

Центр сбора и анализа информации по
безопасности исследовательских ядерных
установок (ЦАИ ИЯУ)



АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК РОССИИ ЗА 2006-2010 ГОДЫ

Святкин М.Н., Федулин В.Н., Гатауллин Н.Г.,
Виноградов М.К..

(Россия, ОАО «ГНЦ НИИАР»)



- По состоянию на 01.01.2011 г. на 20 предприятиях 5 Министерств и ведомств России насчитывалось 85 ИЯУ: 38 исследовательских реактора (ИР), 34 критических (КС) и 13 подкритических (ПКС) стенов.

- В настоящее время в России 54 действующие ИЯУ, 2 - на реконструкции, 8 - законсервированы, 19 - выводятся из эксплуатации и 2 - строятся (табл.1).

Таблица 1. Распределение ИЯУ России по типам и состояниям (на 01.01.2011 г.)

№ п/п	Тип ИЯУ	Количество ИЯУ					
		Всего	Действующие	На реконструкции	На консервации	Выводимые из эксплуатации	Строящиеся
1	ИР	38	22	1	3	11	1
2	КС	34	26	1	2	5	0
3	ПКС	13	6	0	3	3	1
Итого		85	54	2	8	19	2

- В течение 2006-2010 годов были сняты с учета в Ростехнадзоре четыре КС, один ПКС и один ИР (ИБР-30). Продолжается строительство реактора ИРВ-М2 (НИИП, Лыткарино) и электроядерного генератора нейтронов (ГНЦ РФ ИТЭФ, Москва), сооружаемого на базе выводимого из эксплуатации тяжеловодного реактора ТВР. Практически завершено сооружение ПИК (ПИЯФ, Гатчина), физический пуск которого планируется в первом полугодии 2011 года. В 2010 году принято решение о сооружении на площадке ОАО «ГНЦ НИИАР» многофункционального исследовательского реактора на быстрых нейтронах (МБИР).

- Научно-исследовательские ядерные установки используются для выполнения широкой программы фундаментальных исследований в различных областях науки и техники многих стран и играют важную роль в развитии ядерной энергетики. Прикладные исследования на ИЯУ гарантируют надёжное обоснование и поддержание на должном уровне безопасности объектов ядерной энергетики.

- На исследовательских реакторах России в 2006-2010 годах проводились работы в области фундаментальных наук, радиационного материаловедения, безопасности реакторов, реакторных технологий, реализации реактора термоядерного синтеза, радиационной медицины. Проводились испытания и калибровка детекторов, легирование кремния, получение изотопов, окрашивание минералов, выполнялись образовательные программы обучения студентов.

- Усредненный за 2006-2010 годы временный коэффициент использования реакторов, определяемый как отношение времени работы исследовательского реактора на мощности к календарному времени, показан на рис. 1.

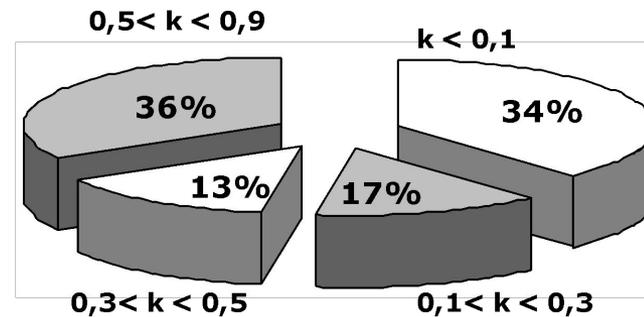


Рис.1. Распределение временного коэффициента (k) использования исследовательских реакторов России за 2006-2010 годы.

Только чуть больше одной третьей реакторов работала более половины календарного времени. Менее 10% календарного времени работали на мощности 34% ИР, в первую очередь это ИР «КИ» (Гидра, Гамма, Аргус). Ежегодно от 9,5 до 24% действующих ИР по разным причинам не выходили на мощность.

