



ROSATOM

JOINT STOCK COMPANY «ATOMIC ENERGY POWER CORPORATION»

ROSATOM CENTRAL INSTITUTE  
FOR CONTINUING EDUCATION AND TRAINING



# Исследование перспективных топливных циклов атомной энергетики на базе Международного центра подготовки персонала НОУ ДПО «ЦИПК Росатома»

*Дьяченко А., Филипьев И.*

28.06.2017

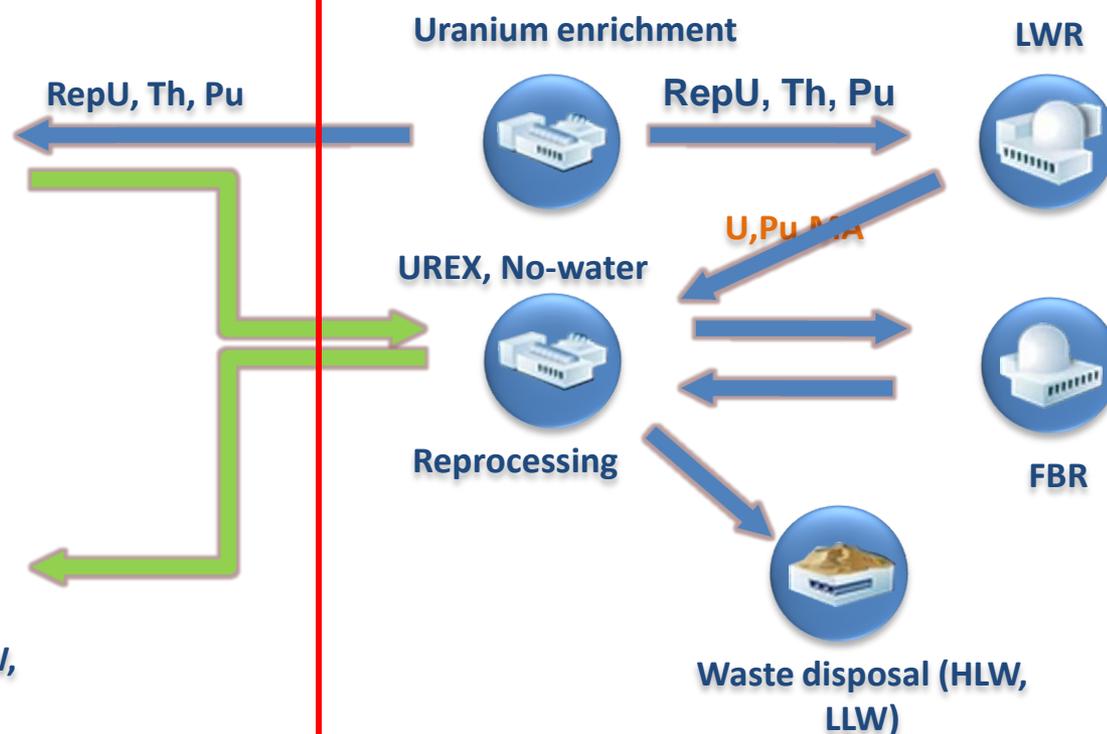
Минимизация отходов; Конкуентоспособность;  
Синергия;

