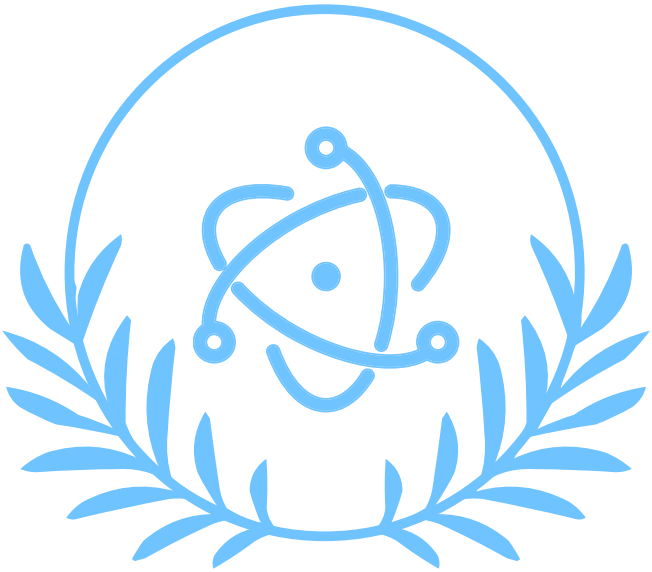


ИНТЕГРАЦИЯ МАЛЫХ МОДУЛЬНЫХ РЕАКТОРОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ АРХИТЕКТУРУ СТРАН ГЛОБАЛЬНОГО ЮГА

Доклад эксперта

Содержание

Введение 3
Глава 1. Анализ текущего положения дел в интеграции малых модульных реакторов в энергетическую архитектуру Глобального Юга 4
1.1. Постановка проблемы и актуальность повестки 4
1.2. Мандат комитета по данному вопросу повестки 6
1.3. История вопроса и предыдущие решения МАГАТЭ 7
1.4. Структура доклада 8
Глава 2. Преимущества технологии атомных станций малой мощности для стран Глобального Юга 10
2.1. Серийная референтность и экономия при производстве ММР 10
2.2. Энергетическая безопасность и диверсификация 12
2.3. Достижение климатических целей 14
Глава 3. Вызовы для интеграции малых модульных реакторов в странах Глобального Юга 15
3.1. Дефицит финансирования ММР 15
3.2. Нормативно-правовые барьеры 17
3.3. Нехватка квалифицированных кадров 19
3.4. Экологические аспекты и критика экспертного сообщества 20
Глава 4. Ключевые международные механизмы интеграции атомных станций малой мощности в энергетическую архитектуру Глобального Юга 23
4.1. Платформа МАГАТЭ по малым модульным реакторам 23
4.2. Меры по финансированию проектов, связанных с ММР 24
4.3. Инициатива по гармонизации и стандартизации в ядерной области 25
4.4. Школы малых модульных реакторов МАГАТЭ 26
Глава 5. Основные акторы 28
5.1. Российская Федерация 28
5.2. Китайская Народная Республика 29
5.3. Соединенные Штаты Америки 30
5.4. Разработки в других государствах 31
5.5. Противоречия интересов основных акторов 33
Заключение 35
Глоссарий 36

Введение

Настоящий доклад подготовлен для делегатов Международного агентства по атомной энергии (далее – МАГАТЭ) Модели ООН НИУ ВШЭ и посвящён проблеме интеграции малых модульных реакторов (далее – ММР) в энергетическую архитектуру стран Глобального Юга. В условиях декарбонизации тепло- и электрогенерации и необходимости обеспечить население и экономику развивающихся государств надёжным энергоснабжением возрастает интерес к атомным станциям малой мощности (далее – АСММ). Доклад рассматривает возможности применения этой технологии, ограничения её внедрения и направления международного сотрудничества в пределах мандата МАГАТЭ.

Понятие «Глобальный Юг» не имеет общепринятых географических границ и используется прежде всего для обозначения государств со сходными социально-экономическими задачами развития. В настоящем докладе рассматриваются страны Латинской Америки, Африки, Ближнего Востока и Азии. Особое внимание уделяется государствам с ограниченным доступом к надёжному энергоснабжению и странам, впервые формирующим национальные программы атомной энергетики.

Глава 1. Анализ текущего положения дел в интеграции малых модульных реакторов в энергетическую архитектуру Глобального Юга

1.1. Постановка проблемы и актуальность повестки

ММР – ядерные реакторы с выходной электрической мощностью до 300 МВт на энергоблок. Их модульная конструкция предполагает возможность заводского изготовления систем и компонентов с последующей транспортировкой и сборкой на площадке[1].

В материалах Платформы МАГАТЭ за 2024 год отмечается разработка более 90 проектов и концепций ММР, различающихся по технологическим особенностям, мощности и способу размещения[2]. В докладе ОЭСР и Агентства по ядерной энергии «Малые модульные реакторы: проблемы и перспективы» рассматриваются различные концепции таких установок[3]. Перечисленные ниже признаки не образуют единой взаимоисключающей классификации: один проект может одновременно относиться к нескольким группам. По технологии и типу теплоносителя можно выделить следующие основные направления:

1) *ММР с водяным охлаждением,* прежде всего легководные реакторы, которые используют обычную воду как теплоноситель и замедлитель нейтронов. Многие подобные проекты опираются на технологии, освоенные

[1]Что такое малые модульные реакторы (ММР)? — Текст : электронный // Международное агентство по атомной энергии : [сайт]. — URL: https://www.iaea.org/ru/newscenter/news/chto-takoe-malye-modulnye-reaktory-mmr (дата обращения: 14.10.2026).

[2]SMR Platform: A Coordinated Approach to Small Modular Reactors and their Applications. — Вена : IAEA, 2024. — URL: https://nucleus.iaea.org/sites/smr/Shared%20Documents/SMR_Platform_Booklet_21-10-2024.pdf (дата обращения: 26.10.2026).

[3]OECD, Nuclear Energy Agency. Small Modular Reactors: Challenges and Opportunities. — Париж : OECD Publishing, 2021. — 56 p. — DOI: 10.1787/18fbb76c-en. — URL: https://www.oecd.org/en/publications/small-modular-reactors_18fbb76c-en.html (дата обращения: 26.10.2026).

в большой атомной энергетике, что позволяет использовать накопленный опыт и существующие цепочки поставок при их установке;

2) *Высокотемпературные газоохлаждаемые ММР.* В таких установках теплоносителем обычно является гелий, а замедлителем нейтронов – графит. Помимо производства электроэнергии, они также могут служить источником высокотемпературного тепла для промышленности;
3) *ММР на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем,* в которых для отвода тепла используется натрий или свинец. Некоторые проекты таких реакторов предусматривают повторное использование ядерных материалов в замкнутом топливном цикле;
4) *ММР на расплавах солей,* которые предполагают работу при высоких температурах и сравнительно низком давлении, но требуют решения вопросов устойчивости материалов и обращения с радиоактивными солями.[4]

По электрической мощности отдельно выделяют микрореакторы, обычно мощностью до 10 МВт. Они ориентированы прежде всего на небольшие изолированные энергосистемы и энергоснабжение удалённых территорий, при этом могут использовать различные реакторные технологии.

По способу размещения различают наземные установки и реакторы морского базирования, включая плавучие энергоблоки. Отдельный признак – транспортабельность: некоторые проекты предусматривают возможность перемещения установки между площадками. Эти характеристики не определяют реакторную технологию или мощность модуля.

В условиях дефицита электроэнергии в странах Глобального Юга, который особенно остро касается Африки к югу от Сахары (где, согласно данным Группы Всемирного банка, из 655 млн человек, по-прежнему лишенных

[4]International Atomic Energy Agency. Advances in Small Modular Reactor Technology Developments, 2024. — Вена : IAEA, 2024. — URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/p15790-PUB9062_web.pdf (дата обращения: 23.10.2026).

электричества, более 560 млн приходится на этот регион[5]), малые модульные реакторы рассматриваются как возможное решение данной проблемы. Будучи более мобильными и простыми в сборке, чем традиционные реакторы, они лучше подходят для удаленных районов и небольших энергосистем, являясь при этом относительно экологически чистой технологией. К тому же, меньшая единичная мощность может снижать абсолютный объем первоначальных вложений по сравнению с крупным энергоблоком. Однако при оценке пригодности ММР для размещения в странах Глобального Юга необходимо учитывать особенности местных энергосистем, условия конкретных площадок, готовность национальной инфраструктуры и другие факторы.

К числу государств, где проекты ММР достигли стадии строительства, относятся Россия, Китай, Аргентина, Канада и Узбекистан[6]. При этом значительная часть разрабатываемых в мире концепций находится на более ранних стадиях. Поэтому при оценке перспектив технологии необходимо различать проектные разработки, подготовительные работы, строительство и коммерческую эксплуатацию.

