

РИНТИ-2024

XXIII Международная научно-техническая конференция
"РАЗВИТИЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ"

НОВОСТИ НА ПОРТАЛЕ ЯДЕРНЫХ ЗНАНИЙ VELNET

Барткевич А.Р., Сытова С.Н.

Барткевич Анастасия Робертовна,
научный сотрудник Лаборатории аналитических
исследований
bartkevich.ar@gmail.com

НИУ Институт ядерных проблем БГУ

РИНТИ-2024

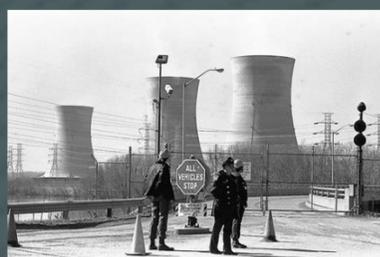
Safeguards & Verification

Крупнейшие аварии на АЭС

Второй энергоблок
АЭС Три-Майл-Айленд

28 марта 1979 года

INES-V



Эксплуатация действующих АЭС с
последующим отказом от атомной
энергетики



Четвертый энергоблок
Чернобыльской АЭС

26 апреля 1986 года

INES-VII

Отказ от атомной энергетики



Первый, второй и
третий энергоблоки АЭС
Фукусима-1

11 марта 2011 года

INES-VII



Катализаторы планов по масштабному ренессансу ядерной энергетики и технологий

- Меняющийся **политический ландшафт**
- Глобальные **климатические цели**
- Возрастающие потребности в **электроэнергии**

РИНТИ-2024

- **Парижское соглашение** по ограничению роста **глобальной температуры: + 1.5°C** (максимум – 2°C) **относительно доиндустриального уровня**
- **Net Zero: нулевой уровень выбросов диоксида углерода к 2050 году**

Доклад ЮНЕП о разрыве в уровне выбросов за 2024 год

Если мировые государства реализуют принятые на текущий момент обязательства по ограничению антропогенных выбросов парниковых газов, то к концу века общее потепление достигнет **не менее 2,6 °C**

В 2023 году мировые выбросы **увеличились** на 1,3 % и достигли 57,1 млрд тонн углекислого газа. 77 % выбросов пришлось на страны G-20

Климатические цели и актуальная повестка



2024 год станет самым теплым годом за всю историю наблюдений и первым годом, когда температура превысит доиндустриальный уровень более чем на 1,5°C (ожидается, что глобальная средняя температура в 2024 году составит более 1,55°C по сравнению с 1,48°C в 2023 году)

Климатический сервис C3S/ECMWF, данные ERA5. Global Climate Highlights (C3S)



Возможное («со средней степенью уверенности») разрушение Атлантической меридиональной опрокидывающей циркуляции (Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC).

AMOC является доминирующим механизмом переноса тепла на север в Северной Атлантике, и именно он определяет климатические условия в Арктическом регионе и за его пределами. Последний при этом является «нулевой точкой» для рисков переломных моментов и регулирования климата на всей планете. Прохождение этой критической точки AMOC «будет иметь разрушительные и необратимые последствия, особенно для стран Северной Европы», включая значительное похолодание в регионе. Риски переломного момента реальны и могут возникнуть в климатическом диапазоне 1,5-2°C, установленном Парижским соглашением. Причем с увеличением уровня глобального потепления вероятность резких или необратимых изменений в климатической системе будет возрастать.

Open Letter by Climate Scientists to the Nordic Council of Ministers



"Арктическое усиление" потепления: температура в Арктике растет быстрее, чем в среднем на планете.

Температура западной части Российской Арктики с середины 20 века повысилась на 2-4 °C, и к концу 21 века может увеличиться еще на 6-10 °C при дальнейшем росте выбросов парниковых газов. В ближайшие 30 лет потепление продолжится и составит 2-3°C в малой зависимости от сценария выбросов парниковых газов."

XIII Международная научно-практическая конференция "Морские исследования и образование – MARESEDU 2024"

Новости на портале BelNET

РИНТИ-2024

Энергопереход в достижении климатических целей

Physics of nuclear reactors

Dosimetry and radiation



Данные по всем возобновляемым источникам за 2024 год

The World Nuclear Industry Status Report 2024

Общий объем инвестиций в non-hydro (негидроэнергетические) возобновляемые энергетические мощности

Рекордные \$ 623 млрд

Мощности солнечной и ветровой энергетики

Выросли на 73% и 51% соответственно (совокупный объем новых мощностей составил 460 GW)



Самый большой прирост мощностей возобновляемых источников за всю историю. Доля возобновляемых источников в общем объеме производства электроэнергии достигла 44%, впервые превысив 40%.

Впервые в истории возобновляемые non-hydro источники энергии произвели больше электроэнергии, чем все ископаемые виды топлива вместе взятые (только ветер превзошел ископаемый газ).

Производство ископаемого топлива сократилось на рекордные 19%, достигнув самого низкого уровня за всю историю.

В сравнении с атомной энергетикой:

Общий объем инвестиций в non-hydro возобновляемые энергетические мощности в 27 раз превышает общемировые инвестиционные решения по строительству атомных электростанций

Глобальные ветряные и солнечные электростанции произвели на 50 % больше электроэнергии, чем атомные



Ввел более 200 ГВт солнечных мощностей и всего 1 ГВт ядерных; солнечная энергия произвела в общей сложности 578 ТВтч, обогнав атомную на 40 процентов.

С учетом ветра и других негидроэнергетических возобновляемых источников, таких как биомасса, чистая общая выработка в четыре раза превысила атомную.

Солнечные и ветряные электростанции вместе произвели 721 ТВтч, что почти на четверть больше, чем атомная энергия с 588 ТВтч.