Нераспространение



Страна-новичок

Экономия ресурсов урана



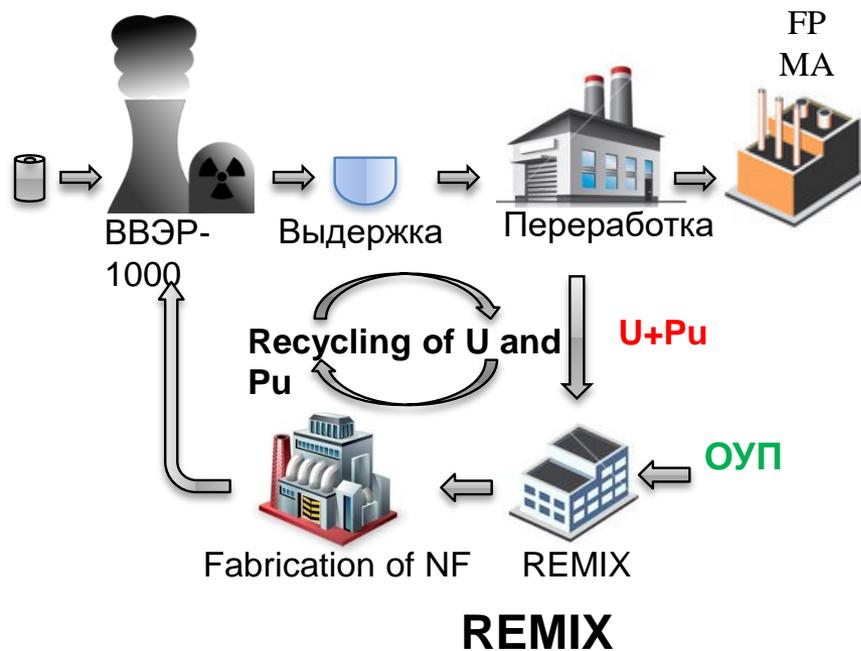
Страна-вендор

# Ядерные топливные циклы на основе регенерированных материалов

Ядерный топливный цикл на основе регенерированного урана (ERU)

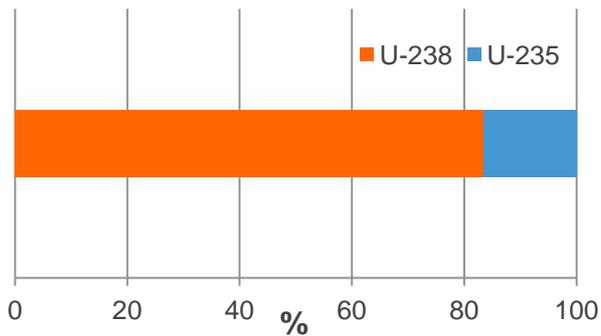


Ядерный топливный цикл на основе неразделенной уран-плутониевой фракции (РЕМИКС-топливо)

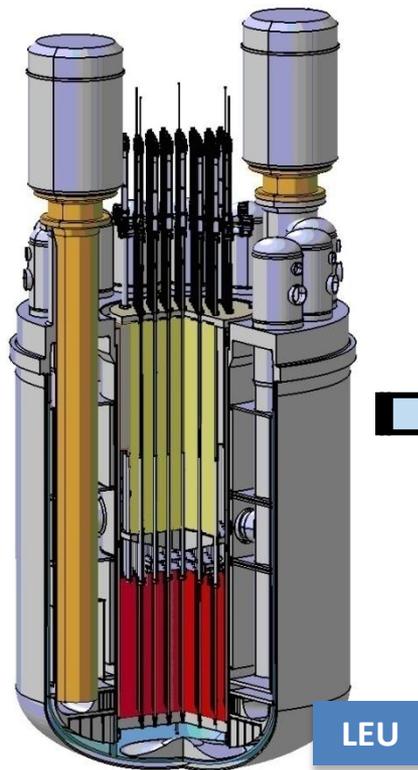
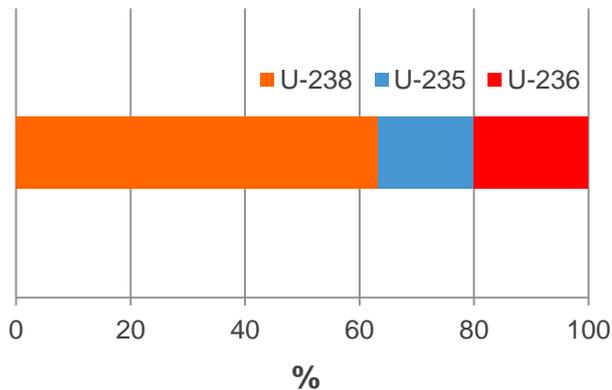


