ГАЗЕТА КОМПАНИИ «ТВЭЛ»
Издается с июля 2007 года
www.tvel.ru

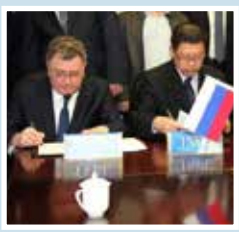
ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ РОСАТОМА ТВЭЛ

Элемент будущего

№ 10 (198) июнь 2017 года

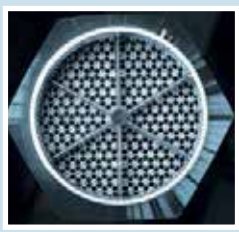
16+

ИТОГИ



Деятельность Топливной компании Росатома «ТВЭЛ» 2016–2017 г.г. {2}

ИННОВАЦИИ



Навстречу партнерам {3}

ШКОЛЬНЫЕ ТЕХНОПАРКИ

Робот высоких технологий {8}

УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ И ГОСТИ IX МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА «АТОМЭКСПО»!

В последние годы атомная энергетика не только сохраняет свои позиции, но уверенно развивается и наращивает перспективы. Сегодня, когда мир нацелен на формирование низкоуглеродного энергобаланса, именно атомная энергетика вместе с гидростанциями и возобновляемыми источниками способна обеспечить необходимый человечеству для развития объем энергии.

Но атомная отрасль – это не только, а во многих странах даже не столько, производство электроэнергии, сколько новые технологии в медицине, сельском хозяйстве и других отраслях. Главная тема форума – «Атомные технологии – безопасность, экология, стабильность» – позволит рассмотреть не только роль атомной энергетики в сегодняшней борьбе за поддержание экологического баланса на планете, но и ее вклад в обеспечение устойчивого экономического развития и качества жизни людей.

Еще одна актуальная тема для обсуждения на форуме – аддитивные и цифровые технологии, которые будут способствовать повышению конкурентоспособности атомной энергетики на международных рынках в рамках вызовов мировой экономики.

Желаю участникам «АТОМЭКСПО 2017» плодотворных дискуссий, реализации намеченных планов и новых интересных встреч!

С.В. Кириенко,
первый заместитель руководителя
Администрации Президента
Российской Федерации,
председатель Наблюдательного совета
Госкорпорации «Росатом»

УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ И ГОСТИ ФОРУМА «АТОМЭКСПО 2017»!

Одной из главных тем в мире является улучшение экологии нашей планеты и снижение объемов выброса углекислого газа в атмосферу. Уже больше года рынок мировой энергетики действует, принимая во внимание принципы Парижского соглашения по борьбе с изменениями климата.

Наша цель – добиться того, чтобы атомная энергетика стала существенным компонентом будущего безуглеродного энергетического баланса. Новые стандарты безопасности и экологичности и взятый курс на реализацию замкнутого топливного цикла позволяют нам утверждать, что атомная энергетика – одна из самых «зеленых» на сегодняшний день. Тем не менее мы должны продолжать совершенствоваться в части технологий, безопасности и экономической привлекательности. Все эти аспекты мы планируем обсудить на «АТОМЭКСПО 2017» и выработать совместные подходы.

Отдельное внимание на форуме будет уделено таким трендам, как аддитивные технологии, роботизация, гибкие системы управления, цифровые технологии.

Отмечу также, что один из трех дней работы форума объявлен Молодежным днем. Все мероприятия этого дня будут предназначены для студентов и школьников. В условиях быстро меняющегося мира и с учетом масштабных задач, стоящих перед атомной отраслью, молодые специалисты со свежими идеями, безусловно, будут востребованы.

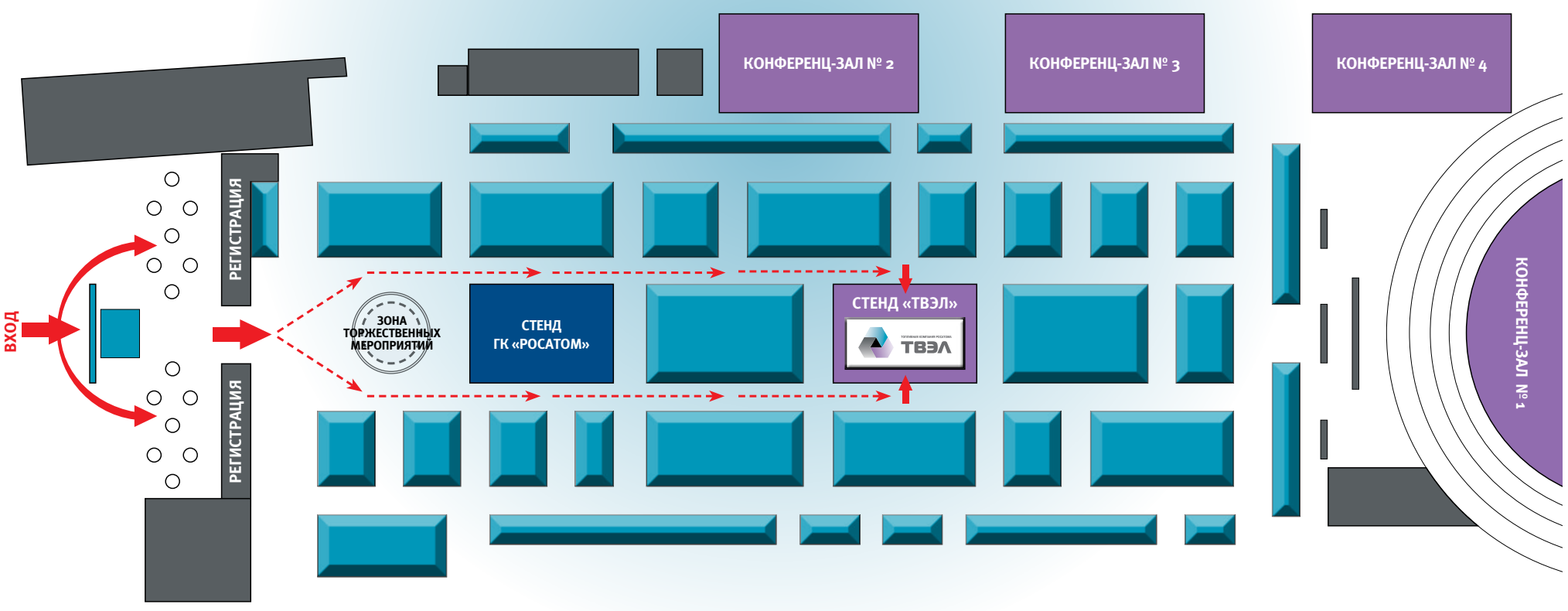
Желаю участникам форума интересных и ярких дискуссий, новых встреч и позитивного профессионального общения!

