

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Физико – энергетический факультет  
Кафедра РКР АЭС

## ДОКЛАД

# “Атомные электростанции сверхмалой мощности для прикладных и учебных целей.”

Выполнил: к.т.н. Хорасанов Г. Л.  
к.т.н. Самохин Д.С.  
аспирант Зевякин А.С.

Обнинск, 2015

# Реакторы малой мощности

1. Реактор ИРТ-2000 (исследовательский реактор мощностью 2000 кВт) – используется для исследований в области физики реакторов, мед. физики, радиационного материаловедения и тд. (Москва)
2. Реактор ИР-100 (исследовательский реактор мощностью 200кВт) – используется в исследовательских целях. (Севастополь)
3. Проект реактора Мастер (саморегулируемый реактор мощностью 300 кВт) – реактор сверхмалой мощности для теплоснабжения.(Обнинск)
4. Проект ELECTRA (быстрый реактор мощностью 1МВт) – реактор для учебных целей и образования.(Швеция)
5. Проект реактора БРУЦ (быстрый реактор мощностью 0,5 МВт) – реактор для учебных и прикладных целей с инновационным свинцовым теплоносителем.(Обнинск)

# Публикации по реакторным установкам малой мощности

1. J. Wallenius, E. Suvdantsetseg, S. Borrot, M. Pukari, M. Jolkkonen, A. Claisse, P. Olsson, J. Ejenstam, P. Szakalos. *ELECTRA: A Lead Cooled Reactor for Training and Education*. In: Proceedings of the fourth conference “Heavy liquid metal coolants in nuclear technologies” (HLMC-2013). In 2 volumes. - Obninsk: SSC RF-IPPE, 2014, v. 1, pp. 29-42.
2. [www.nature.ru/db/msg.html?mid=1168868&s=](http://www.nature.ru/db/msg.html?mid=1168868&s=)
3. С. А. Кузьмичев, Д. С. Самохин, А. М. Терехова, Г. Л. Хорасанов, *Обнинский институт атомной энергетики ИАТЭ НИЯУ МИФИ: “Предложение по созданию инновационного быстрого реактора ультра малой мощности для учебных целей.”*
4. Казанский Ю.А., Левченко В.А., Матусевич Е.С., Юрьев Ю.С., Балакин И.П., Белугин В.А., Дорохович С.Л. и др. Саморегулируемый реактор сверхмалой мощности для теплоснабжения «МАСТЕР ИАТЭ». // Известия вузов. Ядерная энергетика. №3, 2003.

# Предпосылки начала работ

- Публикация материалов шведских ученых о намерении создать первый быстрый свинцовый реактор для учебных целей и образования ELECTRA.
- Появившаяся информация в Internet о работе японских специалистов над реактором мощностью 200 кВт (электрических) для снабжения офисных небоскребов.
- Разработка канадского реактора бассейнового типа “Slowpoke”.

# Актуальность

- Существующие тренажеры для подготовки эксплуатационного персонала для АЭС не полностью отвечают условиям работы на АЭС, так как в них отсутствует ионизирующее излучение, не ведется контроль состояния теплоносителя, твелов, парогенератора, турбины и других элементов АЭС.
- Ядерные реакторы АЭС сверхмалой мощности могут быть использованы для прикладных и научных целей, ведущихся в вузах ядерного направления ( ядерно-физические исследования, получение радиоизотопов и др.)
- Такие АЭС могут быть экспортированы в страны, которые начинают освоение ядерной энергетики (Бангладеш, Египет, Турция, Вьетнам, Белоруссия, Казахстан и другие страны).
- В настоящее время подобные учебные АЭС отсутствуют, но они будут полезны как для российских, так и для зарубежных студентов, обучающихся в РФ.



Работы по созданию реакторной установки сверхмалой мощности ведутся в двух направлениях:

- Быстрый реактор для учебных и прикладных целей (БРУЦ).
- Тепловой реактор для учебных и прикладных целей.

Работа по реактору сверхмалой мощности ведется коллективом кафедры «Расчет и конструирование реакторов АЭС», имеющим опыт разработки реакторов малой мощности, а именно, реактора теплоснабжения МАСТЕР мощностью 300 кВт, а так же многолетний опыт по обоснованию безопасности ядерных энергетических установок с жидкометаллическим теплоносителем.

# Быстрый реактор для учебных и прикладных целей (БРУЦ)

- Быстрый реактор для учебных целей (БРУЦ), использует в своем составе инновационный свинцовый теплоноситель и промышленно освоенный диоксид урана с обогащением 20% по изотопу урана U-235.
- В целях безопасности обращения с реактором предполагается относительно малая тепловая мощность реактора, менее 0,5 МВт.
- Возможность перехода реактора в надкритическое состояние детерминистически исключается благодаря малому запасу реактивности, менее бета.
- Для перевода активной зоны в глубоко подкритическое состояние предусмотрены 2 стержня из диборида вольфрама ( $WB_2$ ), которые вводятся в активную зону при снижении расхода ниже номинального или полном отключении насосов.

# Элементы предполагаемой конструкции реактора БРУЦ



Наименование, единицы измерения	Значение
<b>Активная зона</b>	
Тепловая мощность, МВт	0,5
Количество подзон	1
Топливо/обогащение по U-235	UO <sub>2</sub> /20%
Внешний эквивалентный диаметр активной зоны, мм	360
Высота активной зоны, мм	300
Число шестигранных ТВС	1
Число твэлов в ТВС	567
Шаг твэлов в ТВС, мм	14,0
Размеры оболочки твэла, мм	11,6 x 0,5
Диаметр топливной таблетки, мм	11,5
Масса топлива/тяжелого металла, кг	174/153
Теплоноситель/марка	Pb-nat/COO
Температура теплоносителя на входе в активную зону, °С	400
Температура теплоносителя на выходе из активной зоны, °С	500
Средняя скорость теплоносителя, м/с	1,2
Объемная доля теплоносителя в активной зоне, %	62,5
Средняя объемная энергонапряженность, кВт/л	16,4
Средняя линейная нагрузка на твэл, кВт/м	2,94



# Тепловой реактор для учебных и прикладных целей.

- Реакторная установка водо-водяного типа.
- Предполагаемая тепловая мощность реактора до 3 МВт.
- Установка представляет собой уменьшенную копию реактора ВВЭР-1000 (имеется парогенератор, турбина, генератор)
- Данная установка предназначена для учебных и прикладных целей. Такие АЭС могут быть экспортированы в страны, которые начинают освоение ядерной энергетики (Бангладеш, Египет, Турция, Вьетнам, Белоруссия, Казахстан и другие страны). В настоящее время подобные учебные АЭС отсутствуют, но они будут полезны как для российских, так и для зарубежных студентов, обучающихся в РФ.

# Заключение

В докладе рассмотрено :

- актуальность работ по созданию реактора сверхмалой мощности, детерминистически безопасного при ошибочных действиях персонала;
- возможность и целесообразность его применения в учебной и прикладной сферах ядерной энергетики;
- интерес к данному сектору ядерной энергетики со стороны зарубежных специалистов (Канада, Швеция, Япония).



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**