



IAEA

60 Years

Atoms for Peace and Development

**Проект технического
сотрудничества МАГАТЭ
RER1016
«Повышение безопасности
и эффективности
использования ИР»**

Максим Воронов
Секция Исследовательских реакторов

Дэвид Сирз
Секция безопасности
исследовательских реакторов

IAEA TC Project

RER1016

**«Enhancing Utilization and
Safety of Research Reactors»**

Maksim Voronov
Research Reactor Section

David Sears
Research Reactor Safety Section

TC Project RER1016

The project would build upon the results achieved in RER1007:

- improved knowledge sharing and exchange of information on good safety practices
- enhanced awareness of the participating Member States on the provisions of the Code of Conduct on the Safety of Research Reactors and in the application of the supporting IAEA Safety Standards
- enhanced capabilities of the research reactor personnel in the preparation, updating and assessment of the safety documents for research reactors, strategic utilization and business plans.

After four TC project cycles there are five active research reactor coalitions in the region. In addition, countries that do not have a research reactor will have the opportunity to join a coalition or network and so improve their access to the peaceful applications of nuclear technology in science, energy, industry and medicine.

Проект будет основываться на результатах предыдущего проекта RER1007:

- улучшенный обмен знаниями и информацией о лучших практиках безопасности
- повышение осведомленности стран-участниц о положениях Кодекса поведения по обеспечению безопасности ИР и о применении стандартов безопасности МАГАТЭ
- расширенные возможности персонала ИР в подготовке, обновлении и оценке документов по безопасности ИР, использование стратегических и бизнес-планов

В настоящее время после четырех циклов Проекта ТС в регионе действуют пять коалиций ИР. Кроме того, страны, не имеющие ИР, будут иметь возможность присоединиться к коалиции и тем самым обеспечить себе доступ к мирному использованию ядерных технологий в науке, промышленности, энергетике и медицине

TC Project RER1016

Objective

The Objective of the Project is the utilisation, endowment with the Best Practices and support to the safe operation of the research reactors in Europe Region Member States through compliance to the Code of Conduct on Safety of Research Reactors and the sustainability of related networks and coalitions.

Цель

Целью проекта является повышение эффективности использования, внедрение лучших практик и поддержка безопасной эксплуатации ИР в странах-участницах европейского региона через соответствие Кодексу Поведения в области безопасности ИР и устойчивому развитию соответствующих Сетей и Коалиций

TC Project RER1016

Budget/Бюджет

Sub-Total	€
2016	99,000
2017	110,000
2018	74,000
2019	135,000
Total	418,000

Expected outcomes of the Project

- Increased utilization of the participating research reactors, including through the facilitated access to the countries without such facilities
- Improved management skills at the participating research reactor facilities
- Improved safety and enhanced safety culture of research reactors
- Know-how and good practices offered for transfer to other regions

Ожидаемые результаты проекта

- Повышенная эффективность использования ИР, в том числе за счет облегченного доступа тем странам, которые не имеют своего ИР
- Улучшенные навыки управления исследовательскими реакторами
- Улучшенная безопасность и усиленная культура безопасности на ИР
- Передача знаний и лучших практик участвующим регионам



IAEA

60 Years

Atoms for Peace and Development

Деятельность МАГАТЭ в области исследовательских реакторов

Ежегодная встреча
Коалиции Исследовательских Реакторов Стран СНГ (КИР СНГ)
Алматы, 23-26 Августа, 2016

Максим Воронов

Секция исследовательских реакторов

Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами

Департамент ядерной энергии

m.voronov@iaea.org

Содержание

- Исследовательские реакторы (ИР) в мире - обзор
- Деятельность МАГАТЭ в области ИР
- Деятельность Секции ИР в области обучения и подготовки
- Деятельность Секции ИР в области управления ресурсом (старением)
- Международный центр на базе ИР – ICERR
- Стратегическое планирование
- Аспекты «Milestones»
- Публикации по теме

ИР в мире - обзор

Всего	774
Действующие	243
Временный останов	7
В стадии строительства	7
Запланированные	11
Окончательный останов	134
Выведенные/В стадии вывода из эксплуатации	352
Отменены	8



Источник: База данных ИР, МАГАТЭ <https://nucleus.iaea.org/RRDB>

В настоящее время:

