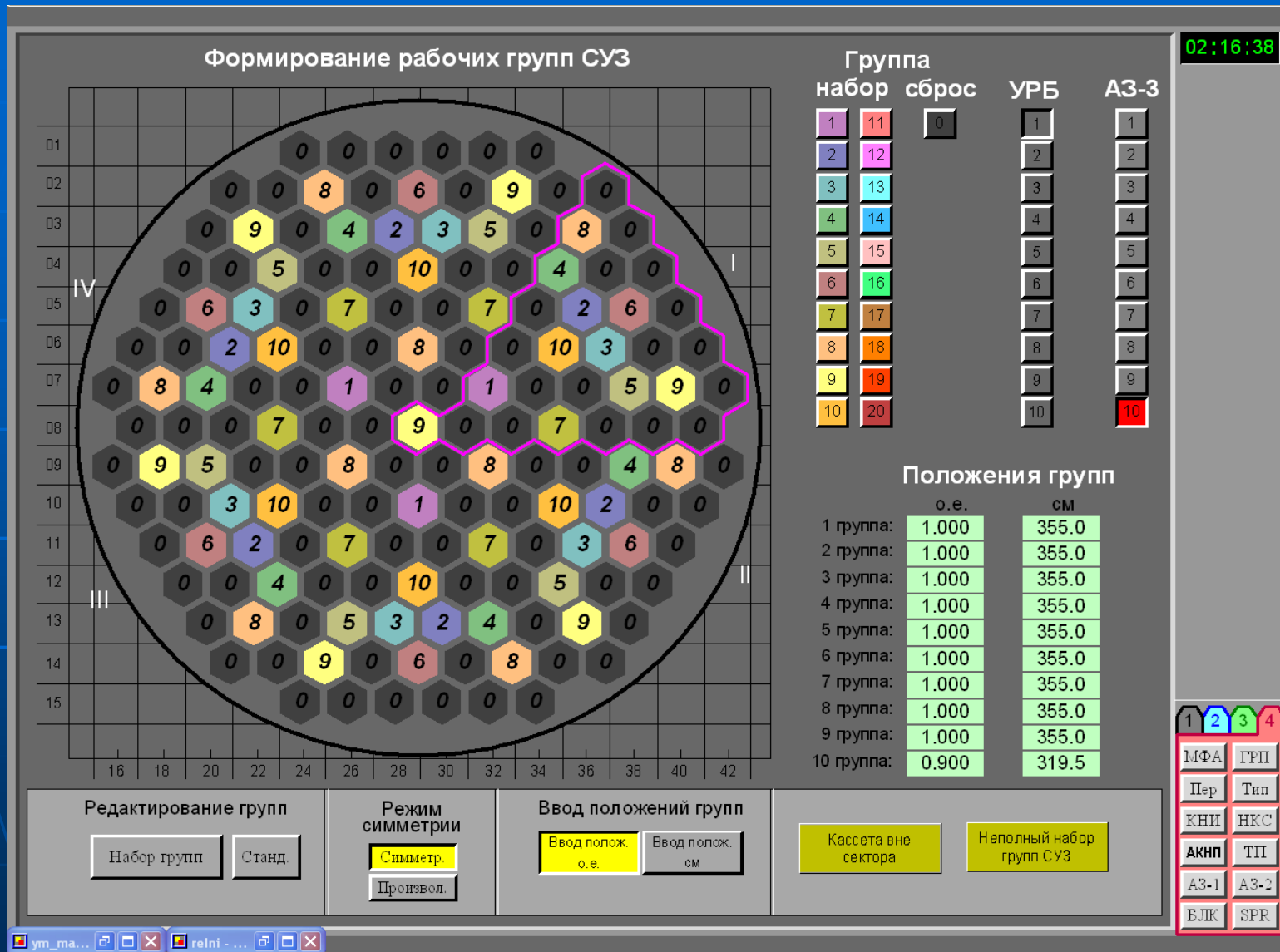
ТП

А3-1

А3-2

БЖК

Control rods location and CR banks configuration



Multi-cycles fuel burnup calculation

XIPI

Инициализация и моделирование выгорания на основе данных XIPI

02:25:04

Путь к каталогу xipi(input): G:\MFA-RO\KALININ\KAЭC-2-1\INPUT\xipi1

Путь к каталогу xipi(output): G:\MFA-RO\KALININ\KAЭC-2-1\INPUT\xipi1_nut

управление режимом выгорания

точность
1.00

макс. шаг[с.]
10000

Nset=100.0 N=100.00

установить мощность[%]

индикатор выполнения

МУЛЬТИПУСК
ПУСК
ПАУЗА

DT Авт.
0.000

Npredict 100
Nstop 75.00
EndBrn 0
dt_powdec 10000

BRN
STOP

ускорение 1.0

подгрузка

текущ.
бл. 3
зг. 1

начало
выг. 1

загрузить начало
загрузить XIPI
згр. парам. начала

загрузить конец
перезагрузить
згр. парам. конца

Загрузить произвольное состояние

Параметры топлива загр./выгр.