1.2. Мандат комитета по данному вопросу повестки

Деятельность МАГАТЭ в области ММР соотносится с Целью устойчивого развития № 7 – «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надёжным, устойчивым и современным источникам энергии для всех»[7]. Мандат Агентства закреплён в статьях II и III его Устава и предусматривает содействие мирному использованию атомной энергии, научно-техническому обмену

[5]655 Million People Still Without Electricity Underscore Urgent Need to Deliver Universal Energy Access // World Bank. — 2026. — URL: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2026/06/16/accelerating-universal-energy-access (дата обращения: 26.10.2026).

[6]Small Modular Reactor (SMR) Global Tracker // World Nuclear Association. — URL: https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-power-reactors/small-modular-reactors/small-modular-reactor-smr-global-tracker (дата обращения: 23.10.2026).

[7]Цель 7: Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех. — Текст : электронный // Цели в области устойчивого развития ООН : [сайт]. — URL: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/energy/ (дата обращения: 13.10.2026).

и подготовке специалистов. МАГАТЭ устанавливает и применяет гарантии, призванные не допустить использования предоставленной помощи в военных целях, а также разрабатывает нормы ядерной безопасности[8]. При этом гарантии нераспространения следует отличать от требований безопасности: первые связаны с контролем использования ядерных материалов, вторые – с защитой людей и окружающей среды. Направления работы Агентства в этой сфере отражены в Среднесрочной стратегии по ММР и их применению на 2022–2029 годы и Среднесрочной стратегии МАГАТЭ на 2024–2029 годы[9,10] .

1.3. История вопроса и предыдущие решения МАГАТЭ

Авария на АЭС «Фукусима-1» в марте 2011 года усилила внимание к устойчивости станций при длительной потере электроснабжения и охлаждения. После землетрясения работавшие реакторы автоматически остановились, однако топливо продолжало выделять остаточное тепло. Цунами вывело из строя значительную часть резервных источников питания и оборудования. Утрата возможности надёжно отводить тепло привела к повреждению и расплавлению топлива в энергоблоках 1–3[11]. Пассивные решения применялись и до этой аварии; её опыт усилил требования к независимости систем безопасности, резервированию электроснабжения и возможности длительного отвода остаточного тепла. Различия активных и пассивных систем рассматриваются в разделе 2.2.

В 2015 году был создан Форум регулирующих органов по вопросам ММР, в рамках которого национальные надзорные органы обмениваются

[8]Устав МАГАТЭ. — Текст : электронный // Международное агентство по атомной энергии : [сайт]. — URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/statute_rus.pdf (дата обращения: 14.10.2026).

[9]Medium Term Strategy on SMRs and their Applications 2022-2029. - Текст: электронный // International Atomic Energy Agency : [сайт]. - URL: https://nucleus.iaea.org/sites/smr/Shared%20Documents/IAEA%20MediumTerm%20Strategy%20on%20SMRs%20and%20their%20Applications.pdf (дата обращения: 27.10.2026).

[10]Medium Term Strategy 2024-2029. — Текст : электронный // International Atomic Energy Agency : [сайт]. — URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/23/02/mts2024_2029.pdf (дата обращения: 14.10.2026).

[11]International Atomic Energy Agency. The Fukushima Daiichi Accident: Report by the Director General. — Вена : МАГАТЭ, 2015. — URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1710-ReportByTheDG-Web.pdf (дата обращения: 27.10.2026).

опытом лицензирования и оценки безопасности[12]. Агентство также провело анализ применимости действующих норм безопасности к ММР и реакторам с неводяным охлаждением[13]. В 2021 году была учреждена Платформа МАГАТЭ по ММР и их применению, обеспечивающая координацию помощи государствам-членам[14]. В 2022 году началась реализация Инициативы по гармонизации и стандартизации в ядерной области (далее – ИГСЯО), направленной на сближение регулирующих и промышленных подходов[15]. Для стран Глобального Юга эти механизмы создают возможность использовать международный опыт при формировании собственной инфраструктуры, однако не заменяют национальных решений о строительстве и лицензировании установок.

1.4. Структура доклада

Настоящий доклад построен по стандартному плану, принятому для подготовки аналитических документов в рамках Модели ООН НИУ ВШЭ:

1. **Глава 1** определяет содержание проблемы интеграции малых модульных реакторов в энергетическую архитектуру Глобального Юга, раскрывает мандат МАГАТЭ, рассматривает историю вопроса и предыдущие решения Агентства, а также обосновывает актуальность повестки.
2. **Основная часть (главы 2-4)** последовательно рассматривает ключевые преимущества и недостатки технологии малых модульных реакторов для

[12]Small Modular Reactor Regulators' Forum. Pilot Project Report: Considering the Application of a Graded Approach, Defence-in-Depth and Emergency Planning Zone Size for Small Modular Reactors. — Вена : МАГАТЭ, 2018. — С. 4–5. — URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/18/01/smr-rf-report-29012018.pdf (дата обращения: 27.10.2026).

[13]Applicability of IAEA Safety Standards to Non-Water Cooled Reactors and Small Modular Reactors : Safety Reports Series No. 123 / International Atomic Energy Agency. — Вена : IAEA, 2023. — 292 p. — URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB2027_Web.pdf (дата обращения: 20.10.2026). — Текст : электронный.

[14]IAEA Presents New Platform on Small Modular Reactors and Their Applications // International Atomic Energy Agency : [официальный сайт]. — 2021. — 22 September. — URL: https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-presents-new-platform-on-small-modular-reactors-and-their-applications (дата обращения: 20.10.2026). — Текст : электронный.

[15]Liou J. IAEA Initiative Sets Ambitious Goals to Support the Safe and Secure Deployment of SMRs // International Atomic Energy Agency : официальный сайт. 2022. 4 July. URL: https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-initiative-sets-ambitious-goals-to-support-the-safe-and-secure-deployment-of-smrs (дата обращения: 20.10.2026).

стран Глобального Юга, международные механизмы содействия интеграции ММР в энергетическую архитектуру Глобального Юга, раскрывает суть механизмов и их роль в процессе внедрения атомных станций малой мощности в энергетические сети.

3. **Раздел «Основные акторы» (глава 5)** раскрывает позиции и интересы ключевых групп и государств и других участников процессов интеграции ММР в энергетическую архитектуру Глобального Юга, а также существующие между ними противоречия.
4. **Заключение** обобщает основные выводы доклада, обозначает возможные направления международного сотрудничества в сфере интеграции малых модульных реакторов в энергетическую архитектуру Глобального Юга и формулирует вопросы, которые могут стать основой для дальнейшей дискуссии в комитете.

Глава 2. Преимущества технологии атомных станций малой мощности для стран Глобального Юга

По сравнению с АЭС большой мощности ММР могут обладать рядом технологических и экономических преимуществ, значимых для стран Глобального Юга. К ним относятся возможность серийного производства, поэтапного наращивания мощности и применения в небольших энергосистемах. Реализация этих преимуществ зависит от зрелости конкретного проекта, объёма заказов и условий принимающей страны.

2.1. Серийная референтность и экономия при производстве ММР

В российской атомной отрасли используется понятие референтности – наличия подтверждённого практического опыта создания и эксплуатации установки или её основных технических решений[16]. Значение этого направления отражено в федеральном проекте «Серийная референтность атомных электростанций большой и малой мощности», входящем в национальный проект «Новые атомные и энергетические технологии»[17]. Для потенциального заказчика референтность позволяет оценивать предложение поставщика с опорой на результаты реализованных проектов, а не только на расчётные характеристики.

Референтность связана с серийным производством, однако не тождественна экономии от серийности. Последняя возникает, когда повторное

[16] Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики / под ред. А. А. Саркисова ; ИБРАЭ РАН. — М. : Наука, 2011. — С. 183. — URL: https://en.ibrae.ac.ru/docs/109/doklads_sq_wiht_cover.pdf (дата обращения: 27.10.2026).

[17] Серийная референтность атомных электростанций большой и малой мощности // Национальные проекты России. — URL: https://национальныепроекты.рф/new-projects/novye-atomnye-i-energeticheskie-tekhnologii/seriynaya-referentnost-atomnykh-elektrostantsiy-bolshoy-i-maloy-moshchnosti/ (дата обращения: 27.10.2026).

изготовление унифицированных модулей позволяет распределить расходы на разработку и освоение производства между большим числом установок и сократить трудоёмкость работ. Для этого необходимы устойчивый портфель заказов и стандартизация основных проектных решений, компонентов и систем безопасности[18]. Наличие действующей референтной установки уменьшает часть технологической неопределённости, но само по себе не гарантирует снижения стоимости последующих блоков.

Модульная сборка в заводских условиях позволяет стандартизировать производственные процессы, применять повторяемые операции и единые процедуры контроля качества, а также одновременно изготавливать оборудование и готовить площадку. Накопление опыта в постоянных производственных коллективах может сокращать объём повторных работ и риск ошибок[19]. Однако производственная экономия зависит от организации изготовления, степени готовности проекта и транспортных ограничений; её следует подтверждать для конкретной конструкции и цепочки поставок[20].