33 страны-участницы МАГАТЭ строят или планируют построить ИР

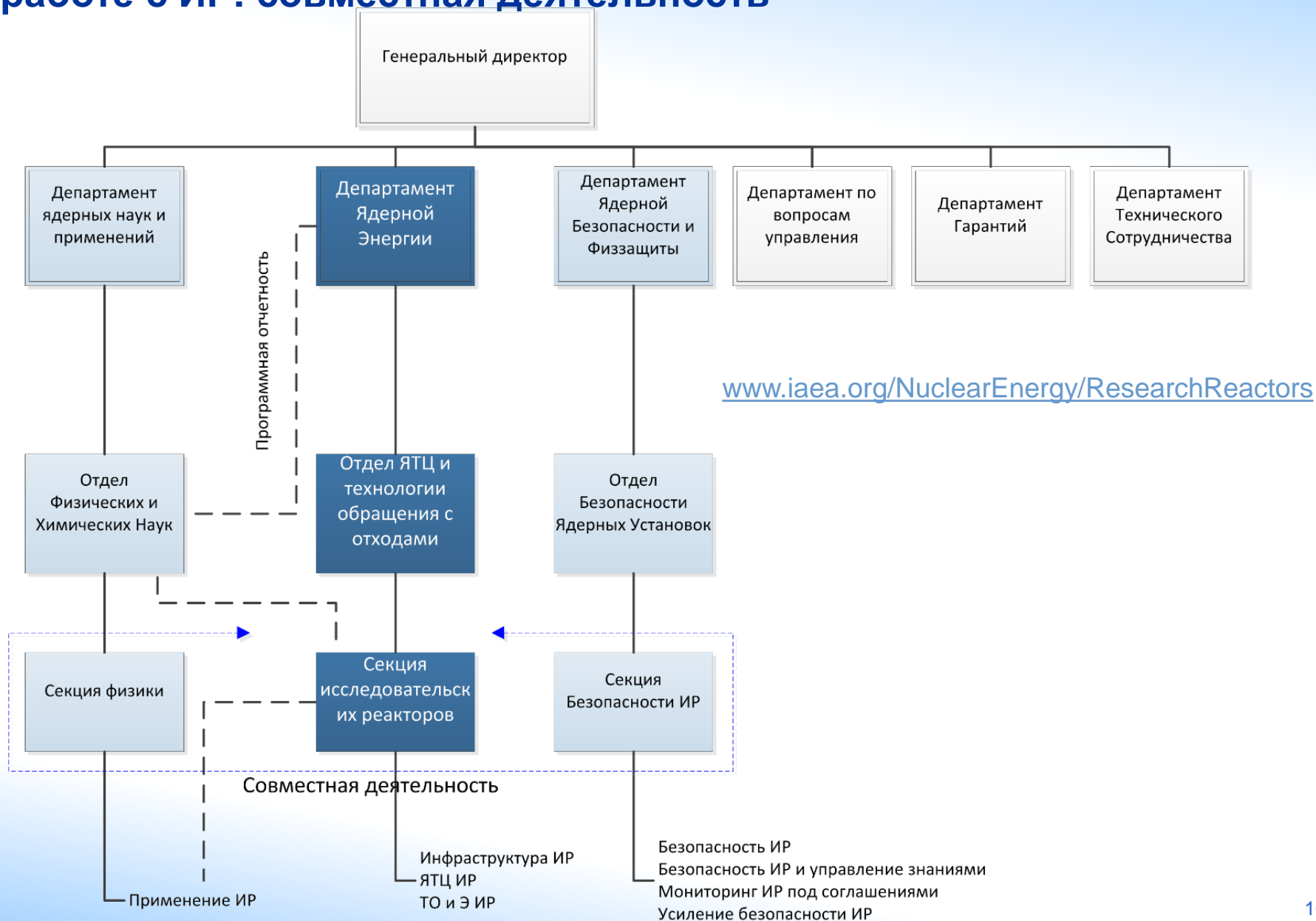
13 стран-участниц строят свой **первый** ИР

ИР в мире - обзор

243 действующих ИР обеспечивают:

Область применения	Количество ИР	% от действующих
Обучение и подготовка специалистов	162	66.6
НАА	115	47.3
Производство радиоизотопов	82	33.7
Нейтроннография	68	28.0
Материаловедение	61	25.1
Нейтронное рассеяние	44	18.1
Нейтронно-трансмутационное легирование (кремния)	23	9.5
Геохронология	27	11.1
Облучение драгоценных камней	18	7.4
Нейтронотерапия	16	6.6
Другие применения	118	48.6

Организационная структура МАГАТЭ по работе с ИР: совместная деятельность



Факторы, препятствующие эффективному использованию ИР

- Некоторые ИР задействованы не по максимуму от своего потенциала
- «Старение» установки и увеличение среднего возраста персонала; необходимость постоянной «модернизации»
- Отсутствие цели и/или стратегии
- Нехватка ресурсов

