

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КРИПТОВАЛЮТНОГО МАЙНИНГА: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В.А. Мальцев, магистрант
Вятский государственный университет
(Россия, г. Киров)

DOI:10.24412/2500-1000-2025-2-3-231-237

***Аннотация.** Криптовалютный майнинг вызывает значительные экологические риски, включая высокое энергопотребление, зависимость от ископаемого топлива и образование электронных отходов. Исследование предлагает меры по их снижению: внедрение квот на выбросы углекислого газа, энергоэффективные технологии, «зеленый майнинг» и переработка отходов. Особое внимание уделено переходу на менее энергоемкие алгоритмы и прозрачности майнинговой деятельности. Комплексное регулирование минимизирует вредное воздействие и обеспечивает устойчивую интеграцию майнинга в цифровую экономику.*

***Ключевые слова:** криптовалютный майнинг, экологические риски, зеленый майнинг, энергоэффективность, электронные отходы, правовое регулирование.*

Криптовалютный майнинг выступает в качестве неотъемлемого компонента современного цифрового пространства и считается одним из определяющих факторов в развитии цифровой экономики. В соответствии с Федеральным законом от 08.08.2024 № 221-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», данная деятельность представляет собой осуществление вычислений математического характера с использованием технических и программно-аппаратных средств в целях внесения записей в информационную систему, которая базируется на технологии распределенного реестра. Основными задачами майнинга являются эмиссия цифровой валюты или получение вознаграждения за подтверждение соответствующих записей в системе, что делает эту деятельность важной составляющей функционирования блокчейн-систем и общего развития цифровой экономики.

Майнинг обеспечивает работоспособность децентрализованных финансовых решений, например блокчейна, в рамках которого пользователи могут совершать безопасные и прозрачные транзакции без участия посреднических структур. Усиление роли и популяризации криптовалютного майнинга в последние годы во многом объясняется растущим интересом к криптовалютам как активам, пригодным для инвестиций, применения в платежной сфере и хранения сведений. Показательным примером масштабной интеграции крип-

товалют служит Сальвадор, который первым в мире признал Bitcoin полноценным платежным средством для стимулирования экономического развития и притока туристов; данная практика подчеркивает значимость майнинга при формировании инновационных финансовых подходов.

Несмотря на положительный вклад в экономику и технологические преимущества, майнинг сопряжен со значимыми экологическими проблемами, требующими глубокого анализа и создания действенных правовых инструментов для их решения. Особую остроту здесь приобретает вопрос об углеродном следе, возникающем по причине использования ископаемого топлива. Исходя из данных проведенных исследований, порядка двух третей затрачиваемой в майнинге электроэнергии обеспечивается за счет угля и других невозобновляемых источников [1]. Подобная структура энергопотребления вызывает существенные объемы выбросов CO₂, которые влекут за собой значительные экологические риски глобального масштаба. По оценкам экспертов, сохранение нынешних тенденций способно привести к росту выбросов от майнинга, формирующих вклад в повышение средних температур более чем на 2°C, что может угрожать устойчивому развитию мирового сообщества [2].

Обстановка усложняется и тем, что короткий срок эксплуатации оборудования, используемого в майнинге, ведет к стремительному

накоплению электронных отходов. Устаревшие приборы нередко содержат токсичные компоненты (свинец, ртуть и пр.), при неправильной утилизации которых возрастает риск негативного воздействия на окружающую среду и здоровье людей [3]. Эти факторы еще более актуализируют необходимость в действенных правовых мерах, направленных на снижение экологических угроз, связанных с криптовалютным майнингом.

Существенный уровень энергопотребления, свойственный майнингу, особенно заметен в его влиянии на климат. Например, в 2022 году только одна криптовалюта Bitcoin потребляла такое количество электроэнергии, которое сопоставимо с национальным энергопотреблением Аргентины и Нидерландов. Практика в США свидетельствует о том, что большая доля майнинговых операций осуществляется за счет угольных и газовых электростанций, повышая выбросы CO₂. В ряде штатов, включая Техас, майнинговые фермы порой снова запускают угольные станции, ранее остановленные по причине нерентабельности. Исследования также показывают, что добыча биткоина в Соединенных Штатах влечет выбросы, сопоставимые с показателями от миллионов автомобилей, а с середины 2021 по 2022 год инфраструктура биткоина сгенерировала углеродный след на уровне 27,4 млн тонн в CO₂-эквиваленте [4]. Данный показатель в три раза превышает объем выбросов крупнейшей угольной электростанции в стране, что способствует росту углеродного следа рассматриваемых регионов и усиливает требования экологических организаций к ужесточению регулирования [1].

В Китае, до введения в 2021 году формального запрета на майнинг, около 65% операций по добыче криптовалюты основывалось на использовании энергии, вырабатываемой угольными электростанциями, что формировало низкие затраты для предприятий, но заметно усугубляло углеродную нагрузку на среду. Значительная доля майнинговых ферм была сосредоточена в регионах с дешевыми энергоресурсами, в том числе основанными на угле, что позволяло снижать издержки и одновременно повышать уровень CO₂-выбросов. В соответствии с результатами ряда исследований [5] предполагалось, что при отсутствии корректирующих мер к 2024 году

выбросы CO₂ от добычи биткоина в Китае достигли бы приблизительно 130 млн тонн, что приравнивалось бы к показателям выбросов средней европейской страны [2].

