



**FACULTY OF MECHANICAL  
ENGINEERING  
UNIVERSITY  
OF WEST BOHEMIA**

# **Контейнеры для хранения отработавшего топлива и радиоактивных отходов**

**Ян Здебор, к.т.н.**

Заместитель декана машиностроительного факультета  
Технический советник генерального директора ŠKODA JS

**Проект „Развитие международного  
сотрудничества с украинскими ВУЗами  
в областях качества, энергетики и транспорта“  
г. Харьков, 11/2018**

## ŠKODA JS - История

- 1859 – основание общества ŠKODA
- 1956 – начало ядерной программы на предприятии ŠKODA
- 1974 – начало программы производства ВВЭР
- 1980 – изготовлен первый реактор типа ВВЭР-440
- 1989 – изготовлен первый реактор типа ВВЭР-1000
- 1993 – начало программы производства контейнеров
- 1993 – приватизация и основание ŠKODA a.s. (промышленный холдинг) и дочернего общества ŠKODA JS s.r.o.
- 1999 – преобразование общества с ограниченной ответственностью в акционерное общество
- 2004 – приобретение ŠKODA JS a.s. группой ОАО ОМЗ
- 2010 – первая поставка компонентов реактора типа EPR
- 2016 – крупнейший среднеевропейский поставщик в области атомной энергетики, персонал – свыше 1100 человек



Эмиль Шкода (1839-1900)  
*Основатель предприятия  
ŠKODA*

## Обзор поставленных энергоблоков АЭС с оборудованием ŠKODA

АЭС	Кол-во и тип блоков	Год поставки	Генеральная поставка технологической части	Финальный поставщик первого контура и ТТЧ					Актуальное состояние
				Рабочий проект	Пр-во компонентов	Комплектация	Монтаж	Пуск	
Богунце А1, Словакия	1 x HWGCR (150 МВт)	1965-72	✓	✓	✓	✓	✓	✓	в ликвидации
Пакш, Венгрия	4 x ВВЭР-440 / В-213	1980-87			✓*		✓*		в экспл. (блок 1 - 1983, блок 2 - 1984, блок 3 - 1986, блок 4 - 1987)
Богунце V2, Словакия	2 x ВВЭР-440 / В-213	1981-85		✓	✓	✓	✓	✓	в экспл. (блок 1 и 2- 1985)
Дукованы, Чешская Республика	4 x ВВЭР-440 / В-213	1982-87		✓	✓	✓	✓	✓	в эксплуатации (блок 1-1985, блок 2 - 1986, блок 3 - 1987, блок 4 -1987)
Норд, Германия	3 x ВВЭР-440 / В-213	1982-88			✓		✓		в ликвидации
Зарновец, Польша	4 x ВВЭР-440 / В-213	1986-89			✓				проект отменен
Моховце, Словакия	4 x ВВЭР-440 / В-213	1987- 99		✓	✓	✓	✓	✓	блоки 1,2 в экспл. от 1998 (2000) блоки 3,4 - достройка в 2016, 2017 г.
Белене, Болгария	1 x ВВЭР 1000 / В-320	1989			✓				Реактор использован на АЭС Калининская 4
Темелин, Чешская Республика	2 x ВВЭР 1000 / В-320	1991- 2003		✓	✓	✓	✓	✓	в эксплуатации (блок 1 - 2002, блок 2 - 2003)

## Стратегические области деятельности ŠKODA JS a.s.

### Инжиниринг

- Строительство блоков АЭС типа ВВЭР
- Модернизация и реконструкция эксплуатируемых блоков ВВЭР  
(включая замены системы управления)
- Склады промежуточного хранения отработавшего топлива
- Строительство исследовательских и учебных реакторов

### Сервис

- Управление ППР
- Техническое обслуживание и ремонт оборудования реактора
- Модернизация компонентов реактора
- Управление сроком службы оборудования

### Производство

- Оборудование для АЭС с реактором типа ВВЭР и РБМК
- Оборудование для АЭС с реактором типа PWR и BWR
- Оборудование для хранения свежего и отработавшего ядерного топлива
- Оборудование для проектов нефтехимической промышленности

# Обеспечение качества

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2004 (EMS)
- OHSAS 18001:2007
- Коды ASME