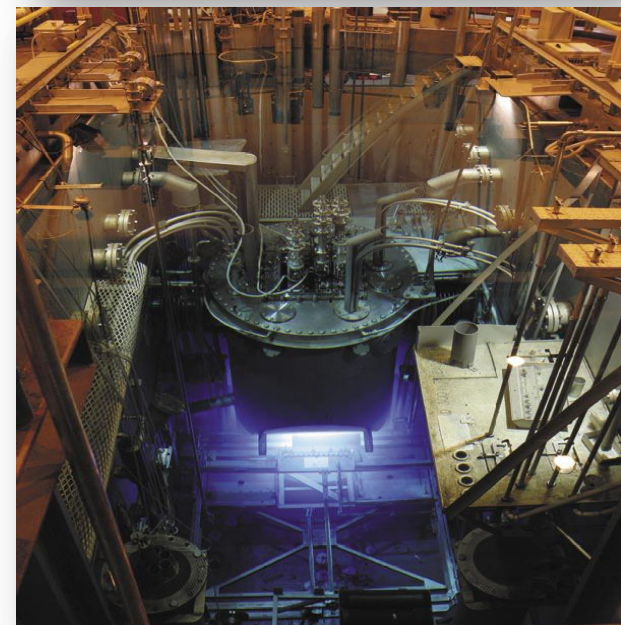
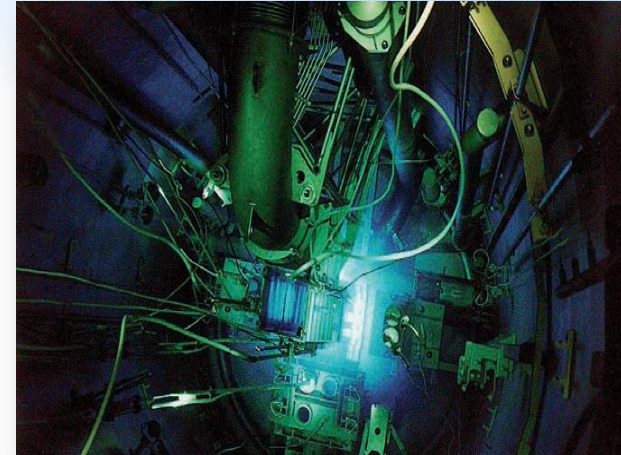
Инструменты МАГАТЭ для оказания помощи ИР

- Независимые Экспертные Миссии – OMARR, IRRIA, INSARR
- Технические совещания и Семинары
 - Консультационные совещания – узкопрофильные
 - Технические совещания – широкое участие
 - Семинары / Учебные курсы
 - Международные конференции и Симпозиумы
- Проекты координированных исследований (CRP)
- Проекты технического сотрудничества (ТС)
- Публикации (стандарты, руководства, технические документы и др.)
- Привлечение международных экспертов

Сфера деятельности

Подпрограмма по ИР:

- Применения и использование
- Новые проекты, Развитие инфраструктуры и создание/укрепление потенциала/компетенций
- Вопросы топливного цикла
- ТО и Эксплуатация



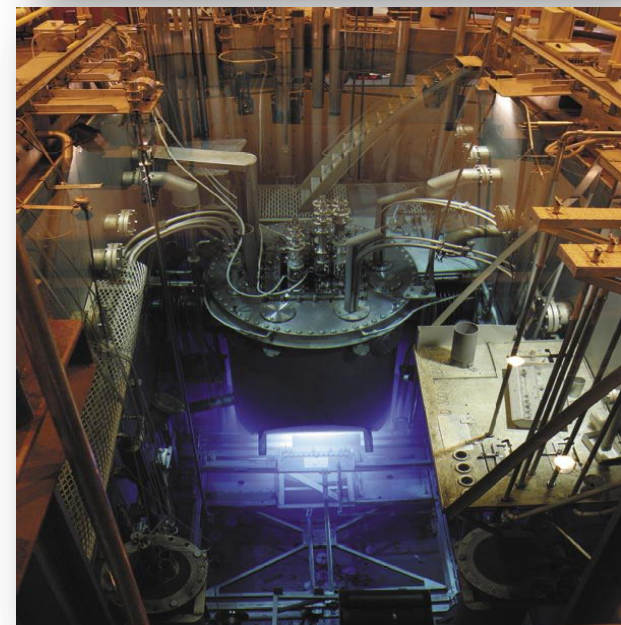
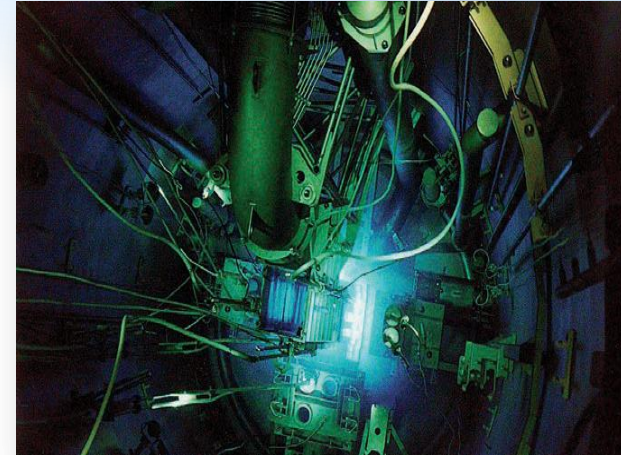
Сфера деятельности

Подпрограмма по ИР:

- Применения и использование
- Новые проекты, Развитие инфраструктуры и создание/укрепление потенциала/компетенций
- Вопросы топливного цикла
- ТО и Эксплуатация

Направления работы КИР СНГ:

