**Критерии таксономии ЕС для проектов атомной энергетики. Технологии ВВЭР и инновационные разработки атомной отрасли**

В рамках анализа ESG-требований в отношении атомной энергетики в 2022 году Госкорпорация «Росатом» провела подробный анализ соответствия российских атомных технологий критериям, которые определены ДДА к Таксономии ЕС. Соответствие российских атомных технологий и проектов Таксономии ЕС подтверждается через следующие группы критериев: подтверждение минимального уровня выбросов парниковых газов, гарантия безопасности на этапе эксплуатации АЭС, стремление к замыканию ядерного топливного цикла, обеспечение безопасности обращения с РАО и вывода АЭС из эксплуатации.

[**Скачать отчет**](https://atommedia.online/wp-content/uploads/2023/11/otchet-kriterii-taksonomii-es-dlya-proektov-atomnoj-energetiki-1.pdf)

Таксономия ЕС является наиболее полным и эталонным перечнем требований в отношении зеленых проектов, поэтому на нее ориентируется большинство стран вне зависимости от географии, в том числе при формировании долгосрочных программ развития и стратегии энергоперехода. Включение атома в Таксономию ЕС является позитивным сигналом и имеет положительный репутационный эффект для атомной энергетики, потенциально увеличивает интерес к ядерным технологиям со стороны лиц, вовлеченных в разработку стратегий энергоперехода.

В феврале 2022 года в Дополнительном делегированном акте к Таксономии устойчивого финансирования ЕС (ДДА, Таксономия ЕС) опубликованы критерии для признания проектов в области атомной генерации в числе устойчивых (переходных) видов деятельности. В июле 2022 года, после многочисленных дискуссий данные критерии были подтверждены Советом Европы и Европарламентом, документ подлежит применению с 1 января 2023 года.

Переходный характер определяется ограниченным горизонтом применения ДДА. В Таксономии ЕС рассматривается следующая деятельность: сооружение АЭС (получение лицензии до 2045 г.), продление срока эксплуатации АЭС (получение лицензии до 2040 г.) и инновационные технологии (включая реакторы IV поколения). Установленные критерии можно условно разделить на общие технологические требования (ключевые для анализа), требования к конкретным проектам и требования к законодательству/инфраструктуре страны размещения (необходимо учитывать при оценке потенциальных проектов).

Для удобства анализа основные критерии для атомной энергетики можно распределить в четыре основные группы.

**Первая группа критериев ДДА Таксономии ЕС включает в себя подтверждение минимального уровня выбросов парниковых газов.** Требование по уровню выбросов парниковых газов не более 100 г СО2-экв./(кВт · ч) является универсальным для всех видов генерации электроэнергии в Таксономии ЕС и по умолчанию выполняется для атомной энергетики, прямые выбросы которой являются нулевыми, аналогично выбросам при генерации возобновляемых источников энергии.

В соответствии с отчетом Межправительственной группы экспертов по изменению климата ООН, уровень выбросов парниковых газов на жизненном цикле генерации в среднем составляет для атомной энергетики 12 г СО2-экв./(кВт · ч), для ветра — 11 г СО2-экв./(кВт · ч), для гидроэнергетики — 24 г СО2-экв./(кВт · ч), для солнца — 48 г СО2-экв./(кВт · ч). Для отдельных АЭС данные могут быть даже ниже (в том числе около 3 г СО2-экв./(кВт · ч) по расчетам EDF для АЭС во Франции). По итогам 2022 года Госкорпорацией «Росатом» проведен пилотный расчет выбросов парниковых газов в соответствии с международными методиками, а также проведена оценка углеродного следа атомной энергетики. Уровень выбросов парниковых газов на всем жизненном цикле АЭС по итогам оценки соответствует мировому.

**Вторая группа критериев** **ДДА Таксономии ЕС касается гарантирования безопасности на этапе эксплуатации АЭС**, включая устойчивость к внешним экстремальным воздействиям и минимизацию негативного воздействия АЭС на окружающую среду.

Критерии в части безопасной эксплуатации АЭС не являются принципиально новыми. Большая часть из них представлена в виде отсылок к действующим директивам Евросоюза, стандартам безопасности МАГАТЭ и WENRA. Современные технологии ВВЭР основаны на комбинации активных и пассивных систем безопасности, соответствуют стандартам безопасности МАГАТЭ, Клуба европейских эксплуатирующих организаций (Клуб EUR) и «постфукусимским» требованиям WENRA.