D:\ENIKOTSO\KALININ\KAЭC-2-1\MOD

режим выгорания

номер блока
номер загрузки

начало
3

текущ.
3

kaln

станция

конец мульти

☐ пауза в конце
☐ сохранять состояния на конец кампаний
☐ сохранять состояния на начало кампаний
☐ выбор опций печати в файл

☐ пауза перед точкой state_save_tim
☐ сохранять состояния в точках state_save_tim
☐ пауза около g файлов
☐ Сохранять параметры выгорания

параметры активной зоны

N нейтронная, %

100.0

N тепловая, Мвт

3000.0

T средняя по петлям, C

160

P в активной зоне, кг/см2

4.80655

Q борной кислоты, г/кг

1

Положение упр. группы APM, см

0.000

Выгорание, эфф.суток

0.0000

ρ

0.0000

НКС

Модель АЗ

СТАТИКА

-10
0
10

Авт.
Дис.

Борный рег-р

1
2
3
4

CY3

PRN

DIF

XIPI

EFF

BRN

APX

DAT

N1

N2

N3

TUN

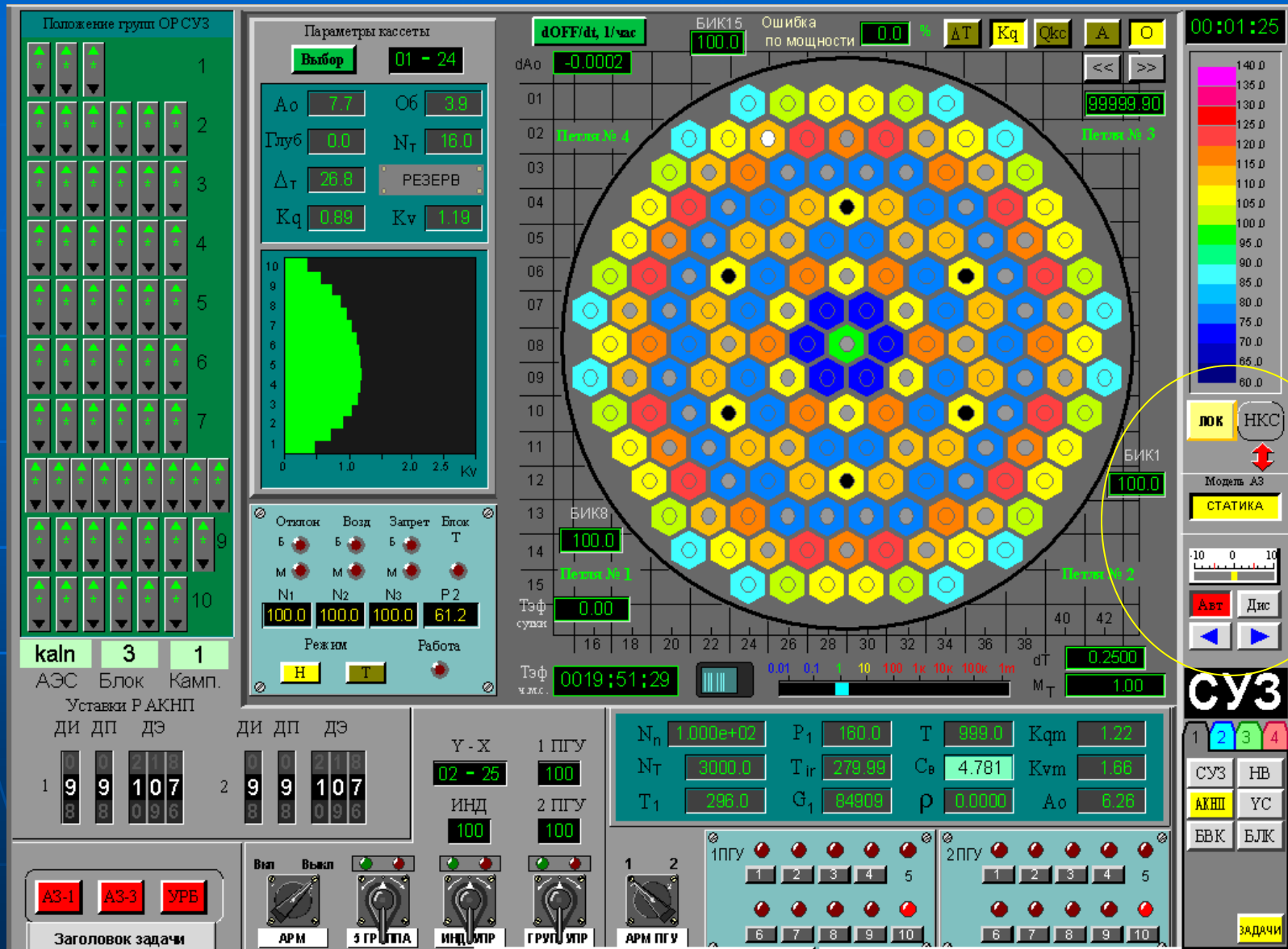
ym_ma...