Для стран Глобального Юга значение серийности связано прежде всего с возможностью распределить инвестиции во времени. Если проект предусматривает несколько модулей, их можно вводить последовательно по мере роста спроса и готовности инфраструктуры. Доходы от уже работающих энергоблоков могут частично обеспечивать дальнейшее расширение станции[21]. Однако первые установки требуют расходов на освоение техноло-

[18]World Nuclear Association. Facilitating International Licensing of Small Modular Reactors / CORDEL Working Group. — Лондон, 2015. — Report No. 2015/004. — URL: https://world-nuclear.org/images/articles/REPORT_Facilitating_Intl_Licensing_of_SMRs.pdf (дата обращения: 27.10.2026).

[19]OECD, Nuclear Energy Agency. Unlocking Reductions in the Construction Costs of Nuclear: A Practical Guide for Stakeholders. — Париж : OECD Publishing, 2020. — NEA No. 7530. — URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2020/08/unlocking-reductions-in-the-construction-costs-of-nuclear_2ca6777b/33ba86e1-en.pdf (дата обращения: 27.10.2026).

[20]Lloyd C. A. Modular Manufacture and Construction of Small Nuclear Power Generation Systems : диссертация. — Кембридж : University of Cambridge, 2019. — DOI: 10.17863/CAM.46941. — URL: https://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/299868 (дата обращения: 27.10.2026).

[21]Small Modular Reactors: Nuclear Energy Market Potential for Near-term Deployment : [report] / Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development. – Париж : OECD Publishing, 2016. –

гии, поэтому ожидаемое снижение стоимости становится более вероятным при устойчивом портфеле заказов, а не при единичной поставке.

Заводское изготовление также расширяет возможности автоматизации и контроля качества компонентов. Для принимающей страны это может уменьшить объём сложных монтажных работ на площадке, но требует заранее согласовать логистику, приёмку оборудования и его последующее обслуживание. Повышение качества производства не отменяет обязательных осмотров и технического обслуживания в ходе эксплуатации[22].

2.2. Энергетическая безопасность и диверсификация

Для стран с ограниченной сетевой инфраструктурой, в том числе Кении, Уганды, Ганы и Филиппин, выбор мощности нового энергоблока должен учитывать размеры энергосистемы и возможности резервирования[23]. Крупный блок может оказаться несоразмерным локальному спросу: его отключение на перегрузку топлива или техническое обслуживание потребует значительного резерва. В островных и удалённых районах дополнительным фактором становится стоимость доставки топлива для действующей дизельной или иной углеводородной генерации[24]. Поэтому пригодность ММР определяется характеристиками конкретной энергосистемы, а не только уровнем экономического развития государства.

Меньшая единичная мощность ММР позволяет рассматривать их для энергосистем, в которых крупный энергоблок создавал бы чрезмерную нагрузку на сеть. При росте спроса мощность многомодульной станции

71, [2] p. – (Nuclear Development ; NEA No. 7213). – URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2016/10/small-modular-reactors_g1g7304b/9789264266865-en.pdf (дата обращения: 21.10.2026). – Текст : электронный.

[22] OECD, Nuclear Energy Agency. Small Modular Reactors: Challenges and Opportunities. Указ. соч.

[23] Emerging Nuclear Energy Countries // World Nuclear Association : [официальный сайт]. – URL: https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/emerging-nuclear-energy-countries (дата обращения: 21.10.2026).

[24] АСММ: новый тренд в атомной энергетике. - Текст: электронный // Росатом 360 [сайт]. - URL: https://rosatomnewsletter.com/ru/2023/03/02/small-modular-reactor-new-nuclear-trend/ (дата обращения: 27.10.2026).

может увеличиваться за счёт ввода дополнительных реакторов. Возможности регулирования выработки зависят от конструкции установки и режима её эксплуатации; необходимость резервирования и планового обслуживания при этом сохраняется[25].

Безопасность АЭС обеспечивается глубокоэшелонированной защитой: сочетанием последовательных уровней предотвращения нарушений, управления авариями и ограничения их последствий. На разных уровнях применяются активные и пассивные технические средства, а также организационные меры. Требования к их независимости и надёжности распространяются и на ММР[26].

Активные системы выполняют функцию безопасности с помощью работающего оборудования, например насосов с электроприводом. Им могут требоваться питание и управляющие сигналы; при этом запуск может происходить автоматически и не обязательно предполагает действие оператора. Пассивные системы в большей степени используют естественную циркуляцию, силу тяжести, разность давления и передачу тепла без постоянно работающих насосов. В зависимости от конструкции для их включения или управления отдельными элементами также могут требоваться энергия и сигналы.[27] Поэтому различие состоит в способе выполнения защитной функции, а не в наличии или отсутствии человека в системе.

Опыт «Фукусимы-1» показал опасность одновременного отказа нескольких средств защиты при общем внешнем воздействии. Для ММР

[25] Двухкомпонентая атомная энергетика с замкнутым топливным циклом и атомные станции малой мощности. - Текст: электронный // Специальный проект ГК «Росатом» и газеты «Коммерсантъ» [сайт]. - URL: https://special.kommersant.ru/rttn/article-1.html#1 (дата обращения: 27.10.2026).

[26] International Atomic Energy Agency. Safety of Nuclear Power Plants: Design. — Вена : МАГАТЭ, 2016. — IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/1 (Rev. 1). — URL: https://www.iaea.org/publications/10885/safety-of-nuclear-power-plants-design (дата обращения: 27.10.2026).

[27] International Atomic Energy Agency. IAEA Nuclear Safety and Security Glossary. — Вена : МАГАТЭ, 2022. — DOI: 10.61092/iaea.rrxi-t56z. — URL: https://www.iaea.org/publications/15236/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary (дата обращения: 27.10.2026).

пассивный отвод тепла может уменьшать зависимость от электроснабжения и давать дополнительное время для реагирования. Вместе с тем работоспособность такой системы ограничивается её проектными условиями, запасами охлаждающей среды и предусмотренной продолжительностью действия. Малая мощность и пассивные решения не отменяют оценки безопасности, аварийной готовности и физической защиты конкретной установки[28].

2.3. Достижение климатических целей

ММР могут дополнять возобновляемые источники энергии (далее – ВИЭ), обеспечивая управляемую выработку при изменении солнечной и ветровой генерации. Возможности маневрирования зависят от конструкции и режима эксплуатации. При выборе площадки необходимо учитывать водопотребление и способ охлаждения: отдельные проекты позволяют уменьшать потребность в воде, однако это свойство нельзя распространять на все ММР[29].

При эксплуатации АСММ не сжигается органическое топливо для производства электроэнергии, что позволяет сокращать прямые выбросы углекислого газа при замещении угольной, газовой или дизельной генерации. При этом оценка климатического эффекта должна охватывать весь жизненный цикл, включая добычу и подготовку топлива, строительство и вывод из эксплуатации. Сопоставление с ВИЭ требует учитывать фактическую выработку, потребность в резервных мощностях и накопителях, а также сроки ввода новых источников. Поэтому одинаковая установленная мощность сама по себе не определяет объём сокращения выбросов.

[28] Design and Performance Assessment of Passive Engineered Safety Features in Advanced Small Modular Reactors : Coordinated Research Project, Project Code I32010 / International Atomic Energy Agency. – Вена : IAEA, 2012–2025. – URL: https://www.iaea.org/projects/crp/i32010 (дата обращения: 20.10.2026). – Текст : электронный.

[29] Ashton L. Jordan Advances Nuclear Power Programme with Support from IAEA SMR Platform // International Atomic Energy Agency. — 04.10.2023. — URL: https://www.iaea.org/newscenter/news/jordan-advances-nuclear-power-programme-with-support-from-iaea-smr-platform (дата обращения: 27.10.2026).

Глава 3. Вызовы для интеграции малых модульных реакторов в странах Глобального Юга

3.1. Дефицит финансирования ММР

Развёртывание ММР в странах Глобального Юга ограничивается финансовыми, нормативно-правовыми и кадровыми барьерами. Их взаимосвязь имеет принципиальное значение: недостаточная готовность регулирующих органов увеличивает сроки подготовки проекта, а неопределённость этих сроков повышает стоимость финансирования. Поэтому оценка перспектив технологии должна включать готовность национальной инфраструктуры на протяжении всего жизненного цикла станции.

Ключевым экономическим барьером остаётся привлечение средств на первоначальные капитальные затраты, то есть расходы на проектирование, лицензирование, подготовку площадки и строительство. Общий объём таких вложений в отдельную АСММ может быть ниже, чем в крупную АЭС, поскольку мощность установки меньше[30]. Однако затраты в расчёте на один мегаватт установленной мощности могут быть выше: часть расходов на системы безопасности, инфраструктуру и лицензирование сохраняется независимо от размера реактора. Таким образом, меньшая стоимость отдельного объекта не означает более низкой стоимости единицы мощности. Для стран с ограниченными инвестиционными ресурсами это различие определяет как доступность проекта, так и будущую цену электроэнергии[31].