ASME International

- Секция III, раздел 1 (клеймо N, NPT, сертификат NS) – атомное оборудование
- ČSN-EN-ISO 3834-2 – сварка атомного оборудования
- AD-2000-Merkblatt NP 0, DIN 18800-7 класс D (Германия)
- TRV 006 (TÜV, Германия) - производство атомного оборудования - контейнеры типа B
- ABOS (АЭС Пакш, Венгрия) – атомное оборудование
- CEFRI (Франция)
- RCC-M (Франция)
- KTA (Германия)
- ТВМ / КВМ (Швеция)

## Хранение отработавшего топлива в Чехии

Склад промежуточного хранения отработавшего топлива типа ВВЭР 440 на АЭС «Дукованы»

Построен:

- 1 очередь в 1995 г. (60 УК)
- 2 очередь в 2006 г. (133 УК)

Генеральный подрядчик по стройке:

- VSB, Чехия, Nochtief VSB, Чехия

Производитель контейнеров:

- АО «ШКОДА ЙС»



# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## Контейнеры CASTOR<sup>®</sup> 440/84

- Склад промежуточного хранения отработанного топлива АЭС Дукованы



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

### Лицензия для контейнеров CASTOR® 440/84M от компании GNS

ŠKODA JS имеет право использовать:

- дизайн контейнера CASTOR® 440/84M включая права на изменение или частичное использование дизайна
- торговую марку “CASTOR®” на поставляемых контейнерах





# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## Характеристики контейнера CASTOR® 440/84 – техническая информация

- Вид топлива ВВЭР 440
- Обогащение топлива макс. 3,8 (4,4) % U<sup>235</sup>
- Количество ТВС 84
- Материал корпуса упаковочного комплекта (УК) чугун GGG40
- Вес УК вместе с демпферами 138 т
- Наружный диаметр 2660 мм
- Высота без демпферов 4170 мм
- Тепловая мощность упакованных ТВС 24,66 (27,5) кВт
- Мак. наружная температура 85°C
- Макс. температура ТВС <350°C
- Макс. выгорание ТВС 52 (58,8) МВтд/кгU
- Макс доза на поверхности УК 2 мСв/ч
- **g** Макс. доза на расстоянии 2 м 0,1 мСв/ч



# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## Материал корпусов контейнеров

- Высокопрочный чугун GGG40
  - CASTOR® 440/84
  - CASTOR® 440/84 M
  - CASTOR® HAW 20/28 CG
  - CASTOR® V/21
  - CASTOR® THTR/AVR
- Железобетонная конструкция
  - CONSTOR® RBMK 1500
  - CONSTOR® 440/84
- Заполненный свинцом корпус
  - GNS 16



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

### Внутренняя корзина контейнера CASTOR® и CONSTOR®

- **Дизайн ŠKODA JS**
- Предназначено для контейнеров CASTOR® 440/84 М и CONSTOR® 440/84
- Точные шестиугольные трубки из алюминиево сплава
- Конструкция без сварных швов



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

### Контейнер CASTOR® 440/84

- АЭС Дукованы
  - 60 контейнеров поставлено в 1995 – 2005 гг.
- EWN Грейфсвальд (Германия)
  - 21 контейнер поставлено в 1997- 2002 гг.
- Внутренняя корзина контейнера – произведено компанией ŠKODA JS по дизайну фирмы GNS

### Контейнер CASTOR® 440/84 M

- Корпус контейнера – дизайн фирмы GNS
- Внутренняя корзина контейнера – дизайн ŠKODA JS
- АЭС Дукованы
  - 30 контейнеров поставлено в 2006 – 2013 гг.
  - 5 контейнеров будет поставлено до 2016 г.
  - далее 4 – 5 контейнеров в год до 2020 г.



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

### Контейнер ŠKODA 440/84 - техническая информация

Будет поставляться с 2021 г.

• Вид топлива	ВВЭР-440
• Обогащение топлива	макс. 5 % U235
• Количество ТВС	84
• Материал корпуса упаковочного комплекта (УК)	кованная сталь
• Вес УК вместе с демпферами	139 т
• Наружный диаметр	2640 мм
• Высота без демпферов	4170 мм
• Тепловая мощность упакованных ТВС	27,5 кВт
• Максимальная наружная температура	85°C
• Макс. температура ТВС	<350°C
• Макс. выгорание ТВС	60 МВтд/кгU
• Макс. доза на поверхности УК	0,5 мСв/ч
13 Макс. доза на расстоянии 2 м	0,1 мСв/ч



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

Склад временного хранения отработавшего топлива типа ВВЭР 1000  
на АЭС «Темелин»

- Построен:
  - В 2010г.
- Генеральный подрядчик  
по стройке:
  - СЕЕІ, Чехия
- Производитель контейнеров:
  - АО «ШКОДА ЙС»



# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## Контейнеры CASTOR® 1000/19

Техническая информация

Дизайн GNS, Производство контейнеров для АЭС Темелин

4 контейнера в 2013-14 г.

