



ДОКЛАД ЭКСПЕРТА МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕГРИИ

МОСКОВСКАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ
МОДЕЛЬ ООН
ИМ. В.И. ЧУРКИНА





СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ



ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	4
1.1. Открытие ядерной энергии и первые реакторы.....	4
1.2 Определение “зелёной” энергетики и место ядерной энергии в ней.....	6
1.3. Рост популярности и кризисы.....	7
ГЛАВА 2. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ПОЗИЦИИ ГОСУДАРСТВ ПО ВОПРОСАМ УЧАСТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В “ЗЕЛЁНОМ” ЭНЕРГОПЕРЕХОДЕ.....	11
2.1 Основные преимущества атомной энергетики в контексте перехода к использованию “зелёной” энергии.....	11
2.2 Недостатки использования атомной энергии.....	12
2.3 Позиции стран по вопросам перехода к “зелёной” энергетике и участия в нём атомной энергетики.....	13
ГЛАВА 3. РОЛЬ МАГАТЭ В РАЗВИТИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	16
3.1 МАГАТЭ: история создания, структура, основы деятельности	16
3.2 Основные проекты и инициативы МАГАТЭ в области устойчивого развития.....	18
3.3 Инициативы планирования развития атомной энергетики в целях “зелёного” энергоперехода.....	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	21
ГЛОССАРИЙ.....	22

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире человечество столкнулось с масштабной задачей - противостоять последствиям климатических изменений, которые возникли из-за человеческой деятельности и которые продолжают вести к выбросам парниковых газов.

Международное сообщество требует немедленных решений по сдерживанию роста глобальной температуры, а для этого необходимы коренные изменения в области энергетического сектора. Так, в настоящее время можно часто услышать про ВИЭ (возобновляемые источники энергии), которыми являются, например, ветрогенераторы и солнечные панели¹. Они используют возобновляемые ресурсы природы, что, конечно, довольно экологично. Но у этих источников есть и видимая естественная проблема: они напрямую зависят от энергии ветра и солнца, что делает их работу непостоянной. Именно поэтому на помощь приходит атомная энергетика, а «зелёный энергопереход» является одним из самых перспективных проектов многих правительств и частного сектора по всему миру.

Из-за ряда катастроф, связанных с атомной энергетикой, речь идет не только о больших атомных электростанциях, но и о новых безопасных и компактных реакторах. Именно они могут не только работать круглосуточно, вырабатывая электроэнергию вне зависимости от климатических условий, но и производить чистое топливо для промышленности, при этом вырабатывая крайне низкий уровень CO₂ на протяжении всего жизненного цикла.

¹ Что такое возобновляемая энергия? // Официальный сайт ООН / URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/what-is-renewable-energy> (дата обращения: 07.09.2025).

ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

1.1. Открытие ядерной энергии и первые реакторы

Атомная энергия является одним из самых важных элементов «зеленого» энергоперехода. Ученые, понимая значение атомной энергетики для решения вопросов войны и мира, технологий и науки, еще в XX веке обратили особое внимание на нее. Развитие атомной энергетики стало результатом слияния прорывных научных достижений, геополитических противостояний и растущего мирового спроса на энергию.

Атомная энергия – это разновидность энергии, которая высвобождается из ядра — центральной части атомов, состоящей из протонов и нейтронов. Источником этой энергии могут являться два физических процесса: деление, когда ядра атомов распадаются на несколько частей, и синтез, когда ядра сливаются вместе². Данный термин как научное понятие появился и утвердился в период с конца 1920-х по начало 1940-х годов.

Сама история атомной энергетики начинается еще с конца 1890-х годов, когда Мария Склодовская-Кюри и Пьер Кюри, французские ученые, открывают новые элементы: радий и полоний, а также вводят понятие «радиоактивность» и показывают, что радиоактивностью нужно считать свойство самого атома, а не результат химической реакции³. Чуть позже, в 1911 году, лауреат Нобелевской премии по химии Эрнест Резерфорд демонстрирует создание новой модели атома - планетарной модели. Это заложило основы для понимания структуры атома⁴. Уже в 1932 году Джеймс Чедвик открывает нейтрон (частицу, которая идеально подходит для расщепления ядер атомов), а в 1934 году Энрико Ферми в Италии проводит эксперименты с делением самого ядра⁵. Ключевым событием в истории изучения атомной энергетики является открытие в 1938 году явления ядерного деления немецкими учеными-химиками Отто Ганом и Фрицем Штрассманом⁶. После этого открытия ученые со всего мира осознали важность и перспективность цепной реакции, которую экспериментальным путем подтвердили химики Ферми и Лео Сциллард.

² Откуда берется ядерная энергия? Научные основы ядерной энергетики // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: <https://www.iaea.org/ru/newscenter/news/otkuda-beretsya-yadernaya-energiya-nauchnye-osnovy-yadernoy-energetiki> (дата обращения: 20.08.2025).

³ Мари Склодовская-Кюри – дважды лауреат Нобелевской премии и основательница медицинской физики // Официальный сайт ООН / URL: <https://news.un.org/ru/story/2020/11/1389982> (дата обращения: 20.08.2025).

⁴ Резерфорд // ВОУНБ / URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/096/141.htm> (дата обращения: 20.08.2025).

⁵ 100 великих ученых // ВОУНБ / URL: <https://www.booksite.ru/localtxt/sci/ent/ist/sto/92.htm> (дата обращения: 20.08.2025).

⁶ Открытие ядерного деления урана и Урановая комиссия АН СССР // Официальный сайт Российской академии наук / URL: <https://www.ras.ru/atom/d624e89a-b5bd-4e93-8452-9ca899861c85.aspx> (дата обращения: 20.08.2025).

Так, в 1942 году в США был разработан первый в мире ядерный исследовательский реактор под названием «Chicago Pile-1» (CP-1) или «Чикагская поленница-1»⁷. Он появился в рамках «Проекта Манхэттен», который являлся секретной программой США, Канады и Великобритании по разработке ядерного оружия. CP-1 проработал на мощности около 0,5Вт в течение 28 минут, доказав возможность осуществления управляемой самоподдерживающейся цепной реакции деления⁸. Впервые электроэнергия мощностью 100 кВт была выработана ядерным реактором в Национальной лаборатории Айдахо в США с помощью реактора на быстрых нейтронах Experimental Breeder Reactor-I (EBR-I) в 1951 году⁹. Этот момент принято считать рождением атомной энергетики.