А.Е. Лихачев,
генеральный директор
Госкорпорации «Росатом»

atomexpo

СХЕМА ВЫСТАВКИ «АТОМЭКСПО 2017»

МОСКВА, ГОСТИНЫЙ ДВОР
19–21 ИЮНЯ



ИТОГИ

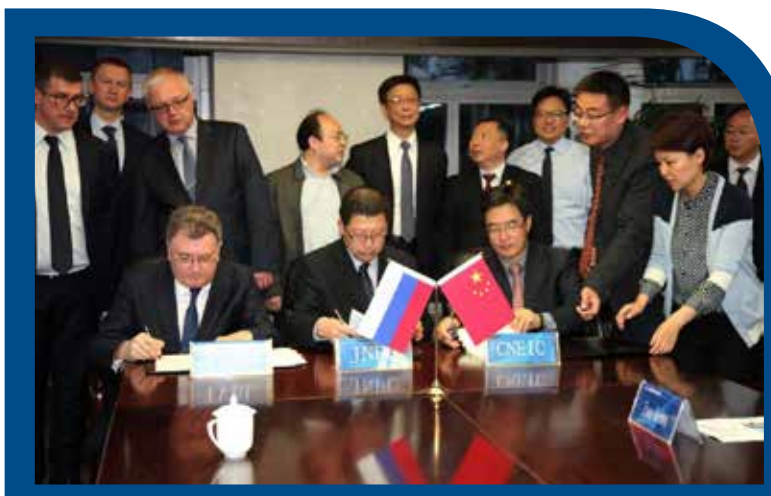
Деятельность Топливной компании Росатома «ТВЭЛ»

2016
2017

Инвестиции в обучение сотрудников в 2016 году составили 101 млн рублей.

Топливная компания «ТВЭЛ» – мировой лидер по производству ядерного топлива. Доля компании на мировом рынке фабрикации топлива в 2016 году составила 17 %. Совместно с АО «Техснабэкспорт» ТВЭЛ занимает более трети мирового рынка услуг по обогащению урана.

Приемочной комиссией рекомендована к серийному производству более производительная газовая центрифуга нового поколения.



Топливная компания «ТВЭЛ», Китайская корпорация ядерно-энергетической промышленности (CNEIC) и Цзянсунская корпорация ядерной энергетики (JNPC) в 2017 году подписали пакет контрактных документов на поставку российского ядерного топлива, циркониевых комплектующих для тепловыделяющих сборок и оказание инжиниринговых услуг для энергоблоков Тяньваньской атомной станции на сумму около одного миллиарда долларов.

$10,1 млрд портфель экспортных заказов по продукции и услугам НС ЯТЦ на 10 лет.

Выручка (нетто) от продаж продукции 180,1 млрд руб.

$1,4 млрд – экспортная выручка в 2016 году.

ЧИСТАЯ ПРИБЫЛЬ 46,2 млрд руб.

Успешно проведены предварительные испытания не имеющего аналогов в мире комплекса карботермического синтеза нитридов (КТС), изготовленного по заказу АО «СХК» для опытно-демонстрационного энергетического комплекса, который создается в г. Северске Томской области в рамках проектного направления «Прорыв». Оборудование предназначено для изготовления СНУП-топлива.

В 2016 году работниками Топливной компании «ТВЭЛ» подано более 140 тысяч предложений по улучшениям. Более 93 % принятых ППУ внедрено, экономический эффект от внедрения только за 2016 год составил около 400 млн рублей.

Выручка от общепромышленной деятельности в 2016 году составила 10,2 млрд рублей.

226,1 млн рублей составило финансирование благотворительных и социальных инициатив в 2016 году.

Топливная компания «ТВЭЛ» является обладателем 1 836 объектов интеллектуальной собственности, из которых 104 объекта было зарегистрировано в 2016 году.

Подписан контракт с компанией Vattenfall Nuclear Fuel AB на коммерческие поставки ТВС-КВАДРАТ на АЭС «Рингхальс» (Швеция).

Подписан пятилетний контракт с крупной европейской металлотрейдинговой компанией Hermith GmbH (Германия) на поставку более 1000 т титанового проката общей стоимостью более 2 млрд рублей.

В АО «СХК» изготовлены экспериментальные тепловыделяющие сборки (ЭТВС) с плотным нитридным топливом для реакторов на быстрых нейтронах. ЭТВС были направлены на Белоярскую АЭС для прохождения реакторных исследований, где после подготовительных операций были установлены в активную зону реактора БН-600.

Элемент будущего | № 10 (198) июнь 2017 года | 3

ИННОВАЦИИ

Навстречу партнерам

Топливная компания «ТВЭЛ» создает ядерное топливо нового поколения

Производство и реализация тепловыделяющих сборок (ТВС) для энергетических и исследовательских реакторов является основной деятельностью Топливной компании «ТВЭЛ». В 2016 году план по изготовлению ядерного топлива выполнен в полном объеме – изготовлено более 7 тысяч ТВС для реакторов различного типа.

В связи с ростом конкуренции на рынке начальной стадии ядерного топливного цикла очень важны проводимые АО «ТВЭЛ» инициативы по улучшению технико-экономических характеристик топлива, которые делают продукцию компании более привлекательной для заказчиков, как на традиционном рынке топлива для реакторов российского дизайна, так и на рынке топлива для реакторов PWR.