Новости на портале BelNET

Ядерная энергетика - инструмент достижения углеродной нейтральности

РИНТИ-2024

Ключевые политические решения чиновников ЕС

Лето 2022 г. Атомная (и газовая) энергетика включена в «зеленую» Таксономию ЕС (инициатива Еврокомиссии)

Февраль 2024 г. Атомная энергетика причислена к стратегическим технологиям для декарбонизации ЕС (Совет государств-членов ЕС и Европейский парламент)

Апрель 2024 г. Страны G7 взяли на себя обязательство поддерживать использование ядерной энергии, содействуя внедрению соответствующих технологий (Climate, Energy and Environment Ministers' Meeting Communiqué)

Инициативы крупных организаций (запуск 2023/2024)

Atoms4NetZero МАГАТЭ



Net Zero Nuclear ENEC и WNA



Joint Undertaking on Roadmaps to New Nuclear NEA

Nuclear Harmonization and Standardization Initiative, NHSI МАГАТЭ



Крупнейшие международные мероприятия 2023/2024

Second International Conference on Climate Change and the role of Nuclear Power 2023: Atoms4NetZero

28th United Nations Climate Change Conference, COP28

Впервые в тексте документа COP28 “Результаты первого глобального подведения итогов” (Outcome of the first global stocktake) появилось упоминание атомной энергетики наряду с возобновляемыми источниками энергии, технологиями зеленого водорода и абсорбции диоксида углерода

Nuclear Energy Summit 2024

International Conference on Small Modular Reactors and their Applications

Roadmaps to New Nuclear 2023



Новости на портале BelNET

РИНТИ-2024

Декларации, обязательства, постановления 2023/2024

• Declaration to Triple Nuclear Energy (COP28, COP29)

Подписала 31 страна: Болгария, Канада, Чешская Республика, Финляндия, Франция, Гана, Венгрия, Ямайка, Япония, Южная Корея, Молдова, Монголия, Марокко, Нидерланды, Польша, Румыния, Словакия, Словения, Швеция, Украина, ОАЭ, Великобритания, США, Армения, Хорватия, Сальвадор, Казахстан, Кения, Косово, Нигерия и Турция

• Net Zero Nuclear Industry Pledge (Net Zero Nuclear)

Подписали 120 компаний со штаб-квартирами в 25 странах и действующих в более чем 140 государствах -- приняты обязательства по поддержке правительств в реализации задач ядерной политики (при этом призвав правительства, банки развития и Всемирный банк обеспечить проектам атомной энергетики доступ к «зеленому» финансированию наравне с другими источниками чистой энергии)

• Declaration on Nuclear Energy (Nuclear Energy Summit 2024)

Свою приверженность ядерной энергетике "как ключевому компоненту глобальной стратегии по сокращению выбросов парниковых газов в энергетическом и промышленном секторах, обеспечению энергетической безопасности, повышению энергетической устойчивости и содействию долгосрочному устойчивому развитию и переходу к чистой энергетике" выразили и подтвердили 32 страны, включая Великобританию, Индию, Канаду, Китай, ОАЭ, Республику Корею, США, Францию, Швецию, Японию.

- расширение сотрудничества со странами, развивающими гражданский ядерный потенциал;
- создание справедливой и открытой глобальной рыночной среды для развития атомной энергетики, привлечение государственных и частных инвестиций, создание транснациональными банками развития, международными финансовыми институтами и региональными органами-ми равных финансовых условий для всех безуглеродных источников выработки энергии;
- продление сроков службы действующих реакторов, строительство новых АЭС и внедрение передовых проектов ядерных реакторов;
- развитие и внедрение технологических инноваций в ядерном секторе, включая безопасное обращение с радиоактивными отходами;
- активизация и расширение усилий в подготовке кадров;
- стимулирование научных исследований.

Ядерная энергетика - инструмент достижения углеродной нейтральности

• Nuclear industry statement to the G7 Ministerial Meeting on Climate, Energy and Environment

Associazione Italiana Nucleare, Канадская ядерная ассоциация, Groupement des Industriels Français de l'Energie Nucléaire (Gifen), Japan Atomic Industrial Forum, Nuclear Energy Institute, Nuclear Industry Association, Nucleareurope и World Nuclear Association призвали правительства стран G7 принять развертывание ядерной энергетики в качестве стратегического приоритета, максимально увеличив использование существующих атомных электростанций и разработав четкие планы по их дальнейшему строительству и вводу в эксплуатацию

• Communiqué calling ядерных отраслевых ассоциаций

Канадская ядерная ассоциация, группа владельцев Candu, Научно-исследовательский институт электроэнергетики, Французская группа промышленников ядерной энергетики (Gifen), Японский атомный промышленный форум, Корейский атомный промышленный форум, Институт ядерной энергии, nucleareurope, Ассоциация ядерной промышленности и Всемирная ядерная ассоциация призвали все страны-члены OECD разработать четкие планы по внедрению ядерной энергетики для достижения целей, поставленных в рамках процесса UNFCCC, и демонстрации приверженности ядерной энергетике, дав четкие сигналы рынкам и инвесторам

- продвижение политики, стимулирующей развертывание парка ядерных энергетических технологий;
- обеспечение свободного доступа к национальным и международным механизмам финансирования климата для развития ядерной энергетики;
- стимулирование многосторонних финансовых институтов включать ядерную энергетику в свои инвестиционные портфели;
- обеспечение ясности для инвесторов в отношении механизмов финансирования и возврата инвестиций, доступных для ядерных проектов, и включение ядерной энергетики в механизмы финансирования чистой энергии;
- продолжение усилий по укреплению цепочки поставок ядерного топлива в странах-членах OECD;
- инвестиции в развитие и обучение специалистов;
- продолжение инвестиций в ядерные исследования и усилий по укреплению цепочки поставок ядерного топлива в странах-членах OECD;
- расширение сотрудничества в области регулирования.

• Support of the global financial institutions

На Климатической неделе в Нью-Йорке группа из 14 финансовых институтов (Abu Dhabi Commercial Bank, Ares Management, Bank of America, Barclays, BNP Paribas, Brookfield, Citi, Credit Agricole CIB, Goldman Sachs, Guggenheim Securities LLC, Morgan Stanley, Rothschild & Co, Segra Capital Management, and Societe Generale) заявила о своем признании важной роли глобальных проектов в области гражданской ядерной энергетики в переходе к низкоуглеродной экономике. Они также выразили поддержку долгосрочным целям по увеличению производства атомной энергии и расширению ядерной отрасли, чтобы ускорить производство чистой электроэнергии для поддержки энергетического перехода.