relni - ...

MFA-RD reactor core computational features

- Statics and dynamics reactor core computational modes
- Boron regulator to find a critical boron concentration for an arbitrary core state
- Reactor core model easy connection or disconnection from the primary circuit model (boundary conditions for core thermal-hydraulics model)
- Ex-core instrumentation model allows to reproduce directly real plant measurements

Reactor core computational modes



Выберите в нижнем левом углу формата в списке
нужную Вам задачу

Коэффициенты консервативности, используемые в модели "горячего канала"				
Коэфф. регуляции макс. коэфф. пера изомерности энерг. выделения по сечению ТВС	1	2	3	4
Коэфф. неточности инженерных расчетов	1.16			
Погрешность расчета максимального Кв	1			
Коэфф. запирания Уменьшение расхода: <input type="checkbox"/> Наброс сопротивления: <input type="checkbox"/>	0.9			
Коэфф. неточности определения инт. мощности	1			

1	Коррекция сопротивления в эрха опускного тракта между 1 и 2 петлями и между 3 и 4 петлями
1	Коррекция сопротивления низа опускного тракта между 1 и 2 петлями и между 3 и 4 петлями
1	Коррекция азимутального перетока на входе в НКС прилегающего к каждой петле
1	Коррекция сопротивления низа опускного тракта между 2 и 3 петлями и между 1 и 4 петлями
1	Коррекция сопротивления низа опускного тракта между 2 и 3 петлями и между 1 и 4 петлями
1	Коррекция азимутального перетока на входе в НКС между соседними петлями
1	Затеснение радиальных перетоков в центральный эквивалентный канал на входе в НКС
1	Затеснение радиальных перетоков между периферийными эквивалентными каналами на входе в НКС
1.00000	Коррекция расхода через сектор А.З., прилегающий к 1-ой петле
1.00000	Коррекция расхода через сектор А.З., прилегающий к 2-ой петле
1.00000	Коррекция расхода через сектор А.З., прилегающий к 3-ой петле
1.00000	Коррекция расхода через сектор А.З., прилегающий к 4-ой петле

Работает модель реактора
ВВЭР-1000

ЛАБ №1 Градуировка групп ОР СУЗ в реакторе ВВЭР-1000 методом явных измерений реактивности и определения "выса АЗ" на АЗС

ЛАБ №2 Расчет темп. коэффициентов реактивности в различных состояниях реактора

ЛАБ №3 Инженерный и точный расчеты выгорания для выбранного обогащения топлива водородки при разных схемах перегрузки

ЛАБ №4 Изучение явления локальной критичности в реакторах ВВЭР и его влияния на уровень ядерной и теплотехнической безопасности активной зоны

ЛАБ №5 Подавление пространственных колебаний локальной мощности

На формат ТП: картограмма типов ТВС в зоне

Переход на формат с полевыми характеристиками а.э.

Включение режима задач

Давление над зоной	P 155
Расход через зону	G 84913.2
Байпас	G 3106.82
Регул.сопротивл. на входе в ТВС-1	4.70
на входе в ТВС-2	4.70
DP на реакторе	4.15

Регул.байпаса 10.00

Параметры по петлям	
Хол. 1	G 22000 T 287 X 1267666
Хол. 2	G 22000 T 287 X 1267666
Хол. 3	G 22000 T 287 X 1267666
Хол. 4	G 22000 T 287 X 1267666
Сред.	G 88000 T 287 X 0