В 2016 г. ТВЭЛ инвестировал в НИОКР более одного миллиарда рублей. В числе основных тем НИОКР – разработка и совершенствование ядерного топлива (ЯТ) и активных зон энергетических реакторов российского образца (в первую очередь, ВВЭР-1000/1200). Российские специалисты добиваются повышения эксплуатационного ресурса ТВС и эксплуатационной надежности ядерного топлива, проводят обоснование работоспособности ТВС в условиях повышенной мощности энергоблоков (для ВВЭР-1000 до 107 % от Nном) при безусловном обеспечении безопасности. Среди других направлений НИОКР: создание новых типов газовых центрифуг, оптимизация конструкции ТВС-КВАДРАТ для реакторов западного образца, разработка ядерного топлива для атомных электростанций малой мощности, плавучего энергоблока исследовательских реакторов и новых активных зон для универсального атомного ледокола.

Топливная компания «ТВЭЛ» разрабатывает, изготавливает и поставляет ядерное топливо, которое отвечает самым высоким международным показателям по надежности на российские и зарубежные атомные станции с реакторами типа ВВЭР-440, ВВЭР-1000/1200, БН-600, БН-800, РБМК-1000, на исследовательские реакторы, судовые атомные паропроизводящие установки.

В числе совершенствуемых и новых видов топлива – ТВСА-PLUS, ТВС-2М, ядерное топливо для ВВЭР-440 второго поколения с твэлами диаметром 8,9 мм, РК-3, ТВС четвертого поколения для ВВЭР-1000, топливо для реакторов ВВЭР-1200.

Современное топливо ТВСА-PLUS и ТВС-2М для реакторов ВВЭР-1000 позволяет потребителям повысить технико-экономические характеристики АЭС за счет увеличения длительности кампании и внедрения удлиненных топливных циклов. ЯТ второго и третьего поколения для реакторов ВВЭР-440, отличающееся повышенными технико-экономическими показателями использования и позволяющее осуществить на АЭС внедрение 5-6 годичных топливных циклов с одновременным повышением тепловой мощности. Топливо для ПАТЭС с реактором КЛТ-40С, созданного на базе технологий судовых АППУ, отвечающее требованиям по нераспространению ядерного оружия и использующее уран с обогащением не выше 20 %.

Топливо для реакторов ВВЭР-1200 позволяет обеспечить эксплуатацию в гибких топливных циклах различной длительности с возможностью суточного маневрирования в условиях АЭС-2006 (мощность реактора увеличена до 1200 МВт).

Топливо второго поколения с твэлами диаметром 8,9 мм для ВВЭР-440 даст возможность операторам АЭС сохранить мощности блока и продолжительность кампании при снижении обогащения топлива, или уменьшить количество кассет на перегрузку при сохранении длительности кампании и мощности блока.

Реализация экономически эффективных топливных циклов повышенной длительности диктует необходимость внедрения новых видов топлива с повышенным обогащением по урану-235.

С целью совершенствования топливных циклов в рамках опытной эксплуатации на АЭС ВВЭР-1000 осуществляется внедрение ТВС с перемешивающими решетками и профилированным по высоте выгорающим поглотителем, на АЭС с ВВЭР-440 – внедрение рабочих кассет третьего поколения.

Топливная компания «ТВЭЛ» вплотную подошла к практическому решению задачи об использовании в реакторах ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200 топлива повышенного обогащения (более 5 %). Одна из тенденций последних лет на блоках с ВВЭР большой мощности – увеличение длительности кампании реактора. Однако при работе в открытом цикле и с пределом 5 % по обогащению возникает проблема – с ростом кампании снижается среднее выгорание и увеличивается относительный удельный расход природного урана. ТВС российского дизайна обоснованы для эксплуатации до 60–65 МВт·сут/кгU, но заложенный ресурс не удается реализовать из-за ограничений топливного цикла. Исправить ситуацию позволяет переход на использование топлива с обогащением свыше 5 % – топлива повышенного обогащения (ТПО).

Курчатовский институт по заказу ТВЭЛ выполнил технико-экономические исследования и показал, что при переходе на среднее обогащение подпитки 5,45 % и 5,8÷6,3 % в 18- и 24-месячных циклах соответственно удастся значительно увеличить среднее выгорание и уменьшить число ТВС подпитки. Предварительный анализ показывает, что топливный цикл с ТПО не требует изменения количества потребляемого природного урана, приводит к сокращению длительности операций загрузки СЯТ подпитки и выгрузки ОТВС на энергоблоке. Кроме того, при эксплуатации ЯТ не требуется значительная модернизация оборудования для изготовления ТВС с ТПО и оборудования, предназначенного для транспортирования и хранения свежего и отработавшего топлива на ВВЭР-1000/1200. Сейчас ТВЭЛ приступает к обсуждению полученных результатов с концерном «Росэнергоатом».

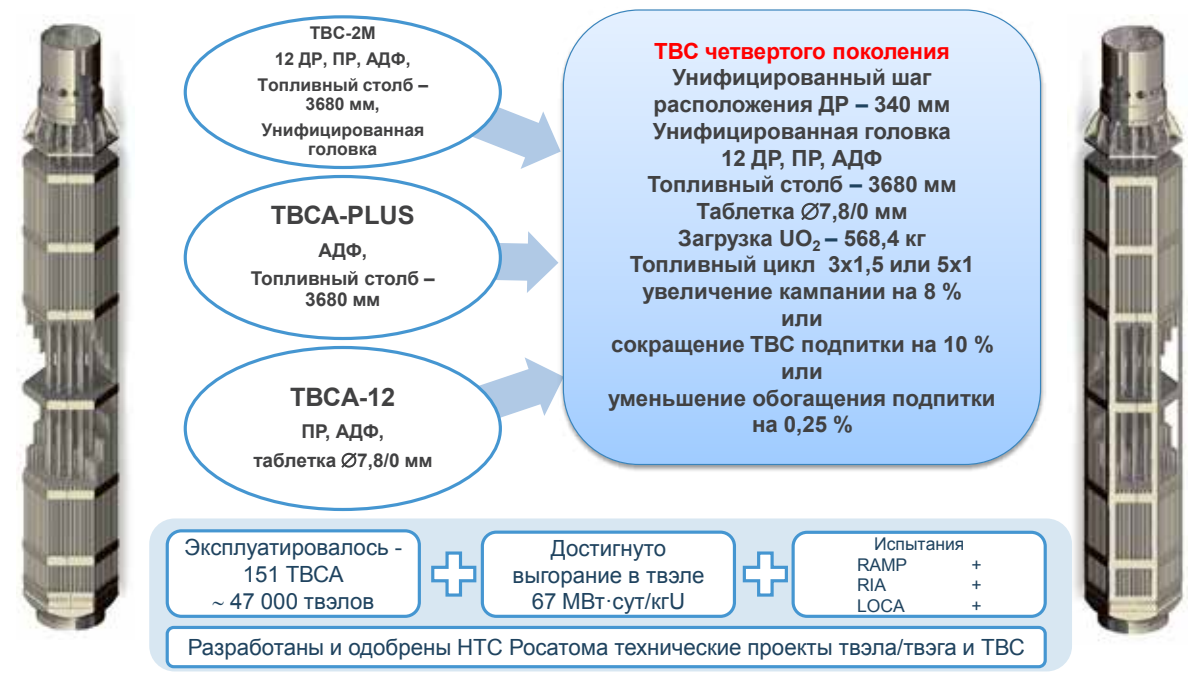
Топливная компания также участвует в создании принципиально новых видов топлива. В активной зоне блока № 3 Балаковской АЭС проходит эксплуатация опытной партии ТВС-2М (3 шт.), часть твэлов в которых (по 6 в ТВС) изготовлена с использованием топливных таблеток из РЕМИКС-топлива. В рамках обоснования топлива для реакторов БРЕСТ-ОД-300 и БН-1200 в настоящее время разработаны, изготовлены на АО «СХК» и установлены в реактор БН-600 третьего энергоблока Белоярской АЭС на реакторные испытания 15 экспериментальных ТВС (комбинированных и полномасштабных) со смешанным нитридным уран-плутониевым топливом.