Высокая долговая нагрузка ряда развивающихся государств ограничивает возможность финансировать долгосрочные проекты из бюджета или

[30] Benefits of Small Modular Reactors (SMRs). — Текст : электронный // Office of Nuclear Energy : [официальный сайт]. — URL: https://www.energy.gov/ne/benefits-small-modular-reactors-smrs (дата обращения: 18.10.2026).

[31] Атомная энергетика и глобальный Юг // Официальный сайт РСМД. URL: https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/atomnaya-energetika-i-globalnyy-yug/ (дата обращения: 18.10.2026).

предоставлять государственные гарантии. Для коммерческих кредиторов дополнительную неопределённость создают ограниченный опыт эксплуатации новых конструкций, сроки лицензирования и условия будущего сбыта электроэнергии[32]. Увеличение периода до ввода станции означает более длительное обслуживание долга без выручки от генерации. В результате регуляторные задержки отражаются на полной стоимости проекта и могут снижать его доступность для потребителей.

Следовательно, привлечение инвестиций требует распределить риски между поставщиком технологии, государством, оператором и кредиторами. Важны предсказуемые процедуры лицензирования, условия закупки электроэнергии и ответственность за превышение сметы. Без такого распределения даже относительно небольшой проект может оказаться недоступным для частного капитала.

Внешняя финансовая и технологическая поддержка может облегчить реализацию проектов в странах Глобального Юга. Государства-поставщики, включая Россию и Китай, предлагают различные формы сотрудничества, однако условия финансирования определяются отдельными соглашениями и не сводятся к единой модели государственного кредита[33]. При выборе партнёра принимающей стране необходимо сопоставлять стоимость заимствований с обязательствами по закупке топлива, обслуживанию и обращению с отходами.

Таким образом, дефицит финансирования связан одновременно с высокой стоимостью первых установок и неопределённостью долгосрочных обязательств. Межгосударственная поддержка и гарантии могут расширить доступ к капиталу, но создают для бюджета собственные риски. Их прием-

[32] Там же.

[33] Фокина О. В., Исупов И. В. Национальные проекты в сфере атомной энергетики: сравнение опыта России, Китая и Индии // Глобальная ядерная безопасность. 2025. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/natsionalnye-proekty-v-sfere-atomnoy-energetiki-sravnenie-opyta-rossii-kitaya-i-indii (дата обращения: 14.10.2026).

лемость зависит от условий договора, устойчивости спроса и способности государства выполнять обязательства на протяжении всего срока проекта.

3.2. Нормативно-правовые барьеры

Интеграция ММР в энергетику государств Глобального Юга требует адаптации национального регулирования к новым реакторным концепциям и способам их размещения[34].

Один из основных нормативно-правовых барьеров связан с различиями между национальными процедурами лицензирования. Производитель рассчитывает поставлять унифицированные модули на несколько рынков, тогда как каждый регулятор должен подтвердить безопасность проекта с учётом своей правовой системы и условий площадки. Повторная оценка одних и тех же технических решений увеличивает затраты и сроки подготовки поставок. Для стран с ограниченным опытом ядерного надзора дополнительную сложность представляет нехватка специалистов, способных оценивать новые конструкции. Поэтому международное сотрудничество важно прежде всего для обмена результатами экспертиз и укрепления национальных компетенций.

Действующие нормы безопасности применимы и к ММР, однако их использование может требовать уточнений с учётом многомодульного размещения, пассивных систем, новых видов топлива и особенностей эксплуатации. Различия национальных требований затрудняют стандартизацию оборудования и увеличивают объём согласований[35]. При этом гармонизация не предполагает отказа от национального надзора: ответственность за выдачу лицензии

[34] Земляков А. М. Особенности и перспективы применения атомных станций малой мощности // SAF. 2026. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-perspektivy-primeneniya-atomnyh-stantsiy-maloy-moschnosti (дата обращения: 14.10.2026).

[35] Лысенко М. Н., Аксенова Н. А. Международно-правовое регулирование применения новых ядерных технологий в повестке Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) // Труды Института государства и права РАН. 2025. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodno-pravovoe-regulirovanie-primeneniya-novyh-yadernyh-tehnologiy-v-povestke-mezhdunarodnogo-agentstva-po-atomnoy-energii (дата обращения: 14.10.2026).

и оценку условий конкретной площадки сохраняется за уполномоченными органами принимающего государства[36].

Отдельный комплекс вопросов связан с плавучими атомными теплоэлектростанциями (далее – ПАТЭС). Статья 2 Конвенции о ядерной безопасности определяет ядерную установку через наземную гражданскую АЭС, что требует отдельно анализировать применимость международных норм к плавучим объектам[37]. Для их трансграничного использования необходимо определить юрисдикцию при транспортировке и эксплуатации, распределение ответственности за ядерный ущерб, порядок физической защиты и аварийного реагирования. Наличие государственной гарантии само по себе не заменяет правового урегулирования этих вопросов[38].

Российская ПАТЭС «Академик Ломоносов», находящаяся в промышленной эксплуатации с 2020 года, служит примером практического применения плавучей малой атомной генерации[39]. Её значение для стран Глобального Юга состоит в возможности изучить опыт энергоснабжения изолированных территорий. Вместе с тем эксплуатация станции внутри государства-поставщика не подтверждает, что все вопросы международного размещения уже решены: при экспорте потребуются дополнительные договорённости с принимающей страной.

Для сокращения дублирующих процедур МАГАТЭ развивает ИГСЯО, регулирующее направление которой предусматривает обмен информацией, совместное рассмотрение технических решений и использование результатов

[36]Толочко О. Н. Правовые проблемы развития и использования атомной энергетики в контексте мирового энергетического перехода // Вестник юридического факультета Южного федерального университета. 2025. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/pravovye-problemy-razvitiya-i-ispolzovaniya-atomnoy-energetiki-v-kontekste-mirovogo-energeticheskogo-perehoda (дата обращения: 14.10.2026).

[37]Конвенция о ядерной безопасности (заключена в г. Вене 17.06.1994) // Собрание законодательства РФ. — 2005. — № 41. — Ст. 4053.

[38]Nuclear Liability: Ensuring Legal Certainty and Compensation for Nuclear Damage // International Atomic Energy Agency (IAEA) : официальный сайт. — 2023. — URL: https://www.iaea.org/newscenter/news/nuclear-liability-ensuring-legal-certainty-and-compensation-for-nuclear-damage (дата обращения: 18.10.2026).

[39]Что такое малые модульные реакторы (ММР)? Указ. соч.

оценок других надзорных органов[40]. Такой подход может уменьшить объём повторной работы без снижения требований безопасности. Помимо лицензирования, национальная инфраструктура должна охватывать компьютерную безопасность систем управления и обращение с отработавшим топливом. Эти направления входят в более широкую повестку международного регулирования новых ядерных технологий[41]. Практические механизмы ИГСЯО рассматриваются в разделе 4.3.

Для государств Глобального Юга приоритетом становится сочетание международной экспертной поддержки с развитием независимого национального регулятора. Это позволяет учитывать зарубежные оценки, сохраняя возможность проверять соответствие проекта местным природным условиям, инфраструктуре и требованиям безопасности.

3.3. Нехватка квалифицированных кадров

Кадровый дефицит представляет самостоятельный барьер для стран, впервые создающих атомную энергетику. Специалисты необходимы не только оператору станции, но и регулирующему органу, службам аварийного реагирования и организациям технической поддержки. Длительное привлечение зарубежного персонала может облегчить начальный этап, однако без подготовки собственных кадров принимающее государство сохраняет зависимость от поставщика при эксплуатации и принятии технических решений[42,43].

[40] Liou J. IAEA Initiative Sets Ambitious Goals to Support the Safe and Secure Deployment of SMRs. Указ. соч.

[41] Лысенко М. Н., Аксенова Н. А. Международно-правовое регулирование применения новых ядерных технологий в повестке Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Указ. соч.

[42] Афанасьева О. Н., Татаренко З. В. Строительство АЭС как инструмент влияния экспортера ядерных технологий на энергетический и технологический суверенитет и долговую зависимость стран-импортеров // Экономика. Социология. Право. 2026. №2 (42). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/stroitelstvo-aes-kak-instrument-vliyaniya-eksportera-yadernyh-tehnologiy-na-energeticheskiy-i-tehnologicheskiy-suverenitet-i (дата обращения: 14.10.2026).

[43] Панчуева О. М. Сотрудничество Российской Федерации со странами Африки в сфере ядерной энергетики // SAF. 2026. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sotrudnichestvo-rossiyskoy-federatsii-so-stranami-afriki-v-sfere-yadernoy-energetiki (дата обращения: 14.10.2026).