Затем, в 1953 году Дуайт Эйзенхауэр, президент США, обратился к мировому сообществу с речью «Атомы для мира» в рамках сессии Генеральной Ассамблеи ООН с призывом к ускоренному развитию мирного применения атомной энергии¹⁰.

В это же время в мире началось строительство энергетических реакторов. СССР, Канада и Великобритания приступили к развитию атомной энергетики в 1940-х - 1950-х годах. Таким образом, первая в мире АЭС (атомная электростанция) мощностью 5 мегаватт и типом реактора на тепловых нейтронах с графитовым замедлителем и охлаждением натуральной водой была запущена в СССР в Обнинске в 1954 году¹¹. Она доказала возможность мирного использования атомной энергии для генерации электричества.

⁷ The first pile // Official website of the IAEA / URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull4-0/04005004147su.pdf> (дата обращения: 20.08.2025).

⁸ В атомной энергетике мощность электростанций измеряют в ваттах (Вт), кВт (киловатт) = 1 000 Вт, МВт (мегаватт) = 1 000 кВт, ГВт (гигаватт) = 1 000 МВт. Также используются МВт эл. (мегаватт электрический) - полезная электроэнергия, которая поступает в сеть, МВт т. (мегаватт тепловой) - тепловая мощность, которая вырабатывается реактором, она всегда больше электрической из-за потерь при преобразовании.

⁹ Experimental Breeder Reactor | nuclear reactor // Official website of Britannica / URL: <https://www.britannica.com/technology/Experimental-Breeder-Reactor-I> (дата обращения: 20.08.2025).

¹⁰ Выступление Эйзенхауэра «Атом для мира» // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull54-4/54401210304_ru.pdf (дата обращения: 20.08.2025).

¹¹ Обнинская АЭС /История АЭС / История основных систем АЭС // Официальный сайт библиотеки РОСАТОМа / URL: <https://www.biblioatom.ru/core-systems/nuclear-power-plants/obninskaya-aes/> (дата обращения: 20.08.2025).

Следующей важной в истории ядерных реакторов атомных электростанций стала АЭС, находящаяся в Шиппингпорте, в США¹². Она была введена в эксплуатацию в 1957 году, и стала первой коммерческой станцией. Стоимость постройки данной АЭС составила 72,5 млн. долларов. Атомная электростанция Селлафилд с энергоблоком Колдер-Холл-1, которая расположилась на территории Великобритании и которая была подключена к электросети в 1956 году, стала первой в мире АЭС промышленного масштаба¹³. Изначально ее основной целью была наработка оружейного плутония, а выработка электроэнергии, которая считалась побочным продуктом, только потом стала основной задачей станции.

1.2 Определение “зелёной” энергетики и место ядерной энергии в ней

В целом, под “зелёной” энергетикой понимается производство (генерацию) электроэнергии из источников с гораздо более низким уровнем выбросов парниковых газов, чем при производстве электроэнергии с помощью традиционных (невозобновляемых) источников энергии, таких как природный газ или уголь.

В последнее время перед мировым сообществом остро стоит вопрос о постепенном переходе к “зелёной” энергетике. Переход к экологически чистой энергии означает уменьшение в её производстве доли источников, при использовании которых выбрасываются большие объёмы парниковых газов (например, органического топлива), и увеличение доли таких источников, которые предполагают минимальные выбросы парниковых газов или вовсе их отсутствие¹⁴.

К числу таких источников, в первую очередь, относят возобновляемые источники энергии. Согласно определению ООН¹⁵, возобновляемая энергия – это энергия, получаемая из природных неисчерпаемых источников, которые пополняются со скоростью, превышающую скорость потребления энергии человеком. На данный момент наиболее часто применимые возобновляемые источники энергии – это солнечное излучение, энергия ветра, энергия воды и энергия тепла Земли (геотермальная энергия).

¹² Современные реакторы // АО «Концерн Росэнергоатом» / URL: https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/atomnye-elektrostantsii-rossii/sovremennyye-reaktory/ (дата обращения: 20.08.2025).

¹³ Атомный комплекс «Селлафилд» // РИА Новости / URL: <https://ria.ru/20140131/992414328.html> (дата обращения: 20.08.2025).

¹⁴ Что означает переход к экологически чистой энергии и какая роль в нем отводится ядерной энергетике // Официальный сайт Международного агентства по атомной энергии / URL: <https://www.iaea.org/ru/bulletin/chto-oznachaet-perehod-k-ekologicheski-chistoy-energii-i-kakaya-rol-v-nem-otvoditsya-yadernoy-energetike> (дата обращения: 06.09.2025).

¹⁵ Меры по борьбе с изменением климата ООН // Официальный сайт ООН / URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/what-is-renewable-energy> (дата обращения: 06.09.2025).

В свою очередь атомная энергетика, несмотря на то, что не является возобновляемым источником энергии, также играет важную роль в постепенном переходе к “зелёной” энергетике и отказе от ископаемых источников энергии. Направление глобального перехода к экологически чистой энергии и, в частности, использования в этих целях атомной энергетике, было закреплено в Парижском соглашении в рамках Рамочной конвенции ООН по изменению климата 2015 года¹⁶.

Атомная энергетика сегодня является одним из основных направлений, обеспечивающих получение низкоуглеродной энергии, которая используется для выработки электроэнергии. В процессе эксплуатации АЭС выбросы парниковых газов практически отсутствуют. Благодаря атомной энергетике за последние 50 лет удалось избежать выбросов углекислого газа в объеме более чем 60 гигатонн, что соответствует объему общемировых выбросов в энергетическом секторе примерно за двухлетний период.

1.3. Рост популярности и кризисы

После успешных запусков многих АЭС, рост популярности атомной энергетике в мире начал только увеличиваться. У правительств многих стран появилась надежда на развитие неиссякаемого и относительно экологичного источника электроэнергии. Мощность АЭС росла с каждым годом все больше и больше: в 1960-х с 1 ГВт она выросла до 300 ГВт к 1980-м гг. Уже к 2005 году было запланировано строительство более 25 ГВт новых мощностей на площадках действующих электростанций, но, в конечном итоге, это так и не было реализовано. Из-за того, что на момент 1970-х гг. ученые еще не установили общие требования по строительству и эксплуатации атомных электростанций, а также из-за быстрого строительства новых единиц, случились серьезные катастрофы на АЭС (аварии на Три-Майл-Айленд, в Уиндскейле и в Чернобыле), которые повлекли за собой серьезные глобальные последствия, в том числе и создание организации, следящей за работой АЭС во всем мире.