Услуги и продукция НС ЯТЦ составляют основу деятельности предприятий ТВЭЛ (более 85 % выручки по итогам 2016 года), именно поэтому инновационная деятельность в ядерной сфере имеет принципиальное значение для долгосрочной конкурентоспособности и устойчивости Топливной компании «ТВЭЛ».

Родион ВАЛЕНТИНОВ

Ядерное топливо для ВВЭР-440

Ядерное топливо для ВВЭР-1000 ТВС четвертого поколения



НА ШАГ ВПЕРЕДИ

ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ РОСАТОМ

ТВСА – усовершенствованное ядерное топливо для реакторов российского дизайна

ТВС-КВАДРАТ – эффективное предложение для реакторов западного дизайна

75 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ В 14 СТРАНАХ МИРА

>30% МИРОВОГО РЫНКА УСЛУГ ПО ОБОГАЩЕНИЮ УРАНА

ПОСТАВКИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ РОССИЙСКОГО И ЗАПАДНОГО ДИЗАЙНА

КАЖДЫЙ **6** ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР В МИРЕ РАБОТАЕТ НА ТОПЛИВЕ ПРОИЗВОДСТВА «ТВЭЛ»

17% МИРОВОГО РЫНКА ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

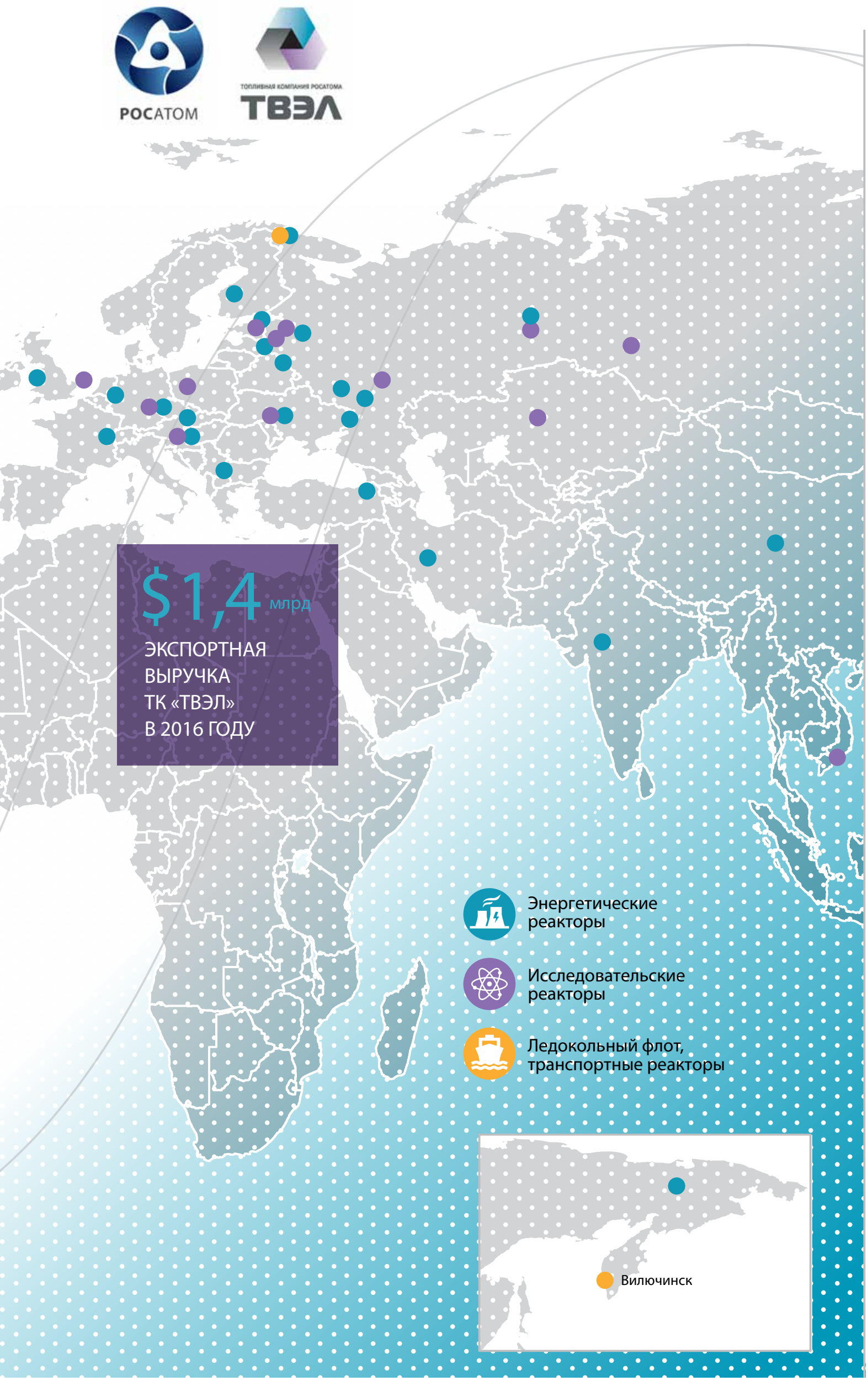
449 КОЛИЧЕСТВО ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС, НАХОДЯЩИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ В МИРЕ