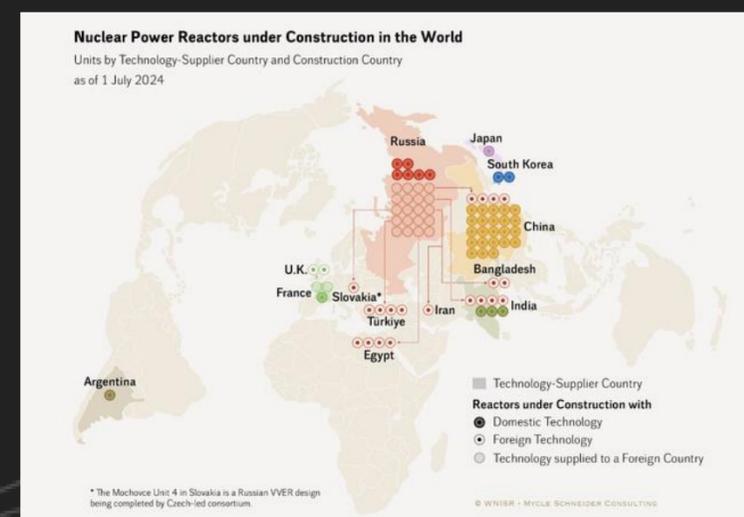
Текущий статус мировой ядерной энергетики

415	NUCLEAR POWER REACTORS IN OPERATION
373 735	MW _e TOTAL NET INSTALLED CAPACITY
25	NUCLEAR POWER REACTORS IN SUSPENDED OPERATION
21 272	MW _e TOTAL NET INSTALLED CAPACITY
63	NUCLEAR POWER REACTORS UNDER CONSTRUCTION
66 100	MW _e TOTAL NET INSTALLED CAPACITY
20 071	REACTOR-YEARS OF OPERATION

IAEA PRIS

Ноябрь, 2024

- Всего атомные станции эксплуатируются или эксплуатировались в 38 странах;
- Лидером по числу действующих блоков остаются США - 94 блока;
- Из 38 стран полностью от атомной энергетики отказались всего три страны - Италия, Литва и Германия;
- За рубеж 40 лет перешагнуло уже более 160 блоков.



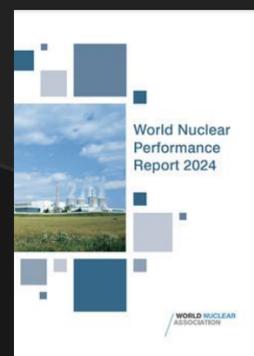
Country	Nuclear Fleet			Under Construction	Share of Commercial Electricity (2023) ^(b)	Share of Commercial Primary Energy (2023) ^(c)	
	Operating	LTO	Mean Age ^(a)				
	Units	Capacity (MW)	Units	Years	Units		
Argentina	3	1 641		33.8	1	6.3% (=)	2.2% (=)
Armenia	1	416		44.5		31.1% (=)	N/A
Bangladesh	-	-		-	2		
Belarus	2	2 220		2.4		28.6% (+)	9.9% (+)
Belgium	5	3 908		45.2		41.2% (-)	12.8% (-)
Brazil	2	1 884		33.1		2.2% (=)	0.9% (=)
Bulgaria	2	2 006		34.8		40.4% (+)	20.2 (+)
Canada	18	12 821	1	41/41.5		13.7% (=)	5.7% (=)
China	57	54 152	1	10.5/10.4	27	4.9% (=)	2.3% (=)
Czech Republic	6	3 934		33		40% (+)	17.9% (=)
Egypt	-	-		-	4		
Finland	5	4 394		36.7		42% (+)	25.7% (+)
France	56	61 370		39.1	1	64.8% (+)	35% (+)
Germany	-	-		-		1.4% (-)	0.6% (-)
Hungary	4	1 916		39		48.8% (+)	15.7% (=)
India	19	6 718	4	25.1/21.1	7	3.1% (=)	1.1% (=)
Iran	1	915		12.8	1	1.7% (=)	0.5% (=)
Japan	12	11 046	21	33.5/38.5	1	5.6% (=)	4% (+)
Mexico	2	1 552		32.4		4.9% (=)	1.3% (=)
Netherlands	1	482		51		3.4% (=)	1% (=)
Pakistan	6	3 262		9.6		17.4% (+)	6% (=)
Romania	2	1 300		22.5		18.9% (=)	7.9% (=)
Russia	36	26 802		30.5	6	18.4% (-)	6.2% (=)
Slovakia	5	2 308		26.1	1	61.3% (+)	24.5% (+)
Slovenia	1	688		42.7		36.8% (-)	19.3% (=)
South Africa	2	1 854		39.6		4.4% (=)	1.6% (=)
South Korea	25	25 185	1	23.2/22.5	2	31.5% (+)	13% (=)
Spain	7	7 123		39.4		20.3% (=)	9% (=)
Sweden	6	6 944		42		28.6% (=)	20.2% (=)
Switzerland	4	2 973		48.3		32.4% (-) ^(d)	18.5% (-)
Taiwan	2	1 874		39.7		6.9% (-)	3.5% (=)
Türkiye	-	-		-	4		
UAE	4	5 321		2.2		19.7% (+)	5.6% (+)
U.K.	9	5 883		37.1	2	12.5% (-)	5.3% (=)
Ukraine	9	7 407	6	35.4/35		50.7% (-) ^(c)	21.2% (-)
U.S.	94	96 952		42.7		18.6% (=)	7.8% (=)
EU27	100	96 373		38.2	2	22.6% (+) ^(c)	9.9% (=)
World	408	367 251	34	32.1/32	59	9.15% (-) ^(c)	4% (=)

Sources: WNI/SR with IAEA-PRIS, Energy Institute, 2024

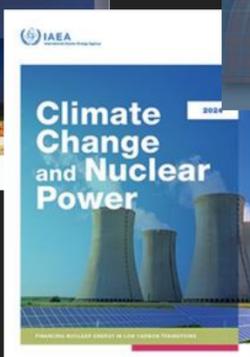
Notes: LTO: Long-Term Outage
 (a) - Including reactors in LTO (including reactors in LTO)
 (b) - Data for 2023, from IAEA-PRIS, "Nuclear Share of Electricity Generation in 2023", as of July 2024, unless otherwise indicated.
 (c) - Data for 2023, from Energy Institute, "Statistical Review of World Energy", 2024.