- Особое внимание уделяется вопросам безопасности использования самих ИЯУ. С 1992 г. в МАГАТЭ действует система отчётности по инцидентам на исследовательских реакторах (IRSRR). Целью работы системы является повышение безопасности исследовательских реакторов посредством обмена информацией по инцидентам. С 2002 года система IRSRR выполняет функции международного форума, на котором можно поделиться опытом эксплуатации исследовательских реакторов. По состоянию на начало 2011 года 50 стран из 68, имеющих ИЯУ, являются участниками системы IRSRR. От национальных координаторов системы из 37-ми стран в базу данных IRSRR уже поступил 171 отчет о расследовании инцидентов на ИЯУ.

- В 1998 г. в Росатоме на базе ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР» был создан Отраслевой Центр сбора и анализа информации по безопасности исследовательских ядерных установок. Для решения задач, возложенных на Центр, разработана и внедрена информационная система сбора и обработки данных по отказам оборудования и нарушениям в работе ИЯУ России. Участниками информационной системы являются 20 организаций пяти Министерств и ведомств России. Эти организации предоставляют данные о работе всех ИЯУ России. По состоянию на начало 2011 года в базе данных информационной системы содержатся основные сведения о 115 ИЯУ России, их характеристики, показатели эксплуатации и 2264 отчета о нарушениях в работе ИЯУ. Накопленная в базе данных информация о работе ИЯУ используется для оценки эффективности эксплуатации и безопасности исследовательских ядерных установок, для разработки рекомендаций по предупреждению нарушений.

- Большинство ИЯУ находятся в эксплуатации более 30 лет. Длительная работа установки, приводит к снижению эксплуатационных характеристик ее элементов и систем вследствие изменения свойств материалов, деградации и морального старения отдельных элементов и объекта в целом. Для обоснования технической возможности продолжения эксплуатации проводится обследование технического состояния элементов, систем и конструкций ИЯУ и ведется последующее управление ресурсными характеристиками их элементов. Наибольшее внимание уделяется системам управления и защиты ИЯУ, системам электроснабжения, системам контроля радиационной безопасности ИЯУ.

- За рассматриваемый период проведена замена физически и морально устаревшей аппаратуры СУЗ на исследовательских реакторах ИРТ-Т и МИР.М1. На реакторе ВВР-М модернизация СУЗ носит поэтапный характер - замена аппаратуры СУЗ, затем замена сервоприводов СУЗ, а замена рабочих органов СУЗ запланирована на 2011 год. У ряда реакторов проводится модернизация систем и каналов контроля технологических параметров (МИР.М1, РБТ-10/2, СМ-3, РБТ-6, БОР-60, ВВР-М, БАРС-4).

- Ведется замена оборудования, исчерпавшего свой ресурс. Так, на реакторе ВВР-ц проведена замена задвижек с приводами по второму контуру и трех насосов второго контура. На ИРТ-Т заменены дренажные насосы контуров охлаждения. На ИР СМ-3 периодически заменяют исчерпавшие свой ресурс центральные бериллиевые вкладыши активной зоны реактора.
- Модернизация систем электроснабжения заключается в приведении их в соответствие с современными нормативно-техническими требованиями. Проводится замена аккумуляторных батарей системы аварийного электроснабжения, выработавших свой ресурс, на новые сейсмостойкие батареи (МИР.М1, РБТ-10/2). Реализуются мероприятия, направленные на повышение устойчивости ИР к колебаниям напряжения во внешних электрических сетях.

- На реакторах РБТ-6, МИР.М1 усовершенствуются системы охлаждения, на ИР ВК-50 введена в эксплуатацию система локализации пара после предохранительных клапанов.
- На ИР ИВВ-2М модернизируется система вентиляции, на реакторах МИР.М1, РБТ-10/2, БОР-60 - системы контроля активности выбросов, активности теплоносителя, контроля герметичности оболочек ТВЭЛОВ.
- **На исследовательских реакторах закончено создание резервных пультов управления.**

- При введении новых нормативных документов, содержащих новые требования безопасности, эксплуатирующими организациями проводится работа по приведению исследовательских реакторов в соответствие с новыми федеральными правилами, заключающаяся:
 - в проведении анализа соответствия безопасности на исследовательских реакторах новым требованиям введенного документа;
 - в устранении выявленных отклонений (недостатков);
 - в разработке компенсирующих мероприятий при невозможности устранения отклонений.