4 контейнеров в 2014-15 г. далее 4-6 контейнеров в год

- |                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------|
| • Вид топлива                       | ВВЭР 1000        |
| • Обогащение топлива                | макс. 4,4 % U235 |
| • Количество ТВС                    | 19               |
| • Материал корпуса                  | чугун GGG40      |
| • Вес УК вместе с демпферами        | 136 т            |
| • Наружный диаметр                  | 2332 мм          |
| • Высота без демпферов              | 5575 мм          |
| • Тепловая мощность упакованных ТВС | 17,5 кВт         |
| • Максимальная наружная температура | 85°C             |
| • Макс. температура ТВС             | <350°C           |
| • Макс. выгорание ТВС               | 56,5 МВтд/кгU    |
| • Макс. доза на поверхности УК      | 2 мСв/ч          |
| <b>15</b> Макс. доза в 2 м          | 0,1 мСв/ч        |

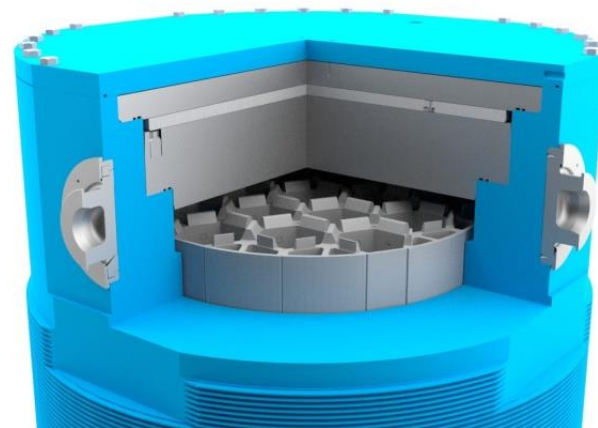


## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

### Контейнер ŠKODA 1000/19 для АЭС «Темелин»

Собственный дизайн ŠKODA JS a.s.

- Контейнер для транспортировки и хранения с гарантированной герметичностью мин. 60 лет
- Корпус из кованной стали с вложенным полиэтиленовым замедлителем для экранирования нейтронов
- Корзина из шестигранных труб из алюминиевого сплава с карбидом бора позволяет загрузить 19 ТВС с обогащением до 5% U235
- Победа в тендере в 2014 г.
- Поставки в 2018 – 2035 гг.





# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## Контейнер ŠKODA 1000/19 для АЭС «Темелин»

техническая информация

- |                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| • Вид топлива                       | ВВЭР 1000      |
| • Обогащение топлива                | макс. 5 % U235 |
| • Количество ТВС                    | 19             |
| • Материал корпуса                  | поковка        |
| • Вес УК вместе с демпферами        | 135 т          |
| • Наружный диаметр                  | 2341 мм        |
| • Высота без демпферов              | 5600 мм        |
| • Тепловая мощность упакованных ТВС | 21,5 кВт       |
| • Максимальная наружная температура | 85°C           |
| • Макс. температура ТВС             | <350°C         |
| • Макс. выгорание ТВС               | 69 МВтд/кгU    |
| • Макс. доза на поверхности УК      | 0,5 мСв/ч      |
| • Макс. доза в 2 м                  | 0,1 мСв/ч      |



# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## Контейнер CASTOR® V/21

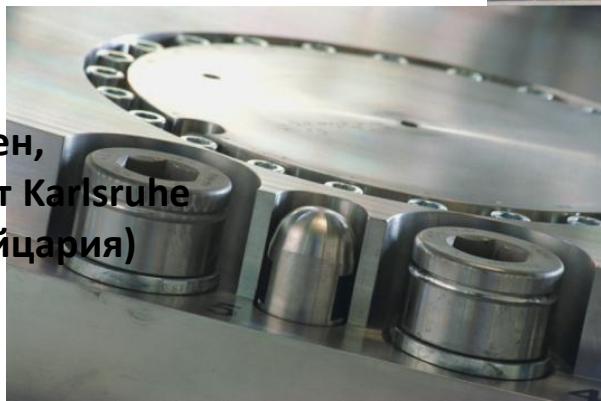
- Дизайн GNS
- Референции
  - 4 контейнера для Virginia Power, США



# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## Контейнер CASTOR® HAW 20/28 CG

- Дизайн GNS
  - Предназначен для витрифицированных высоко радиационных отходов (HAW)
  - Вместимость 20 или 28 канистров с HAW
  - HAW переработанные в Франции, La Hague и Англии, Sellafield
  - Предназначены для транспортировки и хранения
  - Лицензированные в Германии, Франции, Великобритании
- Референции
  - 42 контейнера для АЭС Гесген, Исследовательский институт Karlsruhe (Германия) и Ахро AG (Швейцария)



# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## Контейнер CONSTOR® RBMK 1500

- Дизайн GNS
- Референции
  - 98 контейнеров для Игналинской АЭС,  
Литва

## Контейнер CONSTOR® RBMK 1500 M2

- Референции
  - 33 контейнера для Игналинской АЭС, Литва

## Контейнер CONSTOR® 440/84

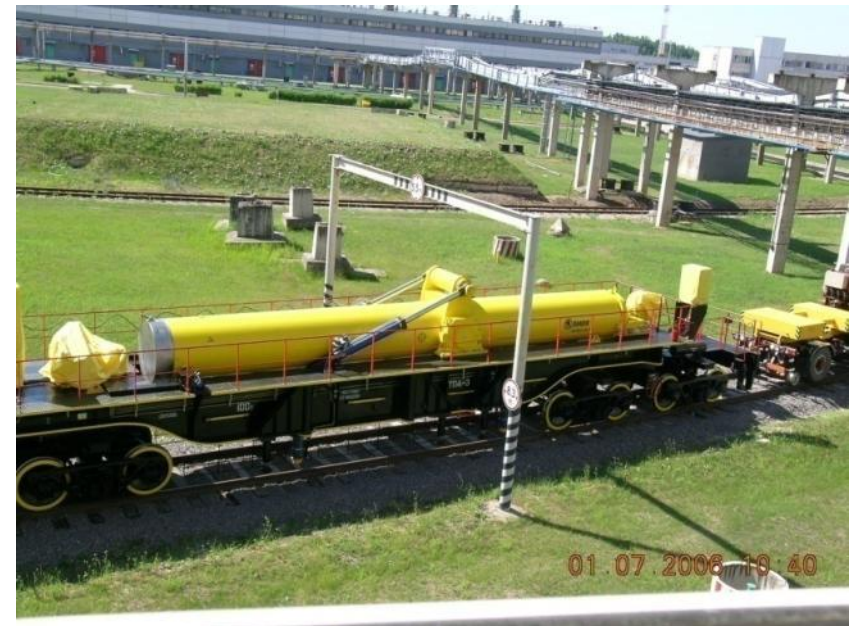
- Дизайн GNS
- Референции
  - 34 контейнера для АЭС Козлодуй,  
Болгария (поставки в 2009 – 2010 гг.)



# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## Контейнер ВТУК для Игналинской АЭС

- Для перевозки топлива между двумя блоками с реактором РБМК-1500
- Заказчик: ЕТВ, Литва
- Длина 12 м
- Поставлено в феврале 2006 г.



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

### Вагон контейнер для Чернобыльской АЭС, Украина

- Собственная конструкция ŠKODA JS a.s.
- Проект, изготовление, поставка, монтаж и сертификация
- Контейнер длиной 12 м, для транспорта 9 специальных пеналов с ОЯТ из РБМК
- Транспортный вагон с гидравлическим приспособлением
- Поставка 1 комплекта в 2015г.