Годовые обзоры и отчеты

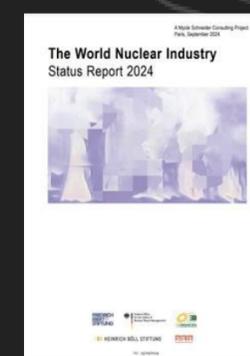
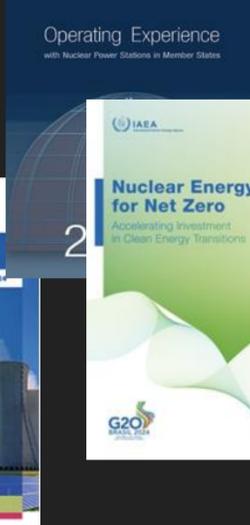
WNA



IAEA



DOE



The World Nuclear Industry Status Report 2024

Текущий статус мировой ядерной энергетики

Главные итоги

- Доля ядерной энергетики в мировом коммерческом валовом производстве электроэнергии в 2022 году снизилась до 9,2% (соответствует примерно четверти всей низкоуглеродной электрогенерации) — это самое большое падение с 2012 года после аварии на Фукусиме и рекордно низкий показатель за четыре десятилетия;
- Моделирование Lazard: при ставке дисконтирования более 5,4% ядерная энергия является самым дорогим генератором. Помимо атомной электростанции, существуют вспомогательные требования к ядерной топливной цепочке, которые являются более дорогими и сложными, чем для большинства других форм генерации энергии. Недостающие и недооцененные затраты, в том числе вывод из эксплуатации и ответственность за аварии;
- Цель по утроению нынешних эксплуатационных ядерных мощностей — это проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию за 26 лет около 1000 реакторов! Темпы строительства новых блоков и блоков замещения требуют увеличения.

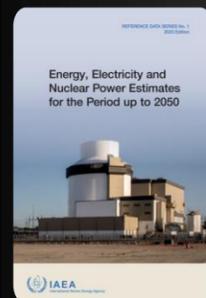
Преимущества атомной энергетики

- Дифференцированное предложение для декарбонизированной сети;
- Генерирует безуглеродную электроэнергию;
- Обеспечивает стабильную мощность, дополняющую возобновляемые источники энергии;
- Имеет низкие требования к землепользованию и меньшие требования к передаче электроэнергии, чем распределенные или ограниченные по площади источники генерации;
- Предлагает высокооплачиваемые рабочие места и значительные региональные экономические выгоды.

Вывод WNISR2024

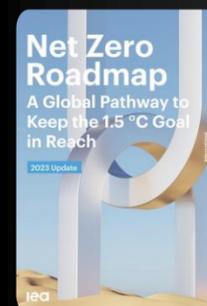
- Отрасль борется за поддержание стареющего парка действующих АЭС;
- Накапливает значительные задержки и перерасход средств на строительных проектах;
- Не успевает своевременно разрабатывать конкурентоспособные новые конструкции.

Прогнозы по развитию ядерной энергетики к 2050 году



- **High Case Scenario 950 ГВт(э)**
- **Low Case Scenario 514 ГВт(э)**

На SMR будет приходиться около четверти дополнительной мощности в high case и 6 процентов в low case вариантах. Одним из наиболее экономически эффективных источников электроэнергии с низким уровнем выбросов является продление срока службы существующих атомных реакторов, говорится в публикации. В high case-сценарии предполагается, что срок эксплуатации большинства атомных реакторов, запланированных к выводу из эксплуатации, будет продлен.

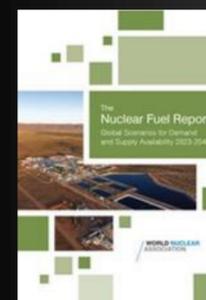


Net Zero Emissions Scenario 916 ГВт(э)

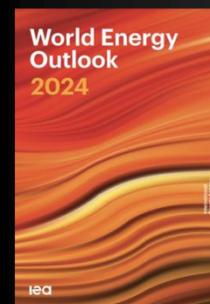
The fourth key milestone for the electricity sector is for nuclear power to more than double from 417 GW in 2022 to 916 GW in 2050. Despite this growth, the share of nuclear power in generation declines slightly in the NZE Scenario from 9% in 2022 to 8% in 2050.

To achieve the overall doubling of nuclear capacity by 2050, an average of 26 GW of new capacity comes online every year from 2023 to 2050 in the NZE Scenario, some of which is needed to offset retirements. This calls for average annual investment of over USD 100 billion, which is triple the level in recent years. Following the completion of projects already underway, the peak of expansion comes in the 2030s, when an annual average of 33 GW of new nuclear capacity comes online, marking a new high for the nuclear industry. [iea.blob.core.windows.net](https://www.iea.org/core/windows.net)

Прогноз к 2040 году



- **Reference Scenario 686 ГВт(э)**
- **Upper Scenario 931 ГВт(э)**
- **Lower Scenario 486 ГВт(э)**



- **Stated Policies Scenario 647 ГВт(э)**
- **Announced Pledges Scenario 874 ГВт(э)**
- **Net Zero Emissions Scenario 1017 ГВт(э)**

≈ × 3



Evolutionary designs Gen III and III+
Innovative designs Gen IV

SMR

Advanced Fuel Cycles

Innovative Reactor Concepts
(Generation IV Systems)

WSR GFR
SCWR SFR
VHTR LFR
HTGR MSR

Advanced Nuclear Reactors and Technologies

Fast Reactors under Development and Design

Fast Reactors in Operation

BOR-60
BN-600
BN-800
CEFR
FBTR

Fast Reactors under Construction

MBIR
BREST-OD-300
CFR600-2
KP-HFR

ARIS.IAEA.ORG
GEN-4.ORG
ADVANCED GEN IV TECHNOLOGIES,
V. KRIVENTSEV

BN-1200
CFR1000
CLFR-300
ALLEGRO
MSFR
MYRRHA
HEXANA
OTRERA
STELLARIA
FBR 1&2
LFR-AS-30/200
ALFRED
SALUS-100
SEALER-55
NATRIUM VTR
WESTINGHOUS LFR

Advanced Nuclear Reactors and Technologies

- WSR
- SCWR
- VHTR
- HTGR

HTR-PM — демонстрационный высокотемпературный газоохлаждаемый реактор с шаровыми микро- твэлами (ядерно-энергетическая технология IV поколения и малый модульный реактор).
Декабрь 2023: Реактор вступил в коммерческую эксплуатацию на АЭС "Shidaowan" в провинции Шаньдун на востоке Китая.