Таким образом, в 1989 году в Москве на учредительной ассамблее была создана Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (ВАО АЭС)¹⁷. В организацию входят 33 полноправных члена и 39 ассоциированных участников, обладающих атомными электростанциями, и другие значимые игроки в области атомной энергетике, а ее целью является совершенствование безопасности на всех станциях мира.

¹⁶ Парижское соглашение // Официальный сайт ООН / URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (дата обращения: 06.09.2025).

¹⁷ ВАО-АЭС-МЦ // Официальный сайт ВАО-АЭС-МЦ / URL: <https://new.wanomc.ru/> (дата обращения: 01.09.2025).

Конечно, развития АЭС и совершенствования системы безопасности не было бы без кризисов, с которыми сталкивалась атомная отрасль на протяжении десятков лет. Так, падение цен на нефть в 1970-х гг., а также изменения в законодательстве по строительству и эксплуатации станций, сделали атомные электростанции не такими перспективными для правительств. Так, например, в конце 1980-х - начале 1990-х гг. в США и Европе из-за стабильного роста потребления электроэнергии из ископаемых источников, строительство новых дорогостоящих АЭС стало невыгодным, а поэтому и ненужным.

Кроме того, ядерные катастрофы стали катализатором к тому, что у атомной энергетики появилась серьезная оппозиция и глобальное недоверие населения. Первой катастрофой стала авария в Уиндскейле, которая произошла в 1957 году. Это случилось на одном из двух реакторов атомного комплекса "Селлафилд" в Англии. Во время возгорания в реакторе, использующем графит для охлаждения и предназначенном для создания оружейного плутония, было зарегистрировано значительное (от 550 до 750 ТБк) высвобождение радиоактивных элементов. Аварии был присвоен уровень 5 по шкале INES (ИНЕС)¹⁸.

Следующей катастрофой стал Три-Майл-Айленд в США, когда 28 марта 1979 года на втором энергоблоке станции произошла утечка теплоносителя, приведшая к расплавлению большей зоны реактора, которые более не восстанавливались¹⁹. Все это привело к радиоактивному загрязнению помещений АЭС, а также на облучение радиацией работников станции, но последствия для окружающей среды и населения все же оказались минимальными, хотя катастрофе был так же присвоен уровень 5 по международной шкале ядерных событий. По данным Комиссии по ядерному регулированию (Nuclear Regulatory Commission, NRC), именно из-за этой аварии в период после 1979 и до 2012 года правительство США не выдало ни одной новой лицензии на строительство АЭС, а запуск 71 станции, предусмотренных первоначальным планом, не состоялся²⁰.

¹⁸ INES (ИНЕС) - это международная 8-балльная шкала ядерных и радиологических событий, утвержденная МАГАТЭ совместно с ОЭСР. Государства-члены используют ее на добровольной основе для оценки ядерных и радиологических событий, происходящих на их территории, и информировании о них.

¹⁹ Воспоминания об аварии на АЭС «Три-Майл-Айленд» // Страна Росатом / URL: <https://strana-rosatom.ru/2018/03/28/na-moem-dozimetre-nol-u-prezident/> (дата обращения: 01.09.2025).

²⁰ About NRC // Official website of NRC / URL: <https://www.nrc.gov/about-nrc.html> (дата обращения: 01.09.2025).

Катастрофа на Чернобыльской АЭС стала самым масштабным происшествием в области атомной энергетики по числу жертв (погиб 31 человек, а 600 тысяч ликвидаторов были подвергнуты воздействию значительных доз радиации), а также средств, затраченных на ликвидацию последствий и обеззараживанию окружающей среды (около 68 миллиардов долларов США в 2019 году с поправкой на инфляцию)²¹. Она была оценена в 7 баллов по шкале ИНЕС. Происшествие случилось 26 апреля 1986 года на четвертом реакторе АЭС Чернобыля, находящейся на севере Украинской ССР. Атомная электростанция, расположенная в Припяти, была оборудована реакторами, разработанными еще в 1960-х гг. Такие виды реакторов были довольно эффективны, хоть и имели некоторые недостатки в виду отсутствия защитной бетонной оболочки, принятой во всём мире, и наличия двух реакторов в одном здании. Взрыв на реакторе произошел из-за того, что 25 апреля данный энергоблок был остановлен на планово-предупредительный ремонт. В это время ученые решили провести эксперимент, в рамках которого планировалось выполнить испытания аварийного электроснабжения. Но из-за ряда ошибок, допущенных руководством станции, уже к 26 апреля произошли два мощных взрыва и начался сильнейший пожар²².

Так, авария на ЧАЭС привела к сокращению строительства станций по всему миру, но не привела к реальному ужесточению правил безопасности на территории Советского Союза. Это связано с тем, что реакторы РБМК использовались только в СССР. Сейчас такие реакторы, но уже модернизированные, есть лишь на Смоленской, Курской и Ленинградской АЭС. В своем большинстве Россия использует вид водородного энергетического реактора (ВВЭР).

Авария на ЧАЭС послужила серьёзным поводом для более предметного обсуждения вопросов глобальной ядерной безопасности на мировой арене. Уже в сентябре 1986 года были приняты сразу две конвенции: Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии²³

²¹ СЮЖЕТ | «Чернобыль каждую минуту бросает нам вызов» // Официальный сайт ООН / URL: <https://news.un.org/ru/story/2024/04/1451671> (дата обращения: 01.09.2025).

²² Системные ошибки отрасли стали причиной аварии на ЧАЭС // РИА Новости / URL: <https://ria.ru/20100128/206687080.html> (дата обращения: 08.09.2025).

²³ Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: http://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1986/infcirc335_rus.pdf (дата обращения: 08.09.2025).

и Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации²⁴, закрепившие международные основы оповещения о ядерных авариях и взаимодействия между государствами-участниками МАГАТЭ и самой организацией в части оказания помощи в ликвидации последствий аварии.