22000.0 G
287.0 T

22000.0 G
287.0 T

22000.0 G
287.0 T

22000.0 G
287.0 T

00:23:24

Видеопанель

УМ ☐

УА ☐

RL ☐

TR ☐

Датч ☐

АКНП ☐

АЗ-ТЗ ☐

ТЗБ ☐

АРМ ☐

СГИУ ☐

Рег. ☐

Внеш. ☐

УА

НКС

Модель АЗ

СТАТИКА

10 0 10

Авт

Дис

НКС

1

2

3

4

ГР1

П1

QL1

Д3

ТСF

Ф9

QL2

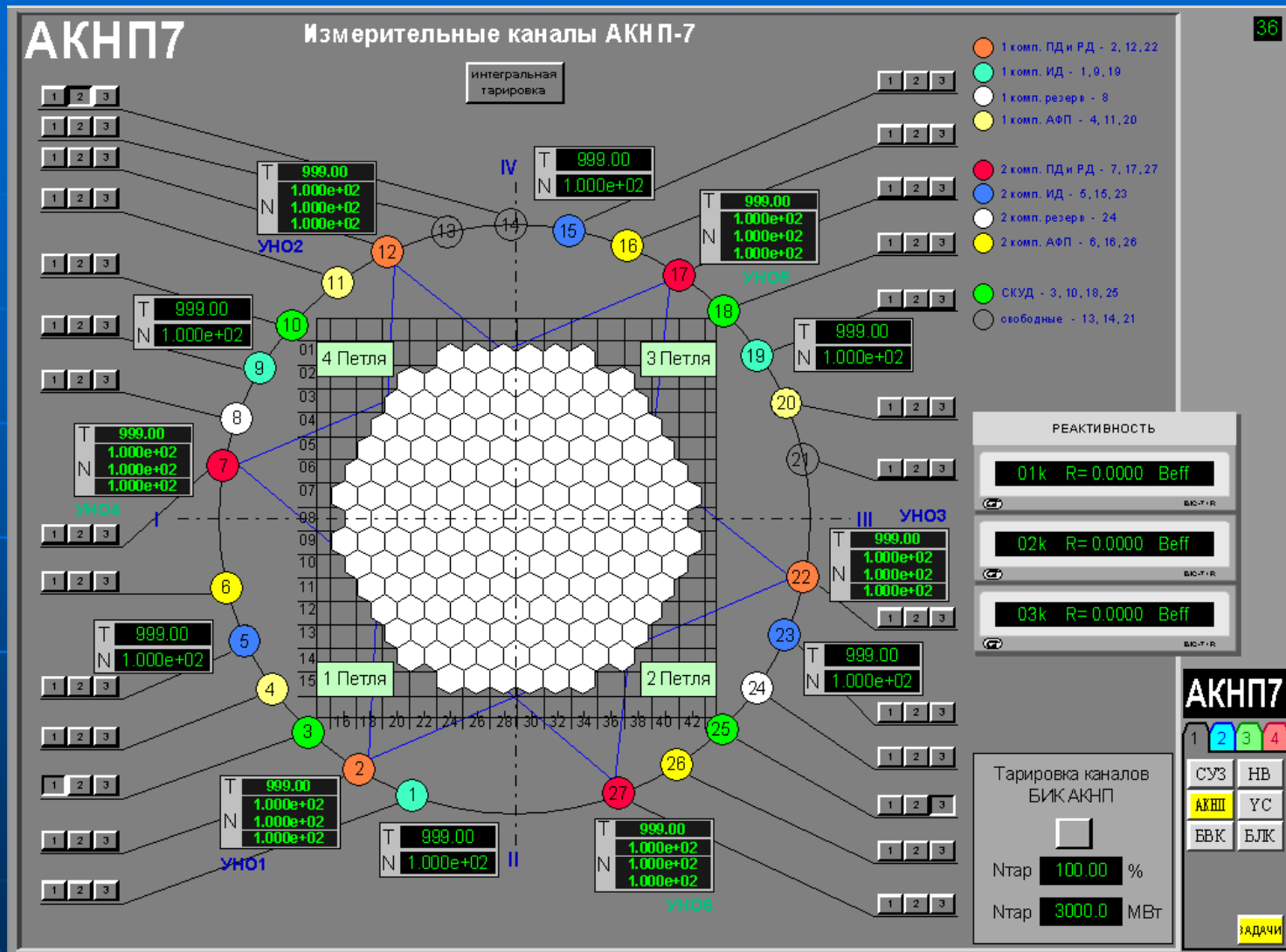
Ф12

ТП

КН1

ЗАДАЧИ

Ex-core instrumentation model



MFA-RD possible training tasks

- CR banks worth calculation and analysis
- Reactor scram simulation, comparison of “measured” data with computational one
- Reactivity effects and coefficients computation and analysis
- Fuel management: core loadings and fuel cycles analysis
- Xenon transients computation and analysis
- Xenon transients control
- Automatic Power Regulator parameters setup