Малые модульные и передовые реакторы. Текущий статус

В мире разрабатывается более 80 проектов малых модульных усовершенствованных реакторов (производят электроэнергию до 300 МВт(э) на модуль)

- Более низкие первоначальные капитальные затраты;
 - Меньшие потребности в ресурсах;
 - Потенциал неэлектрического применения (замена небольших выбывающих угольных станций или промышленных процессов).
- Дороже больших реакторов за МВт (МВт-ч)

Стратегии и цели

- Максимальная стандартизация конструкции и заводское производство;
- разработка согласованных нормативных и общих технических подходов (Nuclear Harmonization and Standardization Initiative, NHSI)

События последнего года

- **Создание промышленного альянса по ММР**

События развертывания ММР в Европе к началу 2030-х годов

Первая партия проектов ММР Альянса: Проект EU-SMR-LFR (Ansaldo Nucleare, SCK-CEN, ENEA, RATEN); Проект CityHeat (Calogena, Steady Energy); Проект Quantum (Last Energy); Европейский проект LFR AS (Newcleo); Nuward (EDF); Европейский SMR BWRX-300 (OSGE); Rolls-Royce SMR (Rolls-Royce SMR Ltd); NuScale VOYGR SMR (RoPower Nuclear SA); и Проект Thorizon One (Thorizon).

- **Меморандум о взаимопонимании по сотрудничеству в области разработки, демонстрации и коммерциализации ММР со свинцовым теплоносителем**

SCK-CEN, итальянское национальное агентство по новым технологиям, энергетике и устойчивому экономическому развитию ENEA, итальянская компания Ansaldo Nucleare, румынская Regia Autonoma Tehnologii pentru Energia Nucleara (RATEN) и американская Westinghouse Electric Company

- *Атомная промышленность и правительства многих стран удваивают свои финансовые и политические инвестиции в ММР;*
- *Отсутствует сертификация проектов;*
- *Проекты ММР продолжают откладываться или отменяться.*

Реальные проекты ММР (строятся или прошли предлицензионную экспертизу)

- CAREM-25 (Аргентина)
- Несколько проектов в Канаде
- ACP100, демо-проект "Linglong" (Китай)
- Nuward SMR (Франция)
- Bharat SMR (Индия)
- «Академик Ломоносов», БРЕСТ-ОД-300 (Россия)
- SMART, i-SMR (Южная Корея)
- UK SMR, SMR-160 компании Holtec и BWRX-300 компании GE-Hitachi (Великобритания)
- NuScale VOYGR-12, Natrium (США)

- **Группа Orano (Франция) создала две группы (sharing groups) для обмена мнениями с привлечением конструкторов и проектантов французских быстрых реакторов**
- **Создание рабочей группы з 18 европейских компаний по развертыванию BWRX-300 компании GE Hitachi Nuclear Energy в Европе**
- **Принят пакет финансовых инструментов для поддержки развертывания передовых систем ядерной энергетики (Государственный департамент США и Экспортно-импортный банк США (EXIM), Управление по атомной энергии Великобритании (UKAEA))**



Передовые ядерные технологии для центров обработки данных и искусственного интеллекта



Соглашение с компанией Constellation по финансированию перезапуска первого энергоблока Три-Майл-Айленд и последующую закупку электроэнергии



Соглашение о закупке электроэнергии и поддержке первого коммерческого развертывания реактора Kairos Power к 2030 году и парка MMP общей мощностью 500 МВт к 2035 г



Инвестиции в разработку современных ядерных реакторов X-energy на сумму \$ 500 млн с целью развернуть до 5 ГВт своих малых модульных реакторов в США к 2039 году.
В марте 2023 инвестировала 650 миллионов долларов в кампус дата-центра в Пенсильвании, работающий на атомной энергии.

*Совокупное потребление электроэнергии Amazon, Microsoft, Google и Meta более чем удвоилось в период с 2017 по 2021 год.
Ожидается, что потребление электроэнергии центрами обработки данных превысит 1000 ТВт·ч к 2026 году и будет расти с развитием ИИ.
По данным Goldman Sachs в период с 2023 по 2030 год общее потребление ИИ будет расти на 200 ТВт·ч в год. В целом потребность центров обработки данных в энергии может вырасти на 160 % в период до 2030 года. Ожидается, что в США к 2030 году эти объекты будут потреблять 8 % от общего объема электроэнергии в стране (по сравнению с 3 % в 2022 году).*

Fusion Energy

Fusion machines

PIHTI-2024



JT-60SA

41 MW, 100 s, $>100 \times 10^6$ K

A tokamak plasma was achieved in JT-60SA for the first time on 23 October 2023, making it the world's largest operational superconducting tokamak to date.

EAST

7.5 MW, 102 s, 100×10^6 K

On April 12, 2023, EAST achieved the world's first 403-second steady-state H-mode plasma.