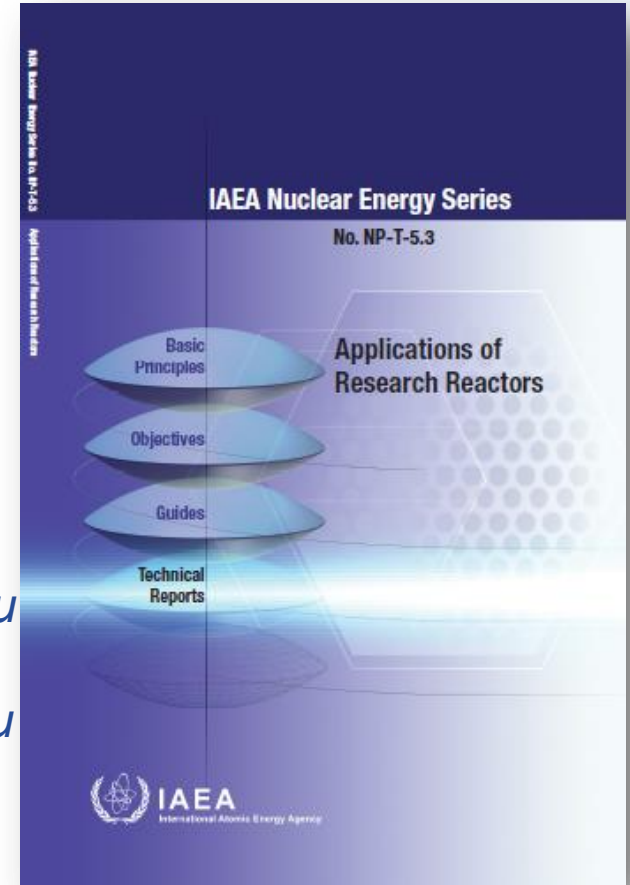
- Образование и подготовка
- Управление ресурсом
- Безопасность



Обучение и подготовка

ИР – ключевой инструмент в создании и наращивании ядерных компетенций, неотъемлемая часть которых – обучение и подготовка

- ~68% из 243 действующих ИР задействованы в процессе обучения и подготовки специалистов
- Обучение и подготовка включают:
 - Обучение студентов специальностей ядерных технологий, физических и биологических наук, радиологии и радиационной защиты
 - Подготовка операторов ИР и АЭС
 - Общественные мероприятия и визиты
- *Агитационная и просветительская деятельность привела к более широкому общественному признанию ядерных технологий и поддержке заинтересованными сторонами!*
- *Обучение и подготовка кадров в промышленных и научных областях также является и маркетинговым ходом, привлекающим будущих пользователей!*



Обучение и подготовка: Сети и коалиции ИР (1)

От региональных до тематических

- Начиная с 2009 ведётся работа по созданию коалиций ИР как инструмента продвижения и расширения сотрудничества между странами-участницами МАГАТЭ
- Около 50 стран участвовали или продолжают участвовать в коалициях под эгидой МАГАТЭ: ~30 стран с ИР, ~20 стран без ИР.
- Темы включают обучение и подготовку, производство радиоизотопов, НАА, нейтронографию, вопросы топливного цикла, ТОиЭ, безопасность.

CRRC – Карибская Коалиция, 3 MS (преимущественно НАА)

EARRC – Евразийская Коалиция, 5 MS (изотопы)

EERRI – Восточно-Европейская Инициатива, 7 MS

BRRN – Балтийская Сеть, 10 MS

MRRN – Средиземноморская Сеть, 12 MS

CARRN – Центрально-Африканская Сеть, 9 MS

CISRRC – Коалиция Стран СНГ, 7 MS

GTRRN – Глобальная сеть ИР «ТРИГА», 15 MS



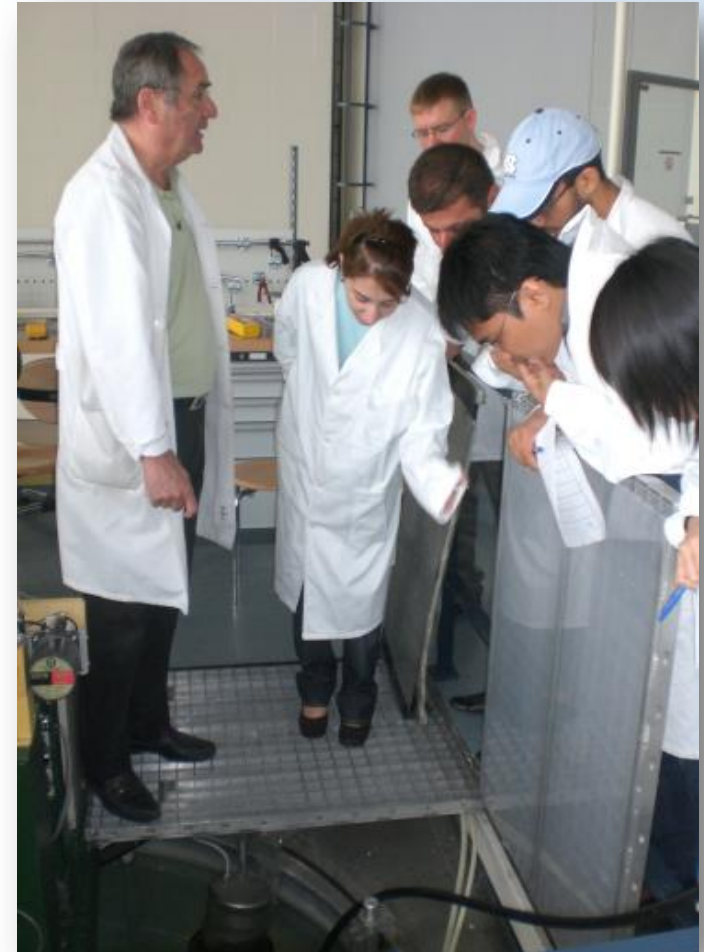
Обучение и подготовка: Сети и коалиции ИР (2)