Application of WWER-1000 MFA-RD for Education and Research

MFA-RD application for lectures and practical works in MEPhI

- Lectures "Automatics in Nuclear Power Plants"
Labs "Control and Protection Systems"
- Lectures "Numerical modeling of physical processes in equipment of NPP"
Labs "Control and Safety of operation of NPP"

Educational Laboratory “Reactor Safety and Operation”, Department of Automatics, MEPhI



Educational Laboratory “Computer Simulating Systems for NPP”, Department of Automatics, MEPhI



Theoretical and practical course
“Numerical modeling of physical processes in equipment of NPP”
Belorussia, Minsk, Belorussian State University, November 2011



Laboratory work description provides students with

- Learning objectives
- Theoretical background
- List of tasks to be performed in selected laboratory work
- Step-by-step instruction for every task
- Report format and recommendations
- Control questions
- List of recommended literature

Lab 1 “CR banks worth calculation and analysis”

Learning Objectives

- Integral CR bank characteristic
- Differential CR bank characteristic
- Computational and experimental measurements of CR banks worth
- Physical parameters of WWER-1000 reactor state that are important for CR worth
- Elements of WWER-1000 reactor design that are important for CR worth

Lab 1 “CR banks worth calculation and analysis”

List of Tasks

1. Compute and draw integral and differential CR bank-10 characteristics
 2. Compute and compare CR bank-10 characteristics for different reactor power levels (0, 25%, 50%, 75% и 100%)
 3. Compute and compare CR bank-10 characteristics when CR bank-9 is inserted into reactor core and when it is removed from reactor core
 4. Compute and compare CR bank-7 (located into reactor core centre) and CR bank-9 (located near core reflector) characteristics
 5. Compare CR bank-10 worth for BOC and EOC of the 1st reactor core loading
 6. Compare CR bank-10 worth for BOC and EOC of the equilibrium reactor core loading
- etc.

Educational laboratory main interface

00:28:31

Перечень и тематическая направленность лабораторных занятий по вопросам моделирования физических процессов в ЯЭУ с ВВЭР-1000(1200)

ТЕМА ЛАБ №1	Градуировка групп ОР СУЗ в реакторе ВВЭР-1000 методом прямых измерений реактивности, определение веса "АЗ" на АЭС с ВВЭР по БИК и коррекция измеренного веса для определения полного веса "АЗ", исследование влияния качества моделирования на полученные результаты	ФОРМАТ ЛАБ №1
ТЕМА ЛАБ №2	Определение коэффициентов реактивности по температуре теплоносителя в различных состояниях активной зоны для пусковых загрузок и загрузок при установившемся топливном цикле, исследование влияния качества моделирования на полученные результаты	ФОРМАТ ЛАБ №2
ТЕМА ЛАБ №3	Исследование различных схем перегрузок топлива и стратегий топливного цикла для ВВЭР-1200 с расчетом основных экономических показателей реактора по упрощенной методике и по программам расчетного сопровождения эксплуатации. Исследование влияния качества моделирования на результаты расчетов основных характеристик активной зоны при выгорании	ФОРМАТ ЛАБ №3
ТЕМА ЛАБ №4	Изучение явления локальной критичности в реакторах ВВЭР и последствий данного явления на основные показатели теплотехнической безопасности активной зоны с использованием стационарных и динамических программ расчета. Сопоставление результатов статического динамического моделирования и изучение причин рассогласования этих результатов.	ФОРМАТ ЛАБ №4
ТЕМА ЛАБ №5	Управление высотным профилем энерговыделения в активной зоне ВВЭР-1000 с целью обеспечения полевых ограничений локальной мощности при эксплуатации активной зоны в условиях возникновения пространственных колебаний офсета	ФОРМАТ ЛАБ №5

С левой стороны от строки меню с названием лабораторного занятия располагается кнопка, по нажатию которой можно познакомиться с кратким описанием занятия. Правая кнопка служит для перехода на основной формат данного занятия. Подсвеченная желтым цветом строка меню содержит название Вашего занятия. Для продолжения работы нужно нажать правую желтую кнопку.

ТЕМЫ

1	2
СУЗ	ТЕМЫ
ЛАБ №3	ХИП
ЛАБ №4	ЛАБ №2
ЛАБ №5	ЛАБ №1
ЛАБ №3	ЛАБ №1
ЗАДАЧИ	

Lab 1 Brief Description

Градуировка групп ОР СУЗ в реакторе ВВЭР-1000 методом прямых измерений реактивности

Основная задача данного лабораторного занятия ознакомиться с технологией измерения дифференциальной и интегральной характеристик групп ОР СУЗ на АЭС с ВВЭР и провести сравнение характеристик различных групп ОР СУЗ в зависимости от их расположения в активной зоне и при различном их перемещении относительно друг друга.