Последней на текущий момент серьезной катастрофой стала авария на японской АЭС «Фукусима-1», которая произошла 11 марта 2011 года из-за землетрясения с последующим цунами в Тохоку. Ей был присвоен максимальный, седьмой уровень по международной шкале ядерных событий (ИНЕС). На атомной электростанции три ядерных реактора оказались в состоянии плавления из-за неисправности системы экстренного охлаждения, вызванной отключением электроснабжения. Основным компонентом радиоактивного загрязнения окружающей среды стали летучие изотопы, преимущественно йода и цезия, количество выброшенных которых достигло 20% от объема, зафиксированного во время чернобыльской катастрофы. Тем не менее ликвидация последствий аварии была масштабной: с загрязненных территорий было эвакуировано около 164 тысяч человек, а в 2013 году станция была закрыта. Япония на два года прекратила строительство атомных станций, занимаясь работами по ликвидации последствий аварии на «Фукусима-1», а также по повышению безопасности АЭС на своей территории. Только к 2015 году руководство МАГАТЭ высказалось, что перспективы развития атомной энергетики являются достаточно стабильными и более обнадеживающими. «Атомная энергетика является важнейшим элементом в ограничении выбросов парниковых газов <...> Перспективы развития атомной энергетики остаются положительными в среднесрочной и долгосрочной перспективе, несмотря на негативные последствия в некоторых странах после [аварии на АЭС «Фукусима-Дайити»], - заявило агентство²⁵. В том же году Япония объявила о продолжении развития своих программ по ядерной энергетике, а к 2030 году обещала ввести в эксплуатацию новые 40 реакторов и электростанцию Ома третьего поколения. Таким образом, Япония сохраняет курс на развитие атомной энергетики, осуществляя модернизацию и продление срока работы своих действующих атомных электростанций.

²⁴ Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: http://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1986/infcirc336_rus.pdf (дата обращения: 08.09.2025).

²⁵ Атомная энергетика и глобальный Юг // Официальный сайт РСМД / URL: <https://clck.ru/3P85Lf> (дата обращения: 08.09.2025).

ГЛАВА 2. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ПОЗИЦИИ ГОСУДАРСТВ ПО ВОПРОСАМ УЧАСТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В “ЗЕЛЁНОМ” ЭНЕРГОПЕРЕХОДЕ

2.1 Основные преимущества атомной энергетики в контексте перехода к использованию “зелёной” энергии

Атомная энергетика сегодня является вторым по своим масштабам, после гидроэнергетики, направлением, обеспечивающим получение низкоуглеродной энергии, которая используется для выработки электричества. В процессе эксплуатации АЭС выбросы парниковых газов практически отсутствуют.

Атомная энергетика обеспечивает порядка 10% всей вырабатываемой в мире электроэнергии, при этом на нее приходится около трети всей низкоуглеродной электрогенерации в мире. В настоящее время в 30 странах мира находится в эксплуатации 440 ядерных энергоблоков. В 19 странах ведется строительство еще 54 энергоблоков, в том числе в 4 странах такие энергоблоки сооружаются впервые²⁶.

Учитывая, что АЭС способны работать на полную мощность практически без перерывов, они могут обеспечить постоянное и надежное снабжение энергией. В этом заключается их отличие от возобновляемых источников энергии с переменным характером генерации (например, солнечных и ветряных электростанций), в случае которых требуются резервные источники энергии, подключаемые на время перерывов в выдаче мощности (например, когда заходит солнце или прекращает дуть ветер). Таким образом, АЭС являются практически полностью метеонезависимыми генераторами электроэнергии, что выгодно выделяет их перед другими “зелеными” источниками энергии.

Кроме того, АЭС могут работать достаточно гибко с учетом колебаний в потреблении энергии и обеспечивать стабильность энергосистем, особенно в том случае, если значительная доля мощностей в их структуре представлена возобновляемыми источниками с переменным характером генерации. Некоторые АЭС в настоящее время проектируются также в целях обеспечения оказания услуг, не связанных с генерацией электроэнергии (например, для производства водорода). Эти услуги могут способствовать снижению углеродного следа в других секторах помимо производства электроэнергии.

²⁶ Что означает переход к экологически чистой энергии и какая роль в нем отводится ядерной энергетике // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: <https://www.iaea.org/ru/bulletin/chto-oznachaet-perehod-k-ekologicheskii-chistoy-energii-i-kakaya-rol-v-nem-otvoditsya-yadernoy-energetike> (дата обращения: 07.09.2025)

2.2 Недостатки использования атомной энергии

Говоря о недостатках использования атомной энергии в контексте перехода к “зеленой” энергетике, выделяют следующие факторы: проблему утилизации радиоактивных отходов, риски возникновения аварийных ситуаций и необходимость добычи и переработки урана, являющегося основным видом топлива для ядерных реакторов.

Основная опасность радиоактивных отходов, образующихся в процессе работы ядерных реакторов, заключается в том, что период полураспада радиоактивных элементов достаточно велик (для урана-235, преимущественно используемого в качестве ядерного топлива, данный период составляет около 700 миллионов лет). Отсюда следует, что радиоактивными отходы представляют опасность для окружающей среды даже в очень далёкой перспективе. Правильная утилизация и обращение с этим материалом создают значительные проблемы с точки зрения охраны окружающей среды и безопасности, вызывая опасения по поводу возможных утечек или загрязнения почвы и источников воды. Эти вопросы регулируются Объединённой конвенцией о безопасном обращении с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами²⁷.

Ядерные аварии могут нанести катастрофический ущерб окружающей среде и последствиям для здоровья человека. Чернобыльская трагедия 1986 года и авария на АЭС Фукусима-1 в 2011 году, служат печальным напоминанием об опасностях, связанных с ядерной энергетикой. Несмотря на достижения в области защитного оборудования, угроза человеческой ошибки или стихийных бедствий, приводящих к расплавлению или выбросу радиоактивных материалов, по-прежнему вызывает беспокойство.

Добыча и переработка урана, используемого в ядерных реакторах в качестве топлива, может иметь негативные экологические последствия. Горнодобывающая деятельность может разрушить экосистемы, испортить источники воды и поставить под угрозу здоровье рабочих и окружающих людей. Кроме того, процесс обогащения, необходимый для производства ядерного топлива, является энергоемким и выбрасывает в атмосферу парниковые газы.

²⁷ Объединённая конвенция о безопасном обращении с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами // Официальный сайт ООН / URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/infcirc546.pdf (дата обращения: 07.09.2025).

