

# Исследовательские реакторы один за другим переводятся на НОУ топливо, а мир становится безопаснее

Адем Мютлуер

Ночью 29 сентября 2014 года, после одной из операций по удалению топлива и повышению физической безопасности исследовательского реактора, с авиабазы в Казахстане взлетел тяжелый транспортный самолет.

В его грузовом отсеке были размещены четыре предоставленных МАГАТЭ массивных контейнера, содержимое которых – в общей сложности 10,2 килограмма высокообогащенного урана (ВОУ); в пункте назначения в России этот уран должен быть подвергнут разбавлению до состояния безопасного вещества или помещен в надежное хранилище.

Эта операция явилась последним достижением в глобальной программе, в которой участвуют МАГАТЭ, Российская Федерация и Соединенные Штаты и цель которой – помочь ряду стран, в том числе Казахстану, в устранении рисков, связанных с ВОУ, сохраняя при



Исследовательский реактор в Алатау, Казахстан

(Фото: П. Чакров/Институт ядерной физики)

этом условия для проведения на реакторе важных научных исследований. ВОУ представляет собой угрозу для физической безопасности, поскольку он является компонентом, который может использоваться для создания ядерного устройства, предназначенного для злоумышленного использования. Применение ВОУ в исследовательских реакторах не рекомендуется, поскольку вместо него может использоваться более безопасный низкообогащенный уран (НОУ) (см. врезку). В 60-е – 70-е годы прошлого столетия, когда было построено множество существующих в мире исследовательских реакторов,

технология, предусматривающая использование НОУ, была еще недоступна, и поэтому для проведения экспериментов требовалось топливо на основе ВОУ. Со следующего года в качестве топлива для легководного исследовательского реактора в Алатау, неподалеку от Алма-Аты, самого большого города в Казахстане, будет использоваться НОУ, который с точки зрения нераспространения является менее чувствительным.

## Исследования будут продолжаться

“Я абсолютно уверен, что после переключения нынешняя работа реактора продолжится”, – говорит Петр Чакров, И.О. генерального директора Института ядерной физики в Алатау. “Кроме того, мы убеждены, что новая активная зона будет иметь в два раза больший потенциал и позволит увеличить производство различных медицинских, а также других радиоизотопов”, – говорит он, имея в виду ту часть реактора, в которой содержатся компоненты ядерного топлива и где происходит ядерная реакция.

Легководный реактор мощностью 6 мегаватт в Алатау используется для выполнения ряда задач, включая научные исследования, производство медицинских изотопов и испытания материалов для использования в промышленности. Например, на этом реакторе производится молибден-99, важный медицинский радиоизотоп, используемый в 70% процедур ядерной медицины во всем мире, и на его основе ежегодно проводятся десятки миллионов медицинских процедур (см. также статью на стр. 12).

До начала операций по переводу на НОУ ученые, работающие с этим реактором, провели исследования НОУ топлива после его облучения, целью которых было установить, возможен ли перевод этого реактора на НОУ. Оборудование для этого исследования предоставило МАГАТЭ, поясняет Чакров. Он говорит, что проанализировав образцы, облученные различными дозами излучения, и смоделировав условия, в которых НОУ должен использоваться в реакторе после перевода, ученые подтвердили, что этот реактор приемлем для безопасного и управляемого использования НОУ.

“Для осуществления этого проекта и обеспечения уверенности в наших дальнейших действиях закупка этого оборудования МАГАТЭ была абсолютно необходима”, – говорит Чакров.



## Поэтапное удаление

Контейнеры с топливом, вывозившимся самолетом в сентябре, – это одна из нескольких партий топлива, которое будет репатрировано из Алатау. В июле 2015 года реактор будет временно остановлен, и начнется шестимесячный период охлаждения. В это время, до переключения на НОУ топливо, будут заменены контрольно-измерительные приборы и системы управления и защиты. В январе 2016 года реактор будет перезапущен и будет работать на НОУ.