Одной из задач данного занятия является определение величины реактивности, вносимой в активную зону перемещением органов СУЗ, по поведению нейтронного потока от времени и по параметрам запаздывающих нейтронов. В ходе ознакомления с технологией измерений и её реализации на компьютерном анализаторе МФА-Р необходимо провести измерения эффективности органов СУЗ как при их погружении в активную зону, так и при их извлечении из зоны. Определить разницу динамических характеристик активной зоны при внесении положительной и отрицательной реактивности, величина которой по модулю одинакова. Особенно существенно эта разница проявляется при внесении большой реактивности в активную зону (больше 0.1 суммарной доли запаздывающих нейтронов). Другой особенностью ядерного реактора, проявляющегося в этих измерениях, является небольшая асимметрия в самих величинах реактивности при погружении и извлечении группы ОР СУЗ, что объясняется разным влиянием распределения источников запаздывающих нейтронов на величину реактивности, при погружении группы ОР СУЗ и её извлечении.

Следующей задачей данного занятия является расчет веса отдельных групп ОР СУЗ, обладающих одинаковыми характеристиками, но расположенных в различных областях активной зоны с различным уровнем нейтронного потока в этих областях. В данной задаче проводится сравнение эффективности этих групп и объясняется разница полученных результатов.

Завершающей задачей данного занятия является расчет веса отдельных групп ОР при различных условиях их перемещения в активной зоне. Целью данной задачи является сравнение веса, рассчитанного в результате моделирования измерений для отдельных групп при извлечении всех остальных групп, и поочередном их погружении в активную зону.

