

РНЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



Проблемы ядерной энергетики, которые могут
быть решены с использованием источников
термоядерных нейтронов

С.А.Субботин

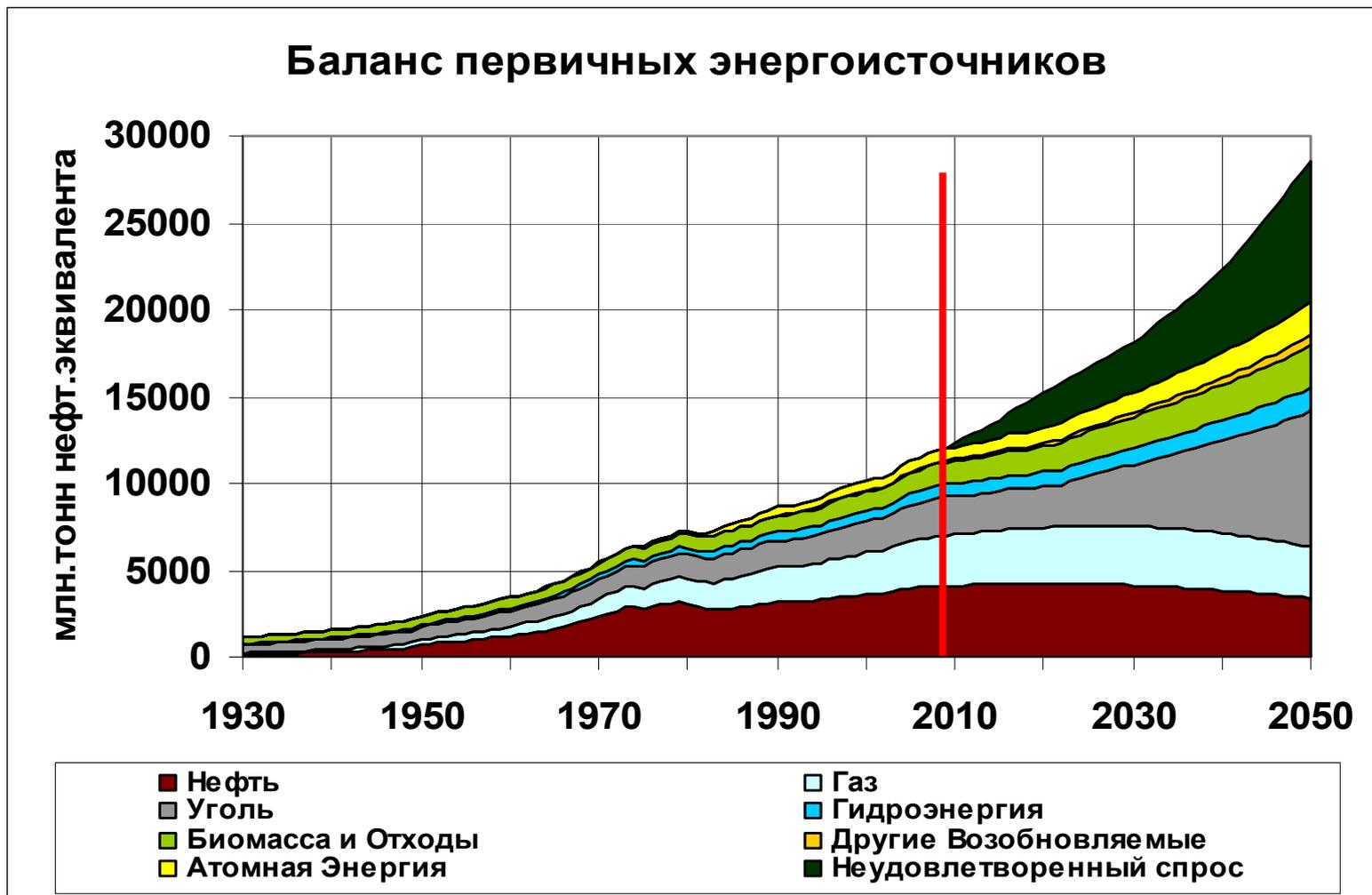
АТОМЭКСПО 2010
Москва, 7-9 июня 2010

Основные глобальные проблемы развития ЯЭ

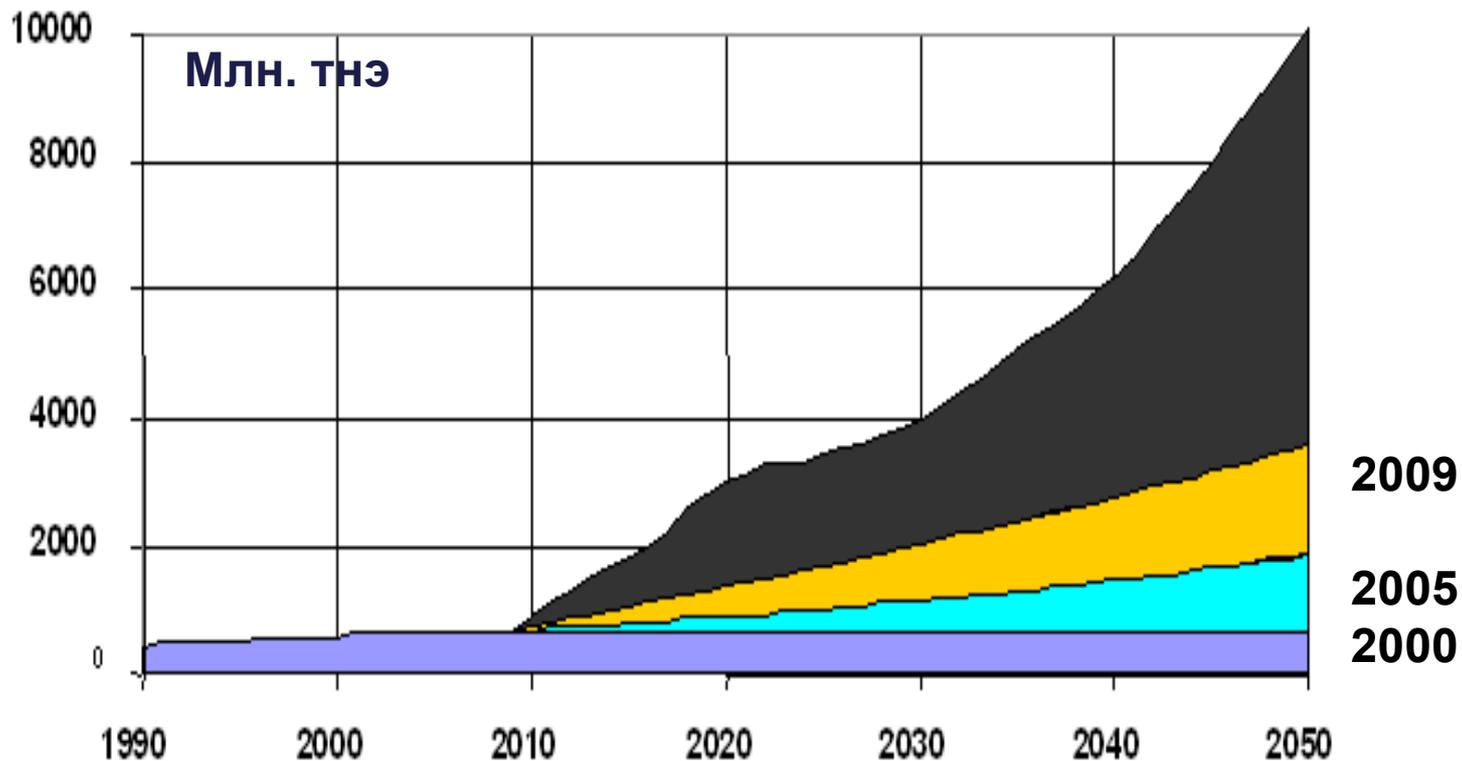
- Эффективность использования ядерного топлива;
- Вовлечение урана-238 и тория- 232 в энергопроизводство;
- Региональное развитие ЯЭ.



Спрос на энергию в Море и возможности его удовлетворения за счет разных первичных энергоисточников