61 КОЛИЧЕСТВО ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС, НАХОДЯЩИХСЯ В СТАДИИ СООРУЖЕНИЯ В МИРЕ

ДОЛЯ МОЩНОСТЕЙ АЭС, ОБЕСПЕЧЕННЫХ ТОПЛИВОМ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, %

Россия	100 %	Украина	85 %
Венгрия	100 %	Армения	100 %
Словакия	100 %	Финляндия	36 %
Чехия	100 %	Индия	31 %
Болгария	100 %	Китай	3 %
		Иран	100 %

НА «ТВЭЛ» НА ГЛОБАЛЬНОМ РЫНКЕ



- Армения
- Болгария
- Венгрия
- Вьетнам
- Западная Европа*
- Индия
- Иран
- Казахстан
- Китай
- Нидерланды
- Польша
- Словакия
- Украина
- Финляндия
- Чехия
- Билибино
- Вилючинск
- Воронеж
- Гатчина
- Димитровград
- Екатеринбург
- Заречный
- Курск
- Москва
- Мурманск
- Обнинск
- Ростов-на-Дону
- Санкт-Петербург
- Саратов
- Смоленск
- Тверь
- Томск

* Поставки в кооперации с AREVA NP

Элемент будущего

№ 10 (198)
июнь 2017 года

СТЕНД ТОПЛИВНОЙ КОМПАНИИ РОСАТОМА «ТВЭЛ»

1

МИКРОСКОП

СРАВНИ СВОЙ ВОЛОС СО СТРЕНДОМ ЧМЗ

2

ТВСА ВВЭР-1000

СДЕЛАЙ СЕЛФИ

3

ИНТЕРАКТИВНЫЙ МАКЕТ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИГМЕНТНОГО ДИОКСИДА ТИТАНА

ПОГРУЗИСЬ В 3D-РЕАЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА БЕЛОЙ КРАСКИ

4

ГОЛОГРАФИЧЕСКИЙ СТОЛ

ПОГРУЗИСЬ В МИР ПРОИЗВОДСТВА ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

5

3D-МОДЕЛЬ ГАЗОВОЙ ЦЕНТРИФУГИ

ПОЗНАЙ СЕКРЕТЫ ОБОГАЩЕНИЯ

6

ТВС-КВАДРАТ

НАШ ПРОРЫВ НА РЫНОК PWR

7

ТК «ТВЭЛ» В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПРОВЕРЬ СВОИ ЗНАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

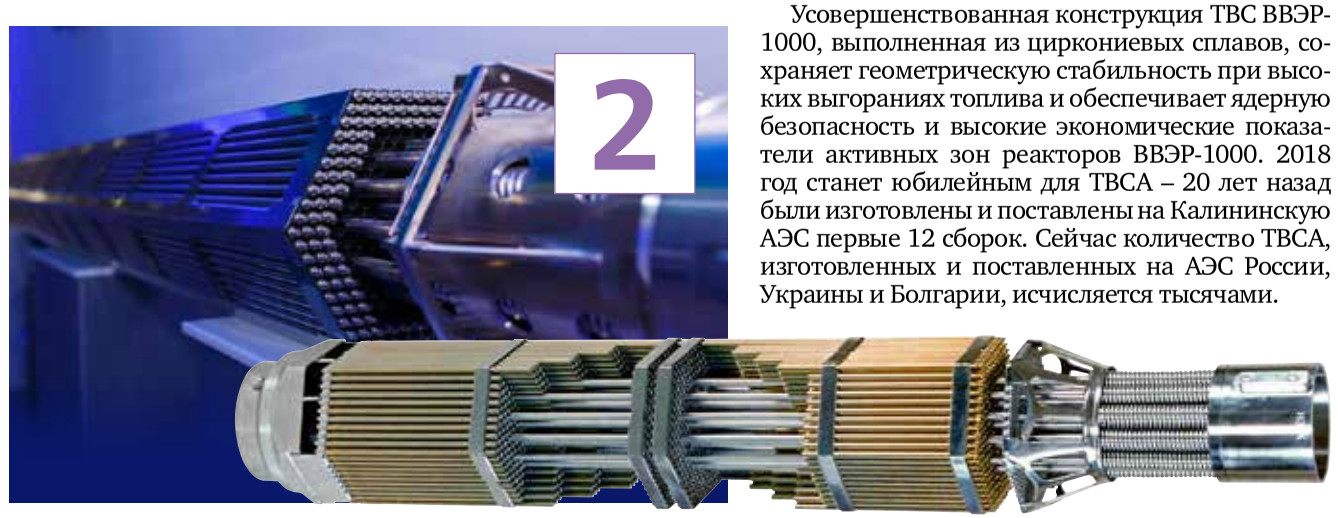
8

СВЕРХПРОВОДНИКИ

ИЗ ЧЕГО СДЕЛАН ТЕРМОЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР ИТЭР

1. МИКРОСКОП

Технические сверхпроводники, разрабатываемые в АО «ВНИИНМ» имеют сложную внутреннюю структуру, отдельные элементы которой имеют размеры, исчисляемые микрометрами и даже десятками нанометров. Исследование и контроль структуры исходных материалов и сверхпроводников практически на всех стадиях производства проводится при помощи современной системы контроля и анализа изображения с общим увеличением до 1000х.