“В силу рисков, сопряженных с ВОУ, в соответствии с Трехсторонней инициативой России, Соединенных Штатов и МАГАТЭ, которую часто называют Программой по возвращению российского топлива для исследовательских реакторов (RRRFR), посредством 60 отгрузок из 14 стран в Российскую Федерацию было репатрировано более 2150 кг ВОУ, который в свое время поставлялся бывшим Советским Союзом (см. диаграмму)”, – говорит Шандор Тожер, инженер-атомщик, работающий в Секции исследовательских реакторов МАГАТЭ. Он поясняет: “В соответствии с Программой по возвращению российского топлива для исследовательских реакторов (RRRFR) МАГАТЭ выполняет функции администратора и предоставляет технические знания и оборудование”. Репатриация ВОУ топлива из реактора в Алатау – часть этой программы.

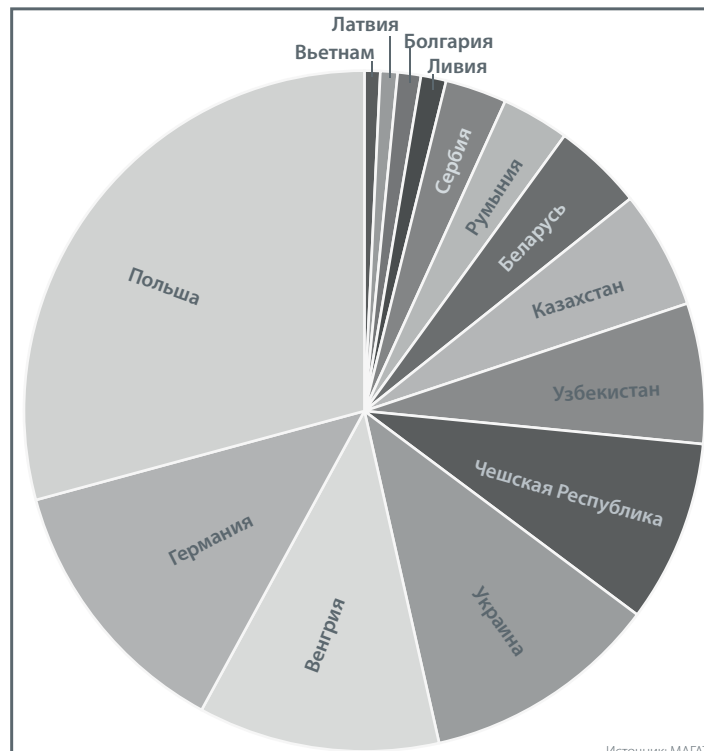
*Участие в написании этой статьи принимал также Питер Риквуд.*

## НАУКА

### Обогащение урана

В исследовательских реакторах в научных целях ранее всегда использовался высокообогащенный уран. Уран – это природный элемент, и уран-235 ( $^{235}\text{U}$ ) и уран-238 ( $^{238}\text{U}$ ) являются изотопами урана, то есть они имеют то же число протонов, что и уран, но число нейтронов у них другое. При добыче урана в массе, извлекаемой из земли,  $^{235}\text{U}$  – элемента, способного к ядерному делению, – содержится только 0,7%, а 99,3% – это стабильный  $^{238}\text{U}$ , ядерная реакция в котором не происходит. Обогащение урана означает, повышение в добытой массе доли  $^{235}\text{U}$ . Во всем мире на действующих АЭС, как правило, используется уран, обогащенный до 4–7%.

Обогащение достигается несколькими способами, причем во всех случаях используется метод, называемый разделением изотопов. Разделение изотопов – это процесс повышения концентрации конкретных изотопов химического элемента посредством удаления других изотопов. В данном случае



Источник: МАГАТЭ

Репатриация ВОУ в Россию в соответствии с Программой по возвращению российского топлива для исследовательских реакторов, по странам, на конец 2014 года.