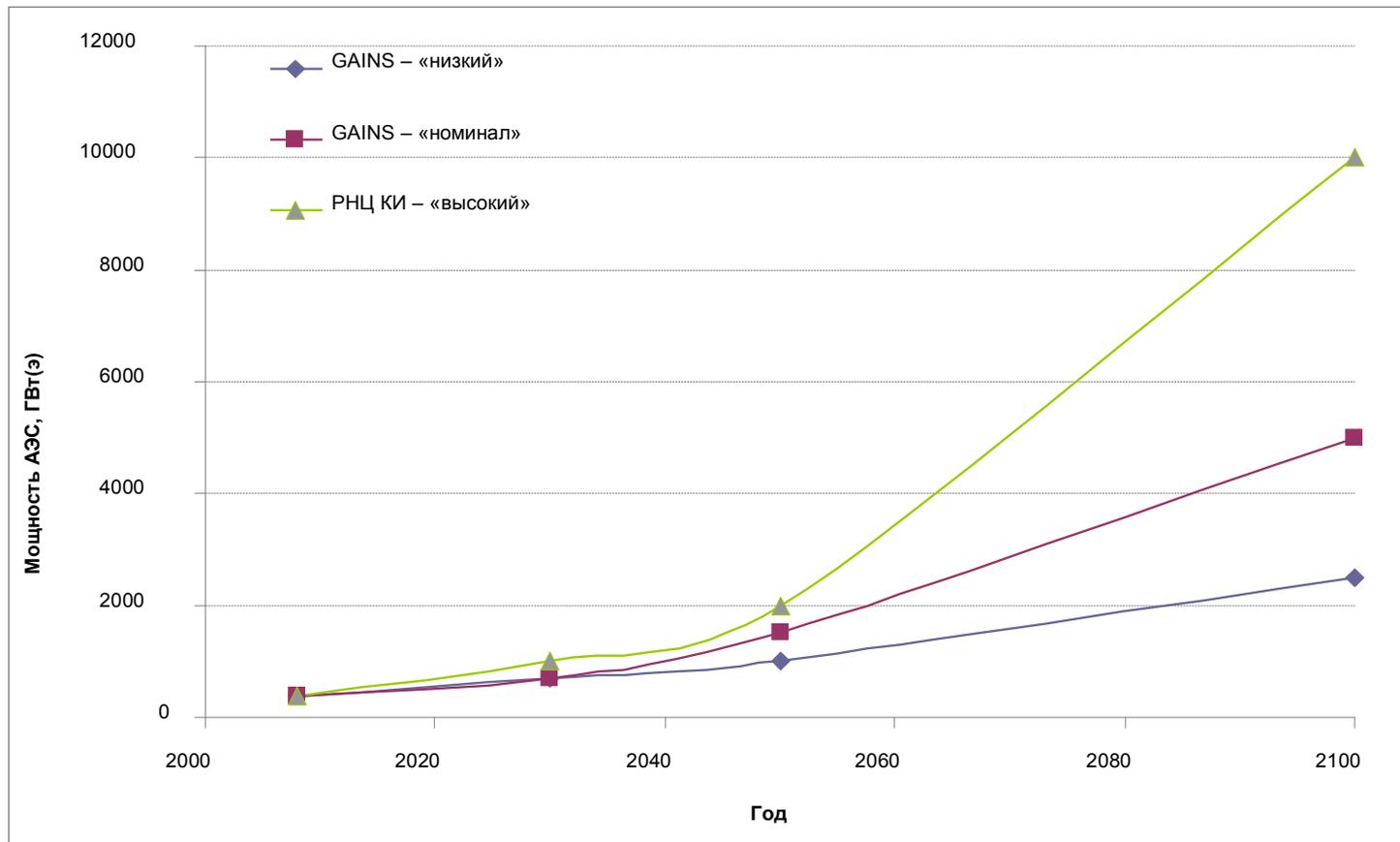


Возможности ЯЭ в покрытии дисбаланса в потребности и доступности энергоресурсов



1000 ГВт лет электроэнергии – 1700 Млн. тнэ

Ядерная энергетика в мире

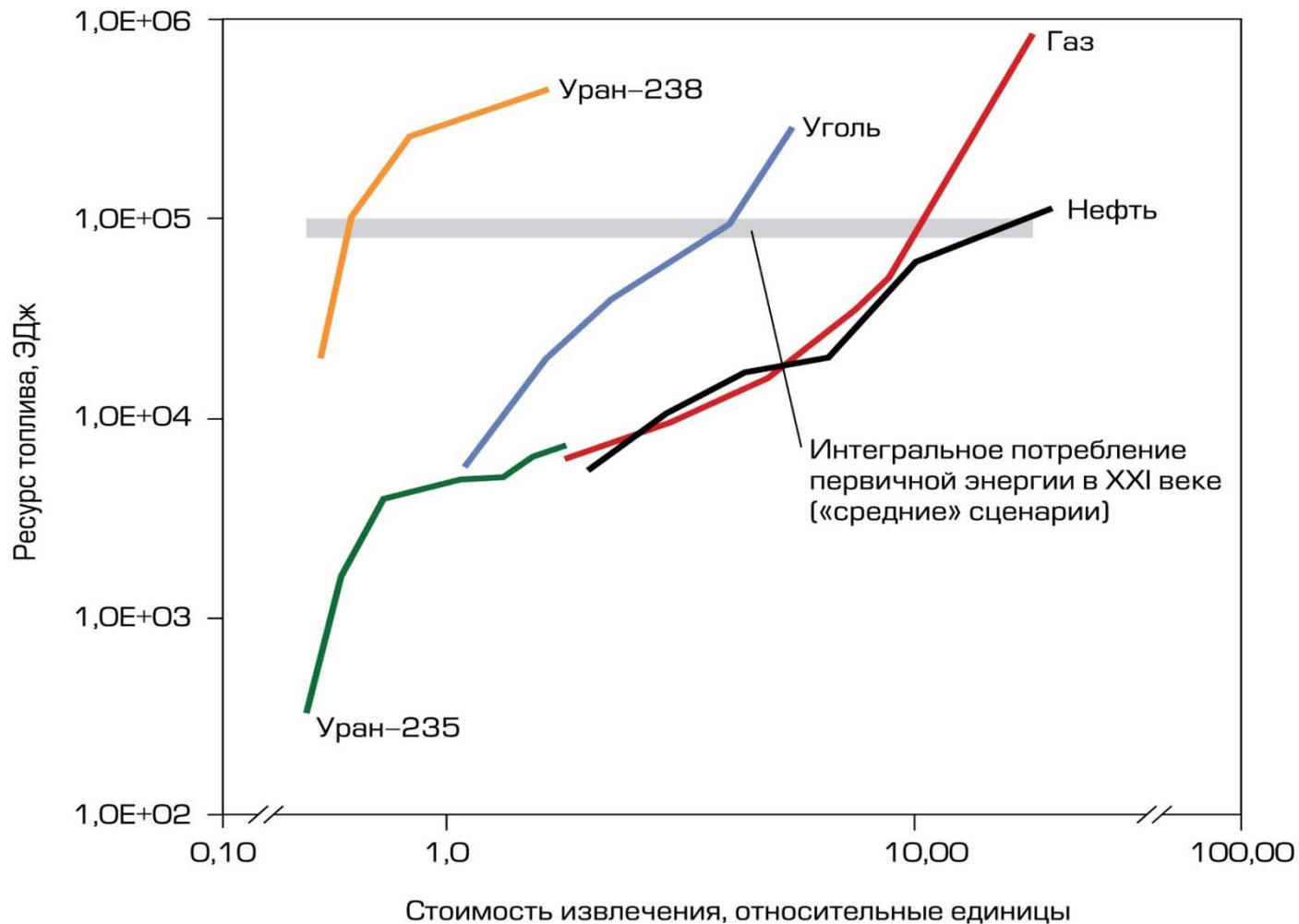