Программа группового обучения Восточно-Европейской Инициативы ИР

- 6-ти недельная программа обучения
- ИР в Австрии, Чехии, Венгрии и Словакии
- Практические занятия и проведение экспериментов в области безопасности, эксплуатации, ТО и применений ИР

Необходимая квалификация участников:

- Программа обучения нацелена на **молодых специалистов** с небольшим опытом или без опыта в ядерной области
- Кандидаты должны иметь инженерный диплом или степень магистра, **знание/понимание ядерных технологий**, а также настоящие или будущие задачи, связанные с работой или исследованиями на ИР
- **Владение английским языком**



Обучение и подготовка: Сети и коалиции ИР (3)

Программа группового обучения Восточно-Европейской Инициативы ИР

- Первая программа - 2009
- К настоящему времени – **11 разных версий курсов** (осенние и весенние)
- Обучение по Программе прошли **85 международных студентов**



Предстоящий курс:

*EERRI group fellowship training course:
19 Сентября – 28 Октября 2016*



Обучение и подготовка: Internet Reactor Laboratory (1)

Создание более широкого доступа к программам ядерного образования, не требуя от государства строительства нового исследовательского реактора

Как это работает?

HOST

- ПО и оборудование, установленное на ИР, в режиме реального времени собирают данные с датчиков систем ИР
- В зале пульта управления установлено оборудование для видеоконференции

ПЕРЕДАЧА
ДАННЫХ

- Сигналы передаются через Интернет*

GUEST

- ПО и оборудование удалённой площадки отображает информацию с ИР
- Оборудование видеоконференции обеспечивает взаимодействие студентов на удалённой площадке с ИР и позволяет «проводить эксперименты» в режиме реального времени

**Возможна передача «живой» информации в режиме реального времени или заранее записанной*

Обучение и подготовка: Internet Reactor Laboratory (2)

- Эксперименты на ИР, например выход на критичность, калибровка управляющих стержней, построение карты распределение потока нейтронов, загрузка топлива и т.д., транслируются студентам через Интернет.
- *Во втором полугодии 2016 запланировано 6 живых трансляций в регионе Латинской Америки*
 - Ноя 2016: региональный семинар (Bariloche, Argentina) + трансляция на Международную Конференцию МАГАТЭ по Управлению Ядерными Знаниями
- ИРЛ в Европе: трансляции с реактора ISIS (Франция) в удалённые площадки в Европе и Африке
 - Сен 2016: демонстрация в рамках Генеральной Конференции МАГАТЭ (дополнительное мероприятие)
- Запланировано расширение ИРЛ в Азию и Африку; ведётся оценка разных ИР.
- Аудитория: студенты старших курсов/магистры/аспиранты, обучающиеся по направлениям ядерной физики и технологий.



Обучение и подготовка: практические занятия

- Семинар МАГАТЭ: обучение преподавателей по демонстрации экспериментов на ИР:
 - *RLA1012: 31 Окт – 4 Ноя 2016, Прага, Чехия*
 - *RER1016: 31 Окт – 4 Ноя 2016, Вена, Австрия*
- Ядерная Школа “Эксперименты реакторной и нейтронной физики”
 - Двухнедельный курс (по одной неделе на каждом ИР)
 - Мар – Апр 2015: Индонезия и Малайзия
 - *Ноя – Дек 2016: Таиланд и Вьетнам*
 - Около 10 студентов финансово поддерживаются МАГАТЭ
=> *Цель: организовать месячный курс*

Управление старением (1)

Количество
реакторов

Распределение возраста ИР в базе МАГАТЭ:



Управление старением (2)

База данных МАГАТЭ по вопросам управления старением ИР (RRADB)

293 отчетов в БД:

- 72 отчета – собранные за 2014-2015 годы
- 267 отчетов – за предыдущие годы (с 2009)

Обновление информации – каждые два года

IAEA RRAMP Research Reactor Ageing Management Page

Access RRADB RR section page Registration

Search this site

Fostering longer and safer lifetime of a facility

Welcome to the IAEA Research Reactors Ageing Management Page

Ageing of research reactors is a natural process where characteristics of structures, systems and components gradually change with time or use. It eventually leads to degradation of materials subjected to normal service conditions.

What is the Research Reactors Ageing Database?

Research Reactors Ageing Database (RRADB) is a compilation of Member States' reports describing their experience in resolving and overcoming the ageing issues. In other words, it is a repository of the worldwide experience in managing research reactors' long term reliability and availability. The purpose of the RRADB is to provide an overview and good practices on managing ageing of structures, systems and components (SSCs) at research reactors and ultimately contribute to their enhanced safety and effectiveness, and more sustainable utilization.

This database is intended for use by operating organizations and regulators when establishing, implementing and improving ageing management programmes for research reactors. It is designed so that it shares **successful ageing management implementation practices**, and promotes engineering, operation and maintenance excellence.