Международное сотрудничество играет важную роль для подтверждения безопасности существующих технологий и проектов Госкорпорации «Росатом». Российская Федерация регулярно принимает партнерские миссии МАГАТЭ по анализу эксплуатационной безопасности (ОСАРТ) и по рассмотрению технических вопросов безопасности (ТСР), имеет опыт участия в работе Клуба EUR и многонациональной программе оценки новых проектов АЭС на площадке Агентства по ядерной энергии ОЭСР. Российская Федерация регулярно представляет в МАГАТЭ национальные доклады о выполнении обязательств, вытекающих из ст. 5 Конвенции о ядерной безопасности 1994 г.

**Третья группа критериев ДДА Таксономии ЕС в части ЯТЦ предусматривает переход на толерантное топливо с 2025 года, а также стремление к замыканию ЯТЦ**, что включает задачу минимального образования РАО.

На сегодняшний день отсутствует общепризнанное определение толерантного топлива. Толерантным топливом принято называть ядерное топливо, устойчивое к авариям. Если опираться на базовое описание толерантного топлива, то Госкорпорация «Росатом» уже производит и поставляет таковое. Однако официального определения на международном рынке на текущий момент нет.

Основные разработки в области толерантного топлива в мире ведутся по трем направлениям: 1) покрытие таблеток топлива, 2) покрытие оболочек твэлов и 3) замена оксидного топлива на силицидное и/или нитридное. Эксперты сходятся во мнении, что выход на полноценное использование любого из этих решений к 2025 году невыполним. Также каждый из трех вариантов требует дополнительной проработки вопросов бэкенда, иначе отсутствуют гарантии «непричинения существенного вреда» (*do no significant harm*) на этапе обращения с ОЯТ.

Конкретных критериев толерантного топлива в ДДА Таксономии ЕС не закреплено, в том числе отсутствует четкая процедура признания топлива толерантным. По аналогии с любым изменением параметров ядерного топлива, по всей видимости, такое признание должно осуществляться через процедуру сертификации (лицензирования) национальным регулирующим органом.

В части критериев ДДА Таксономии ЕС в области замыкания ЯТЦ имеются определенные трудности с трактовкой, что связано с размытостью определений ОЯТ и РАО. Так, в части стран — членов Евросоюза ОЯТ считается ресурсом, что, соответственно, предполагает возможность его переработки. В ряде стран, в силу отсутствия технологий переработки, ОЯТ квалифицируется в качестве РАО и подлежит исключительно хранению. То есть действующие нормативные документы ЕС допускают отнесение ОЯТ как к рециклируемым продуктам, так и к РАО, что затрудняет применение положений ДДА Таксономии ЕС. Российское регулирование, в силу наличия у Госкорпорации «Росатом» технологий переработки ОЯТ, однозначно квалифицирует ОЯТ как ресурс, что по смыслу соотносится с требованием ДДА Таксономии ЕС о стремлении к переходу к экономике замкнутого цикла.

Концепция «Сбалансированный ЯТЦ» (СбЯТЦ), которую предлагает Госкорпорация «Росатом», объединяет в настоящее время продукты и решения, направленные на замыкание топливного цикла легководных реакторов. Госкорпорация «Росатом» достигает целей СбЯТЦ путем включения в ЯТЦ реакторов нового, IV, поколения, на быстрых нейтронах, наряду с традиционными реакторами на тепловых нейтронах. СбЯТЦ представляет собой сочетание четырех основных составляющих: переработка ОЯТ с фракционированием ВАО; системы длительного хранения ОЯТ и ВАО; уран-плутониевое топливо; дожигание минорных актинидов в быстрых реакторах. Переход на двухкомпонентную атомную энергетику позволит повысить эффективность использования уранового сырья и минимизировать образование РАО.

Также Госкорпорация «Росатом» уделяет серьезное внимание развитию технологий полного замыкания ЯТЦ, в том числе разработке всех элементов необходимой для этого инфраструктуры. Начата реализация проекта «Прорыв».

**Четвертая группа критериев ДДА Таксономии ЕС касается заключительной стадии ЯТЦ** ипредусматривает наличие необходимой системы — процессов, компетенций, технологий — для безопасного обращения с РАО и вывода АЭС из эксплуатации. Большая часть критериев относится в основном к национальной инфраструктуре, то есть инфраструктуре страны — заказчика проекта АЭС, включая требования по формированию финансовых резервов для эффективного вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии и обращения с РАО.