Низкий - доля ЯЭ в энергопроизводстве к концу века порядка 6%

Средний –доля ЯЭ в энергопроизводстве к концу века 12%

Высокий -доля ЯЭ в энергопроизводстве к конце века 25%

Зависимость доступности ресурсов ископаемого топлива от стоимости их извлечения

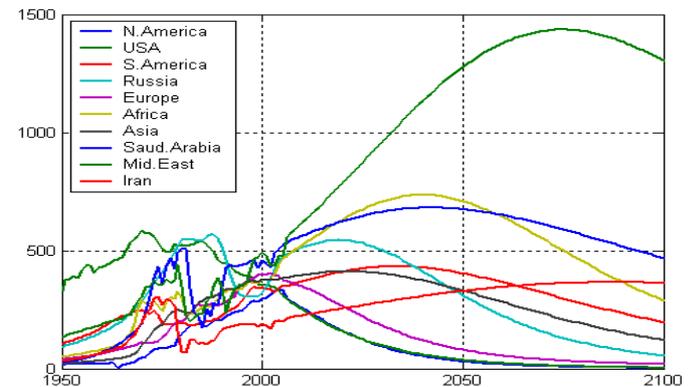
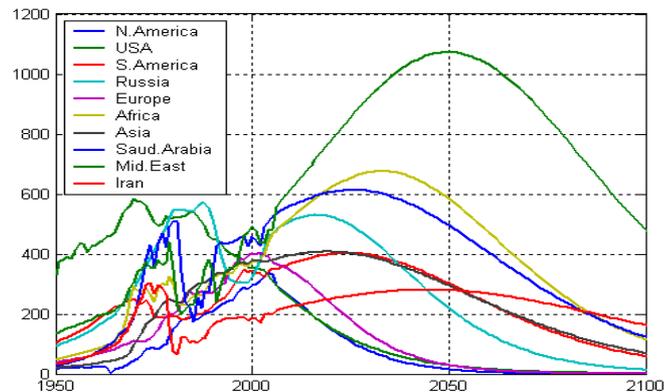
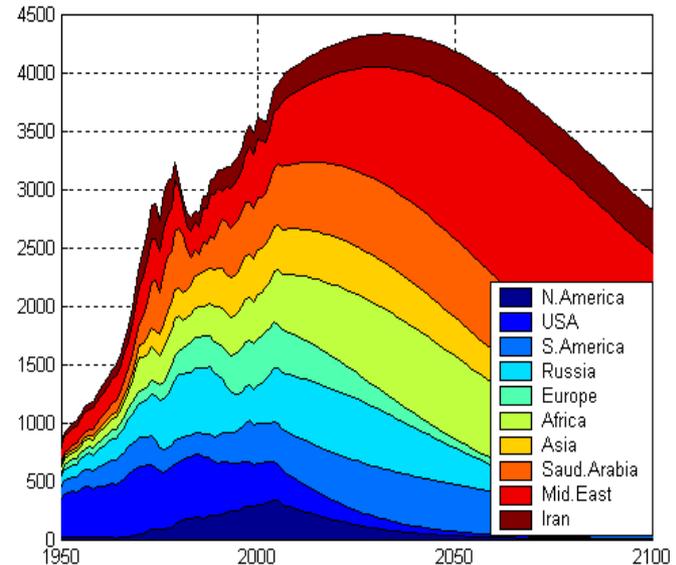
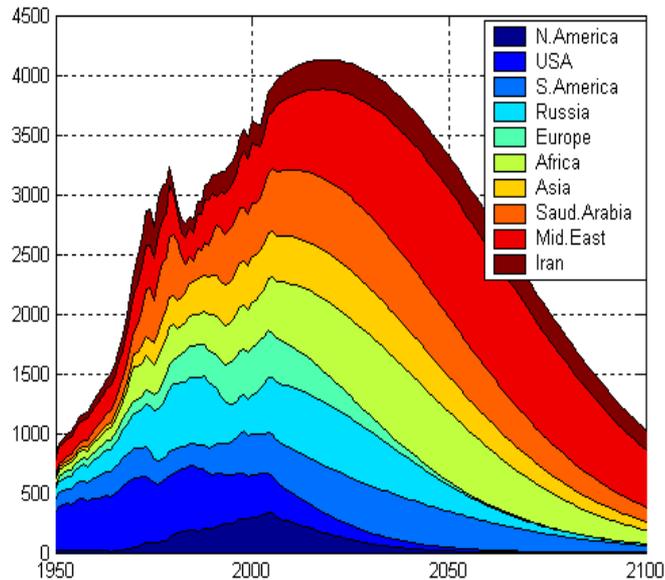


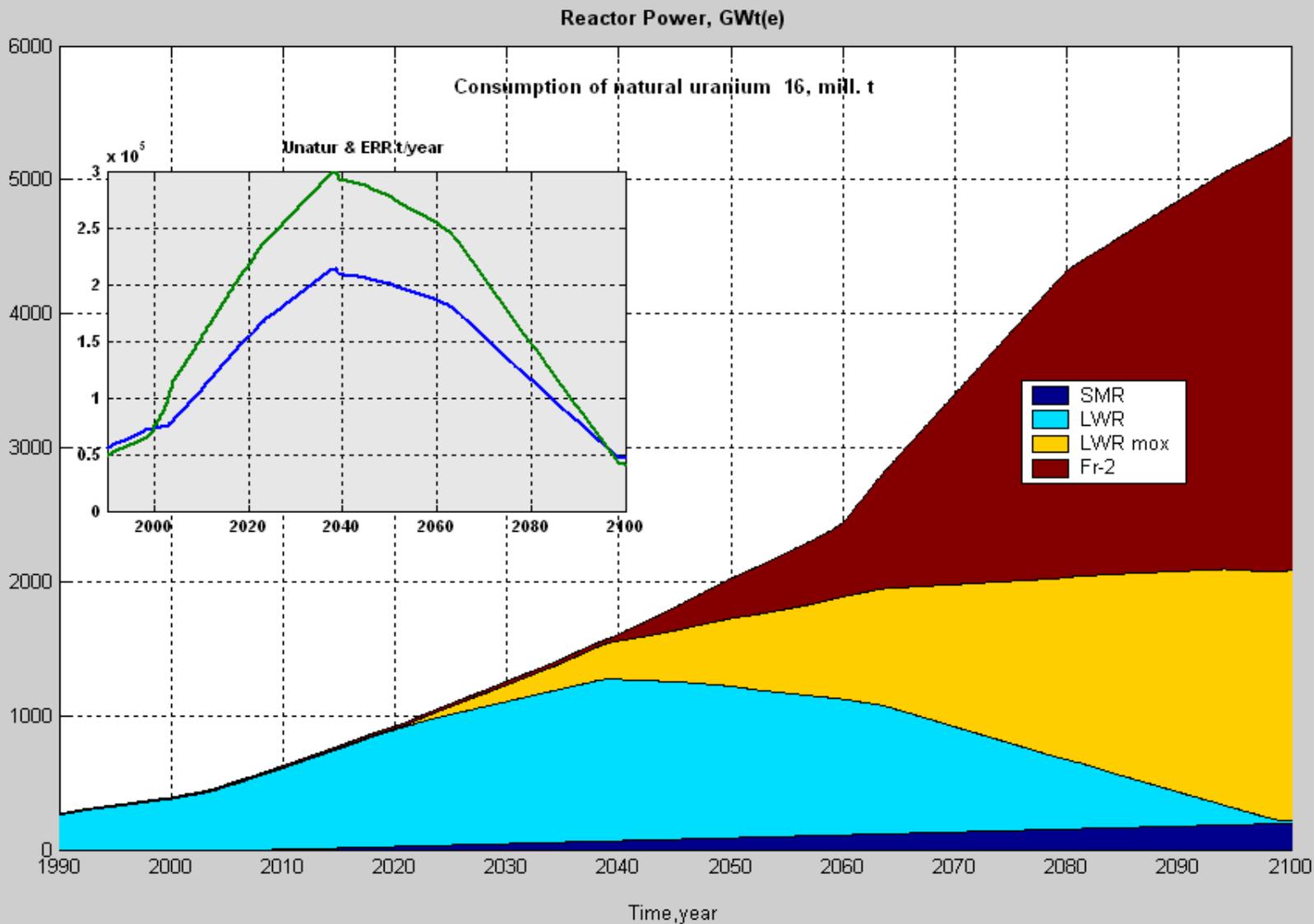
Добыча нефти (2005: уже добыто 152 млрд. т;

