



**Национальный исследовательский центр
«Курчатовский институт»**

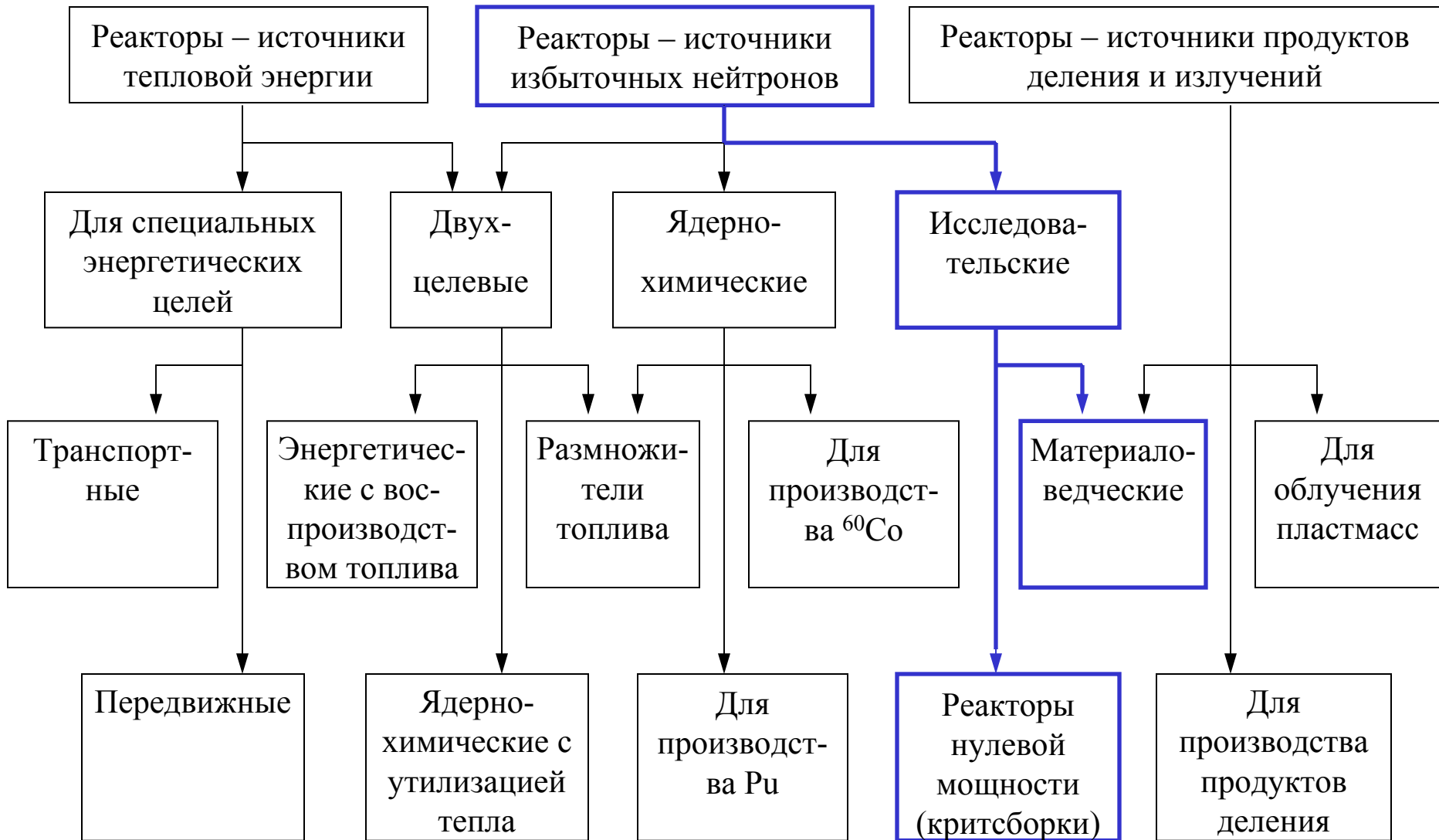
Институт ядерных реакторов

**РОССИЙСКО-АМЕРИКАНСКИЙ СИМПОЗИУМ
ПО КОНВЕРСИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
РЕАКТОРОВ
НА НИЗКОБОГАЩЕННОЕ УРАНОВОЕ
ТОПЛИВО**

8 – 10 июня 2011 г.