ITER

500 MW, >1000 s



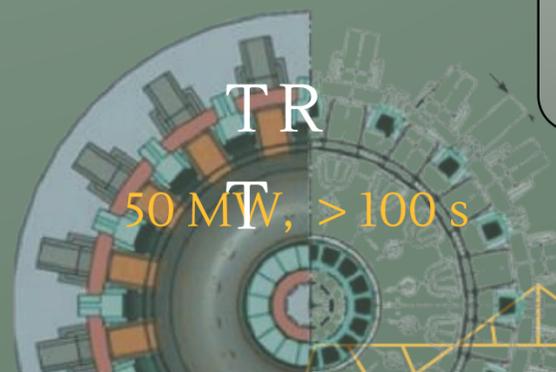
KSTAR

14 MW, >100 s

A new world record of 48 seconds at 100 million degrees H-mode operations

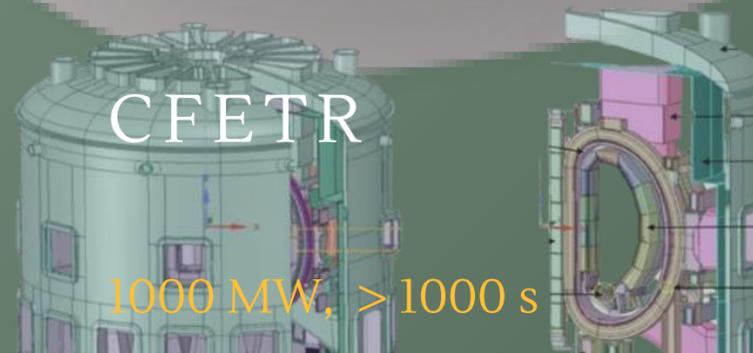
KO-DEMO

1000 MW



TRT

50 MW, >100 s

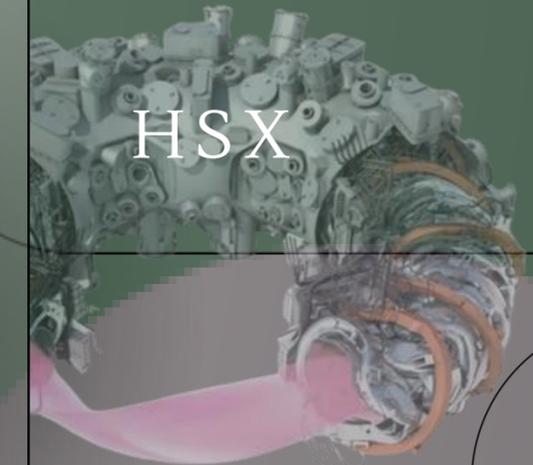


CFETR

1000 MW, >1000 s

JA-DEMO

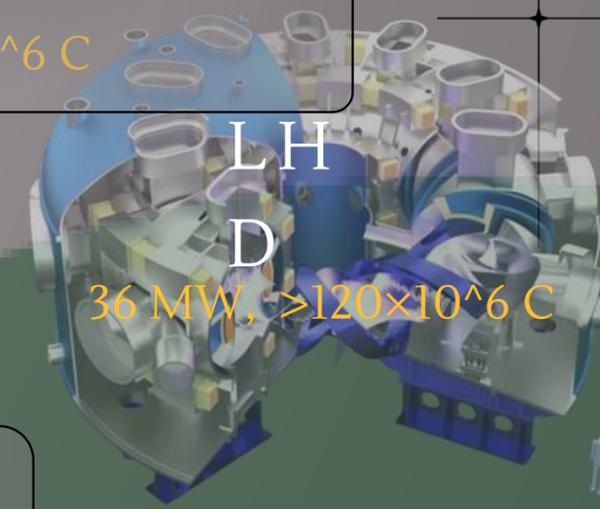
1200 MW



HSX

WENDELSTEIN 7-X

14 MW, 60-130 $\times 10^6$ C



LH-D

36 MW, $>120 \times 10^6$ C

STEP

EU-DEMO

1500 MW, >1000 s

BEST

200 MW



SPARK

50 MW, 10s, 80×10^6 K

Термоядерный синтез: инвестиции, программы и стратегии 2023/2024

FUSION
INDUSTRY ASSOCIATION



- Общий объем инвестиций в термоядерную отрасль превысил 7,1 млрд долларов;
- Общий объем государственного финансирования вырос на 57% за 12 месяцев и составил 426 млн долларов;
- Сроки реализации термоядерного синтеза остаются прежними — 2030-е годы.

**Fusion Industry Association:
Global Fusion Industry in 2024**

Федеральное министерство образования и научных исследований Германии (The Federal Ministry of Education and Research, BMBWF) выделило более 1 млрд евро на термоядерные исследования к 2028 году.

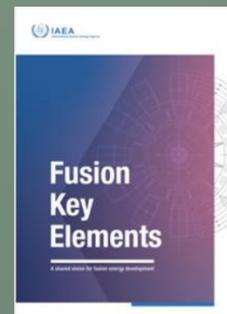
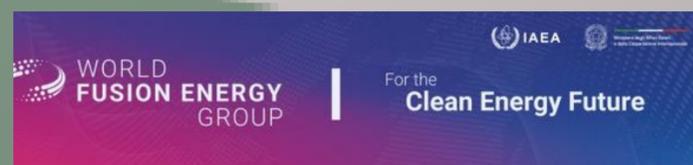
Частная японская компания Kyoto Fusioneering и Канадская ядерная лаборатория (Canadian Nuclear Laboratories, CNL) создали совместное предприятие Fusion Fuel Cycles Inc, целью которого является разработка и внедрение технологий термоядерного топливного цикла на основе D-T.

DOE: Fusion Energy Strategy 2024 (стратегия по ускорению создания коммерческой термоядерной энергетики в партнерстве с частным сектором экономики)

Двухпартийный закон Accelerating Deployment of Versatile, Advanced Nuclear for Clean Energy (ADVANCE): направлен на стимулирование и поддержку разработки и внедрения передовых ядерных технологий, включая меры по упрощению процесса получения разрешений регулирующих органов.



Innovation Network for Fusion Energy, INFUSE (Программа по финансированию развития термоядерной энергетики в частном секторе)



World Fusion Outlook 2024: Обзор текущего состояния и направления развития термоядерного сектора

Fusion Key Elements 2024: Издание формирует общее понимание пути от исследований, разработок и демонстраций до коммерциализации термоядерной энергии и создает основу для сотрудничества, которая помогает поддерживать и продвигать инициативы по термоядерной энергии во всем мире

Общественная приемлемость

Осведомленность о

- текущем статусе и перспективных направлениях проектов ядерной и смежных отраслей, включая отслеживание потоков крупных инвестиций в эти проекты;
- процессах коммерциализации проектов (последующее формирование зрелого рынка технологий).

Инструменты достижения

Объективная, исчерпывающая и достоверная информация

Корректно-сформированная новостная повестка

Реализация на портале BelNET

Ежедневный мониторинг и предоставлении выборочных, наиболее значимых, с точки зрения разработчиков портала, статей авторитетных новостных источников

Новости на портале BelNET

Новостные электронные издания



world nuclear news

www.world-nuclear-news.org



www.iaea.org



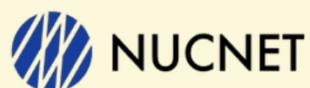
INTERNATIONAL

www.neimagazine.com



American Nuclear Society

www.ans.org



www.nucnet.org



www.globenewswire.com



fusionindustryassociation.org



atominfo.ru



atomicexpertnew.ru



www.atomic-energy.ru



atommedia.online



belaes.by



gosatomnadzor.mchs.gov.by



minenergo.gov.by



www.epj.org



www.fnal.gov



phys.org



nplus1.ru



www.desy.de



belatom.by



www.jinr.ru



atlas.cern



home.cern



webbtelescope.org



www.iter.org



belrao.by



Новостные рубрики

Крупные международные события и инициативы, определяющие тенденции развития мировой ядерной энергетики

Научные и научно-технические публикации, технические документы, обзоры, отчеты, прогнозы, доклады, руководства, постановления, технические нормативные правовые акты

Запуск и расширение ядерных программ

Ядерная энергетика Республики Беларусь

Нарушения ядерной безопасности и гарантий. Радиационный контроль

UN Climate Change Conference

Nuclear Energy Summit

International Conference on Climate Change and the role of Nuclear Power 2023: Atoms4NetZero