Серийное изготовление ММР не устраняет потребности в подготовке персонала под конкретную конструкцию и условия её эксплуатации. Поэтому обучение должно начинаться до ввода станции и охватывать управление установкой, техническое обслуживание, радиационную защиту и аварийные процедуры. Одним из инструментов реализации таких обязательств выступает опережающая подготовка кадров с учётом потребностей страны-заказчика. Практическим примером служит работа Технической академии «Росатома» над международной системой подготовки специалистов для зарубежных АСММ[44]. Для стран Глобального Юга значение таких программ определяется возможностью сформировать собственные компетенции, а также закрепить в договоре объём обучения и порядок передачи эксплуатационных знаний.

3.4. Экологические аспекты и критика экспертного сообщества

Климатические преимущества ММР, рассмотренные в главе 2, не снимают вопросов об обращении с радиоактивными отходами и использовании водных ресурсов. Оценка экологической приемлемости должна учитывать конструкцию реактора и условия площадки. В засушливых районах особое значение имеют способ охлаждения, сезонная доступность воды и конкуренция за неё с другими потребителями.

В исследовании Линдси Кралл, Эллисон Макфарлейн и Родни Юинга, опубликованном в журнале «PNAS» в 2022 году, три концепции ММР с водяным, натриевым и солевым охлаждением сопоставлялись с крупным водо-водяным реактором. Авторы выявили для рассмотренных проектов увеличение объёма отдельных потоков радиоактивных отходов в расчёте на выработанную

[44]Программа развития: «Подготовка кадров для технологий будущего» // Техническая академия Росатома. URL: https://rosatomtech.ru/upload/iblock/aad/7dxgey4iyjk6w6jgnjltlxarqkn4x67v.pdf (дата обращения: 27.10.2026).

энергию и усложнение обращения с ними[45]. Одной из причин названа более высокая утечка нейтронов из малой активной зоны, способствующая активации окружающих материалов. Выводы исследования относятся к изученным конструкциям и не должны рассматриваться как единая оценка всех ММР.

Для принимающих государств это означает необходимость ещё на стадии выбора проекта определить состав и объём отходов, условия хранения отработавшего ядерного топлива (далее – ОЯТ), возможности его возврата поставщику и источники финансирования долгосрочного обращения. Небольшая мощность станции не отменяет этих обязательств и потребности в соответствующей инфраструктуре.

Сравнение ММР с ВИЭ и системами накопления энергии также требует учёта местных условий. Ветровая и солнечная генерация не нуждается в ядерном топливе, однако зависит от погоды; накопители и другие средства балансирования позволяют согласовывать её выработку с потреблением. Экономический результат определяется совокупными затратами на генерацию, сети, резервирование и хранение энергии. Поэтому преимущество одного варианта нельзя установить только по стоимости отдельной установки.

Дополнительное внимание требуется при перевозке ядерного топлива, радиоактивных материалов и оборудования в удалённые районы. Уровень риска зависит от состава груза, наличия облучённого топлива, транспортной упаковки и условий маршрута. Для страны-импортёра важны не только меры предотвращения аварий, но и готовность служб реагирования. Выбор способа

[45]Krall L. M., Macfarlane A. M., Ewing R. C. Nuclear waste from small modular reactors // Proceedings of the National Academy of Sciences. — 2022. — Т. 119, № 23. — e2111833119. — DOI: 10.1073/pnas.2111833119. — URL: https://doi.org/10.1073/pnas.2111833119 (дата обращения: 27.10.2026). Примечание: в аффилиациях авторов указан Стэнфордский университет (Leland Stanford Junior University), деятельность которого признана нежелательной на территории Российской Федерации. См.: Перечень иностранных и международных организаций, деятельность которых признана нежелательной на территории Российской Федерации // Минюст России. — URL: https://minjust.gov.ru/ru/pages/perechen-inostrannyh-i-mezhdunarodnyh-organizacij-deyatelnost-kotoryh-priznana-nezhelatelnoj-na-territorii-rossijskoj-federacii/ (дата обращения: 27.10.2026).

обращения с ОЯТ должен опираться на техническую и финансовую оценку: замкнутый топливный цикл или региональное хранилище не являются универсальной предпосылкой безопасного внедрения каждого проекта.

Глава 4. Ключевые международные механизмы интеграции атомных станций малой мощности в энергетическую архитектуру Глобального Юга

4.1. Платформа МАГАТЭ по малым модульным реакторам

Созданная в 2021 году Платформа МАГАТЭ по ММР и их применению представляет собой механизм координации экспертной и организационной поддержки государств-членов. Её следует отличать от информационного портала, через который доступны материалы и сведения об услугах[46]. По запросу государства Платформа помогает привлекать специалистов разных подразделений Агентства для рассмотрения технологических, экономических и инфраструктурных вопросов.

Практическим примером стала экспертная миссия по проекту Иордании в августе 2023 года. Эксперты рассмотрели представленные исследования по использованию ММР для энергоснабжения и опреснения, включая выбор площадки, лицензирование и ядерное право, и предложили направления дальнейшей проработки[47]. Для Бразилии поддержка включала участие Агентства в учебном курсе и обсуждение экономических аспектов применения ММР[48].

Таким образом, помощь предоставляется через экспертные миссии, обучение и доступ к методическим материалам. Для стран Глобального Юга Платформа позволяет сопоставлять предложения поставщиков с национальными потребностями и выявлять пробелы в подготовке проектов. Она

[46] The Platform on Small Modular Reactors and their Applications // International Atomic Energy Agency : информационный портал NUCLEUS. — URL: https://nucleus.iaea.org/sites/smr/SitePages/HomeSmrPlatform.aspx (дата обращения: 26.10.2026).

[47] Ashton L. Jordan Advances Nuclear Power Programme with Support from IAEA SMR Platform. Указ. соч.

[48] Donovan, J. IAEA Platform on SMRs and their Applications: GC Event Examines Progress and Outlook / J. Donovan // International Atomic Energy Agency : официальный сайт. — 2022. — 27 September. — URL: https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-platform-on-smrs-and-their-applications-gc-event-examines-progress-and-outlook (дата обращения: 20.10.2026). — Текст : электронный.

координирует поддержку и взаимодействует с другими механизмами МАГАТЭ, включая Форум регулирующих органов по ММР и ИГСЯО, но не выдаёт лицензий и не гарантирует коммерческую эффективность установок.

4.2. Меры по финансированию проектов, связанных с ММР

При выборе схемы финансирования необходимо различать общую стоимость проекта и затраты на единицу мощности. Меньшая мощность отдельного модуля может снижать объём средств, необходимый для начала строительства, однако это не гарантирует более низкой цены электроэнергии. Для инвестора важны предсказуемая выручка и распределение рисков. Долгосрочные договоры покупки электроэнергии и участие государства могут уменьшать неопределённость будущих денежных поступлений[49]. Для принимающей страны такие инструменты требуют оценки бюджетной нагрузки, условий изменения тарифов и ответственности за превышение сметы.

Одним из подходов к распределению рисков является государственно-частное партнёрство (далее – ГЧП), конкретные формы которого зависят от национального законодательства. В международной практике применяется, в частности, модель «строительство – владение – эксплуатация» (BOO, от английского Build–Own–Operate): инвестор финансирует и сооружает объект, сохраняет право собственности и организует эксплуатацию, получая доход от продажи энергии[50]. Для государства-заказчика такая схема может снижать непосредственную строительную нагрузку на бюджет, но требует согласовать

[49] International Energy Agency. The Path to a New Era for Nuclear Energy. Executive Summary. — Париж : IEA, 2025. — Разделы Mobilising new sources of finance и Ensuring better visibility on timelines and cash flows. — URL: https://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy/executive-summary (дата обращения: 27.10.2026).

[50] Glossary of Terms. Build-own-operate (BOO) contract // IAEA Nuclear Contracting Toolkit. — URL: https://nucleus.iaea.org/sites/connect/MSNpublic/Pages/nct/site/glossary.html (дата обращения: 27.10.2026).

тарифы, распределение ответственности и обязательства по обращению с ОЯТ и выводу станции из эксплуатации.

Экономическую модель следует оценивать с учётом местного рынка. В удалённой энергосистеме ММР сопоставляется с доступными альтернативами, включая стоимость доставки топлива, тогда как в объединённой сети значение имеют условия конкуренции и подключения. Периодичность перегрузки топлива и расходы на обслуживание зависят от конструкции реактора[51]. Для стран Глобального Юга жизнеспособность проекта определяется сочетанием приемлемой цены электроэнергии, устойчивого спроса и прозрачных обязательств государства и частных участников.

4.3. Инициатива по гармонизации и стандартизации в ядерной области

В отличие от Платформы, координирующей помощь по широкому кругу вопросов, ИГСЯО сосредоточена на согласовании регулирующих и промышленных подходов. Для стран Глобального Юга практическое значение этого механизма состоит в возможности сократить дублирование технических оценок и облегчить применение унифицированных проектов при сохранении национальной ответственности за безопасность[52].