В.А. Павшук

Классификация реакторов по классу решаемых задач



Классификация по использованию результатов деления

Возможные классификации ИР

По нейтронно-физическим характеристикам - спектр нейтронов, способ размещения сырья для новых элементов, распределение потока нейтронов в активной зоне (гомогенный, гетерогенный)

По применяемым материалам – род ядерного топлива, замедлителя и теплоносителя

По конструкционным особенностям – характер движения теплоносителя и методы его удержания(корпусно или канальный)

И многие другие

Классификация по названию

- Air cooled reactor (r...) – реактор (р...) с воздушным охлаждением
- Breeder - р... – размножитель
- Cannel-type r... - канальный р...
- Desalination r... -р... опреснительной установки
- Enriched uranium r... - р...на обогащённом уране
- Gas cooled r.. – газоохлаждаемый р...
- Heterogeneous r...- гетерогенный р...
- Isotope production r...- р... для производства изотопов
- Liquid homogeneous r...- р... на жидком топливе, гомогенный
- Materials testing r...- материаловедческий р...
- Nitrogen cooled r...- р... с азотным охлаждением
- Organic cooled r...- р...с органическим теплоносителем
- Pebble bed r...- р... с гранулированным топливом
- Research and test r...-р...для исследований и испытаний
- Space propulsion r...- р... для двигателя космического аппарата
- Training r... -учебный р...
- Ultimately safe r...-р... с предельной безопасностью
- Zero power r...-р... нулевой мощности

Классификация по ОПБ ИР (НП-033-01)

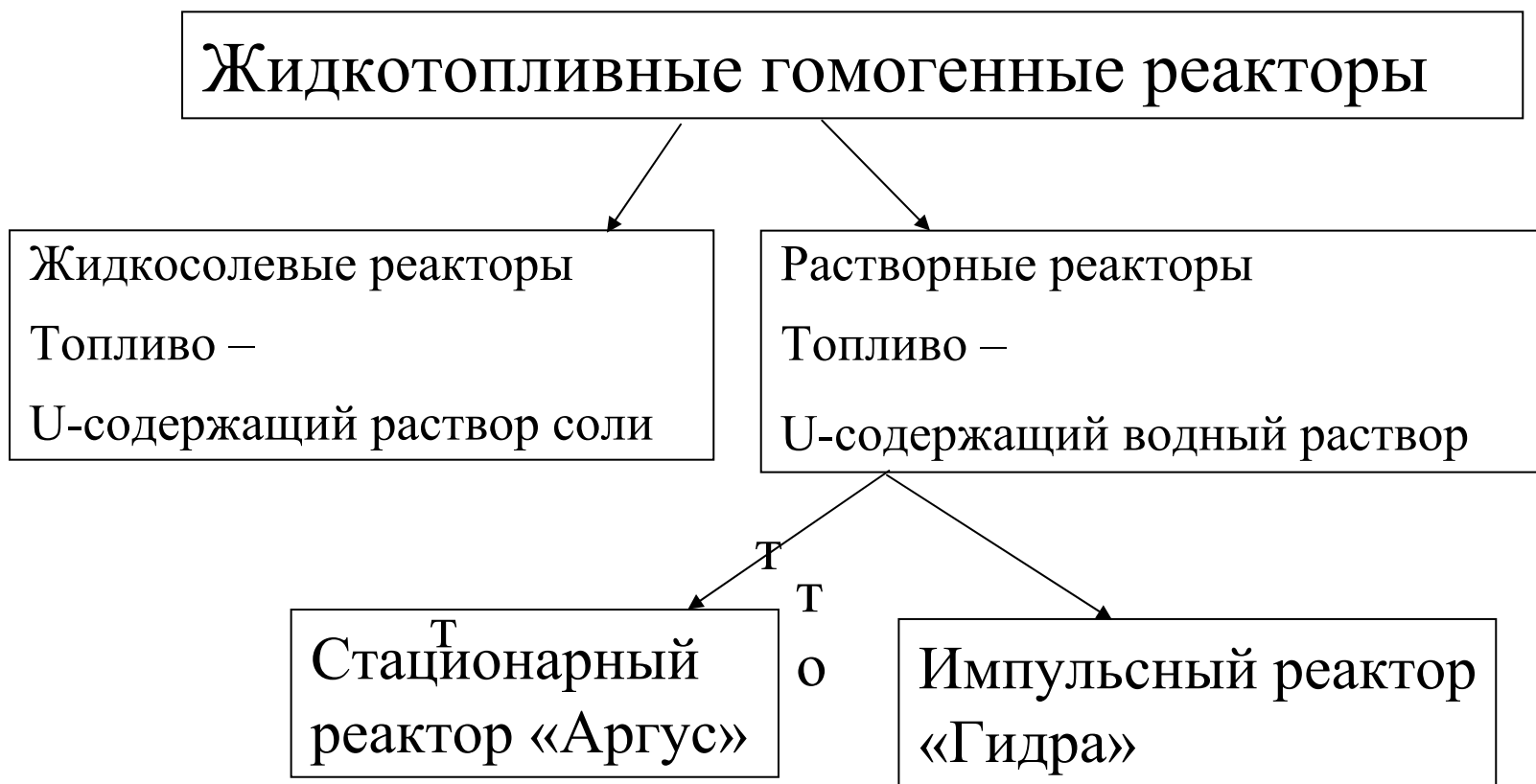
- По типу ИР-стационарные и импульсные
- импульсные – аperiodические и периодические
- По мощности-стационарные ИР и крит-сборки (ИР нулевой мощности, до 100Вт)
- По $K_{эфф}$ – критические и подкритические сборки