How does the Research Reactors Ageing Database work?

The Database is comprised of reports on ageing management which IAEA's Member States provide to the Agency on a biennial basis. These reports provide updates on ageing management processes, analysis and lessons learned from previous ageing issues. They also include information about new successful activities for increased safety and sustainability of research reactors operation, as well as for their ageing management and life extension. Research reactor codes on ageing mechanisms and affected systems that have been incorporated in the database serve as filters for producing reports on specific ageing issues. The list of codes, along with their description for ageing mechanisms and affected systems is accessible at [this page](#).

RRADB Feedback: RRADB.Contact-Point@iaea.org

Publications related to Operation and Maintenance

IAEA Safety Standards for the protection and the environment	IAEA Safety Standards for research reactors and components	IAEA Safety Standards for the protection of people and the environment	IAEA Safety Standards for the protection of people and the environment
Maintenance, Periodic Testing and Inspection of Research Reactors NS-G-4.2	Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for Research Reactors NS-G-4.4	Ageing Management for Research Reactors SSG-10	Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for Research Reactors NS-G-4.5

AEA TECDOC SERIES

IAEA TECDOC SERIES

Project Experiences in Research Reactor Ageing Management Modernization and Refurbishment
TECDOC-1748

Operating Experience from Events Reported to the IAEA Incident Reporting System for Research Reactors
TECDOC 1762

Announcements:

RR Ageing Management DB online!
Please, provide your feedback to the RRADB team at RRADB.Contact-Point@iaea.org

Ageing and systems codes

Access RRAMP Reports

Current O&M activities

NEW CRP:

CRP T34002: Establishment of a Material Properties Database for Irradiated Core Structural Components

CRP T34003: Condition Monitoring and Incipient Failure Detection of Process Plant Equipment in Research Reactors

CRP:

CRP T34001: Improved Instrumentation and Control Maintenance Techniques for RRs using the Plant Computer – rrcp.com

ACTIVITIES:

Operation and Maintenance Assessment for Research Reactors (OMARR) mission

Non-destructive examination and in-service inspection (NDE-ISI)

Digital Instrumentation and Control Systems for New and Existing Facilities

PLANNED PUBLICATIONS:

Application of Probabilistic Assessment for Research Reactor

Research Reactor Modernization and Refurbishment

Support for Research Reactor safety work in operation and maintenance areas (with the [Research Reactor Safety Section](#))

Управление старением (3)

RRADB: коды механизмов старения и подверженных им систем

Код системы	Подверженная система
1.	Реакторный блок и топливо
1.1	ТВС
1.2	Хранилище
1.3	Опорные конструкции
...	...
2	Охлаждение
2.1	Первый контур
2.2	Охлаждение бассейна
2.3	Аварийное охлаждение
...	...
3	Гермообъем / контайнмент
4	Энергоснабжение
5	КИПиА
6	Вспомогательные системы
7	Экспериментальные установки
8	Документооборот
9	Другое (не относящееся к конструкции, системам и компонентам)

Код механизма старения	
<u>A</u>	Изменение свойств под воздействием радиации
<u>B</u>	Изменение свойств под воздействием температуры
<u>C</u>	Эффект ползучести вследствие напряжения / давления
<u>D</u>	Механическое смещение / усталость / износ вследствие циклических температурных изменений, вибрации вследствие потока, другие циклические нагрузки
<u>E</u>	Осаждение материала (продукты коррозии)
<u>F</u>	Эрозия от воздействия потока
<u>G</u>	Коррозия
<u>H</u>	Повреждения, вызванные скачками мощности
<u>I</u>	Затопление – осаждение и химическое загрязнение
<u>J</u>	Пожар – воздействие нагрева, задымление, химически активные газы
<u>K</u>	Моральное устаревание / изменение технологии
<u>L</u>	Изменения требований / приемлемые стандарты
<u>M</u>	Другое (должно отражать временную зависимость)

Управление старением (4)



Affected system

1.1 Fuel assemblies; 1.2 Fuel storage; 1.3 Core support structure

Ageing Mechanism

A Radiation induced change of properties; B Temperature induced change of properties; C Creep due to stress / pressure

Facility Name	Link to Facility	Affected system codes	Ageing Mechanism codes	Country	Date of Report	Name
TRIGA II VIENNA	Link to Facility	1.1; 1.3; 1.4; 1.5	A; E; G	Austria	6/1/2016	201605_ATR-TRIGA_1.1-1.3-1.4-1.5 (A,G,E)
SLOWPOKE-2 Montreal	Link to Facility	1.1	A; B; C; D; G	Canada	1/13/2014	20140113_SLOWPOKE-2_Montreal_1.1
FRMZ (TRIGA Mainz)	Link to Facility	1.1; 1.3; 1.5	A; C; E	Germany	1/13/2014	20140113_TRIGA_Mainz_1.1
LENA	Link to Facility	1.1; 1.8; 2.6	A; B; G; K	Italy	1/13/2014	20140113_LENA_1.1
IBR-2	Link to Facility	1.1	A; B; C; D	Russia	2/11/2009	20090211_IBR-2_1.1