Global Forum for Nuclear Innovation

International Conference on Nuclear Knowledge Management and Human Resources Development

INPRO Dialogue Forum

Fusion Energy Conference

IAEA General Conference

Международная конференция по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу

Новостные рубрики

Крупные международные события и инициативы, определяющие тенденции развития мировой ядерной энергетики

Научные и научно-технические публикации, технические документы, обзоры, отчеты, прогнозы, доклады, руководства, постановления, технические нормативные правовые акты

Запуск и расширение ядерных программ

Ядерная энергетика Республики Беларусь

Нарушения ядерной безопасности и гарантий. Радиационный контроль

WNA

IEA

МАГАТЭ

Департамент по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госатомнадзор)

Объединённый институт ядерных исследований (ОИЯИ)

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Информационная система по энергетическим реакторам (PRIS)

Новостные рубрики

Крупные международные события и инициативы, определяющие тенденции развития мировой ядерной энергетики

Научные и научно-технические публикации, технические документы, обзоры, отчеты, прогнозы, доклады, руководства, постановления, технические нормативные правовые акты

Запуск и расширение ядерных программ

Ядерная энергетика Республики Беларусь

Нарушения ядерной безопасности и гарантий. Радиационный контроль

Норвегия, Польша, Эстония, Сербия, Казахстан, Узбекистан, Саудовская Аравия, Египет, Бангладеш, Гана, Нигерия, Руанда, Уганда, Иордания.

Китай, Франция, Индия, Швеция, Великобритания, США, Канада, Япония и др.

Новостные рубрики

Крупные международные события и инициативы, определяющие тенденции развития мировой ядерной энергетики

Научные и научно-технические публикации, технические документы, обзоры, отчеты, прогнозы, доклады, руководства, постановления, технические нормативные правовые акты

Запуск и расширение ядерных программ

Ядерная энергетика Республики Беларусь

Нарушения ядерной безопасности и гарантий. Радиационный контроль

БелАЭС

Пункт захоронения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива

Новая АЭС или новые блоки БелАЭС

Исследовательский реактор

Новостные рубрики

Крупные международные события и инициативы, определяющие тенденции развития мировой ядерной энергетики

Научные и научно-технические публикации, технические документы, обзоры, отчеты, прогнозы, доклады, руководства, постановления, технические нормативные правовые акты

Запуск и расширение ядерных программ

Ядерная энергетика Республики Беларусь

Нарушения ядерной безопасности и гарантий. Радиационный контроль

Запорожская АЭС

Курская АЭС

Ядерные программы Ирана и КНДР

Сброс очищенной воды на АЭС Фукусима-дайити (Фукусима-1)

Новостные рубрики

Производство урана и обогатительные мощности. Новые виды ядерного топлива

Инновационные ядерные реакторы и технологии

Термоядерные и плазменные исследования

«Мегасайенс»-проекты

Ядерная физика и технологии. Физика Высоких энергий. Астрофизика и космология

HALEU

ATF

МОКС-топливо

РЕМИКС-топливо



Новостные рубрики

Производство урана и обогатительные мощности.
Новые виды ядерного топлива

Инновационные ядерные реакторы и
технологии

Термоядерные и плазменные исследования

«Мегасайенс»-проекты

Ядерная физика и технологии. Физика Высоких
энергий. Астрофизика и космология

*Усовершенствованные
реакторы поколений III и III+*

*Микро- и малые модульные
реакторы*

*Инновационные реакторы,
системы поколения IV*

Новостные рубрики

Производство урана и обогатительные мощности.
Новые виды ядерного топлива

Инновационные ядерные реакторы и технологии

Термоядерные и плазменные исследования

«Мегасайенс»-проекты

Ядерная физика и технологии. Физика Высоких энергий. Астрофизика и космология

ITER

JT-60SA

TRT

KSTAR

EAST

CFETR

JA-DEMO

Wendelstein 7x

STEP

EU-DEMO

BEST

Новостные рубрики

Производство урана и обогатительные мощности.
Новые виды ядерного топлива

Инновационные ядерные реакторы и технологии

Термоядерные и плазменные исследования

«Мегасайенс»-проекты

Ядерная физика и технологии. Физика Высоких энергий. Астрофизика и космология

LHC (CMS, ATLAS)

NICA (SPD, MPD)

Fermilab (CDF и D0, Muon g-2, DUNE, ILC)

FAIR (NUSTAR, PANDA, CBM, APPA)

Новостные рубрики

Производство урана и обогатительные мощности.
Новые виды ядерного топлива

Инновационные ядерные реакторы и технологии

Термоядерные и плазменные исследования

«Мегасайенс»-проекты

**Ядерная физика и технологии. Физика
Высоких энергий. Астрофизика и космология**

*Адаптированные статьи о
последних достижениях научно-
исследовательских организаций
страны и мира*

Новостные рубрики

РИНТИ-2024

Образовательные сети МАГАТЭ
Образовательные инициативы и вебинары,
генеральные Ассамблеи

Вебинары, образовательные онлайн-проекты,
олимпиады, конкурсы

Международные научные школы, конференции,
семинары, стажировки, студенческие
программы

STAR-NET (Regional Network for Education and Training in Nuclear Technology)

ANENT (Asian Network for Education in Nuclear Technology)

ENEN (European Nuclear Education Network)

Новостные рубрики

Образовательные сети МАГАТЭ
Образовательные инициативы и вебинары,
генеральные Ассамблеи

Вебинары, образовательные онлайн-
проекты, олимпиады, конкурсы

Международные научные школы, конференции,
семинары, стажировки, студенческие
программы

GIF Webinar series

Атом-лаб

VK Лекторий

*Международная инженерно-физическая
олимпиада НИЯУ МИФИ*

ХакАтом

Global Atomic Quiz

Новостные рубрики

Образовательные сети МАГАТЭ
Образовательные инициативы и вебинары,
генеральные Ассамблеи

Вебинары, образовательные онлайн-проекты,
олимпиады, конкурсы

**Международные научные школы, конференции,
семинары, стажировки, студенческие
программы**

START

*Marie Skłodowska-Curie Fellowship
Programme*

IAEA Lise Meitner Programme

*Joint ICTP-IAEA INPRO School on Strategic
Planning for Sustainable Nuclear Energy
Development*

Joint ICTP-IAEA Schools

Quarks

Nucleus

Volga

*Атомная энергетика, ядерные и
радиационные технологии XXI Века*

*Нелинейные явления в сложных
системах*

JEMS JINR Postdoctoral Programme

Электронный портал ядерных знаний Республики Беларусь
Belarusian Nuclear Education and Training Portal - BelNET

ГЛАВНАЯ СТРАНИЦА ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР СОТРУДНИЧЕСТВО **НОВОСТИ И ОБЪЯВЛЕНИЯ**

ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ
ФОРУМЫ
РЕСУРСЫ
КОНТАКТЫ

Вас приветствует Портал ядерных знаний
Главная страница

Последние новости на Портале ядерных знаний

Ядерная энергетика на COP29
2024-11-19 21:00:00
Атомная энергия находится в центре внимания на 29-ой сессии Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP29) в Азербайджане. В...