Вопросы ЯБ регламентируются соответствующими Правилами ЯБ для указанных видов ИР (НП-009-04, НП-048-03, НП-008-04, НП-059-05)

Действующие реакторы НИЦ «Курчатовский институт»

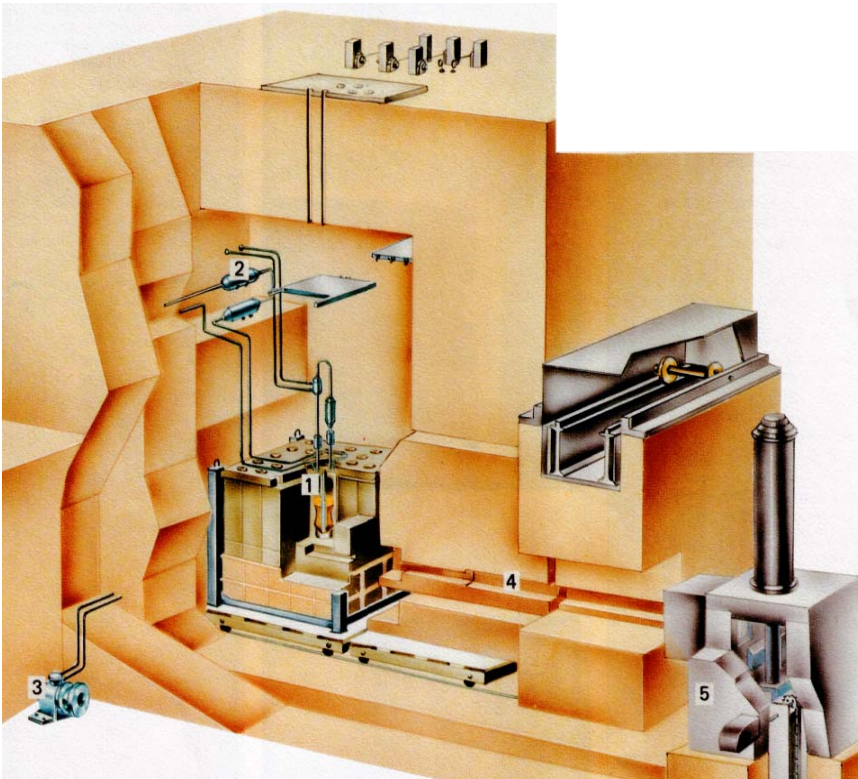
<i>Реактор</i>	<i>Тип</i>	<i>Год пуска</i>	<i>Мощность, кВт</i>
Ф-1	Уран-графитовый	1946	24
Гидра	Растворный импульсный	1971	до 30 МДж в импульсе
ИР-8	Бассейновый	1981	8000
Аргус	Растворный	1981	20
Гамма	Корпусной водо-водяной	1982	125
ОР	Корпусной	1989	300