Select Filter Value(s) -- Webpage Dialog

Select Filter Value(s) [Help](#)

- (Empty)
- 1 Reactor block & fuel
- 1.1 Fuel assemblies
- 1.10 Biological shield
- 1.11 Thermal shield
- 1.12 Start-up source
- 1.2 Fuel storage
- 1.3 Core support structure
- 1.4 Reflector facilities / systems
- 1.5 Core tank / skirt
- 1.6 Pool liner incl. leak detection
- 1.7 Pool structure incl. gates
- 1.8 Beam tube heads (in-pool)
- 1.9 Control / shutdown rods / drives
- 2 Cooling
- 2.1 Primary cooling

OK Cancel

Управление старением (5)

RRMPDB – база данных свойств материалов облученных компонентов конструкции активной зоны ИР

- Разрабатывается в рамках CRP T34002:
Establishment of Material Properties Database for Irradiated Core Structural Components for Continued Safe Operation and Lifetime Extension of Ageing Research Reactors (13 стран-участниц: Алжир, Аргентина, Австралия, Бразилия, Египет, Индия, Индонезия, Япония, Казахстан, Южная Корея, Голландия, Россия, ЮАР, США)

- Цель:
 - понимание поведения материалов компонентов активной зоны ИР для их дальнейшей безопасной эксплуатации и продления срока службы ИР

 - создание базы данных надежной и проверенной информации об облученных компонентах конструкции активной зоны

- Текущий статус – анализ предложений по исследованиям

- Предполагаемая дата запуска БД:
 - Конец 2017

Международный центр на базе ИР (ICERR)

*Среди стран-участниц МАГАТЭ возрастает потребность в доступе к ИР.
Часто доступ к установкам оказывается дорог и несвоевременен.*

- Программа МАГАТЭ “International Centre based on Research Reactor” (ICERR) – Международный центра на базе ИР
- Программа призвана помочь странам-участницам получить своевременный доступ к соответствующей инфраструктуре на базе ИР
- Основная цель ICERR в признании и продвижении следующих результатов:
 - **Обеспечить доступ** к действующим ИР для стран-участниц МАГАТЭ и **улучшить их доступность**
 - Создать для стран-участниц **научный центр – хаб** – для проведения ядерных НИОКР
 - Способствовать **развитию совместной деятельности** стран-участниц
 - **Повысить эффективность использования** действующих ИР
- Страна-участница подаёт заявку на аккредитацию, МАГАТЭ проводит оценку
- CEA Cadarache и Saclay (Франция) – первая организация, аккредитованная в качестве – ICERR

*Предстоящее мероприятие: **Церемония официального назначения ГНЦ НИИАР в качестве ICERR в рамках Генеральной Конференции МАГАТЭ в Вене, 27 Сентября 2016 (дополнительное мероприятие)***

Содействие МАГАТЭ в стратегическом планировании

В 2014 году 23 установки представили МАГАТЭ свои стратегические планы для рассмотрения

В этой связи МАГАТЭ организовало семинар на тему «Создание и развитие пользовательских сообществ и промышленных партнерств для ИР (Development of Research Reactor User Communities and Industrial Partnerships)» с целью распространения накопленного опыта и обмена передовым опытом между странами-участницами:

- Конкретизировать информацию по назначению плана – Новая установка или Новая Миссия?
- План должен содержать:
 - Общее описание ИР и связанных с ним установок;
 - Конкретное определение потребности в реакторе, настоящую или потенциальную, региональную и государственную и т.д.;
 - Реалистичное определение (понимание) фактических и потенциальных возможностей (применений) ИР;
 - Определение Миссии - широких целей ИР
 - Определение нескольких (около 5) конкретных целей/задач, необходимых для реализации миссии (Маркетинг, Управление персоналом, Финансирование, Производство и т.д.)
 - Введение «обратной связи» - введение процесса регулярного пересмотра стратегического плана на основе результатов деятельности
 - Заявление о поддержке со стороны руководства: приверженность

Предстоящее мероприятие : Семинар-Практикум по применениям ИР: Переход о стратегического плана к плану действий, Вена, Австрия, 12-16 Декабря 2016