Регулирующее направление включает обмен информацией между надзорными органами, совместное рассмотрение отдельных технических аспектов проекта до выдачи лицензии и использование результатов зарубежных экспертиз. Промышленное направление охватывает согласование требований заказчиков, правил и норм, а также обмен экспериментальными данными и проверку расчётных методов. В годовом отчёте МАГАТЭ за 2024 год эти

[51] OECD, Nuclear Energy Agency. Small Modular Reactors: Challenges and Opportunities. Указ. соч.

[52] Платформа по ММР и Инициатива по гармонизации и стандартизации в ядерной области (ИГСЯО) // Официальный сайт МАГАТЭ. URL: https://www.iaea.org/ru/uslugi/platforma-po-mmr-i-iniciativa-po-garmonizacii-i-standartizacii-v-yadernoy-oblasti-igsyao (дата обращения: 27.10.2026).

результаты обозначены как основа второго этапа Инициативы на 2025–2026 годы[53].

Использование общей технической базы может уменьшать объём повторной работы для регуляторов стран, впервые внедряющих атомную энергетику. Вместе с тем зарубежное заключение не заменяет проверки природных условий площадки, качества инфраструктуры и готовности оператора. Эффект гармонизации зависит от способности национального органа оценить применимость полученных материалов и принять самостоятельное решение. Поэтому участие в ИГСЯО должно сопровождаться подготовкой кадров и укреплением нормативной базы.

4.4. Школы малых модульных реакторов МАГАТЭ

МАГАТЭ использует школы ММР для подготовки представителей правительств, регулирующих органов и организаций, участвующих в развитии национальной ядерной инфраструктуры. Первая такая школа для африканских государств прошла в Кении в мае 2025 года. В ней участвовали представители Кении, Ганы, Нигера, Нигерии, Уганды и Замбии. Программа охватывала технологии, правовую основу, ядерную и физическую безопасность и гарантии нераспространения[54].

Региональная программа продолжилась в Таиланде в июле 2025 года: участники рассматривали планирование энергосистем, лицензирование, финансирование, обращение с отходами и аварийную готовность. В 2025 году школа состоялась и в Аргентине для представителей стран Латинской Америки и Карибского бассейна[55]. Таким образом, обучение связано с задачами

[53] Инициатива по гармонизации и стандартизации в ядерной области // Годовой отчет МАГАТЭ. URL: https://www.iaea.org/interactive/annual-report/2024/ru/in-focus/nuclear-harmonization-and-standardization-initiative-ru.html (дата обращения: 27.10.2026).

[54] Mustafaev J. IAEA Launches SMR School as Africa Looks to Nuclear Energy // International Atomic Energy Agency. — 13.05.2025. — URL: https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-launches-smr-school-as-africa-looks-to-nuclear-energy (дата обращения: 27.10.2026).

[55] IAEA Expands Global Initiative to Boost Knowledge of Small Modular Reactors // International Atomic Energy Agency. — 04.08.2025. — URL: https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-expands-global-initiative-to-boost-

государств Глобального Юга и охватывает подготовку решений о внедрении технологии, а не только устройство реактора.

В августе 2026 года Техническая академия «Росатома» совместно с МАГАТЭ организовала школу в Мурманске, в которой участвовали специалисты из стран Азии, Африки и Латинской Америки. Программа включала вопросы регулирования, кадровой подготовки и опыта малой атомной энергетики[56]. Для принимающих стран практическая ценность таких мероприятий состоит в формировании специалистов, способных оценивать предложения поставщиков и определять потребности национальной программы. Краткосрочные курсы при этом дополняют длительную профессиональную подготовку, необходимую для работы оператора и регулятора.

knowledge-of-small-modular-reactors (дата обращения: 27.10.2026); Fisher M. IAEA SMR School Concludes its First Year with Workshop in Argentina // International Atomic Energy Agency. — 03.10.2025. — URL: https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-smr-school-concludes-its-first-year-with-workshop-in-argentina (дата обращения: 27.10.2026).

[56] IAEA School on Small Modular Reactors starts in Murmansk // Rosatom Technical Academy. — 25.08.2026. — URL: https://rosatomtech.ru/en/media/news/iaea-school-on-small-modular-reactors-starts-in-murmansk/ (дата обращения: 27.10.2026).

Глава 5. Основные акторы

5.1. Российская Федерация

С 2020 года госкорпорация «Росатом» эксплуатирует ПАТЭС «Академик Ломоносов» с двумя реакторами КЛТ-40С. Опыт её работы позволяет оценивать применение малой атомной генерации в изолированной энергосистеме. Для потенциальных заказчиков на Глобальном Юге наличие действующей установки имеет значение при рассмотрении эксплуатационных характеристик, однако не снимает необходимости оценивать условия конкретной площадки и экспортного проекта.

В мае 2024 года был заключён контракт на сооружение АСММ в Джизакской области Узбекистана, первоначально предусматривавший шесть реакторов РИТМ-200Н по 55 МВт[57]. В 2025 году стороны согласовали новую конфигурацию: два малых энергоблока по 55 МВт и два блока большой мощности с реакторами ВВЭР-1000[58]. Этот пример показывает, что выбор ММР может сочетаться с развитием крупной атомной генерации и корректироваться под потребности национальной энергосистемы. Обсуждение сотрудничества с другими государствами необходимо отличать от заключённых контрактов на строительство.

Техническая академия «Росатома» развивает сотрудничество с МАГАТЭ, в том числе в области применения ММР; соответствующее соглашение было подписано в октябре 2024 года[59]. Сочетание поставки оборудования, обучения и последующего обслуживания формирует комплексное экспорт-

[57]Первые на экспорт: Росатом построит в Узбекистане АСММ // Росатом : информационный бюллетень. — 2024. — № 278. — URL: https://rosatomnewsletter.com/ru/2024/06/28/first-smrs-for-export/ (дата обращения: 23.10.2026).

[58]Первая АЭС: новая конфигурация // Росатом : информационный бюллетень. — 2025. — № 294. — URL: https://rosatomnewsletter.com/ru/2025/10/28/first-nuclear-plant-a-new-configuration/ (дата обращения: 26.10.2026).

[59]Техакадемия Росатома первой в мире станет работать с МАГАТЭ сразу по пяти направлениям. — Текст : электронный // ТАСС : [сайт]. — URL: https://tass.ru/ekonomika/22197797 (дата обращения: 14.10.2026).

ное предложение. Для государств Глобального Юга оно может облегчать организацию первого проекта, одновременно усиливая долгосрочную связь с поставщиком. Поэтому при согласовании условий важны объём подготовки местных специалистов, доступ к эксплуатационной документации и распределение обязательств на всём жизненном цикле станции.

5.2. Китайская Народная Республика

Китайская Народная Республика (далее – КНР) развивает несколько технологических направлений малой атомной энергетики, включая высокотемпературный газоохлаждаемый реактор «HTR-PM» и водо-водяной проект «ACP100» («Линлун-1»)[60]. Опыт национальных демонстрационных установок создаёт основу для продвижения китайских технологий за рубежом. Для потенциальных заказчиков на Глобальном Юге значение имеют степень готовности проекта, подтверждённые эксплуатационные характеристики и возможность адаптации к местной инфраструктуре. Вместе с тем демонстрация технологии внутри КНР не равнозначна её готовности к серийному экспорту.

Интерес стран Глобального Юга к китайским ММР связан с возможностью сочетать выработку электроэнергии с промышленным теплоснабжением и опреснением воды[61]. Пригодность таких решений зависит от типа реактора, спроса на тепло и воду и характеристик площадки. Для КНР экспорт расширяет рынок оборудования и долгосрочного обслуживания; для принимающего государства важны условия финансирования, передачи компетенций и поставок топлива. Поэтому оценка китайского предложения, как и предложений

[60] Nuclear Technology Review 2025 : report by the Director General / International Atomic Energy Agency. — Вена : МАГАТЭ, 2025. — 114 p. — (Общие сведения / Генеральная конференция ; GC(69)/INF/9). — Текст : электронный // Международное агентство по атомной энергии : официальный сайт. — URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc69-inf9.pdf (дата обращения: 21.10.2026).

[61] International Atomic Energy Agency. Small Modular Reactor Technology Catalogue: 2024 Edition. — 2-е изд. — Вена : МАГАТЭ, 2025. — Раздел ACP100. — URL: https://conferences.iaea.org/event/414/attachments/18654/34778/SMR_catalogue_2024.pdf (дата обращения: 27.10.2026).

других поставщиков, должна включать расходы и обязательства на всём жизненном цикле и возможности привлечения местных предприятий.