## СВБР-100 (LBFR)

### ОУП (16.5% av.) Conventional Fuel

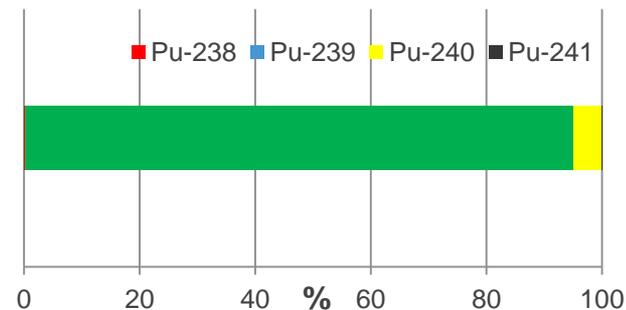


### Advanced Fuel

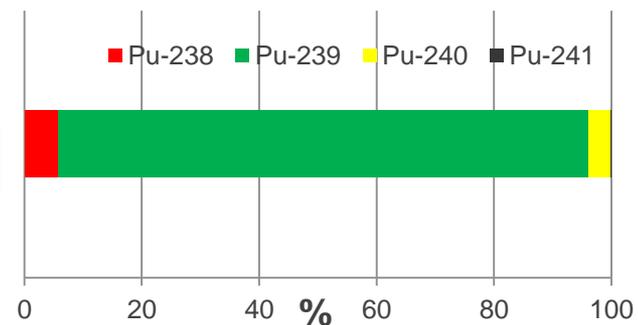


### Выгружаемый Pu

#### Pu Isotopic Vector



#### Pu Isotopic Vector



# Научно-исследовательская группа Международного Центра Подготовки персонала НОУ ДПО «ЦИПК Росатома»

## Выполнение НИР

№ Н.46.45.90.10.1098

№ Н.46.45.90.11.1125

## Участие в российских и международных конференциях

**GLOBAL 2017**  
International Nuclear Fuel Cycle Conference  
Nuclear Energy Innovation to the Carbon-Free World!  
September 24-29, 2017  
Grand Hyatt Seoul  
Seoul, Korea

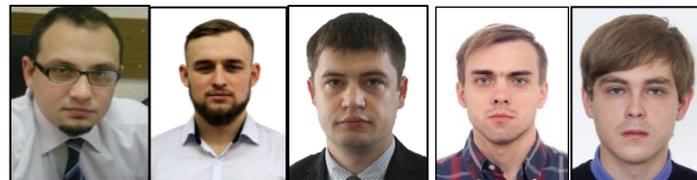
**OBRNCH-2011**  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ  
ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА

**ICTP**  
The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics  
www.ictp.it

Joint ICTP-IAEA Workshop on Physics and Technology of Innovative Nuclear Energy Systems for Sustainable Development

Минимизация отходов: Конвергентность, Синергия;  
Нераспространение ПДМ; Экономия ресурсов урана; Технологии на основе реинтегрированной цепи; Технологии на основе раздельно-реинтегрированной цепи; ENI (0,6% в) топлива; Pu в ORE

## Развитие компетенций персонала



А. Дьяченко

М. Федоров

Р. Ефремов

С. Соловьев  
Аспирант

Аспирант

И. Андрушин  
Аспирант

Аспирант

МЦПП

## Разработка и поддержка специализированных тренинг-курсов

ROSSATOM CENTRAL INSTITUTE FOR SPECIALIZED EDUCATION  
THE MAIN TECHNOLOGICAL FEATURES OF RUSSIAN ORE PRODUCTS

ENGINEERING ASPECTS OF RUSSIAN REPROCESSOR NUCLEAR FUEL

SAFETY ASSESSMENT AND ECONOMIC EFFICIENCY OF REPROCESSED URANIUM INVOLVEMENT IN THE FUEL CYCLE

## Подготовка иностранных специалистов

ВКР, Ву Хоанг Хай – Анализ ЯТЦ на основе РЕМИКС-топлива



«ЦИПК Росатома»



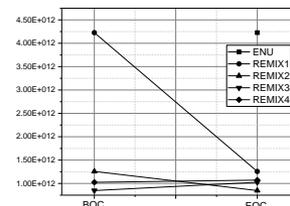
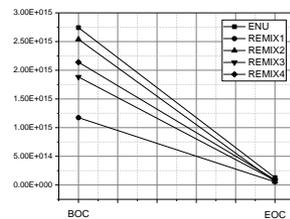
«Винатом»



Методология оценки перспективных топливных циклов ядерной энергетики с точки зрения защиты против несанкционированного распространения ядерных материалов/ госконтракт – № Н.46.45.90.10.1098;



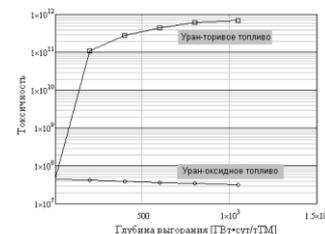
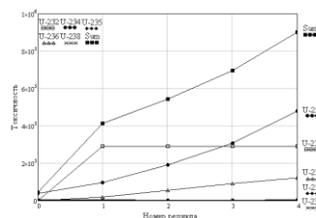
$$ATTR = \frac{\alpha_{\max}^2 \cdot \Delta k_{\max}}{BCM \cdot DH \cdot DR \cdot F \cdot SWU} \cdot \exp \left[ -\frac{N}{2} \cdot (t_0 - 90l_{\text{eff}}) \right]$$