00:32:30

Описание
действий

УА НКС



Модель АЗ

СТАТИКА

10 0 10

Авт Дис



Возврат
на формат
с перечнем
задач

ЛАБ
№ 1/1

1 2 3 4

СУЗ ТЕМЫ

ЛАБ 2.2 ХИР

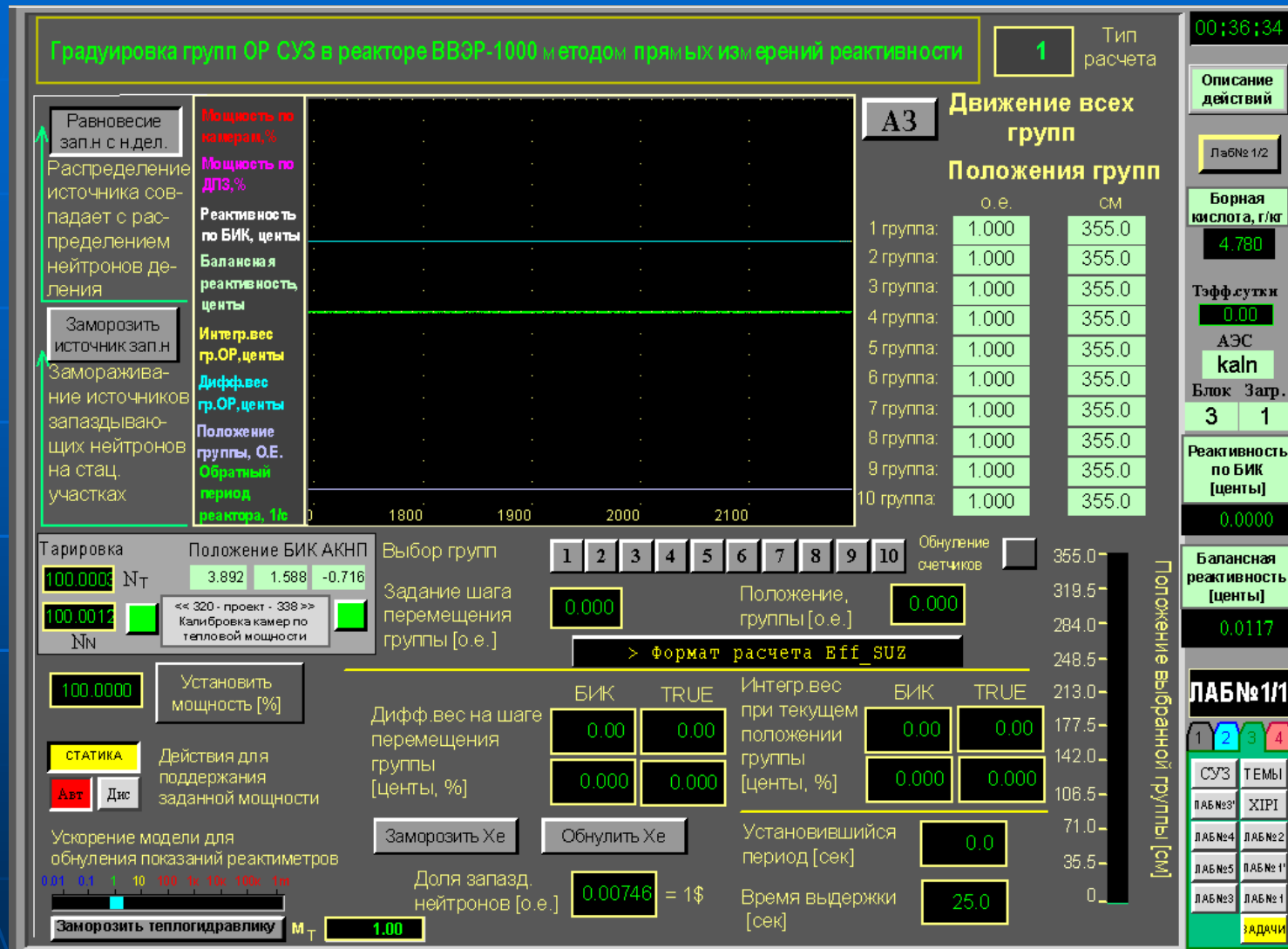
ЛАБ 3.1 ЛАБ 2.1

ЛАБ 3.2 ЛАБ 1.3

ЛАБ 1.2 ЛАБ 1.1

ЗАДАЧИ

Lab 1 Main Screen



Lab 1 Step-By-Step Instruction

Градуировка групп ОР СУЗ в реакторе ВВЭР-1000 методом прямых измерений реактивности

1

Тип
расчета

00:11:12

Равновесие зап.н с н.дел.

Распределение источника совпадает с распределением нейтронов деления

Заморозить источник зап.н

Замораживание источников запаздывающих нейтронов на стац. участках

Мощность по камерам, %

Мощность по ДПЗ, %

Реактивность по БИК, центы

Балансная реактивность, центы

Интегр.вес гр.ОР, центы

Дифф.вес гр.ОР, центы

Положение группы, О.Е.

Обратный период реактора, 1/с

Тарировка

99.9999 N_T

99.9994 N_N

100.0000

Установить мощность [%]

СТАТИКА

Авт Дис

Действия для поддержания заданной мощности

Ускорение модели для обнуления показаний реактиметров

0.01 0.1 1 10 100 1k 10k 100k 1m

Заморозить теплогидравлику M_T 1.00

Положение БИК АКНП

3.892 1.588 -0.716

<< 320 - проект - 338 >>

Калибровка камер по тепловой мощности

Выбор гр

Задание перемещ группы [с

Дифф.вес перемещения группы [центы, %]

Заморозить Хе

Обнулить Хе

Доля запазд. нейтронов [о.е.] 0.00746 = 1\$

Установившийся период [сек] 0.0

Время выдержки [сек] 25.0

Положения группы [центы, %]

0.000 0.000

142.0

106.5

71.0

35.5

0

ной группы [см]

1 2 3 4

СУЗ ТЕМЫ

ЛАБ№3 ХИР

ЛАБ№4 ЛАБ№2

ЛАБ№5 ЛАБ№1

ЛАБ№3 ЛАБ№1

ЗАДАЧИ

- Поставить значение 0.1 в соответствующее поле рядом с кнопкой "Установить мощность" и нажать кнопку "Установить мощность" (устанавливается нейтронная мощность, равная 0.1% от номинального значения 3000 МВт)
- Нажать кнопку на соответствующем поле "Тарировка". Происходит тарировка БИК по мощности 0.1%
- Нажать кнопку "Автомат". Борный регулятор переводится в режим автоматического поддержания заданной мощности
- Установить значение "1000" в цифровке "Ускорение модели для обнуления показаний реактиметров"
- Отжимаем кнопку "Статика". Переходим в режим динамического моделирования
- Когда значение реактивности по БИК становится меньше 0.005 меняем значение "1000" на "1" в цифровке "Ускорение модели для обнуления показаний реактиметров"
- Выбираем группу ОР СУЗ на линейке под графиком (№№92-10)
- Выбираем шаг перемещения выбранной группы (0.05-0.2, рекомендованный шаг 0.1 для перемещения вниз, для перемещения вверх -0.1)
- Нажимаем кнопку "Дис". Борный регулятор переводится в ручной режим.
- Нажимаем на выбранный номер группы (сделан шаг) (выбранный номер группы всегда подсвечен желтым цветом).
- Ждем когда загорается красным цветом кнопка "Авт" и желтым цветом кнопка "СТАТИКА", снимаем показания с датчиков (окна с названием дифф.вес группы, интегр.вес группы, установившийся период)
- Каждый следующий шаг делается аналогично, исключая пункты 7 и 8, их повторять не нужно.