2.3 Позиции стран по вопросам перехода к “зелёной” энергетике и участия в нём атомной энергетики

Атомная энергетика имеет не только большие преимущества на мировой арене, но и недостатки. Они сводятся к трудному захоронению радиоактивных отходов, угрозе катастрофы в случае неисправности ядерных реакторов, достаточно дорогому обслуживанию, а также к дорогостоящей постройке новых единиц. Именно поэтому различные страны придерживаются абсолютно разных позиций в вопросе использования АЭС в “зеленой” энергетике:

- Так, Франция активно выступает за создание и использование ядерных реакторов для развития зеленой энергетике. Атомная энергетика вырабатывает около 71% электроэнергии государства, а 55% атомной энергии, выработанной в Евросоюзе, принадлежит Франции. Крупнейшая АЭС в стране и во всей Западной Европе — АЭС Гравлин (Centrale nucléaire de Gravelines) — построена в 1974 году и имеет мощность 5460 МВт. 22 июня 2023 Франция приняла закон для ускорения атомного строительства (Закон №2023-491)²⁹, который подразумевает ввод в эксплуатацию новых ядерных установок рядом с уже действующими, чтобы обеспечить их ускорение и улучшение. Уже в декабре 2024 года введен в строй третий реактор АЭС Фламинвиль (Centrale nucléaire de Flamanville), который стал первым крупным блоком за 20 лет и началом «новой эры» строительства³⁰. Государство делает всё возможное, чтобы продлить срок службы самых массовых во Франции блоков на 900 мегаватт: планируется эксплуатировать эти блоки еще 50-60 лет и постоянно их модернизировать. В целом, правительство государства считает, что атом и ВЭИ должны дополнять друг друга.
- США остаются лидером по мощности АЭС (примерно 95 ГВт). Доля атома в производстве электроэнергии — 19%, и ядерная генерация обеспечивает около половины всей безуглеродной электроэнергии США (столько же дают все ВИЭ вместе). Правительство государства официально признает атом «чистой» энергией: его включили в федеральные механизмы поддержки «чистой энергии» в рамках закона о снижении инфляции, а на пресс-конференции Министерство энергетики США атомная энергетика называется “clean energy” (чистая энергия).

²⁹ Парламент Франции поддержал законопроект о "перезапуске атомной энергетики" // Официальный сайт ТАСС / URL: <https://tass.ru/ekonomika/17763813> (дата обращения: 08.09.2025).

³⁰ La Centrale nucléaire de Flamanville 1-2 // Official website of EDF / URL: <https://www.edf.fr/centrale-nucleaire-flamanville> (дата обращения: 26.08.2025)

И демократы, и республиканцы выступают за ядерную энергию — достигнут двухпартийный консенсус. В рамках Civil Nuclear Credit Program (CNC) было выделено 6 миллиардов долларов на поддержку АЭС, являющихся убыточными, но нужными для «зелёного баланса». Благодаря этим мерам ряд блоков в штатах Иллинойс и Калифорния избежали закрытия. Также разрабатываются и новые проекты: например, реактор Natrium компании Terra Power, в Вайоминге (план ввода — 2030-е гг.); энергоблоки «Vogtle-3» (2023 год) и «Vogtle-4» (2024) — первые, построенные за десятилетия в США. 25 мая 2025 года президент Трамп подписал Executive Order 14300 с целями стимулировать генерацию ядерной энергии, обеспечить достаточный внутренний энергоресурс, ускорить и упростить лицензирование ядерных реакторов и восстановить статус США как глобального лидера в области ядерной энергии³¹.

- В России действуют 36 энергоблоков на 12 АЭС, а общая доля атомной генерации в производстве электроэнергии — около 20%. Правительство государства называет проекты по атомной энергетике одними из самых приоритетных. Постановлением Правительства РФ №1587 от 21 сентября 2021 года была принята таксономия зелёный проектов: это означает, что ядерные проекты могут финансироваться как «зелёные» (например, через облигации государственной корпорации развития «ВЭБ. РФ» или государственные субсидии на «зеленые» проекты)³². Уже построены новые блоки ВВЭР-1200 (водяной энергетический реактор) на Ленинградской и Нововоронежской АЭС, проектируются и строятся реакторы нового поколения: БРЕСТ-ОД-300 (Быстрый реактор естественной безопасности со Свинцовым Теплоносителем), МБИР — Многоцелевой быстрый исследовательский реактор в Димитровграде и малые модульные реакторы для труднодоступных регионов Сибири и Арктики в рамках проекта «Шельф-М». Также Россия — лидер по строительству АЭС за рубежом: в 2025 году в скором времени будет введен в эксплуатацию первый блок на АЭС «Аккую» (Akkuyu Nükleer Güç Santrali) в Турции; также АЭС строятся в Египте «Эль-Дáбаа» и Бангладеше «Руппур» (Rooppur Nuclear Power Plant)³³. После аварии на Фукусиме развитие атома в России никак не пересматривалось, и его поддержка осталась на таком же высоком уровне.

³¹ Ordering the Reform of the Nuclear Regulatory Commission // Official website of Federal Register / URL: <https://www.federalregister.gov/documents/2025/05/29/2025-09798/ordering-the-reform-of-the-nuclear-regulatory-commission> (дата обращения: 08.09.2025).

³² Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2021 № 1587 // Официальный интернет-портал правовой информации / URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202109240043> (дата обращения: 26.08.2025).

³³ Строящиеся АЭС за рубежом // Официальный сайт РОСАТОМА / URL: <https://rosatom.ru/production/design/stroyashchiesya-aes-za-rubezhom/> (дата обращения: 08.09.2025).

- В Китае к 2025 году действуют 58 ядерных реакторов, а 33 находятся на этапе строительства. КНР активно рассматривает ядерную энергию как альтернативу углю — более низкоуглеродную и экологичную — и инвестирует в ядерный синтез, участвуя в проекте «Международный экспериментальный термоядерный реактор “ITER” (ИТЭР)»³⁴ и исследуя троевые топливные циклы на экспериментальном реакторе “EAST” (Experimental Advanced Superconducting Tokamak) в Хэфэй³⁵. Китай преследует цели энергобезопасности и старается как можно больше вкладываться в «чистую» генерацию энергии — власти одобряют всё больше атомных проектов.
- Германия после аварии на АЭС «Фукусима-1» начала постепенно отказываться от ядерной энергии. Последние 3 энергоблока — «Эмсланд», «Изар-2», «Неккарвестхайм-2» — остановлены 15 апреля 2023 года. Тем самым Германия завершила поэтапный отказ от атомной энергетики. Немецкое правительство делает ставку на возобновляемые источники энергии в меру безопасности и безотходного производства. В мае 2025 года Правительство канцлера Ф. Мерца заявило, что больше не будет блокировать признание ядерной энергии в ЕС - чистой, наравне с возобновляемыми источниками. Рассматривается укрепление сотрудничества с Францией и поддержка малых модульных реакторов.
- Австрия — одна из самых жестких противников атомной энергетики в мире. Позиция страны принципиальна: Австрия никогда не признает ядерную энергетику «зеленой» и выступает против нее. На территории страны действует Федеральный закон о запрете использования ядерной энергии для производства энергии в Австрии от 15 декабря 1978 года, запрещающий ввод в эксплуатацию ядерных установок для промышленного производства³⁶. Австрия делает ставки на ВЭИ, которые производят более 75% электроэнергии Австрии. Цель государства — к 2030 году перейти на 100% использование ВЭИ. Австрия критически относится и к АЭС в соседних странах, например, к Чехии и Словакии, а в особенности к Венгерской АЭС «Paks II», которая финансируется Россией и всячески старается блокировать атомные проекты через жалобы и иски в Суд Европейского Союза.