5.3. Соединенные Штаты Америки

Соединённые Штаты Америки (далее – США) поддерживают продвижение ММР через сочетание институциональной помощи и участия технологических компаний. Государственный департамент реализует программу создания базовой инфраструктуры для ответственного использования технологий ММР (FIRST), ориентированную на подготовку партнёров к принятию решений о мирной ядерной энергетике[62]. Министерство энергетики поддерживает развитие технологий и топливной базы. Для государств Глобального Юга такой подход создаёт возможности получить помощь на предпроектной стадии, одновременно формируя условия для последующего участия американских поставщиков.

Практическим примером стало соглашение Агентства США по торговле и развитию (USTDA) с таиландской «EGAT» в сентябре 2026 года о подготовке технико-экономического исследования применения американских ММР. Оно предусматривает оценку площадок, затрат и регулирующих процедур для предполагаемой мощности около 600 МВт[63]. Это подготовка инвестиционного решения, а не контракт на строительство. В более широком круге разработчиков представлены «NuScale Power», «X-energy», «Holtec» и «TerraPower». Для принимающих стран возможность сравнивать проекты полезна при выборе технологии, однако требует собственных специалистов и независимой оценки условий поставки. МАГАТЭ предоставляет нормы и

[62] Civil Nuclear and Clean Energy Initiatives // U.S. Department of State. URL: https://2021-2025.state.gov/civil-nuclear-and-clean-energy-initiatives/ (дата обращения: 21.10.2026).

[63] USTDA Supports Thailand's First Nuclear Energy Infrastructure Project // U.S. Trade and Development Agency. — 14.09.2026. — URL: https://ustda.gov/ustda-supports-thailands-first-nuclear-energy-infrastructure-project/ (дата обращения: 26.10.2026).

экспертную поддержку, а лицензирование остаётся компетенцией национального регулятора.

5.4. Разработки в других государствах

Помимо России, Китая и США, разработка ММР ведётся в странах Азии, Европы и Северной Америки. В Республике Корея развиваются проекты интегральных водо-водяных реакторов «SMART» и «i-SMR», последний предусматривает мощность 170 МВт на модуль[64]. В Европе активно ведется работа над реакторами на расплавах солей – датская компания «Copenhagen Atomics» разрабатывает модульную установку с использованием тория[65]. В Канаде к этому технологическому направлению относится проект «IMSR» компании «Terrestrial Energy Incorporated»[66], прошедший второй этап предварительной оценки канадским ядерным регулятором.

Международные соглашения создают возможности для последующего внедрения этих технологий на Глобальном Юге. Так, южнокорейская компания «Korea Hydro & Nuclear Power» (KHNP) заключила меморандум с таиландской «EGAT» 10 июня 2025 года[67], а в сентябре 2026 г. о сотрудничестве с «KHNP» сообщила промышленная компания «GPSC»[68]. В соответствии с этими проектами планируется развивать совместное изучение внедрения ММР и перспектив совместных инвестиций, организовывать обмен технической информацией и подготовку персонала. Европейское направление иллюстрирует

[64] Other SMRs // KEPCO Engineering & Construction. — URL: https://kepco-enc.com/menu.es?mid=a20202040200 (дата обращения: 22.10.2026).

[65] International Atomic Energy Agency. Small Modular Reactor Technology Catalogue: 2024 Edition. Указ. соч. С. 243–246.

[66] Canadian Nuclear Safety Commission. Executive summary: Phase 2 pre-licensing vendor design review — Terrestrial Energy Inc. — URL: https://www.cnsc-ccsn.gc.ca/eng/reactors/regulating-nuclear-reactors-power-plants/pre-licensing-vendor-design-review/terrestrial-energy-executive-summary/ (дата обращения: 22.10.2026).

[67] KHNP of South Korea and EGAT join hands to study SMR technology in support of clean energy transition // Electricity Generating Authority of Thailand. — 11.06.2025. — URL: https://www.egat.co.th/home/en/20250611e/ (дата обращения: 22.10.2026).

[68] GPSC joins forces with South Korea's nuclear giant KHNP to explore SMR technology development, advancing clean energy in Thailand // Global Power Synergy Public Company Limited. — 23.09.2026. — URL: https://www.gpscgroup.com/en/news/1822/gpsc-joins-forces-with-south-koreas-nuclear-giant-khnp-to-explore-smr-technology-development-advancing-clean-energy-in-thailand (дата обращения: 22.10.2026).

меморандум 2023 года о производстве низкоуглеродного аммиака в индонезийском Бонтанге с предполагаемым использованием реакторов Copenhagen Atomics[69]. Однако представленные соглашения не являются конкретными контрактами на сооружение реакторов и в большей степени отражают общие принципы сотрудничества и подготовку проектов.

Наряду с привлечением зарубежных партнеров отдельные государства Глобального Юга развивают собственные ММР. Примером может послужить Индия, где в рамках государственной программы по развитию атомной энергетики поставлена цель разработать и ввести в эксплуатацию не менее пяти установок национальной разработки к 2033 г. Центр атомных исследований имени Хоми Бабы (BARC) разрабатывает BSMR-200 электрической мощностью 220 МВт и SMR-55 электрической мощностью 55 МВт, для которых выбрана площадка в Тарапуре[70]. Собственные разработки существуют и в странах Латинской Америки - например, проект CAREM в Аргентине, предполагающий энергоснабжение удаленных территорий страны, промышленных предприятий и опреснение воды. Реактор сооружается вблизи комплекса Атуча (в данный момент работы приостановлены).[71]

Таким образом, круг участников разработки и внедрения ММР на Глобальном Юге расширяется и не ограничивается только Россией, США и Китаем. Однако достигнутые на данный момент результаты преимущественно связаны с подготовкой проектов и углублением исследований, в то время как

[69] Topsoe signs Memorandum of Understanding for ultra low emission ammonia project in Indonesia // Topsoe. — 2023. — URL: https://www.topsoe.com/news/topsoe-signs-memorandum-of-understanding-for-ultra-low-emission-ammonia-project-in-indonesia (дата обращения: 22.10.2026).

[70] Parliament Question: Nuclear Energy Mission & Bharat Small Modular Reactors // Press Information Bureau, Government of India. — 05.08.2026. — URL: https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2294814&lang=1&reg=1 (дата обращения: 22.10.2026).

[71] Pequeños reactores modulares (SMR) // Argentina.gob.ar : Comisión Nacional de Energía Atómica. — URL: https://www.argentina.gob.ar/cnea/carem (дата обращения: 22.10.2026).

переход к реальному строительству и эксплуатации остается лишь перспективой.

5.5. Противоречия интересов основных акторов

Каждое из ведущих государств отрасли имеет свои интересы в разработке и внедрении ММР. Для России продвижение данной технологии представляет возможность расширить экспортное предложение «Росатома» и закрепить позиции в новом сегменте атомной энергетики. В отчете корпорации продвижение атомных станций малой мощности прямо обозначено как важное и перспективное направление работы[72], а заключенный в 2024 году контракт с Узбекистаном стал первым выходом на зарубежный рынок с ММР[73]. Китай также ставит цель создания малых модульных реакторов для экспорта: в отчетности «China National Nuclear Power» проект ACP100 («Линлун-1») рассматривается как технология собственной разработки со значительным потенциалом мирового рынка[74]. Таким образом, два крупнейших поставщика атомных технологий имеют схожие цели, что может приводить к возникновению конкуренции за экспортные заказы даже при сохранении сотрудничества между государствами.

Американская политика направлена на постепенное сокращение зависимости от конкурирующих поставщиков. В январе 2026 года Министерство энергетики США объявило о контрактах на услуги обогащения общей стоимостью 2,7 млрд долларов, включая производство «HALEU» (низкообогащённый уран с повышенным содержанием урана-235, от 5 % до менее 20 %)[75], необхо-

[72] Отчёт о развитии бизнеса за 2024 год // Госкорпорация «Росатом». — 2025. — URL: https://report.rosatom.ru/go/rosatom/go_rosatom_2024/rosatom_2024_ru.pdf (дата обращения: 23.10.2026).

[73] Первые на экспорт: Росатом построит в Узбекистане АСММ. Указ. соч.

[74] China National Nuclear Power Co., Ltd. [Отчётный документ, содержащий описание проекта Linglong One]. — URL: https://www.cnnp.com.cn/cnnp/resource/cms/article/1279317/8dcaabb3d71a46c9bc0999033454951a/2025050716243222154.pdf (дата обращения: 23.10.2026).

[75] U.S. Department of Energy Awards $2.7 Billion to Restore American Uranium Enrichment // U.S. Department of Energy. — 05.01.2026. — URL: https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-awards-27-billion-restore-american-uranium-enrichment (дата обращения: 22.10.2026).

димого для части перспективных ММР. На фоне запрета импорта российского низкообогащенного урана в августе 2024 года[76] эти меры направлены на создание собственной производственной базы и сокращение потребности в российских поставках. Таким образом, здесь интерес США в независимом топливоснабжении расходится с коммерческим интересом российских поставщиков в сохранении рынка.