ПОСЛЕ того как стержень опущен, нам необходимо его поднять:

- Нажимаем кнопку "Обнулить счетчики"
- Выбираем ту же группу нажав на кнопку с её номером.
- Меняем значение шага на отрицательный, но равный по модулю

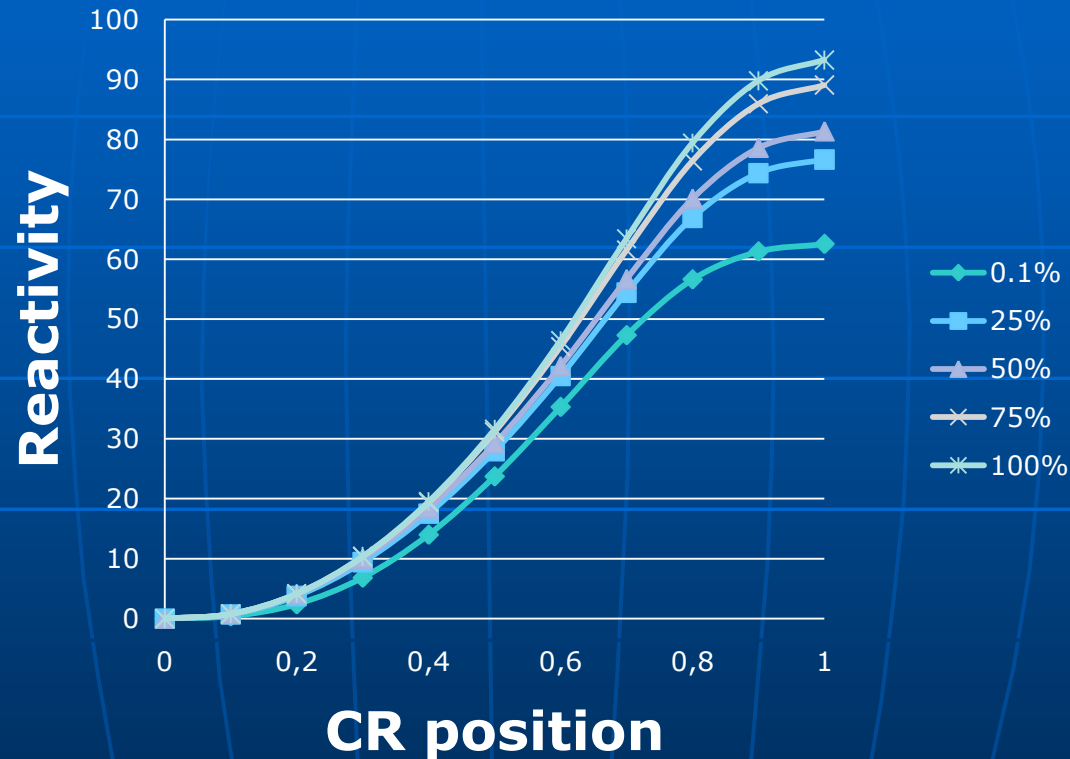
Повторяем ВСЕ действия описанные в пунктах 1 - 12(за исключением 7,8) при подъёме группы до БКВ
Далее повторяются аналогичные действия для второй заданной преподавателем группы ОР СУЗ

Lab 1 “CR banks worth calculation and analysis”

Report format and recommendations

- Title of laboratory work and student's name
- Every completed task description
- Computational results in tables and drawings
- Computational results analysis

Lab 1 selected results: CR bank-10 integral characteristics for different reactor power levels (0, 25%, 50%, 75% и 100%)



Lab 1 selected results: CR bank-10 differential characteristics for different reactor power levels (0, 25%, 50%, 75% и 100%)



Laboratory of Training Systems Team



www.eniko.ru

Essen, May 23 – 25, 2011

IAEA TM to Promote the Awareness and
the Use of Nuclear Simulators for
Education and Research

45

Application of WWER-1000 Reactor Department Multi-Functional Analyzer (MFA-RD) for Education and Research

Evgeniy CHERNOV

chernov.e@inbox.ru

National Research Nuclear University “MEPhI”

Thank You for Your Attention