Методология оценки экологической приемлемости перспективных топливных циклов с трансмутацией долгоживущих радионуклидов/ госконтракт - № Н.46.45.90.11.1125

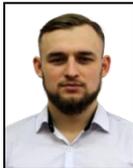


$$EA = \sum_i \frac{\lambda_i \cdot \left[ \frac{N_i^1}{N_i^2} \right] \cdot \left[ \frac{BU^2}{BU^1} \right]}{G_i \cdot (\lambda_i + \sigma_i \cdot \varphi)} \cdot \varepsilon_i$$



# Развитие компетенций персонала

Компьютерный код	Разработчик	Название диссертационной работы	Стажировки
<b>SERPENT 1.1.7</b> 	Центр технических исследований Финляндии «ВТТ», Финляндия	Формирование защищенного с точки зрения нераспространения ЯДМ ЯТЦ стран-новичков на основе РЕМИКС-топлива	30.05.17 - 02.06.17 тренинг-курс «Тренажеры АЭС», Прага, Чешский Технический Университет 29.06.17 - 30.06.17 «11th ENEN PhD Prize 2017» Лиссабон, Лиссабонский университет - Высший технический институт
<b>MESSAGE</b>	МАГАТЭ, Австрия	Оптимизация ЯТЦ на основе регенерированного урана	01.07.2015 по 30.06.2016 – стажировка в МАГАТЭ, Департамент ядерной энергии, Секция ИНПРО: международный проект по инновационным ядерным реакторам и топливным циклам
<b>MVP/GMV P II</b>	Агентство по Атомной Энергии Японии, Япония	Пространственно-периодические пылевые структуры в комплексной плазме несамостоятельного разряда	20 февраля - 3 марта, 2017г. 6-й Международный симпозиум и семинар по глобальному развитию человеческих ресурсов в области ядерной и физической безопасности, и гарантий, Токийский технологический институт, Токио, Япония, 30.05.17 - 02.06.17 «Тренажеры АЭС», Прага, Чешский Технический Университет
<b>DESAE, MCU-free</b>	НИЦ «Курчатовский институт», РФ	Расчетные обоснования замыкания ядерного топливного цикла в системе из быстрых и тепловых реакторов	01.07.2016 по 30.06.2017 – стажировка в МАГАТЭ, Департамент ядерной энергии, Секция ИНПРО: международный проект по инновационным ядерным реакторам и топливным циклам



С. Соловьев  
Аспирант



М. Федоров  
Аспирант



И. Андриюшин  
Аспирант

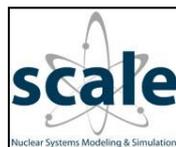


Р. Ефремов  
Аспирант

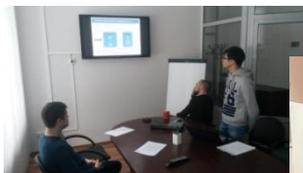


# Подготовка иностранных специалистов

## НИР МЦПП



Serpent



«ЦИПК  
Росатома»



НИЯУ  
МИФИ



ВИНАТОМ



## Подготовка ВКР иностранных студентов



**ВКР, Атахан Киседжик** – Вопросы транспортировки отработавшего ядерного топлива на основе регенерированных материалов

**ВКР, Ахмет Авджи** – Использование ядерного топлива повышенного обогащения с доппингом выгорающих поглотителей на основе РЗЭ



**ВКР, Нгуен Данг Тхай Бинь** – Вопросы использования РЕМИКС-топлива топлив с глубоким выгоранием

**ВКР, Фам Динь Тханг** – Анализ экономии урановых ресурсов при последовательном рециклировании РЕМИКС-топлива



**ВКР, Ву Хоанг Хай** – Формирование защищенного против несанкционированного распространения ЯДМ ЯТЦ на основе РЕМИКС-топлива



2018

2017

2016

# Участие в российских и международных конференциях

**GLOBAL 2017**

International Nuclear Fuel Cycle Conference

Nuclear Energy Innovation to the Carbon-Free World

September 24-29, 2017  
Grand Walkerhill Seoul

Seoul, Korea

DYACHENKO A. I., FEDOROV M.I., SOLOVYEV S.V., ARTISYUK V.V., KHAPERSKAYA A.V. *Analysis of VVER-1000 Nuclear Fuel Cycle Based on Remix Fuel against Proliferation of Fissile Materials*, Global2017, Seoul, South Korea, (2017)