2. ТВСА ВВЭР-1000

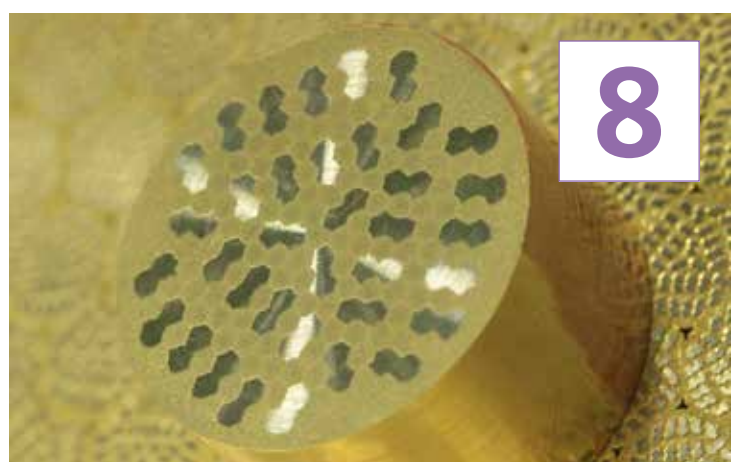
Усовершенствованная конструкция ТВС ВВЭР-1000, выполненная из циркониевых сплавов, сохраняет геометрическую стабильность при высоких выгораниях топлива и обеспечивает ядерную безопасность и высокие экономические показатели активных зон реакторов ВВЭР-1000. 2018 год станет юбилейным для ТВСА – 20 лет назад были изготовлены и поставлены на Калининскую АЭС первые 12 сборок. Сейчас количество ТВСА, изготовленных и поставленных на АЭС России, Украины и Болгарии, исчисляется тысячами.

3. ИНТЕРАКТИВНЫЙ МАКЕТ АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПИГМЕНТНОГО ДИОКСИДА ТИТАНА

В 3D-очках посетитель погрузится в виртуальную реальность – все оборудование возникает вокруг него, при необходимости он может заглянуть внутрь аппаратов. При этом макет аппаратурно-технологической схемы производства пигментного диоксида титана выглядит как настоящий. АО «СХК» планирует в 2018 году создать на площадке комбината опытное производство пигментного диоксида титана, являющегося основой белой краски и различных красителей, включая пищевые. Производство будет основано на эффективной фторидной технологии, разработанной Томским политехническим университетом. В России диоксид титана в настоящее время не производится.

4. ГОЛОГРАФИЧЕСКИЙ СТОЛ

Голографический стол передает трехмерные изображения тепловыделяющих сборок и газовых центрифуг.



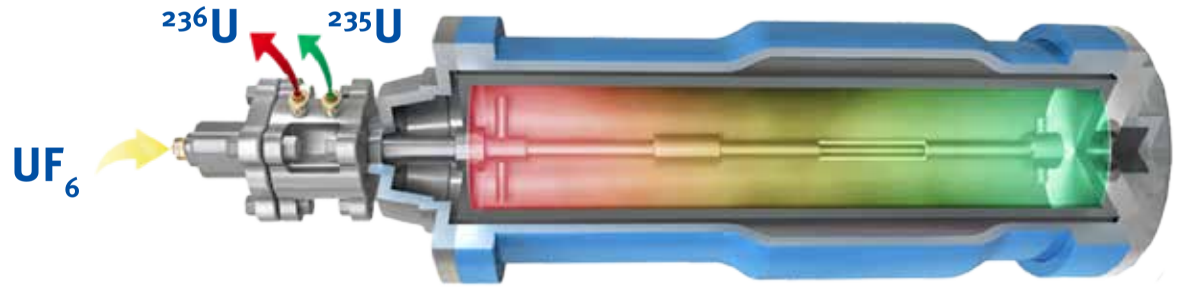
8. СВЕРХПРОВОДНИКИ

АО «ВНИИНМ им. академика А.А. Бочвара» разрабатывает уникальные технологии получения перспективных композиционных сверхпроводников, высокие характеристики которых обеспечивают наноструктурные элементы. По разработанным специалистами АО «ВНИИНМ» технологиям на Чепецком механическом заводе в период с 2009 по 2014 год для международного термоядерного реактора ИТЭР, находящегося во Франции, было выпущено 220 тонн единичных низкотемпературных сверхпроводников на основе соединения Nb_3Sn и сплава NbTi. Также в АО «ВНИИНМ» были разработаны технологии изготовления высокотемпературных сверхпроводников и сверхпроводников на основе соединения MgB_2.

5. 3D-МОДЕЛЬ ГАЗОВОЙ ЦЕНТРИФУГИ

Модель газовой центрифуги наглядно показывает процесс деления изотопов урана: в объемном изображении видно как подается «питание», как при вращении ротора газ разделяется на две фракции (выделить цветом изотопы UF-235 и UF-238) и как происходит забор обогащенного по изотопу-235 и обедненного UF_6 из вращающегося ротора.

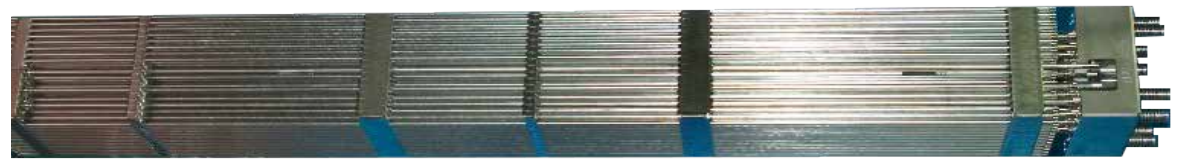
В этом году Топливная компания «ТВЭЛ» отмечает сразу две знаменательные даты: 65-летие создания газоцентрифужной технологии обогащения урана и 60-летие со дня пуска опытного газоцентрифужного завода в г. Новоуральске. Газоцентрифужная технология по сей день остается самой эффективной и перспективной. Именно она позволила отечественным атомщикам во второй половине XX века вырваться на первое место в мире на рынке услуг по обогащению урана!



6. ТВС-КВАДРАТ

Достигнутый научно-технический уровень проектирования ядерного топлива и высокое качество его изготовления на предприятиях Топливной компании «ТВЭЛ» позволили разработать топливо типа 17х17 для реакторов PWR западного дизайна. ТВС-КВАДРАТ отвечает всем современным требованиям к топливу PWR по технико-экономическим и эксплуатационным показателям.

В 2016 году подписан контракт с компанией Vattenfall Nuclear Fuel AB на поставки ТВС-КВАДРАТ на АЭС «Рингхальс» (Швеция). Это историческое событие, результат командной и системной работы Росатома. Топливная компания «ТВЭЛ» вышла в абсолютно новый для себя сегмент рынка, а Росатом приобрел статус официального поставщика топлива для западных реакторов PWR. Это дает Росатому новые преимущества в острой конкурентной борьбе на мировом рынке.