доказанные резервы 179 млрд. т)

450 млрд. т

800 млрд. т

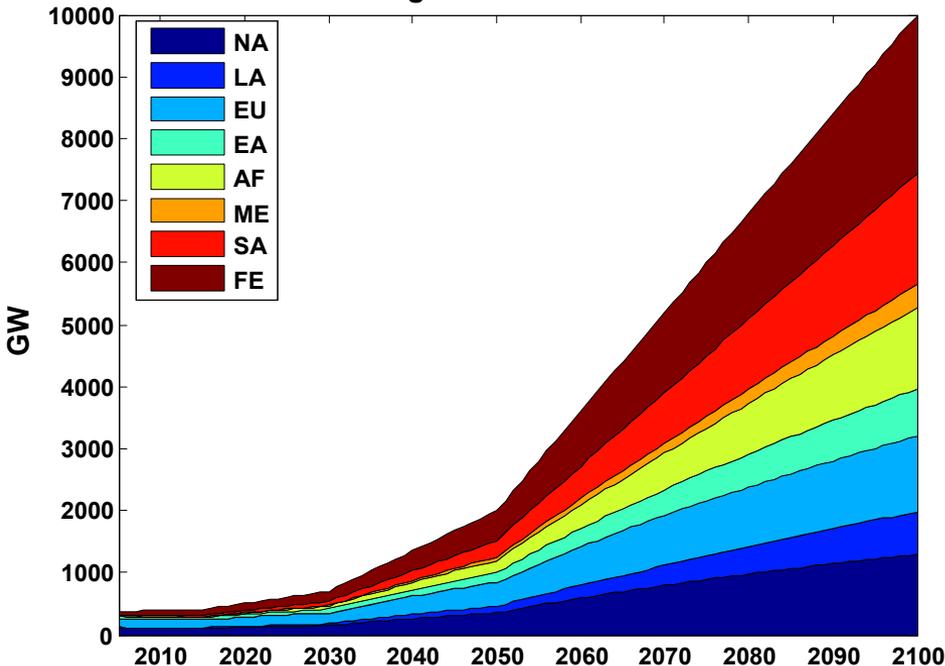




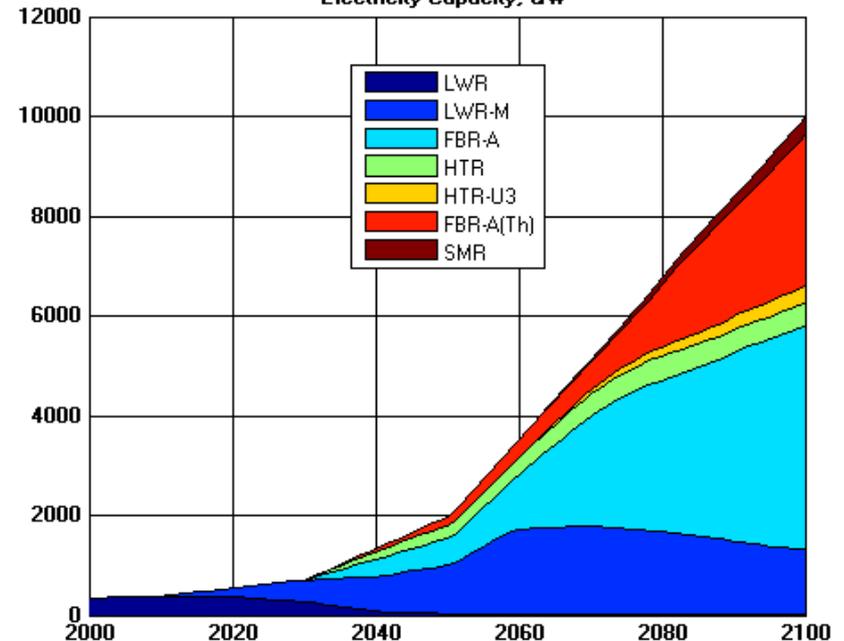
**Система ЯЭ на основе реакторов LWR, FBR с учетом
LWR малой и средней мощности**

Максимальный сценарий (доля в энергобалансе около 25%)