V. ARTISIUK, A. DYACHENKO, M. FEDOROV, G. TIKHOMIROV, *Analysis of the SVBR-100 nuclear fuel cycle by means of the advanced nuclear fuel cycle assessment methodology (ATTR)*, FR-17, Yekaterinburg, Russia, 2017

ICTP  
The International Centre for Theoretical Physics

www.ictp.it

Joint ICTP-IAEA Workshop on

Physics and Technology of Innovative Nuclear Energy Systems for Sustainable

Development

Innovative Nuclear Energy Systems for Sustainable Development

A. DYACHENKO, V. ARTISIUK, N BALAGUROV *Non- proliferation features of SVBR-100 Fuel Cycle Based on reprocessed uranium*, Physics and Technology of Innovative Nuclear Energy Systems for Sustainable Development 29 August - 2 September 2016, ICTP, Miramare - Trieste, Italy



Соловьев С.В., Дьяченко А.И., Балагуров Н.А., Артисук В.В., «Экономия ресурсов урана при переводе реактора ВВЭР-1000 на регенерированное топливо», Десятая международная научно-техническая конференция «Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики»/Тезисы докладов с. 237-238, 2016, Москва, Россия.



A. Dyachenko. *On the Issues of Uranium Reprocessed from High Burnup Fuels* / A. Dyachenko, V. Artisyuk, N. Balagurov, M. Saito // Proceedings of Global 2015. September 20-24, 2015 - Paris (France) Paper 5302



Дьяченко А.И., Соловьев С.В., Артисук В.В., Балагуров Н.А., «Снижение количества выгорающего поглотителя в бинарной смеси UOX-RE2O3 для улучшения теплофизических свойств уран-оксидного топлива» XIII Международная конференция «Безопасность АЭС и подготовка кадров»/ Тезисы докладов С. 253-254, 2013, Обнинск, Россия

# Разработка и поддержка специализированных тренингов-курсов (1/2)

## Экспер



Н. Балагуров

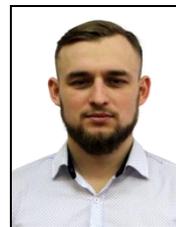


Тренинг-курс «Технология изготовления ядерного топлива: от порошка до топливной сборки»

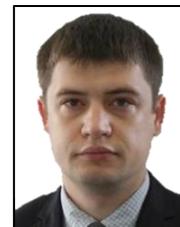
## R&D GROUP



А. Дьяченко



С. Соловьев



М. Федоров



И. Андрушин



Р. Ефремов

## Компьютерные коды



SCALE 6.1



SERPENT 1.1.7



MVP/GMVP II

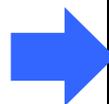


НИЦ КИ

MCU-free



MESSAGE



**Experts**

**Mr. Anton Diachenko**  
Specialist, ROSATOM-CICE&T

**Previous experience:**  
Author of more than 30 scientific publications. Developed Methodologies of assessing advanced nuclear fuel cycles in terms of nuclear materials proliferation resistance and ecological acceptability with Russian and foreign computer codes. Graduated from National Research Nuclear University MEPhI (BS, MS, PhD. courses in nuclear engineering).



**ROSATOM CENTRAL INSTITUTE FOR CONTINUING EDUCATION AND TRAINING (ROSATOM-CICE&T)**



21-26 May, 2012. ROSATOM-CICE&T in cooperation with European Nuclear Education Network Association (ENEN) as a part of ENEN-ET project organized the training course on «Engineering aspects of nuclear fuel fabrication. From initial raw materials to fuel assemblies».



5-12 October, 2015. The training course aimed at building the competencies in the field of use of Russian codes for assessment of NPP safety at ROSATOM-CICE&T.



28-27 November, 2015. The training course «Engineering aspects of nuclear fuel manufacturing» organized by ROSATOM-CICE&T in cooperation with IAEA as a part of ENEN-RU II project started in 2014.