Конверсия растворного реактора «Аргус»



С

Research solution reactor “Argus”



1 reactor core and graphite reflector
2 gas pumping-out system **3 H₂O-pumps**
4 neutron pipe **5 neutron radiography**

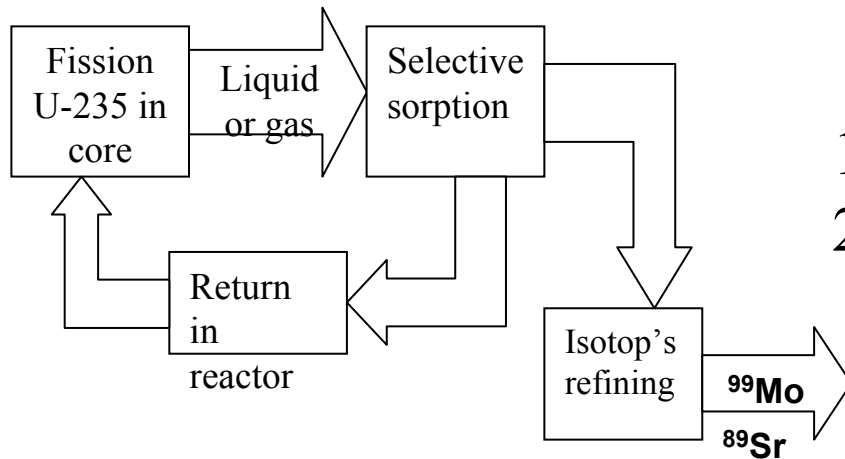
The 20-kW-reactor “Argus” is unique in the world as a stationary solution reactor. Core volume is 22 l, U(90%) - inventory is 1.6 kg.

It has operated successfully at RRC “Kurchatov Institute” since 1981 and has great economic and safety indices. There is inherent nuclear-reactor safety. The technology research has been completed and two loops have been set up to obtain and accumulate fission ⁹⁹Mo and ⁸⁹Sr.

Основные параметры реактора «Аргус»

- **Топливо** водный раствор уранил-сульфата
- **Обогащение урана** 90 % U235
- **U235 концентрация** 73,2 г/л
- **Объём раствора** 22 л
- **Номинальная мощность** 20 кВт
- **Поток тепловых нейтронов, $1/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$**
 - в центральном канале $5 \cdot 10^{11}$
 - в отражателе $(1.0-2.8) \cdot 10^{11}$
- **Качество реактора, $1/(\text{кВт} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{с})$** $\sim 10^{10}$