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

### Контейнер TC1 для экспериментального проекта Megaric

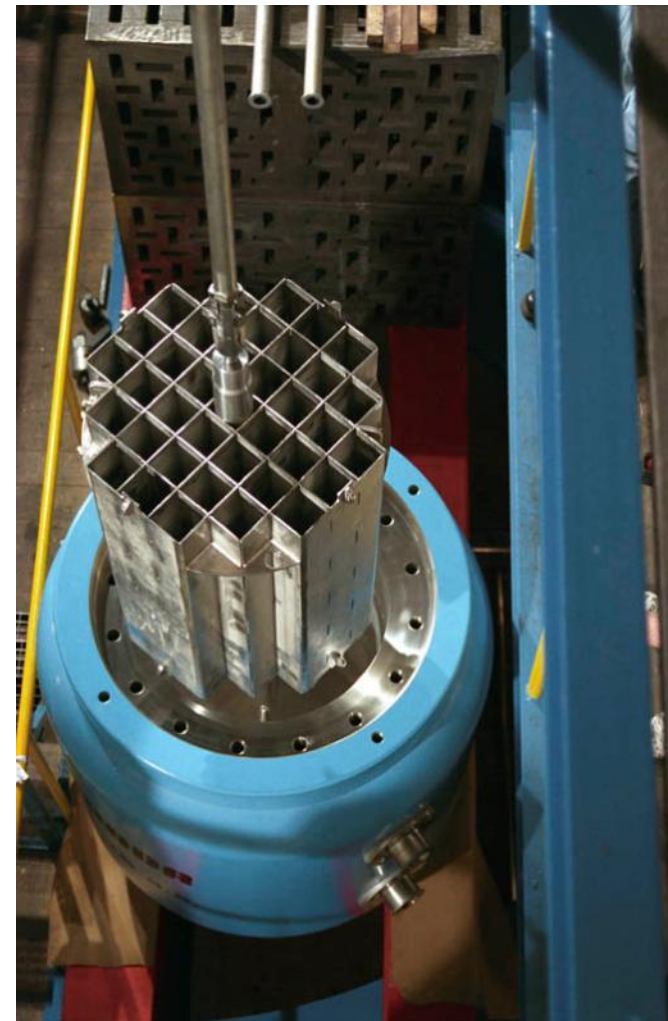
- Для транспортировки облученной мишени с отвердевшим расплавом свинца и висмута на склад ядерных материалов Цвилаг
- Заказчик: Институт им. Пауля Шеррера, Виллиген, Швейцария
- Параметры:
  - Диаметр 1,1 м
  - Длина 6 м
  - Вес 40 т
- Поставлено в январе 2008 г.



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

### Контейнер ŠKODA VPVR/M

- Для транспортировки и хранения топлива из исследовательских реакторов
- Дизайн ŠKODA JS
- Финансовая поддержка со стороны DoE (США) и МАГАТЭ
- Референции
  - 6 контейнеров для Института ядерных исследований Ржеж
  - 10 контейнеров для МАГАТЭ