Обращение с РАО имеет два вектора — минимальное образование РАО и безопасное обращение с РАО. Критерий, устанавливающий минимальное образование РАО при использовании наилучших доступных технологий, выделяется ДДА Таксономии ЕС отдельно и таким образом стимулирует переход к замкнутому ЯТЦ. Госкорпорация «Росатом» развивает технологии по замыканию ЯТЦ, что позволяет минимизировать образование РАО посредством переработки и дальнейшего использования ОЯТ. В России государство признает себя собственником накопленных РАО и тем самым свою исключительную ответственность, включая финансовую, за дальнейшее обращение с такими отходами. Отдельным направлением работ является снижение опасности РАО.

Соответствие критерию ДДА Таксономии ЕС по безопасному обращению с РАО в стране требует создания национальной комплексной системы, включая соответствующее регулирование. Система обращения с РАО в Российской Федерации учитывает как традиционные требования к безопасности обращения с РАО, так и сформулированные в критериях ДДА Таксономии ЕС условия финансовой устойчивости, минимизации количества РАО, направляемых на захоронение, технического обеспечения. Российская система обращения с РАО может служить примером для формирования такой инфраструктуры в странах, только приступающих к развитию атомной энергетики, при должном масштабе атомной генерации и образования РАО.

В современной практике при запуске проекта сооружения АЭС в стране, не имевшей ранее опыта эксплуатации АЭС, в рамках подготовки к реализации проекта поставщик технологий может оказывать услуги по формированию национальной ядерной инфраструктуры, в том числе предлагать рекомендации по организации фондов на обращение с ОЯТ и РАО, а также на вывод АЭС из эксплуатации, с описанием принципов наполнения этих фондов, структуры фондов и проектами соответствующих законодательных актов. Такое содействие оказывает МАГАТЭ, а также Госкорпорация «Росатом». Кроме того, Госкорпорация «Росатом» может организовать для заказчика вывоз и переработку ОЯТ на основании международных договоров (последнее в явном виде не отражено в ДДА Таксономии ЕС).

В части захоронения РАО Госкорпорация «Росатом» реализует проект по разработке типового «пункта окончательного захоронения радиоактивных отходов» (ПЗРО), который обеспечивает безопасное захоронение всех РАО 3-го и 4-го классов, образовавшихся в результате работы АЭС: как эксплуатационных РАО, так и РАО от переработки ОЯТ и РАО от вывода АЭС из эксплуатации. ПЗРО формируется на базе типовых решений по устройству и оборудованию с учетом результатов научных исследований. ПЗРО формируется на базе типовых решений по устройству и оборудованию с учетом результатов научных исследований. Основные технические решения систем и средств, обеспечивающих радиационную безопасность при захоронении РАО, базируются на мультибарьерной концепции, включающей инженерные, физические и геологические барьеры. Зарубежные компании выражали заинтересованность в участии в разработке проекта ПЗРО.

**Выводы**

Можно утверждать, что существующие технологические решения Госкорпорации «Росатом» в области атомной энергетики в целом отвечают зеленым критериям и общей логике требований к безопасности и надежности технологических решений.

В ДДА Таксономии ЕС значительное количество требований носит общий характер, иногда они весьма расплывчаты и могут интерпретироваться по-разному. ДДА содержит мало оцифрованных критериев, что снижает прозрачность при проведении оценки. Соответствие отдельным требованиям зависит от площадки расположения АЭС, поэтому невозможно однозначно подтвердить соответствие им технологий без привязки к конкретному проекту и географии. Большое количество требований Директив ЕС относится к законодательству/инфраструктуре страны размещения АЭС, поэтому напрямую не зависит от компетенций и технологий вендора.

Реализуемость отдельных критериев Таксономии ЕС остается под вопросом. Возможно, более конкретные требования будут закреплены в национальных законодательных актах, которые должны быть разработаны регулирующими органами стран — членов ЕС на основе Таксономии ЕС.

Таким образом, представляется крайне важным не только изучить требования, содержащиеся в текущей версии ДДА Таксономии ЕС, но и обеспечить мониторинг внесения дополнений или изменений в Таксономию ЕС, а также законотворческих инициатив в странах — членах ЕС.