- По информации, накопленной в базе данных информационной системы Центра, общее количество нарушений в работе ИЯУ за сравниваемые пять лет имеет тенденцию к снижению (рис.2). Последние два года количество нарушений находится на уровне более чем в 3,5 раза ниже количества нарушений в 2006 году.

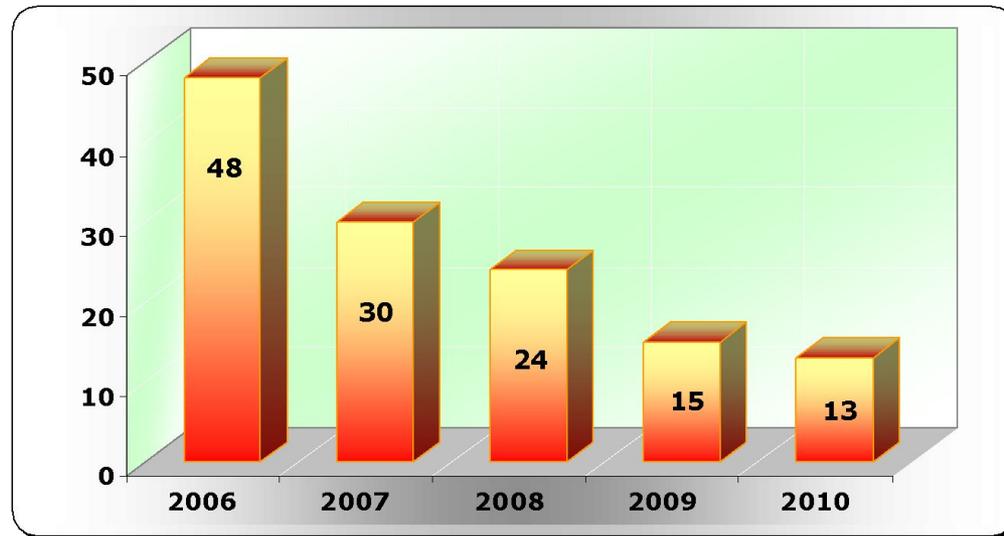


Рис. 2. Количество нарушений в работе ИЯУ России в 2006-2010 годах

- Распределение нарушений в работе ИЯУ России по непосредственным причинам нарушений в 2006-2010 годах приведено в табл. 2.

Таблица 2.

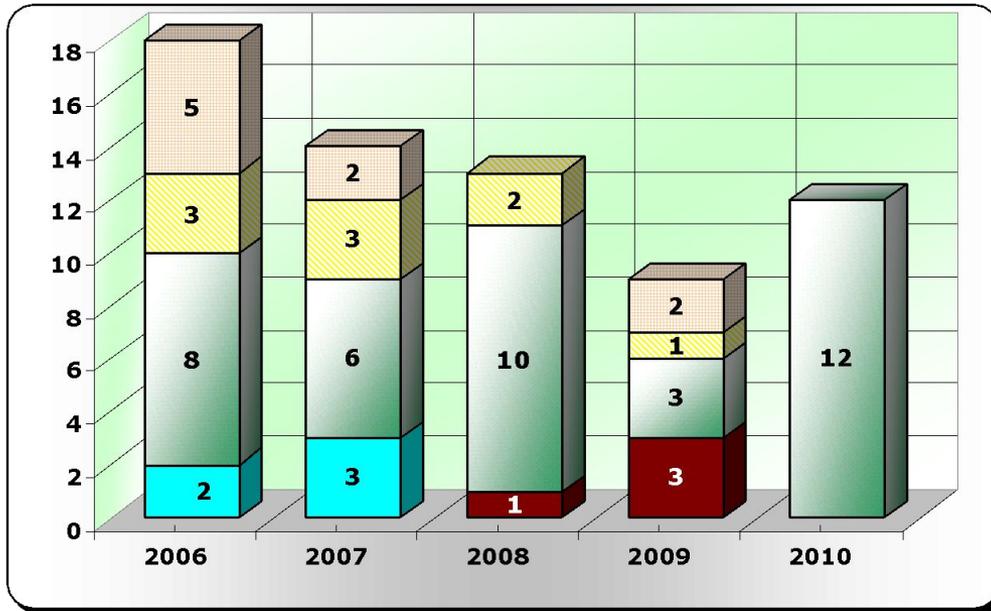
**Распределение нарушений в работе ИЯУ России
по непосредственным причинам нарушений в 2006 - 2010 годах**