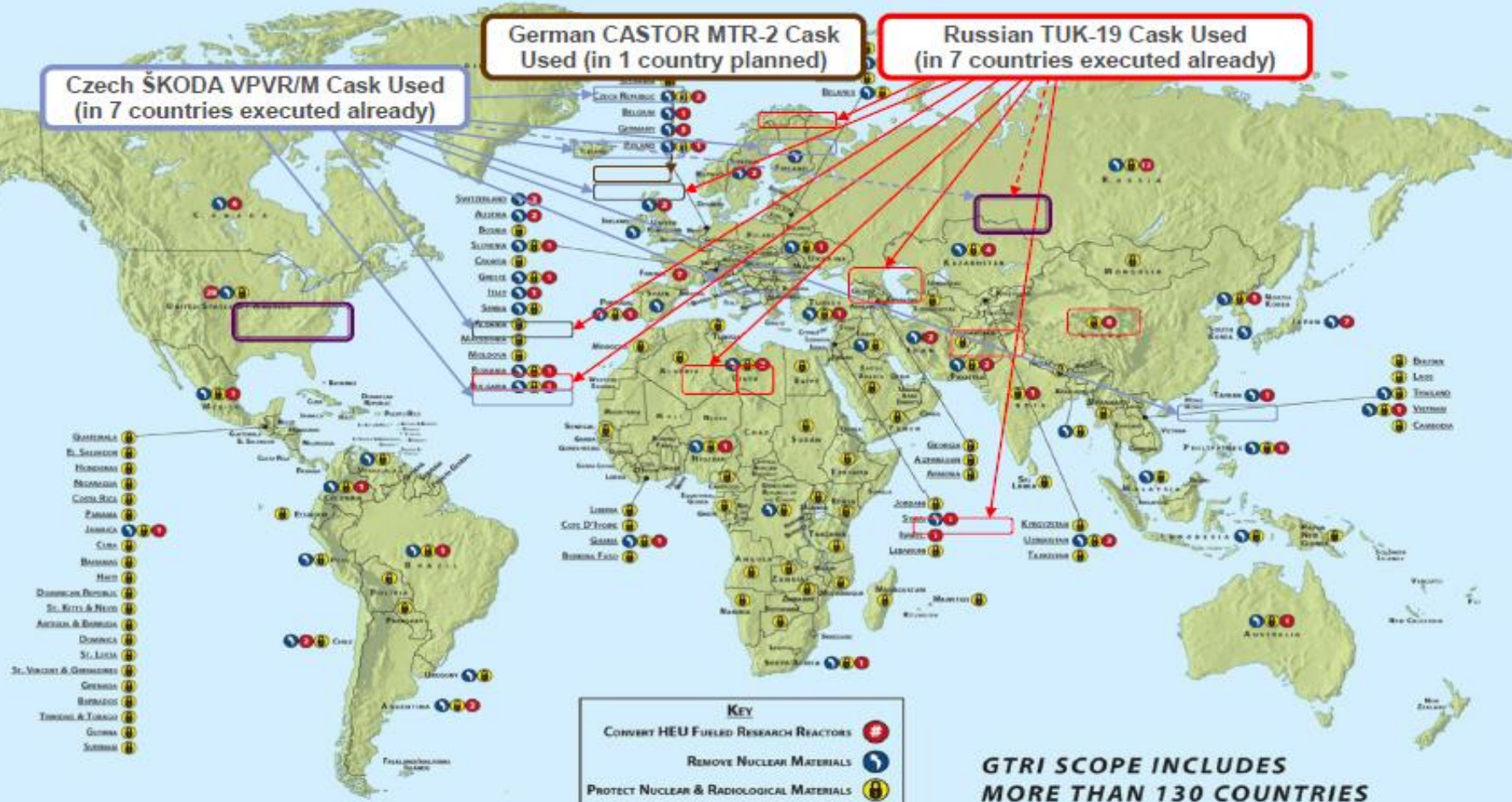






## 15 COUNTRIES INVOLVED IN RRRFR PROGRAM (US-RF-IAEA GTRI): DIFFERENT CASKS USED FOR SNF REPATRIATION – PHASE I

### GTRI GLOBAL PARTNERS



## Shipment RR SNF Summary under RRRFR



Country	Number of Shipments	Cask used	U-mass shipped HEU	U-mass shipped LEU
Belarus	1	VPVR	42,0	3,0
Bulgaria	1	VPVR	6,3	69,0
Czech Rep.	2	VPVR	148,0	281,0
Hungary	1	VPVR	154,5	104,0
Latvia	1	TUK-19	14,4	.
Libya	1	TUK-19	5,2	.
Kazakhstan	4	TUK-19	73,7	.
Poland	6	VPVR, TUK-19	494,9	122,0
Romania	1	TUK-19	23,7	.
Serbia	1	VPVR, 1TUK-19	13,2	2404,0
Ukraine	2	VPVR	75,5	.
Uzbekistan	5	TUK-19	63,0	.
<b>Total</b>	<b>26</b>	.	<b>1114,4</b>	<b>2983,0</b>



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA



### Контейнер CASTOR® GNS 16

- Дизайнер GNS
- Корпус заполнен свинцом
- Референции
  - 2 контейнера для JRC Petten,  
Голландия



# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## Контейнер К 1 x IRTM

- Собственный проект ŠKODA JS
- Транспортный контейнер для топлива из исследовательского реактора
- Референции
  - 1 контейнер для Института ядерных исследований Ржеж



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

### Контейнер PETA

#### (P6, SB-260L SB-160T)

- Контейнер для транспортировки и хранения для источников излучения
- Собственный проект ŠKODA JS
- Референции  
GAMMA Service, Германия
- 3 шт поставлены в 2006-2008 гг.



### Контейнер KSV 440

- Контейнер для транспортировки образцов-свидетелей стали корпуса реактора
- Собственный проект ŠKODA JS
- Референции
  - АЭС Моховце, блоки 3,4 (2011)



## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

Заказчик	Объем поставки	Конечный пользователь	Страна	Кол-во
ÚJV Řež	K1 x IRTM	Институт ядерных исследований Ржеж	Чешская Республика	1
	VPVR/M	Институт ядерных исследований Ржеж	Чешская Республика	16
GNS	CASTOR <sup>®</sup> 440/84	EWN Грейфсвальд	Германия	21
	CASTOR <sup>®</sup> 440/84	АЭС Дукованы	Чешская Республика	60
	CASTOR <sup>®</sup> 440/84 M	АЭС Дукованы	Чешская Республика	32
	CASTOR <sup>®</sup> 1000/19	АЭС Темелин	Чешская Республика	8
	CASTOR 440/84 mvK	АЭС Обриггейм	Германия	12
	CASTOR <sup>®</sup> HAW 20/28	АЭС Гесген, NOK, GNS Горлебен, Исследовательский институт Карслуэ	Швейцария, Германия	42
	CASTOR <sup>®</sup> V/21	Virginia Power	США	4
	CASTOR THTR	GNS, Горлебен	Германия	33
	GNS 16	N/A	N/A	2
	CONSTOR <sup>®</sup> 440/84	АЭС Козлодуй	Болгария	34
	CONSTOR <sup>®</sup> RBMK 1500	Игналинская АЭС	Литва	98
	CONSTOR <sup>®</sup> RBMK 1500 M2	Игналинская АЭС	Литва	33
ETB	ВТУК	Игналинская АЭС	Литва	1
<b>Итого (с 1993 г.)</b>				<b>397</b>

## Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

Объект поставки	Заказчик	Страна	Год	Шт.	Конечный заказчик
Контейнер KSV 440 - для образцовсвидетелей корпуса реактора (ВВЕР 440)	АО «ШКОДА Прага»	Чехия	1998	1	АЭС Моховце, Словакия
Контейнер TKSВ 1000 - для образцовсвидетелей корпуса реактора (ВВЭР 1000)	АО «ШКОДА Прага»	Чехия	2000	1	АЭС Темелин, Чехия
Контейнер типа А - для свежего топлива	АО «ЧЭЗ»	Чехия	2000	1	АЭС Темелин, Чехия
Контейнер КНИ - для датчиков	АО «ШКОДА Прага»	Чехия	2001	1	АЭС Темелин, Чехия
Контейнер ИК - для ионизационных камер	АО «ШКОДА Прага»	Чехия	2001	1	АЭС Темелин
Контейнер РЕТА-6/Р6 - для медицинских целей	УЙП Збраслав	Чехия	2006	2	Гамма Сервице Радеберг, Германия
Контейнер РЕТА6/SB 160 Т - для медицинских целей	Гамма Сервице Радеберг	Германия	2007	1	Гамма Сервице Радеберг, Германия
Контейнер РЕТА6/SB 260 L - для медицинских целей	Гамма Сервице Радеберг	Германия	2008	1	Гамма Сервице Радеберг, Германия
Транспортный контейнер ТС 1 - для перевозки облученной мишени с эвтектической смесью Рb+Vi	Институт Пауля Шеррера, Виллиген	Швейцария	2008	1	Институт Пауля Шеррера, Виллиген, Швейцария
Контейнер KSV 440 - для образцовсвидетелей корпуса реактора (ВВЕР 440)	АО «ШКОДА Словакия»	Словакия	2011	1	АЭС Mochovce/3,4 Словакия
<b>Всего</b>				<b>11</b>	

# Контейнеры для хранения отработавшего топлива производства ŠKODA

## References in Licensing Procedures

### • Main Licensing Conditions

- 9 m drop
- 1m drop on pin
- Pressure test (1 h / 200 m)
- Heat test (30 min / 800°C)
- Water spray
- 0,3 m drop
- Dose rate – 10 mSv/h
  - 0,1 mSv/h in 2 m
- Temperature max. 85°C
- Tightness
- Mat. resistance -40° to +38°C

- **Cask ŠKODA 440/84 for spent fuel, Type B(U)F**
  - Transport and storage license – SONS 1999
- **Cask ŠKODA Ae 10085 for fresh fuel, Type AF**
  - Transport license – SONS 2000
- **Cask ŠKODA TKS V 1000, Type B(U)**
  - Reactor vessel material surveillance programme
  - Transport license - SONS 2001
- **Cask KNI, Type B(U)**
  - In-core sensors
  - Transport license – SONS 2002
- **Cask ŠKODA VPVR, Type B(U)F**
  - Spent fuel from research reactors
  - Czech Republic - 2005, Russian Fed. – 2006
- **Cask Castor 440/84M for spent fuel, Type B(U)F**
  - Transport and storage license – SONS 2014
- **Cask ŠKODA 1000/19 for spent fuel, Type B(U)F**
  - Transport and storage license – SONS exp. 2017





***Спасибо за Ваше внимание!***