7. АО «ПО ЭХЗ» В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Просветительско-игровой проект. На большом цветном планшете с таблицей периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева «спрятаны» за логотипом АО «ПО ЭХЗ» 20 химических элементов, с которыми работает предприятие. Посетители стенда могут проверить свои знания периодической системы химических элементов и в правильном порядке расставить кубики с нанесенными обозначениями химических элементов из числа отсутствующих в планшете. Успешно справившиеся с заданием посетители получат подарок с брендом ЭХЗ.

ПЕРИОДЫ	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ							
	A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII B
1	(H)						H 1 1.00794 Hydrogenium Водород	He 2 4.002602 Helium Гелий
2	Li 3 6.941 Lithium Литий	Be 4 9.0122 Beryllium Бериллий	ЭХЗ	ЭХЗ	N 7 14.007 Nitrogenium Азот	O 8 15.999 Oxygenium Кислород	F 9 18.998 Fluorum Фтор	Ne 10 20.179 Neon Неон
3	Na 11 22.99 Natrium Натрий	Mg 12 24.305 Magnesium Магний	Al 13 26.9815 Aluminium Алюминий	ЭХЗ	P 15 30.974 Phosphorus Фосфор	ЭХЗ	Cl 17 35.453 Chlorum Хлор	ЭХЗ
4	K 19 39.098 Kalium Калий	Ca 20 40.08 Calcium Кальций	Sc 21 44.956 Scandium Скандий	Ti 22 47.90 Titanium Титан	V 23 50.941 Vanadium Ванадий	Cr 24 51.996 Chromium Хром	Mn 25 54.938 Manganum Марганец	Co 27 58.933 Cobaltum Кобальт ЭХЗ
	Cu 29 63.546 Cuprum Медь	ЭХЗ	Ga 31 69.72 Gallium Галий	ЭХЗ	As 33 74.992 Arsenicum Мышьяк	ЭХЗ	Br 35 79.904 Bromum Бром	ЭХЗ
5	Rb 37 85.468 Rubidium Рубидий	Sr 38 87.62 Strontium Стронций	Y 39 88.906 Yttrium Иттрий	Zr 40 91.22 Zirconium Цирконий	Nb 41 92.906 Niobium Ниобий	ЭХЗ	Tc 43 97.91 Technetium Технеций	Ru 44 101.07 Ruthenium Рутений
	Ag 47 107.868 Argentum Серебро	ЭХЗ	In 49 114.82 Indium Индий	ЭХЗ	Sb 51 121.75 Stibium Сурьма	ЭХЗ	I 53 126.9045 Iodum Иод	ЭХЗ
6	Cs 55 132.905 Cesium Цезий	Ba 56 137.33 Barium Барий	La* 57 138.9055 Lanthanum Лантан	Hf 72 178.49 Hafnium Гафний	Ta 73 180.9479 Tantalum Тантал	ЭХЗ	Re 75 186.207 Rhenium Рений	ЭХЗ ЭХЗ Pt 78 195.08 Platinum Платина
	Au 79 196.967 Aurum Золото	Hg 80 200.59 Hydrargyrum Ртуть	Tl 81 204.38 Thallium Таллий	ЭХЗ	Bi 83 208.980 Bismuthum Висмут	Po 84 209.98 Polonium Полоний	At 85 209.99 Astatium Астат	Rn 86 [222] Radon Радон
7	Fr 87 [223] Francium Франций	Ra 88 [226] Radium Радий	Ac** 89 [227] Actinium Актиний	Rf 104 [261] Rutherfordium Резерфордий	Db 105 [262] Dubnium Дубний	Sg 106 [263] Seaborgium Сиборгий	Bh 107 [262] Bohrium Борий	Hs 108 [265] Hassium Хассий Mt 109 [266] Meitnerium Мейтнерий 110 [269]
ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ	R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4
ФОРМУЛЫ ЛЕТУЧИХ ОДНОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ				RH_4	RH_3	RH_2	RH	
ЛАНТАНОИДЫ*	58 140.12 Ce Cerium Церий	59 140.908 Pr Praseodymium Празеодим	60 144.24 Nd Neodymium Неодим	61 144.91 Pm Promethium Прометий	62 150.36 Sm Samarium Самарий	63 151.96 Eu Europium Европий	64 157.25 Gd Gadolinium Гадолиний	65 158.926 Tb Terbium Тербий 66 162.50 Dy Dysprosium Диспрозий 67 164.936 Ho Holmium Гольмий 68 167.26 Er Erbium Эрбий 69 168.934 Tm Thulium Тулий 70 173.04 Yb Ytterbium Иттербий 71 174.967 Lu Lutetium Лютеций
АКТИНОИДЫ**	90 232.038 Th Thorium Торий	91 231.04 Pa Protactinium Протактиний	92 238.03 U Uranium Уран	93 237.05 Np Neptunium Нептуний	94 244.06 Pu Plutonium Плутоний	95 243.06 Am Americium Америций	96 247.07 Cm Curium Кюрий	97 247.07 Bk Berculium Берклий 98 251.08 Cf Californium Калифорний 99 252.08 Es Einsteinium Эйнштейний 100 257.10 Fm Fermium Фермий 101 258.10 Md Mendelevium Менделевий 102 259.10 No Nobelium Нобелий 103 260.10 Lr Lawrencium Лоуренсий

Символ элемента
Относительная атомная масса
Порядковый номер
U 92 238.03 Uranium Уран
Название элемента
Распределение электронов на энергетических уровнях

ШКОЛЬНЫЕ ТЕХНОПАРКИ

Робот высоких технологий

На форуме «АТОМЭКСПО 2017» на выставочном стенде Топливной компании «ТВЭЛ» состоится выставка разработок школьных технопарков физико-математических лицеев

Учащиеся физико-математических лицеев на «Атомэкспо 2016» продемонстрировали разработки, которые удивили экспертов возможностями практического применения. В их числе был и робот-контроллер лицея № 58 (г. Новоуральск, Свердловская область). В рамках сотрудничества с АО «УЭХК» лицей продолжает работу в данном направлении. О том, как реализуется проект, рассказывает педагог дополнительного образования лицея № 58 Дмитрий ПАВЛОВ.