**SAFETY ASSESSMENT AND ECONOMIC EFFICIENCY OF REPROCESSED URANIUM INVOLVEMENT IN LWR FUEL CYCLE**

27 June - 8 July, 2016



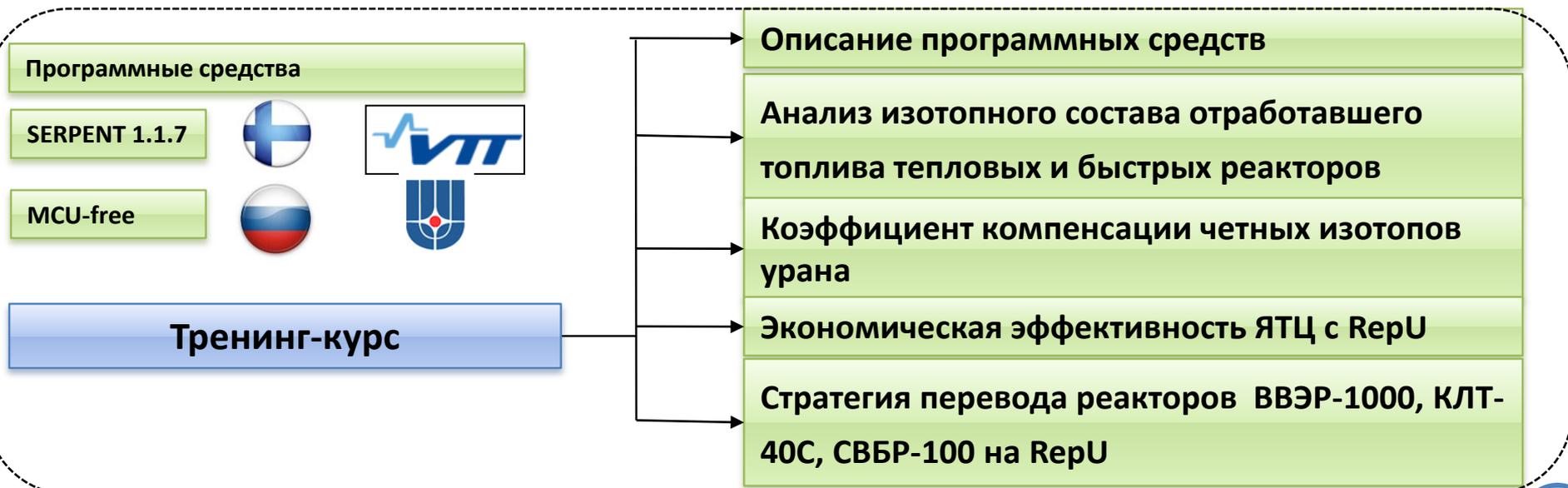
**ROSATOM-CICE&T**  
249031, Obninsk, 21 Kurchatov str.  
Phone: +7 (915) 896-94-84  
Fax: +7 (484) 392-91-90  
E-mail: VVArtisyyuk@rosatom-cipk.ru  
www.rosatom-cicet.ru

# Разработка и поддержка специализированных тренингов-курсов (2/2)

## Тренинг-курс «Анализ безопасности и экономическая эффективность вовлечение RepU в ЯТЦ тепловых реакторов» 27.06 – 01.07, 2016



### ENEN-RU II Project



# Перечень специализированных тренинг-курсов

Тренинг-курс	Даты проведения/слушатели
Технология изготовления ядерного топлива: от порошка до топливной сборки	Пилот: <b>20-26.05 2012</b> / ENEN <b>19-23.05.2015</b> /Bangladesh Atomic Energy Commission <b>23 -28.11, 2015</b> / ENEN
Введение в технологию СВБР	Пилот: <b>29.09-04.10.2013</b> /16 специалистов из Бельгии, Индонезии, Малайзии, Сингапура, Китая, Италии, Испании, Турции, Чехии, Словакии
Внедрение технологии ВВЭР в энергетическую систему с применением методологии ИНПРО	Пилот: <b>08-12.12.2014</b> / National Nuclear Energy Agency of Republic of Indonesia BATAN
Проведение оценки использования в странах-новичках перспективных реакторов с водой под давлением, в т.ч. малой мощности	Пилот: <b>09-13.11.2015</b> /BATAN
Анализ безопасности и экономическая эффективность вовлечение RepU в ЯТЦ тепловых реакторов	Пилот: <b>27.06 – 01.07, 2016</b> /ENEN
Подготовка к проведению NESА: Вопросы обращения с радиоактивными отходами	Пилот: <b>10-14.10.2016</b> /BATAN
Технологии плавучей атомной электростанции и реакторов малой мощности на быстрых нейтронах	Пилот: <b>28.11-09.12.2016</b> <b>12-16.12.2016</b> /Nuclear Energy Regulatory Agency of the Republic of Indonesia (BAPETEN)



Спасибо за внимание!