Isotops production technique

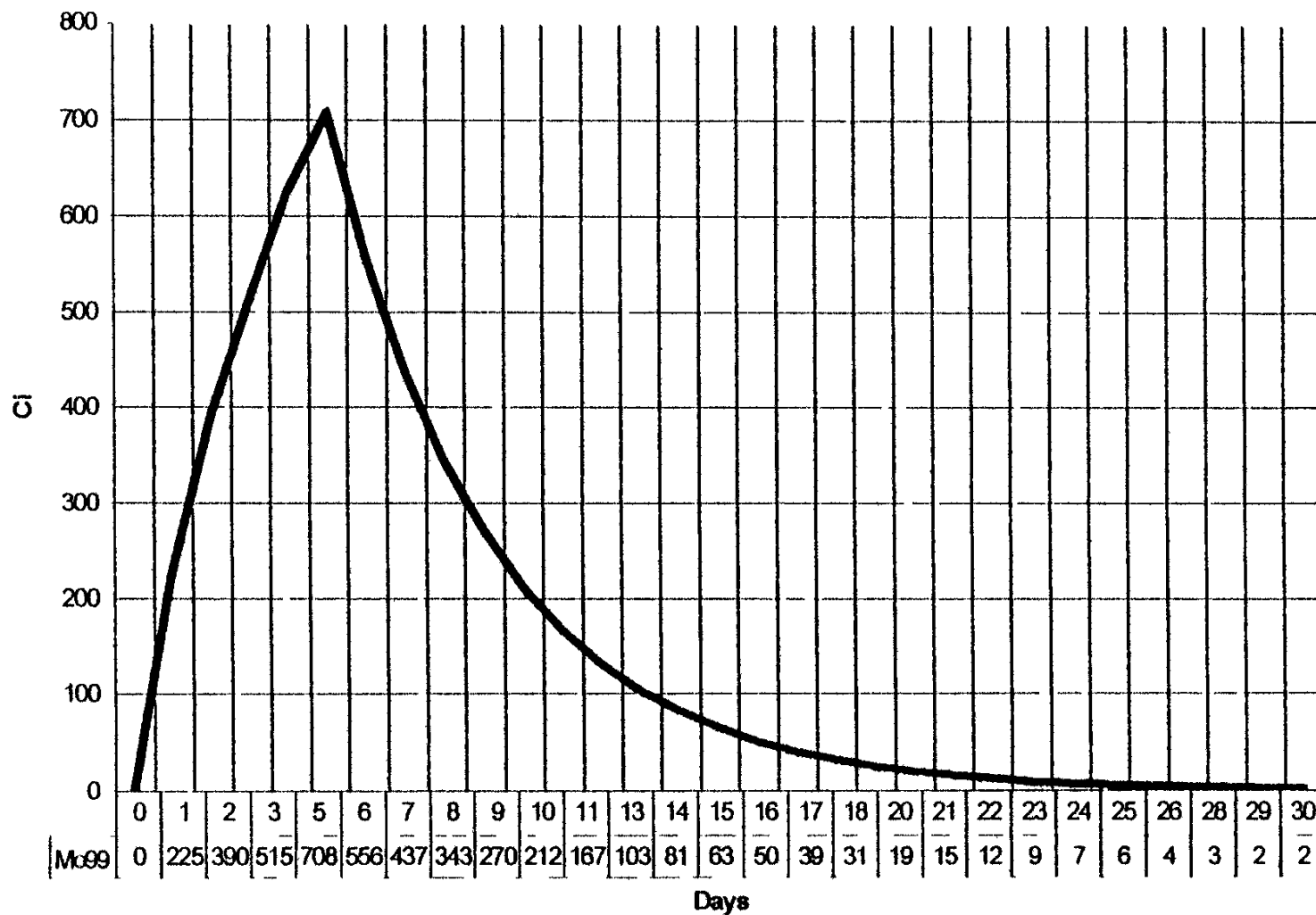


Advantage over well-known techniques

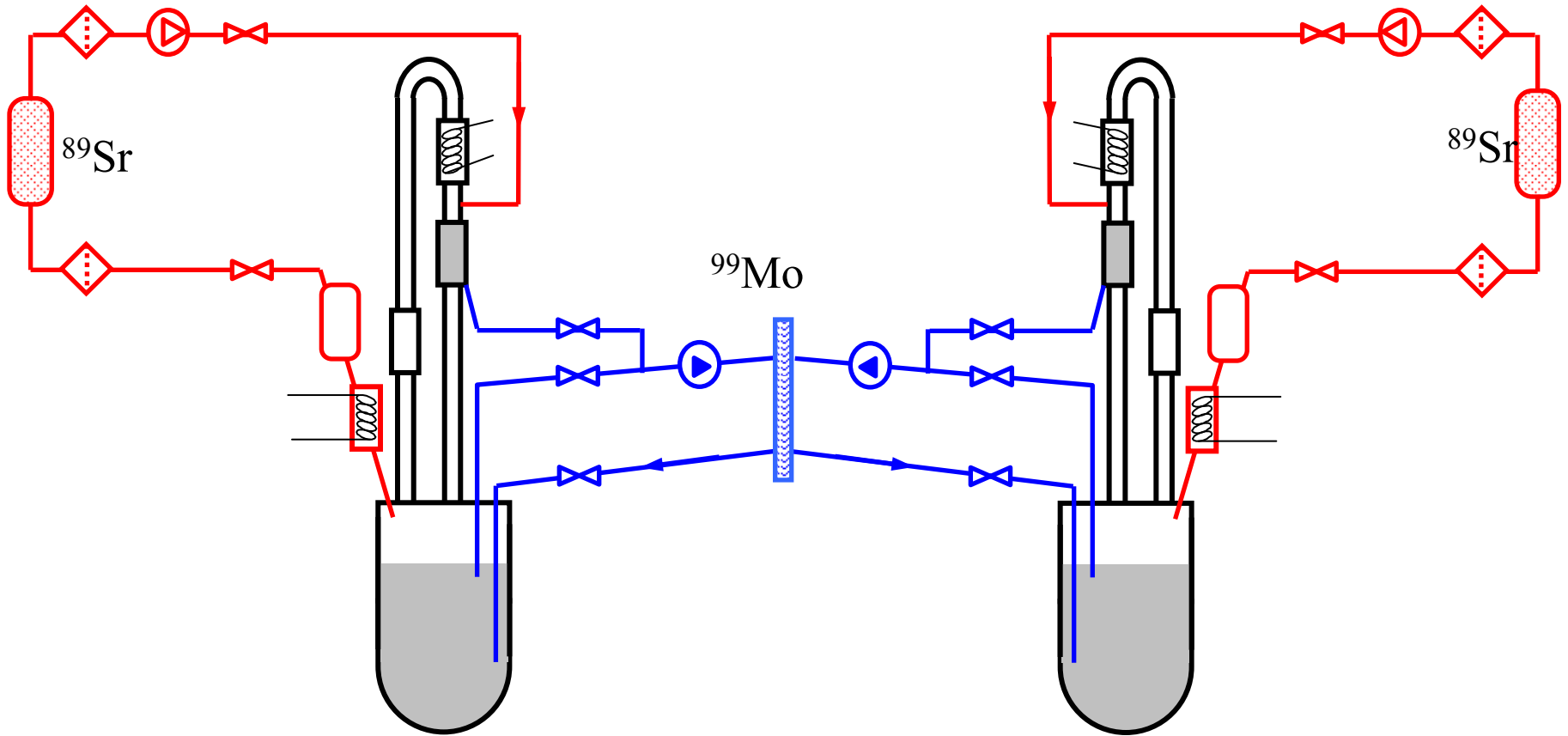
- 1 Fuel efficiency rises to 100%
- 2 Necessary reactor power, radwastes and spent fuel decrease by a factor of 100...1000
- 3 Reactor staff quantity is about two times less
- 4 It is possible to use LEU fuel

ПОЛУЧЕНИЕ ^{99}Mo НА РЕАКТОРЕ «Аргус»

Mo^{99} After 5 Days - Argus Reactor



ARGUS -100



Power 2x50 kW = 100 kW Fuel UO₂SO₄ , 20% ²³⁵U

Yearly capacity 20 kCi ⇒ ⁹⁹Mo 250 Ci ⇒ ⁸⁹Sr

# #	Economic characteristics	Quantity
1	Production of ^{99}Mo (6 days) in world	12,000-15,000 Ci/week
2	Consumption of ^{99}Mo : <div style="text-align: right; padding-right: 20px;"> in USA in Japan in Russia </div>	50 % 10 % 0.5 %
3	Argus-100 production of ^{99}Mo	500 Ci/week
4	World market price of ^{99}Mo	Up to 1000 USD/Ci
5	Price of Argus-100 ^{99}Mo production	~ 20 (million USD)/year
6	Creation value of nuclear-chemical facility (NCF) with Argus-100	About 10 million USD

Creation value of NCF is about half of yearly production price.

Probable fields of collaboration: HEU-LEU conversion of reactor Argus
Commercial mode of reactor and loops operation
Creation of nuclear-chemical facility
Marketing and Logistics

Этапы ВОУ-НОУ конверсия реактора «Аргус»

<i>№№ n/n</i>	<i>Наименование работ</i>	<i>Цена= =1300 K\$</i>	<i>Срок</i>
1	Оценка возможности конверсии (осуществляется)	240	2011
2	Подготовка НТД, аттестация и лицензирование	600	2012
3	Подготовка и проведение перегрузки топлива	120	2012
4	Модернизация петлевых устройств	60	2012
5	Физический пуск и обоснование безопасности	200	2013
6	Энергетический пуск	80	2014

Спасибо за внимание !