Учащийся лицея № 58 Григорий Пакулин проводит презентацию разработки КБ Лицея

В рамках сотрудничества с АО «УЭХК» перед нашим лицейским конструкторским бюро была поставлена задача разработать автономное роботизированное шасси для работы на открытой промышленной площадке предприятия с возможностью последующего дооснащения его дополнительным оборудованием специального назначения.

Главное наше достижение – это, конечно, наши «кадры». Сегодняшние 11-классники заканчивают школу, но им на смену приходят 7-классники, которые уже прошли «школьную» начальную робототехническую подготовку и уже сейчас приобщаются к миру высоких технологий – программированию контроллеров общего назначения с применением современных профессиональных средств разработки.

Сегодня всевозможных роботележек изобретено и существует великое множество – на разной элементной базе и на разных вычислительных платформах. «Робомашинки» делают из любых конструкторов, с самыми разными колесами, моторами и прочими комплектующими. В том числе и в образовательной робототехнике построение и программирование такого робота – одна из распространенных задач, с которой вполне успешно справляются школьники разных классов.

Сама по себе такая постановка задачи не вызывает вопросов. Но для нас ключевой особенностью стало то, что в техническом задании речь идет о разработке промышленного образца для промышленной эксплуатации, а это, в свою очередь, накладывает существенные ограничения на используемые комплектующие. В частности, вычислительные мощности и электронные компоненты должны были быть элементами общего назначения, безотносительно каких-либо специальных образовательных робототехнических решений.

Таким образом, при разработке нашей модели мы отказались от образовательных робоконструкторов и стали использовать контроллеры семейства Arduino, близкие по характеристикам к используемым в промышленности. А впоследствии перешли на более производительный контроллер Raspberry Pi 2 и язык программирования Python.

Принципиальный вопрос, на решении которого были сосредоточены наши основные усилия – способ навигации робота на площадке. Дело в том, что в условиях промышленной площадки на открытом воздухе возможности нанесения какой-либо навигационной разметки (традиционные для образовательной робототехники черные линии на белом поле) для робота сведены практически к нулю, да и сама поверхность, по которой перемещается робот, далека от идеальных условий робототехнических соревновательных полей – обычное асфальтовое покрытие со всеми присущими особенностями (в том числе рельеф и т.п.). Поэтому навигацию было решено осуществлять по видеокамере. А именно, нам нужно было оснастить робота системой технического зрения, чтобы он мог буквально «видеть» свой маршрут. Так обычная на первый взгляд робототехническая задача о самоходном шасси переросла в задачу о системе технического зрения.

Как научить робота «видеть»? Если говорить об аппаратном обеспечении, то, по меньшей мере, центральный вычислительный модуль на роботе должен обладать достаточной производительностью для обработки видео на борту в реальном времени. И именно с этим связан переход на контроллер Raspberry Pi 2. Фактически этот контроллер – полнофункциональный Linux-компьютер, работающий под управлением операционной системы Raspbian – клона Debian Linux. До этого времени у нас не было опыта работы с Raspberry, нам пришлось изучать много нового материала, разбираться с новым оборудованием и программным обеспечением – в процессе работы мы приобрели много нового опыта и существенно обогатили свой «багаж» знаний.

В результате проделанной работы мы построили прототип, реализующий базовые алгоритмы анализа изображения в реальном времени. Наш робот «видит». Он прокладывает свой маршрут, основываясь на изображении, получаемом с видеокамеры. На данный момент – это лишь самые зачатки того, что можно назвать «техническим зрением». Фактически наш робот делает лишь «первые шаги» – ориентируясь по специальным цветным меткам, он только лишь выезжает из «гаражного бокса». Казалось бы, выехать из ворот гаража – не такое уж и достижение для автономного робота, о чем тут говорить? А вот о чем: техническое зрение – это переход на новую технологическую платформу в наших разработках. В этом прототипе мы избавились от «наследия» образовательной робототехники и перешли в категорию hi-tech разработок (иллюстрацией тому – на нашем роботе теперь не просто учебный программируемый контроллер, а настоящий Linux-компьютер). Фактически вся наша работа сейчас перешла из области «железной» робототехники в сферу информационных технологий и это можно сравнить с эволюционным скачком.

В других школьных технопарках ТВЭЛ разрабатываются не менее интересные и перспективные проекты. Например, проект Северской гимназии «Вантовый мост для трассы скоростного трамвая с электромагнитным приводом». Макет вантового моста предназначен для демонстрации движения скоростного трамвая, позволяющего обеспечить пассажирскую доступность для жителей ЗАТО Северск областного центра – города Томск. Учащиеся Северского физико-математического лицея разрабатывают подвесное оборудование гексакоптера для обследования высотных колонных аппаратов предприятий Росатома. Ученики лицея № 174 г. Зеленогорска работают над сортировщиком атомных продуктов Atom-Sorter и Ant-Sorter. А школьники Атомкласса г. Глазова готовят гироскутеров-почтальонов, предназначенных для оперативной перевозки документации и мелких грузов по пунктам назначения на территории предприятия.

ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ РОСАТОМА ТВЭЛ

Адрес редакции:
115409, Россия, г. Москва,
Каширское шоссе, д. 49
тел.: +7 (495) 988-82-82 (доб. 6457)
факс: +7 (495) 988-82-82 (доб. 7095)
e-mail: Vahitov@tvel.ru

Учредитель: **АО «ТВЭЛ»**
www. tvel.ru

Главный редактор: **Радик Вахитов**

Свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-40674
от 2 июля 2010 года

Мнение авторов не всегда отражает точку зрения редакции
Использование материалов допускается только с разрешения редакции
Рукописи не рецензируются и не возвращаются

Верстка номера: ООО «НОНПАРЕЛЬ», 663690, Красноярский край, г. Зеленогорск, ул. Первая Промышленная, д. 1А, тел.: +7 (39169) 9-43-58, +7 (39169) 9-37-00

Издается с июля 2007 года

Подписано в печать:
по графику: 14.06.2017 в 12-00
фактически: 14.06.2017 в 12-00

Тираж: 8000 экз.

Распространяется бесплатно

Отпечатано в типографии ООО «НОНПАРЕЛЬ». Заказ НП-15792