high scenario of NE

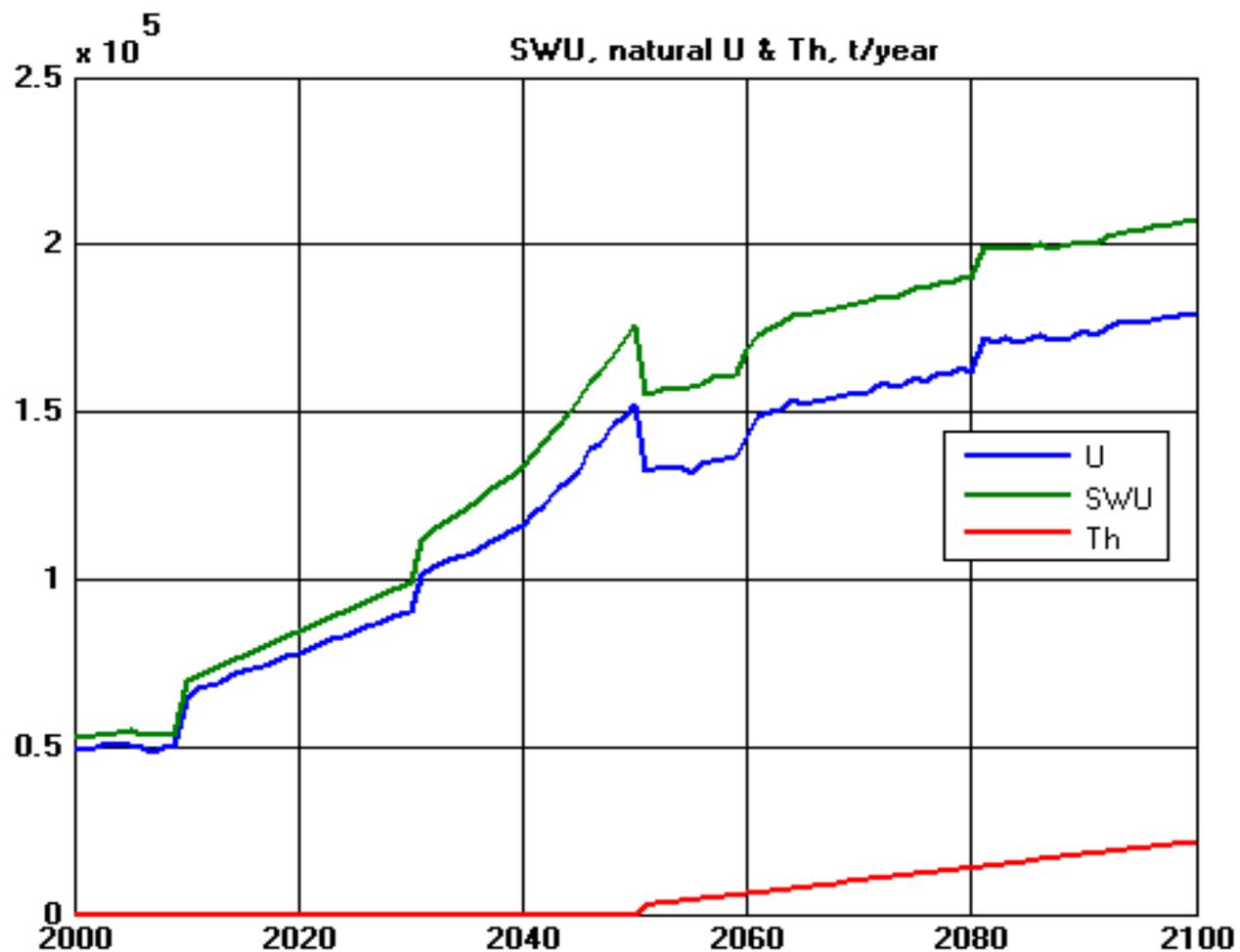


Electricity Capacity, GW



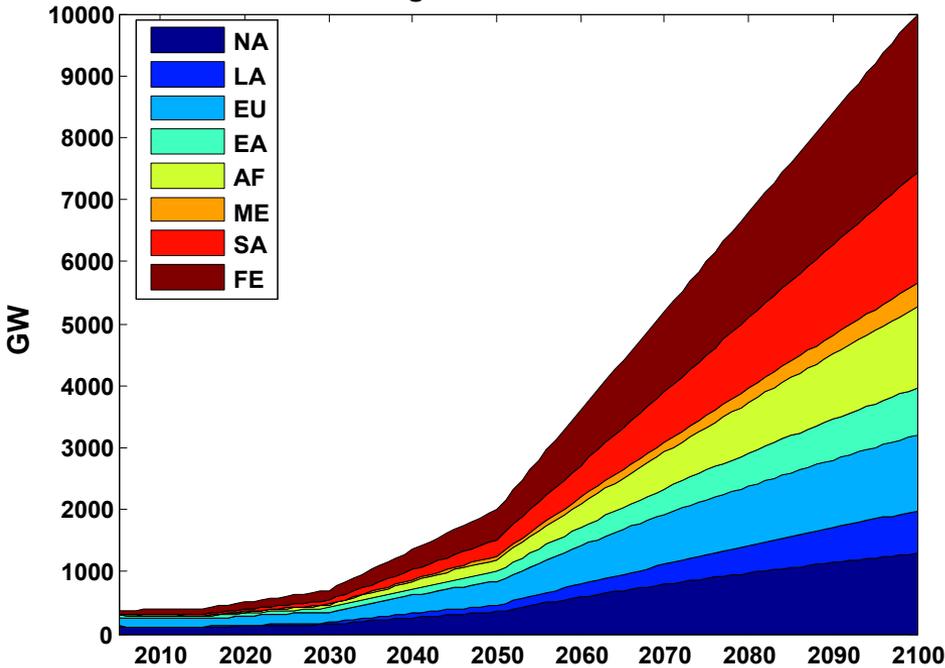
Необходимо замыкание топливного цикла на основе быстрых реакторов с расширенным воспроизводством топлива, доля быстрых реакторов к концу века составит более 80%