Непосредственные причины нарушений	Количество нарушений				
	2006	2007	2008	2009	2010
Отказ элемента	16	12	10	8	9
Ошибка персонала	4	3	0	1	0
Отклонения в работе внешних электросетей	28	15	14	6	4

- Количество нарушений, непосредственными причинами которых были отклонения в работе внешних электросетей, после максимального значения в 2006 году постоянно снижается. Очевидно, начинают сказываться результаты реализации в последние годы мероприятий по повышению устойчивости ИЯУ к отклонениям в работе внешних электросетей и надежности электроснабжающих систем, находящихся в ведении эксплуатирующих организаций.

- Количество нарушений, непосредственными причинами которых были ошибки персонала, находится на достаточно низком уровне, а за последние три года из-за ошибки персонала произошло только 1 нарушение. Небольшое количество нарушений из-за ошибки персонала свидетельствует об усилении внимания к проблемам подготовки персонала ИЯУ и поддержания профессиональных навыков на должном уровне.

- Количество нарушений, непосредственными причинами которых явились отказы элементов ИЯУ, в течение 5 лет снизилось в 1,6-2 раза и последние 3 года удерживается на уровне 8–10 нарушений в год. Снижение ежегодного количества таких нарушений свидетельствует об эффективности работы по программам управления ресурсом элементов систем, важных для безопасности.



- Приводные устройства
- Элементы электротехнические
- Элементы контрольно-измерительные, управления, защиты и автоматики
- Элементы тепломеханические
- Элементы конструкции реактора и внутрикорпусные устройства

Рис. 3 Распределение количества отказов элементов систем ИЯУ

- Анализ отказов элементов ИЯУ (рис.3), зафиксированных в процессе нарушений, по типам оборудования ИЯУ, показал, что:
 - количество отказов элементов контрольно-измерительных, управления, защиты и автоматики является наибольшим и вносит существенный вклад в отказы элементов; в 2010 году все отказавшие элементы относятся к этому типу;
 - уменьшается число отказов приводных устройств;
 - практически на одном уровне находится количество нарушений, вызванных отказами электротехнического оборудования;
 - наименьшее количество отказов приходится на элементы тепломеханические и элементы конструкции реактора и внутрикорпусные устройства.

- Останов ИЯУ в ходе нарушения осуществляется в основном автоматическим срабатыванием АЗ, при этом доля ложных срабатываний в рассматриваемые годы составляла 18-46%. Отказы элементов каналов и подсистем управления и защиты, во всех случаях, не нарушали выполнение системами управления и защиты своих функций.

- В нарушениях 2006-2010 годов зафиксировано 66 отказов элементов ИЯУ, из них 47 (71%) отказов элементов систем безопасности. Основной путь снижения числа таких отказов – это замена устаревших комплектов аппаратуры СУЗ и элементов каналов контроля параметров реактора.

- На ИЯУ России разработаны и действуют специальные мероприятия, позволяющие значительно снизить дозовые нагрузки для эксплуатационного персонала, снизить выбросы и сбросы радиоактивных продуктов в окружающую среду. Нарушения в 2006, 2008, 2009 и 2010 годах проходили без выхода радиоактивных веществ за установленные границы. Не было случаев облучения лиц из числа работников (персонала) и загрязнения помещений радиоактивными веществами, превышающих контрольные уровни.

- С точки зрения безопасности событий в соответствии с уровнями международной шкалы ядерных событий (INES) в рассматриваемый период из 130 нарушений только 6 нарушений классифицировано уровнем 1 (отклонение от разрешенного режима эксплуатации), остальные классифицированы уровнем 0 (не существенно для безопасности).

- В ходе 3-х нарушений уровня 1 в работе ИР ИВВ-2М в 2007 году произошло загрязнение радиоактивными веществами оборудования и помещений здания реактора. Во всех нарушениях загрязнения радиоактивными веществами площадки размещения и территории за пределами площадки размещения ИЯУ не было, и не было отмечено радиационного воздействия на население и окружающую среду.

- В целом состояние ядерной и радиационной безопасности исследовательских реакторов России оценивается как удовлетворительное.

Спасибо за внимание!