Принимающие государства, в свою очередь, заинтересованы не только в электроэнергии, но и в создании рабочих мест, освоении технологий и приемлемом уровне долгосрочных расходов. Эти цели далеко не всегда могут быть достигнуты покупкой готовых модулей у зарубежных поставщиков, так как при таком подходе у местных предприятий может быть меньше возможностей для производства[77]. Разработчики зачастую рассчитывают на стандартизированное заводское изготовление, а заказчики стремятся разместить часть работ внутри страны и задействовать местные компании и производителей[78]. Так, южноафриканская компания Necsa включила передачу интеллектуальной собственности, локализацию технологий и подготовку специалистов в критерии поиска партнёров для демонстрационного ММР[79]. Таким образом, развитие рынка ММР зависит как от конкуренции государств-поставщиков за экспортные заказы и позиции в топливных цепочках, так и от согласования их предложений с интересами принимающих стран.

[76] Biden-Harris Administration Enacts Law Banning Importation of Russian Uranium // U.S. Department of Energy. — 14.05.2024. — URL: https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-enacts-law-banning-importation-russian-uranium (дата обращения: 22.10.2026).

[77] Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power. — Вена : IAEA, 2024. — IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-3.1 (Rev. 2). — P. 103. — URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB2073_web.pdf (дата обращения: 23.10.2026).

[78] Там же. С. 103.

[79] Necsa seeks partners to develop small modular reactor technology in South Africa // Necsa. — 28.04.2026. — URL: https://www.necsa.co.za/2026/04/28/necsa-seeks-partners-to-develop-small-modular-reactor-technology-in-south-africa/ (дата обращения: 23.10.2026).

Заключение

ММР могут расширить доступ к надёжной энергии и помочь странам Глобального Юга снизить выбросы, однако не являются универсальным решением энергетических проблем. Модульная конструкция создаёт возможности для поэтапного наращивания мощности и энергоснабжения удалённых территорий, но экономический результат зависит от зрелости проекта, стоимости капитала, спроса и состояния инфраструктуры. При этом меньшие первоначальные вложения в отдельный объект необходимо отличать от затрат на единицу установленной мощности.

Долгосрочная устойчивость проекта определяется готовностью национального регулятора, наличием квалифицированного персонала и обеспеченностью обязательств по обращению с ОЯТ, другими отходами и выводу установки из эксплуатации. Международное сотрудничество может содействовать решению этих задач через экспертную поддержку, обучение и обмен результатами оценок. МАГАТЭ играет координирующую и методическую роль, тогда как ответственность за выбор технологии и организацию национальной программы сохраняется за принимающим государством.

Для дальнейшей дискуссии в комитете существенны вопросы о том, как распределять финансовые и технологические риски между поставщиком и заказчиком, каким образом использовать зарубежные экспертизы без ослабления национального надзора и какие механизмы обеспечат подготовку кадров и финансирование заключительных стадий жизненного цикла. Согласование этих условий позволит оценивать ММР исходя из реальных потребностей стран Глобального Юга и их возможностей поддерживать установку на протяжении всего срока эксплуатации.

Глоссарий

Ниже приведены рабочие определения основных терминов, используемых в докладе. Технические определения согласованы с терминологией МАГАТЭ, а финансовые и договорные термины раскрыты применительно к проектам атомной энергетики[80].

Активная система безопасности – система, в которой защитная функция выполняется с участием работающего оборудования, например насоса с электроприводом. Она может запускаться автоматически; обязательное участие оператора не является её определяющим признаком.

Атомная станция малой мощности (АСММ) – станция с ядерными установками небольшой единичной мощности. ММР могут использоваться в её составе, но понятия АСММ и ММР не полностью совпадают: первое обозначает станцию, второе – реактор и особенности его конструкции.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) – источники, использующие естественно возобновляемые потоки энергии, в том числе солнечное излучение, ветер и водные потоки. Солнечная и ветровая выработка изменяется в зависимости от природных условий.

Гарантии МАГАТЭ – система мер проверки выполнения государствами обязательств по мирному использованию ядерных материалов и технологий. Отличается от ядерной безопасности, направленной на предотвращение аварий и защиту от радиационных рисков.

Гармонизация регулирования – сближение подходов национальных органов надзора и организация сотрудничества, позволяющая использовать результаты зарубежных оценок. Не означает автоматического признания лицензии или передачи национальных полномочий международной организации.

[80] International Atomic Energy Agency. IAEA Nuclear Safety and Security Glossary. Указ. соч.; Glossary of Terms // IAEA Nuclear Contracting Toolkit. Указ. соч.

Глубокоэшелонированная защита – последовательное применение нескольких уровней защиты для предупреждения нарушений, предотвращения аварий и ограничения их последствий.

Глобальный Юг – условное социально-экономическое обозначение государств, многие из которых решают задачи расширения доступа к энергии, развития инфраструктуры и преодоления неравенства. Единого общепринятого географического перечня таких стран нет.

Государственно-частное партнёрство (ГЧП) – организация долгосрочного сотрудничества публичного и частного участников с распределением обязанностей и рисков. Конкретное юридическое содержание определяется законодательством государства.

Замкнутый ядерный топливный цикл – цикл, предусматривающий переработку ОЯТ и возвращение части извлечённых ядерных материалов в производство топлива. Не устраняет образования радиоактивных отходов и необходимости их безопасного захоронения.

ИГСЯО – Инициатива МАГАТЭ по гармонизации и стандартизации в ядерной области, объединяющая регулирующее и промышленное направления международного сотрудничества.

Изолированная энергосистема – электроэнергетическая система без соединения с более крупной сетью либо с ограниченными возможностями обмена мощностью. Требует собственного обеспечения баланса производства и потребления.

Капитальные затраты (CAPEX) – первоначальные вложения в создание объекта: проектирование, лицензирование, подготовку площадки, закупку оборудования и строительство. Общую сумму следует отличать от удельных капитальных затрат в расчёте на единицу установленной мощности.

Легководный реактор – реактор, в котором обычная вода используется как теплоноситель и замедлитель нейтронов. Термин характеризует технологию и не определяет мощность установки.

Лицензирование – процедура, в рамках которой уполномоченный национальный орган оценивает соответствие деятельности установленным требованиям и предоставляет разрешение на её осуществление.

Локализация – размещение части работ и производства в принимающей стране, включая участие её предприятий и подготовку местных специалистов. Объём локализации устанавливается условиями проекта.

Малый модульный реактор (ММР) – ядерный энергетический реактор электрической мощностью до 300 МВт на модуль, конструкция которого предусматривает модульное изготовление систем и компонентов с последующей доставкой и сборкой на площадке.

Микрореактор – разновидность малых реакторов с электрической мощностью, как правило, до 10 МВт. Выделяется по мощности и может использовать различные технологии и способы размещения.

Остаточное тепловыделение – выделение тепла при радиоактивном распаде продуктов деления и других радионуклидов после прекращения цепной реакции. Обусловливает необходимость охлаждать топливо и после остановки реактора.

Отработавшее ядерное топливо (ОЯТ) – ядерное топливо, облучённое в реакторе и выгруженное из него. Его дальнейшее обращение может предусматривать хранение, переработку или захоронение в зависимости от выбранной стратегии и законодательства.

Пассивная система безопасности – система, в которой защитная функция в значительной степени обеспечивается естественными физически-

ми процессами. Требования к включению, питанию отдельных элементов и продолжительности действия зависят от конструкции.

ПАТЭС – плавучая атомная теплоэлектростанция; ядерная энергетическая установка, размещённая на плавучем энергоблоке для производства электроэнергии и тепла.

Радиоактивные отходы (РАО) – материалы, содержащие радионуклиды выше установленных уровней, дальнейшее использование которых не предусматривается. Требуют обращения с учётом активности, состава и срока потенциальной опасности.

Референтность – наличие подтверждённого опыта создания и эксплуатации установки, оборудования или технического решения, используемого как основание для последующих проектов. Не тождественна экономии от серийного производства.

Серийность производства – повторное изготовление установок или компонентов по унифицированным проектным и технологическим решениям. Экономия от серийности зависит от числа заказов, накопления опыта и устойчивости цепочек поставок.

Физическая ядерная безопасность – предотвращение и выявление хищения, саботажа, несанкционированного доступа и иных злоумышленных действий в отношении ядерных материалов и установок, а также реагирование на такие действия.

Ядерная безопасность – достижение надлежащих условий эксплуатации, предотвращение аварий и смягчение их последствий для защиты работников, населения и окружающей среды от радиационных рисков.

BOO – модель «строительство – владение – эксплуатация»: инвестор финансирует, сооружает и эксплуатирует объект, сохраняя собственность и получая предусмотренную договором выручку.

HALEU – низкообогащённый уран с повышенным содержанием урана-235, от 5 % до менее 20 %, необходимый для части перспективных реакторных технологий. Не требуется для всех ММР.

© 2027 HSEMUN. All rights reserved.