Добыча урана и работа разделения для максимального сценария

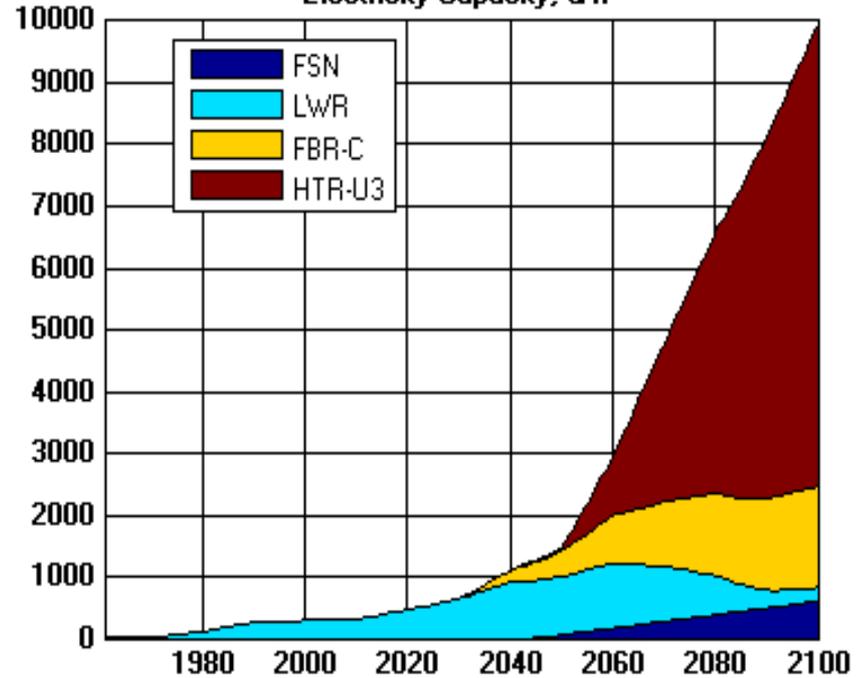


Максимальный сценарий с ТИН

high scenario of NE



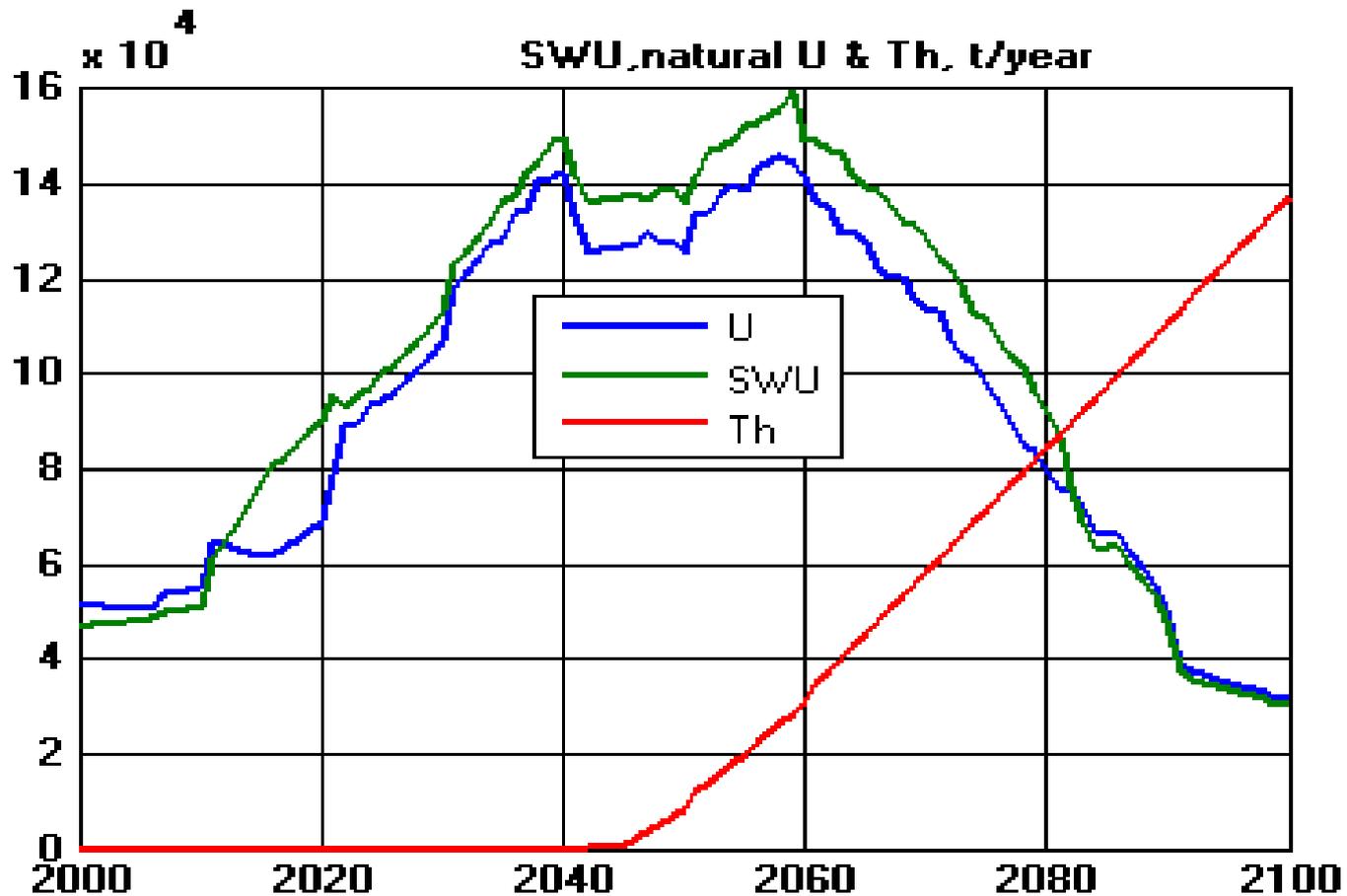
Electricity Capacity, GW



Необходимо замыкание топливного цикла

Доля ТИН в системе менее 10%

Мировая Ядерная Энергетика с ТИН



Расход природного урана до 2100г - 10 млн.т

Потенциал наработки ядерного топлива

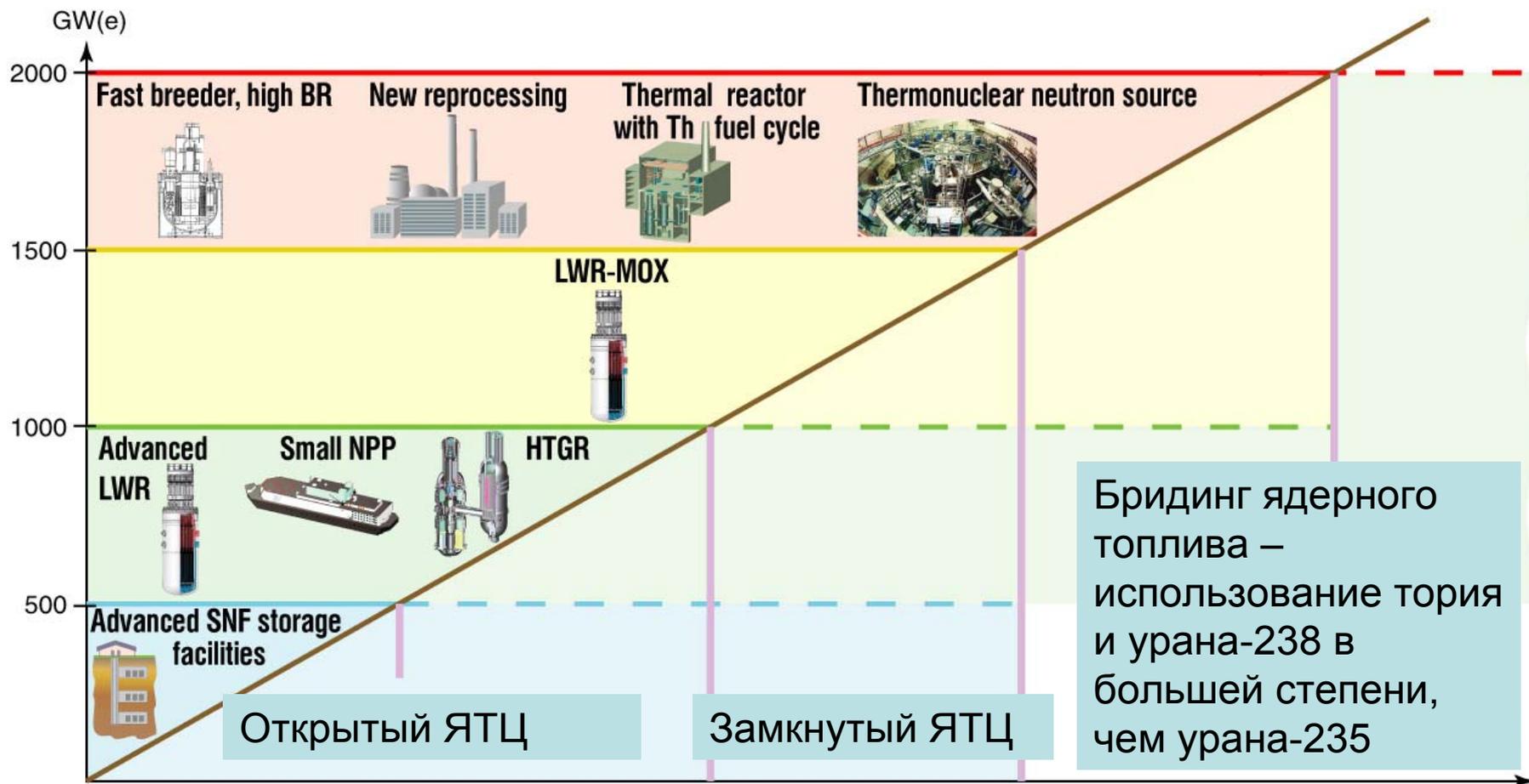
Мощность, МВт	Деление - 1000	ТИН - 1000
МЭВ/акт	210	24
Нейтрон/акт	$2.9-1-0.20-1-0.3=0.35$	$1-0.5=0.5$
Плутоний (уран-233), кг/ГВт эл.год (КИУМ=0.8)	270	2000

Темпы вовлечения ресурсов в систему ЯЭ

Время жизни нуклидов в реакторе / в системе ЯЭ
(время снижения количества в e раз), лет

	Th-232	U-233	U-235	U-238	Pu-239
• ТР	120/360	7/22	7,5/23	370/1100	2,7/8,2
• БР	82/160	10/21	13/39	100/200	14/28
• ЖСР	1,3	0,34	0,4	0,7	0,4
• ТР+БР+ЖСР	240	21	19	536	17

Необходимые инновационные решения для различных уровней развития ЯЭ в мире



Требования пользователя
Базовые принципы
Нормы, правила

Система ЯЭ:

- Предприятия ядерного топливного цикла
- Реакторы на тепловых нейтронах
- Быстрые реакторы
- Реакторы выжигатели
- Термоядерные источники нейтронов

Продукты деления,
Полезные
Радионуклиды,
Энергия

U-235
U-238
Th-232

D
Li

Неядерные ресурсы

Возможности совершенствования существующих объектов ЯЭ и наполнения структуры ЯЭ недостающими компонентами.

Специфические задачи для различных типов реакторов