³⁴ ИТЭР: крупнейший в мире эксперимент по термоядерному синтезу // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: <https://www.iaea.org/ru/energiya-termoyadernogo-sintezu/iter-krupneyshiy-v-mire-eksperiment-po-termoyadernomu-sintezu> (дата обращения: 26.08.2025).

³⁵ Experimental Advanced Superconducting Tokamak (EAST) // Official website of Chinese Academy of science / URL: <https://lssf01.cas.cn/en/facilities-view.jsp?id=ff8080814ff56599014ff5a5768a0050> (дата обращения: 26.08.2025).

³⁶ Volksbegehren “Atomfreies Österreich // Official website of Bundesministerium für Inneres / URL: https://www.bmi.gv.at/411/Volksbegehren_der_XX_Gesetzgebungsperiode/Volksbegehren_Atomfreies_Oesterreich/start.aspx#:~:text=Das%20Bundesgesetz%20vom%2015.12.1978,in%20%C3%96sterreich%20nicht%20errichtet%20werden. (дата обращения: 08.09.2025).

ГЛАВА 3. РОЛЬ МАГАТЭ В РАЗВИТИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

3.1 МАГАТЭ: история создания, структура, основы деятельности

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) является ведущей мировой межправительственной организацией по научно-техническому сотрудничеству в ядерной сфере. Его деятельность направлена на безопасное применение ядерной науки и технологий в мирных целях, способствует поддержанию международного мира и безопасности и достижению целей Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития³⁷.

Агентство состоит из 6 департаментов и 5 бюро, обеспечивающие работу организации по различным направлениям деятельности в сфере атомной энергетики:

- **Департамент управления** обеспечивает успешную реализацию научно-технических программ МАГАТЭ в части финансов, управления людскими ресурсами, административной поддержки, информационных технологий и общего обслуживания с учетом потребностей Секретариата и государств-членов;
- **Департамент технического сотрудничества** путем разработки и реализации программ научно-технического сотрудничества с государствами-членами МАГАТЭ осуществляет поддержку использования ядерной науки и технологий для решения приоритетных задач в сфере устойчивого развития на национальном, региональном и межрегиональном уровнях;
- **Департамент ядерной энергии** координирует поддержку существующих и новых ядерных программ по всему миру. Департамент оказывает содействие технического характера в части ядерного топливного цикла и всех стадий жизненного цикла ядерных установок, а также по созданию национального потенциала по планированию и анализу атомной энергетики, а также управления знаниями и информацией в ядерной сфере;
- **Департамент ядерной и физической безопасности** формирует надежную, устойчивую и глобальную систему ядерной безопасности, способную реагировать на враждебные факторы извне или нарушения норм безопасности. Защита населения, общества и охрана окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения – основные задачи Департамента;

³⁷ Общие сведения // Официальный сайт МАГАТЭ / URL : <https://www.iaea.org/ru/o-nas/obshchie-svedeniya> (дата обращения: 05.09.2025).

- **Департамент ядерных наук и применений** оказывает государствам-членам МАГАТЭ помощь в части развития через использование ядерных наук, технологий и инноваций. В рамках системы центров сотрудничества МАГАТЭ департамент взаимодействует с лабораториями, университетами и исследовательскими центрами во всем мире;
- **Департамент гарантий** выполняет функции и обязанности МАГАТЭ как международного надзорного органа в ядерной области, являясь ключевым элементом международной системы гарантий по предупреждению распространения ядерного оружия в соответствии со статьей 3 Договора о нераспространении ядерного оружия³⁸;
- **Бюро, находящиеся в подчинении Генерального директора**, обеспечивающие функционирование организации и включающие в себя Канцелярию Генерального директора, Секретариат директивных органов, Бюро внутреннего надзора, Бюро по правовым вопросам и Бюро общественной информации и коммуникации.

Датой основания МАГАТЭ считается 29 июля 1957 года, когда Соединенные Штаты Америки в лице президента Дуайта Эйзенхауэра ратифицировали Устав организации.

Агентство было учреждено на основании Резолюции Генеральной Ассамблеи ООН от 4 декабря 1954 года³⁹ как международная организация, реализующая концепцию "Атом для мира". С самого начала оно было наделено полномочиями сотрудничать со своими государствами-членами и многочисленными партнерами во всем мире для содействия развитию безопасных, надежных и мирных ядерных технологий. Цели двойной миссии МАГАТЭ, а именно содействия использованию атома и контроля над ним, изложены в статье II Устава МАГАТЭ⁴⁰.

³⁸ Договор о нераспространении ядерного оружия // Официальный сайт ООН / URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/npt.shtml (дата обращения: 07.09.2025).

³⁹ Резолюция Генеральной ассамблеи ООН от 4 ноября 1954 года // Официальный сайт ООН // URL: <https://documents.un.org/doc/resolution/gen/nr0/097/47/img/nr009747.pdf> (дата обращения 25.09.2025).

⁴⁰ Устав // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/statute_rus.pdf (дата обращения: 07.09.2025).

В октябре 1957 года делегаты первой сессии Генеральной конференции приняли решение разместить штаб-квартиру МАГАТЭ в Вене, Австрия. До открытия Венского международного центра в августе 1979 года временной штаб-квартирой Агентства служила гостиница "Гранд-отель", расположенная рядом с Венской оперой.

У МАГАТЭ есть также два региональных отделения – в Торонто, Канада (функционирует с 1979 года), и в Токио, Япония (с 1984 года), а также два бюро по связи – в Нью-Йорке, США (с 1957 года) и в Женеве, Швейцария (с 1965 года). Агентство управляет лабораториями по ядерным технологиям в Вене и Зайберсдорфе, Австрия, а также в Монако (функционируют с 1961 года).

Одними из ключевых документов, выпускаемых МАГАТЭ, являются информационные циркуляры (INFCIRC)⁴¹. Информационные циркуляры содержат наиболее актуальную информацию о деятельности Агентства и о текущей ситуации в сфере атомной энергетики, ядерных технологий и ядерной безопасности.