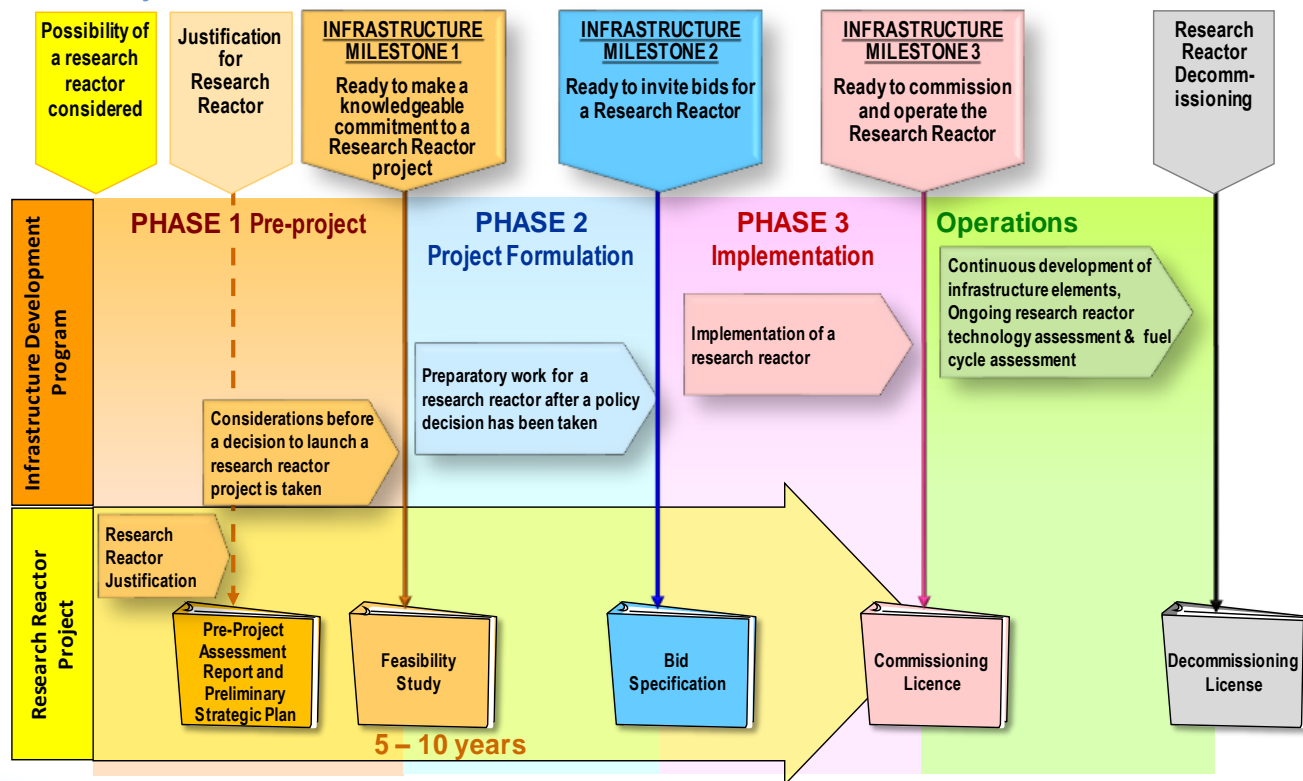
Аспекты подхода

«Milestones»

Программа МАГАТЭ по развитию инфраструктуры и новых проектов ИР

Публикация МАГАТЭ: Nuclear Energy Series Report NP-T-5.1 “*Specific Considerations and Milestones for a New Research Reactor Project*”

<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8843/Specific-Considerations-and-Milestones-for-a-Research-Reactor-Project>



Предстоящее мероприятие : Семинар-практикум «Частные вопросы основных этапов нового проекта ИР, Вена, Австрия, 17-21 Октября 2016

Публикации по теме

Курсы практической подготовки:

- [IAEA Training Course Series No. 57](#), 'Hands-on Training Courses Using Research Reactors and Accelerators', Vienna (2014).
 - Включает подробное описание 13 экспериментов по реакторной физике, 3 эксперимента по КИПиА, другие эксперименты, связанные с ускорительной физикой.

Управление старением:

- IAEA, [IAEA TECDOC Series No. 1748](#), 'Project Experiences in Research Reactor Ageing Management, Modernization, and Refurbishment', Vienna (2014).
- IAEA, [IAEA Nuclear Energy Series No. SSG-10](#), 'Ageing Management for Research Reactors', Vienna (2010).

В стадии завершения и подготовки к публикации:

- Учебный сборник 'Использование ИР в Программах Высшего Образования'
 - Включает подробную информацию о лабораторном регламенте проведения экспериментов, необходимых установках и оборудовании, а также описание практической реализации процесса проведения
 - Руководство для интеграции экспериментов на ИР в учебный план университета
 - Категории: Общая, Реакторная физика, ядерные технологии, применения ИР
 - ~30 реакторных установок в мире внесли вклад в создание учебного сборника; **~130 лабораторных регламентов (протоколов)**
 - Планируемая дата публикации: конец 2016/начало 2017

Контактная информация

Секция Исследовательских Реакторов:

research.reactors@iaea.org

Руководители проектов:

- **Mr. Andrea Borio Di Tigliole**, Section Head, RRS (RR Infrastructure Project)
 - A.Borio-Di-Tigliole@iaea.org
- **Mr. Danas Ridikas**, Research Reactor Specialist, NAPC (RR Utilization Project)
 - D.ridikas@iaea.org
- **Ms. Frances Marshall**, Nuclear Engineer, RRS (RR Fuel Cycle Project)
 - F.Marshall@iaea.org
- **Mr. Ram Sharma**, Nuclear Engineer (Research Reactor Operation & Maintenance Project)
 - Ram.Sharma@iaea.org

Библиография Секции ИР:

<https://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/Technical-Areas/RRS/bibliography.html>

База данных ИР:

<https://nucleus.iaea.org/RRDB>



IAEA

60 Years

Atoms for Peace and Development

Thank you!