- Реакторы на тепловых нейтронах – расширение области использования ЯЭ, минимизация количества плутония в ЯТЦ
- Реакторы на быстрых нейтронах – обеспечение нейтронного баланса в системе ЯЭ
- Жидкотопливные реакторы - минимизация количества минорных актинидов в системе ЯЭ
- Термоядерные источники нейтронов – повышение темпов вовлечения тория-232 и урана-238 в ядерный топливный цикл, повышение нейтронного потенциала системы ЯЭ

Термоядерные источники нейтронов (ТИН)

В условиях дефицита делящихся нуклидов, особенно на этапе быстрого роста мощностей ядерной энергетики, термоядерные реакторы могут быть использованы как наиболее эффективные источники нейтронов для наработки делящихся нуклидов из сырьевых нуклидов (уран-238 и торий-232), вовлечение которых в энергопроизводство является необходимым условием устойчивого развития ядерной энергетики.

Заключение

- ТИН мощностью 1 ГВт (тепловой) заменяет собой предприятие по добыче природного урана от 200 до 500 тон в год.
- Преимущества ядерной системы деления эффективно дополняются и усиливаются преимуществами ядерной системы синтеза, без необходимости выхода на предельные характеристики в каждой из них.
- Использование ТИН позволяет своевременно решать региональные проблемы масштабного использования ЯЭ с учетом проблем нераспространения.
- ТИН позволяет принципиально увеличить темпы вовлечения урана-238 и тория в энергопроизводство.

**Благодарю Вас за
внимание**