Седьмым генеральным директором МАГАТЭ с 3 декабря 2019 года является аргентинский дипломат Рафаэль Гросси.

3.2 Основные проекты и инициативы МАГАТЭ в области устойчивого развития

На 2025 год в МАГАТЭ реализуется порядка 11 ключевых инициатив в области развития атомной энергетики и мирного применения атомной энергии.

Одной из основополагающих инициатив Агентства является **Инициатива в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ)**⁴², начало которой было положено в 2010 году. Эта инициатива позволяет стабильно поддерживать проекты технического сотрудничества МАГАТЭ, а также другие проекты Агентства, не обеспеченные финансированием, в областях мирного применения ядерных технологий.

⁴¹ Информационные циркуляры // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: <https://www.iaea.org/ru/publications/documents/infcircs> (дата обращения: 08.09.2025).

⁴² Инициатива в отношении мирного использования ядерной энергии // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: <https://www.iaea.org/ru/uslugi/klyuchevyye-programmy/cto-predstavlyayet-soboy-iniciativa-v-otnoshenii-mirnogo-ispolzovaniya-yadernoy-energii> (дата обращения: 05.09.2025).

Не менее важную роль в текущей деятельности МАГАТЭ является инициатива **Atoms4Food**⁴³. Цель инициативы — предоставить странам помощь в разработке и внедрении принципиально новых решений с учётом местных вызовов и условий, используя преимущества ядерных методов наряду с другими передовыми технологиями в целях повышения продуктивности сельского хозяйства и животноводства, совершенствования управления природными ресурсами, сокращения потерь продовольствия, обеспечения безопасности пищевых продуктов, улучшения питания и адаптации к проблемам, вызванным изменением климата.

Ещё одной актуальной инициативой МАГАТЭ является Международный проект по инновационным ядерным реакторам и топливным циклам (ИНПРО)⁴⁴. ИНПРО является основанным на членстве проектом, в рамках которого его члены получают помощь в своем долгосрочном планировании и сотрудничестве в сфере инновационных реакторов, топливных циклов и институциональных подходов, которые будут содействовать устойчивому развитию атомной энергетики. Проект взял своё начало в 2000 году как форум для экспертов и работников директивных органов из промышленно развитых и развивающихся стран для обсуждения таких вопросов, как устойчивое планирование, развитие и внедрение ядерной энергии.

Говоря об инициативах МАГАТЭ, нельзя не упомянуть проект **Atoms4NetZero**⁴⁵. В рамках данной инициативы государствам-членам оказывается поддержка в их усилиях по использованию возможностей ядерной энергии при переходе к энергетике с нулевым уровнем выбросов. С помощью Atoms4NetZero государства-члены МАГАТЭ получают доступ к технической информации о потенциале ядерной энергии для декарбонизации производства электроэнергии, а также таких секторов, как промышленность и транспорт, уровень выбросов в которых сложно уменьшить.

⁴³ Atoms4Food // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: <https://www.iaea.org/ru/uslugi/atoms4food> (дата обращения: 05.09.2025).

⁴⁴ Международный проект по инновационным ядерным реакторам и топливным циклам // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: <https://www.iaea.org/ru/uslugi/mezhdunarodnyy-proekt-po-innovacionnym-yadernym-reaktoram-i-toplivnym-ciklam-inpro> (дата обращения: 05.09.2025).

⁴⁵ Atoms4NetZero // Официальный сайт МАГАТЭ / URL: <https://www.iaea.org/ru/uslugi/atoms4netzero> (дата обращения: 05.09.2025).

3.3. Инициативы планирования развития атомной энергетики в целях “зелёного” энергоперехода

Так как атомные электростанции являются ключевым низкоуглеродным источником энергии, весь мир стремится повысить долю электроэнергии, генерируемой из устойчивых и возобновляемых источников, а также перестать использовать ископаемые виды топлива. Поэтому МАГАТЭ также занимается и перспективным развитием различных проектов по «зеленой» энергетике.

Агентство работает над созданием саммитов и научных сервисов преимущественно на базе платформы «АТОМС» (Атомные образовательные, научные и консультационные сервисы).

Кроме того, МАГАТЭ старается оказывать реальную финансовую поддержку своим членам. Так, в начале 2025 года на саммите по ядерной энергии, организованном МАГАТЭ и Бельгией были оговорены следующие положения:

- цели по выстраиванию более широкого и простого доступа к финансированию,
- условия рынка атомной энергетики,
- стремление мирового сообщества к поддержке стран, у которых только начинает развиваться «зеленая» энергетика, ведь благодаря им в том числе мировое сообщество может прийти к долгосрочному успеху в обсуждаемой области.

Благодаря инвестициям государств-членов МАГАТЭ увеличение ядерных мощностей и строительство новых АЭС, а также реконструкция и поддержка уже существующих реакторов, станет возможным.

Так, к концу 2023 года работало 413 атомных электростанций, суммарная мощность которых составляла 371,5 ГВт. МАГАТЭ прогнозирует рост этой мощности до 950 ГВт к 2050 году в наиболее благоприятном сценарии⁴⁶. В этой ситуации значительную долю прироста, порядка 25%, будет занимать маломощные модульные реакторы (SMRS), а при менее оптимистичном сценарии их вклад составит 6%.

⁴⁶ Перспективы МАГАТЭ для ядерной энергетики увеличиваются в течение четвертого года подряд, добавляя к глобальному импульсу для ядерной экспансии // Официальный сайт Энергострана.ру / URL: <https://energostrana.ru/news/atom/perspektivy-magate-dlya-yadernoj-energetiki-uvelichivayutsya-v-techenie-chetvertogo-goda-podryad-dobavlyaya-k-globalnomu-impulsu-dlya-yadernoj-ekspansii.html> (дата обращения: 08.09.2025).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С самого своего зарождения атомная энергия считалась одним из наиболее перспективных и экологичных источников электроэнергии, способным в будущем заменить традиционные источники энергии. Со временем появилась целая отрасль в промышленности, науке и технике, посвящённая атомной энергетике, строились новые АЭС, увеличивались их мощность и эффективность, совершенствовались технологии утилизации радиоактивных отходов и обращения с ядерным топливом.

Однако катастрофы на Чернобыльской АЭС и на АЭС “Фукусима-1” пошатнули уверенность мирового сообщества в перспективности и безопасности атомной энергии. Многие страны (например, Германия и Австрия) начали постепенно отказываться от атомной энергии и активно выступать против её участия в “зелёном” энергопереходе, акцентируя своё внимание на возобновляемых источниках энергии. Другие государства (Китай, Франция, США, Россия), в свою очередь, наращивают долю атомной энергии в общем объёме выработки электроэнергии по стране, при этом повышая безопасность АЭС и инвестируя в разработку новых решений по увеличению производительности и мощности станций.