Решение правительства Вьетнама по возобновлению планов строительства АЭС
2024-11-19 20:00:00
Правительство Вьетнама предлагает вернуться к планам по строительству АЭС в связи с ростом спроса на энергию. Об этом говорится в статье....

Открыта регистрация на онлайн-семинар «Методы анализа и обработки данных в экспериментах на ускорительном комплексе NICA»
2024-11-18 17:00:00
25–27 ноября 2024 г. в онлайн-формате пройдет Международный семинар по методам анализа и обработки данных в экспериментах на ускорительном комплексе...

Правительство РФ ввело временные ограничения на экспорт обогащенного урана в США
2024-11-18 16:00:00
Россия вводит временные ограничения на экспорт обогащенного урана. Соответствующее постановление было подписано 15 ноября. Речь идет о вывозе...

Интервью начальника Госатомнадзора БТ-1: рекомендация BelNET
2024-11-18 15:00:00
12 ноября начальник Госатомнадзора Ольга Луговская приняла участие в телепрограмме

<https://belnet.by/>

<https://belnet.bsu.by/>

References

Atoms4NetZero [Electronic resource] // IAEA, Key programmes. – Mode of access: <https://www.iaea.org/atoms4netzero>.

Net Zero Nuclear [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.netzeronuclear.org/>.

Second International Conference on Climate Change and the role of Nuclear Power 2023: Atoms4NetZero [Electronic resource] // IAEA, Events. – Mode of access: <https://www.iaea.org/events/atoms4climate-2023>. – Date of access: 01.08.2024

The 28th Conference of the Parties (COP) to the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.cop28.com/en/>

Nuclear Energy Summit 2024 [Electronic resource] // IAEA, Events. – Mode of access: <https://www.iaea.org/events/nuclear-energy-summit-2024>

Outcome of the first global stocktake: The 28th Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change (COP28), United Arab Emirates, 30 November to 12 December 2023. – United Arab Emirates, 2023. – 21 p.

Collective progress towards achieving the purpose and longterm goals of the Paris Agreement, including under Article 2, paragraph 1(a–c), in the light of equity and the best available science, and informing Parties in updating and enhancing, in a nationally determined manner, action and support // Outcome of the first global stocktake: The 28th Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change (COP28), United Arab Emirates, 30 November to 12 December 2023. – United Arab Emirates, 2023. – A. Mitigation. – 28 (e).

Declaration to Triple Nuclear Energy [Electronic resource]: was launched on 02 December 2023 at the 28th Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change (COP28). – Mode of access: <https://www.energy.gov/articles/cop28-countries-launch-declaration-triple-nuclear-energy-capacity-2050-recognizing-key>

Net Zero Nuclear Industry Pledge [Electronic resource]: was endorsed on 05 December 2023 at the 28th Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change (COP28). – Mode of access: <https://world-nuclear.org/images/articles/Pledge-2312080900.pdf>

Declaration on Nuclear Energy [Electronic resource]: was launched on 21 March 2024 at the Nuclear Energy Summit 2024. – Mode of access: https://fdn01.fed.be/84ac04269691863995994892f272c38d/NES_Declaration_on_Nuclear_Energy.pdf

Nuclear Energy for Net Zero: Accelerating Investment in the Clean Energy Transitions. – Vienna: IAEA, 2024. – 24 p. – Outlook

Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050. – Vienna: IAEA, 2023. – 148 p. – (Reference Data Series; No. 1)

Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach. – Paris: IEA, 2023. – 226 p

Anastasiya Bartkevich,
Researcher of the Laboratory of analytical
research INP

bartkevich.ar@gmail.com

**Institute for Nuclear Problems,
Belarusian State University**

Bobruiskaya str., 11

220006, Minsk, Belarus

inp-director@inp.bsu.by

Tel.: +(375 17) 352-42-31

Fax: +(375 17) 253-11-24



References

<https://www.cop28.com/>

<https://pris.iaea.org/pris/home.aspx>

<https://aris.iaea.org/>

<https://www.youtube.com/watch?v=kQzSWZaeLZ8&t=54s>

<https://www.jt60sa.org/wp/>

https://conferences.iaea.org/event/214/contributions/17661/attachments/10479/14982/TRT_CONcept_poster.pdf

<http://east.ipp.ac.cn/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666675822000650>

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15361055.2019.1600931>

<https://www.iaea.org/resources/nucleus-information-resources>

<https://gnssn.iaea.org/main/getr/Pages/default.aspx>

<https://www.nrc.gov/reading-rm/training.html>

<https://www.tuvsud.com/en/industries/energy/nuclear-power/training-workshop-tutorials>

<https://www.irdp-online.org/organization>

<https://www.afra-web.org/>

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/>

<https://www.iaea.org/services/networks/lanent>

https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ad26550-05c4-4495-9891-98e588cd0be8/NetZeroRoadmap_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf

<https://www.iaea.org/events/nuclear-energy-summit-2024>

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS-1-43_web.pdf

https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_9260/public

<https://www.youtube.com/watch?v=LptRD6B7UTY>

<https://www.kfe.re.kr/menu.es?mid=a20202030100>

<https://www.iter.org/>

<https://www.ipp.mpg.de/w7x>

<https://hsx.wisc.edu/>

<https://cfs.energy/technology/>

<https://www.iaea.org/online-courses>

<http://clp4net.iaea.org/>

<https://www.iaea.org/online-courses>

<https://www.irdp-online.org/organization>

<https://www.star-net.iaea.org/>

<https://enen.eu/>

<https://enen.eu/>

Спасибо за внимание!

Belarusian nuclear power plant, 2017

Foto: Anastasiya Bartkevich