Международное агентство по атомной энергии играет решающую роль на мировой арене в обеспечении глобальной ядерной безопасности и содействия научно-техническому прогрессу отрасли. Департаменты Агентства, действуя сообща перед лицом современных вызовов в сфере энергетической безопасности, способствуют повышению безопасности использования ядерной энергии и укреплению её позиций в глобальном процессе “зелёного” энергоперехода и декарбонизации.

ГЛОССАРИЙ

Ядерная энергия – это энергия, освобождающаяся в результате внутренней перестройки атомных ядер. Основными источниками ядерной энергии являются реакции деления тяжёлых ядер и синтеза лёгких ядер, что является термоядерными реакциями⁴⁷.

Атомная энергетика - это вид энергетики, занимающийся производством электрической и тепловой энергий. Чтобы их получить, используется цепная реакция, представляющая собой деления ядер урана-235 или плутония⁴⁸.

Планетарная модель (модель атома Резерфорда) - исторически важная модель строения атома, предложенная физиком Э. Резерфордом в статье с обработкой результатов экспериментов по рассеянию альфа-частиц в тонкой золотой фольге⁴⁹.

Ядерный (атомный) реактор – установка, в которой осуществляется самоподдерживающаяся управляемая цепная ядерная реакция деления⁵⁰.

Атомная электростанция (АЭС) - это комплекс необходимых зданий, систем, устройств, оборудования и сооружений, предназначенных для производства электроэнергии. В качестве топлива станция использует уран-235, а также имеет ядерный реактор⁵¹.

Возобновляемая энергия (ВИЭ) – это энергия, получаемая из природных источников, которые пополняются со скоростью, превышающей скорость ее потребления⁵².

⁴⁷ Ядерная энергия // Ядерная физика в интернете / URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/e195.htm> (дата обращения: 10.09.2025).

⁴⁸ Ядерная энергетика // Официальный сайт РОСАТОМА / URL: <https://rosatommd.ru/mediacenter/informatoriy/atom.html> (дата обращения: 10.09.2025).

⁴⁹ Теория Бора атома водорода // МГТУ имени Н. Э. Баумана / URL: <https://clck.ru/3P8r99> (дата обращения: 10.09.2025).

⁵⁰ Ядерный (атомный) реактор // Ядерная физика в интернете / URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/e199.htm> (дата обращения: 10.09.2025).

⁵¹ Как работает АЭС // Официальный сайт РОСАТОМА / URL: https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/atomnye-elektrostantsii-rossii/kak-rabotaet-aes/ (дата обращения: 10.09.2025).

⁵² Что такое возобновляемая энергия // Официальный сайт ООН / URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/what-is-renewable-energy> (дата обращения: 10.09.2025).

Европейский суд по правам человека (ЕСПЧ) — международный суд при Совете Европы, который призван следить за тем, чтобы государства — члены Совета Европы соблюдали права и свободы, гарантированные Европейской конвенцией по правам человека⁵³.

Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (ВАО АЭС) - структура, объединяющая все организации, эксплуатирующую АЭС. Способствует обмену опытом эксплуатации для совместной работы стран по достижению наивысшего уровня безопасности и надежности при эксплуатации АЭС⁵⁴.

Водо-водяные энергетические реакторы (ВВЭР) - это корпусные реакторы с обычной водой под давлением, где она выступает одновременно в роли теплоносителя и замедлителя нейтронов⁵⁵.

ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) - проект экспериментального термоядерного реактора, который строится во Франции как прототип будущих установок, в которых энергия будет вырабатываться в высокотемпературной плазме при синтезе изотопов водорода⁵⁶.

РБМК (реактор большой мощности канальный) - серия энергетических ядерных реакторов, разработанных в Советском Союзе.

INES (International Nuclear Event Scale, рус. Международная шкала ядерных событий) - разработана Международным агентством по атомной энергии в 1988 году и с 1990 года использовалась в целях единообразия оценки чрезвычайных случаев, связанных с аварийными радиационными выбросами в окружающую среду на атомных станциях, а позднее стала применяться ко всем установкам, связанным с гражданской атомной промышленностью.

⁵³ Европейский суд по правам человека (ЕСПЧ) // ОВД-ИНФО / URL: <https://ovd.info/vocabulary/evropeyskiy-sud-po-pravam-cheloveka-espch> (дата обращения: 10.09.2025).

⁵⁴ Об ассоциации // ВАО АЭС-МЦ / URL: <https://new.wanomc.ru/about/> (дата обращения: 10.09.2025).

⁵⁵ “Народный реактор” // ТАСС / URL: <https://spec.tass.ru/vver/> (дата обращения: 10.09.2025).

⁵⁶ Проект ITER // Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ” / URL: <https://clck.ru/3P8t3P> (дата обращения: 10.09.2025).

Договор о нераспространении ядерного оружия - многосторонний международный акт, разработанный Комитетом по разоружению ООН с целью установления прочной преграды на пути расширения круга стран, обладающих ядерным оружием, обеспечить необходимый международный контроль за выполнением государствами взятых на себя по договору обязательств с тем, чтобы ограничить возможность возникновения вооружённого конфликта с применением такого оружия; создать широкие возможности для мирного использования атомной энергии. Одобрен Генеральной Ассамблеей ООН 12 июня 1968 и открыт для подписания 1 июля 1968 года в Москве, Вашингтоне и Лондоне.

Рамочная конвенция ООН об изменении климата - международное климатическое соглашение о совместной борьбе с последствиями опасного вмешательства человека в естественные природные системы, которое стало причиной глобального изменения климата. Это является частью научного консенсуса по изменению климата. Конвенцию приняли и подписали представители правительств 154 стран на «Саммите Земли» в Рио-де-Жанейро в 1992 году. РКИК вступила в силу 21 марта 1994 года.

Парижское соглашение — соглашение в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, регулирующее меры по снижению содержания углекислого газа в атмосфере с 2020 года.

Конвенция о физической защите ядерного материала - международное соглашение, устанавливающее юридические обязательства государств-членов МАГАТЭ в отношении физической защиты ядерного материала, используемого в мирных целях во время международной транспортировки, криминализации определенных преступлений, связанных с ядерным материалом и международного сотрудничества, например, в случае кражи, грабежа или любого другого незаконного завладения ядерным материалом или реальной угрозы его применения.