Россия не остается в стороне от мирового рынка криптовалют и активно участвует в майнинге, применяя как традиционные, так и возобновляемые источники энергии. Существуют субъекты федерации, например Иркутская область, где накоплено значительное количество гидроэлектроэнергии, что делает процессы майнинга экономически оправданными. При этом сохраняется проблема увеличения выбросов в тех случаях, когда используется электроэнергия, вырабатываемая из угля [3].

Криптовалютный майнинг во многом обуславливает возникновение значительных объемов электронных отходов, что в настоящее время рассматривается как одна из наиболее существенных экологических проблем данной отрасли. Основопологающим фактором служит сокращенный период использования оборудования, предназначенного для высокоинтенсивных вычислительных операций [6]. Майнеры, стремясь повысить собственную производительность и увеличить вероятность получения вознаграждения, вынуждены регулярно обновлять устаревшие устройства, заменяя их более мощными и энергоэффективными образцами. По данным отдельных исследований, средний срок эксплуатации майнинговых установок варьируется в пределах от 1,5 до 2 лет, после чего такие агрегаты оказываются непригодными к дальнейшему использованию.

Постоянная ротация и обновление вычислительного оборудования влечет за собой быстрый рост количества электронных отходов. В частности, выбывшие из эксплуатации графические процессоры (GPU), специализированные интегральные схемы (ASIC), блоки питания и иные компоненты включают в свой состав токсичные вещества (свинец, ртуть, кадмий). При нарушении требований к утилизации подобные материалы могут проникать в почву, грунтовые воды и атмосферу, создавая серьезную угрозу для экосистем и человеческого здоровья. Кроме того, увеличение масштабов электронных отходов, генерируемых майнинговым сектором, усиливает существующие сложности, связанные с процессом пе-

переработки, так как далеко не все технические элементы легко поддаются вторичной обработке. К примеру, редкоземельные металлы, широко используемые в компонентах для майнинга, зачастую требуют дорогостоящих технологий извлечения, которые нередко оказываются нерентабельными на практике.

В Российской Федерации в последние годы формируется комплекс мер, преследующих цель совершенствования законодательства в сфере обращения с электронными отходами, включая те, что образуются вследствие криптовалютного майнинга. Важность данных инициатив объясняется необходимостью смягчения воздействия индустрии на окружающую среду и развития более ответственного отношения участников рынка к вопросам утилизации. С 1 сентября 2023 года в действие вступили новые правила по утилизации отходов электронного и электрического оборудования (ОЭЭО), закрепленные приказом Минприроды РФ № 173. Они предусматривают, что не менее 85% от общего объема утилизируемой электроники должно быть переработано во вторичное сырье. Этот показатель значительно превышает ранее действующие нормативы и направлен на повышение эффективности переработки, а также на сокращение доли захоронения отходов [7].

Новые требования к предприятиям, специализирующимся на утилизации ОЭЭО, обязывают их иметь соответствующие производственные мощности и систему весового контроля, позволяющую обеспечить точный учет массы поступающих и перерабатываемых отходов. Если ранее утилизаторам было достаточно наличия лицензии, то с введением новых правил значительно возрастает уровень прозрачности и результативности процессов переработки, поскольку фиксируется реальный объем возвращаемых во вторичный оборот материалов. Тем не менее, показатели переработки электронных отходов в России, согласно имеющейся статистике, пока остаются на уровне около 5% от общего годового объема, достигающего 1,5 млн тонн. Подобная ситуация указывает на необходимость дальнейшего наращивания технологической инфраструктуры утилизации и укрепления информационной работы среди населения, а также внедрения дополнительных стимулирующих мер для участников рынка.

Возможно, целесообразным станет расширение программы экономических стимулов для производителей и потребителей электронного оборудования с учетом концепций расширенной ответственности производителей (Extended Producer Responsibility, EPR). Данные меры позволят частично компенсировать затраты на переработку и повысить экономическую привлекательность данных процессов. В условиях стремительного развития рынка криптовалют и сопровождающего его майнинга подобные инициативы способны повысить уровень экологической безопасности и одновременно способствовать формированию комплексного подхода к обращению с электронными отходами. Это будет способствовать уменьшению антропогенной нагрузки на природу и укреплению позиций РФ в сфере высокотехнологичного и экологически ответственного производства.

Российская Федерация продолжает активно совершенствовать правовые нормы в сфере криптовалютного майнинга, руководствуясь необходимостью минимизировать его неблагоприятное воздействие на окружающую среду и энергосистему. В этой связи Федеральный закон от 08.08.2024 № 221-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» закрепил комплекс мероприятий, способствующих более строгому контролю за потреблением энергоресурсов, организацией процессов майнинга и обращением электронных отходов. Указанные положения тесно связаны с ранее установленными в правовом поле нормами по утилизации отходов электронного и электрического оборудования (ОЭЭО), формируя тем самым экологически ориентированный регулятивный каркас.

Одним из центральных вопросов, решаемых данным законом, выступает высокая энергоемкость криптовалютного майнинга. Федеральный закон № 221-ФЗ, в частности, регламентирует порядок технологического присоединения оборудования, применяемого в добыче криптовалют. Если энергопринимающие устройства эксплуатируются без регистрации в государственном реестре операторов майнинг-инфраструктуры или с нарушением установленных законодательством требований, они могут быть отключены согласно решению суда. Благодаря этому до-

стигается двойкий эффект: во-первых, снижается общее энергопотребление в субъектах Федерации, где наблюдается нехватка электрических мощностей, а во-вторых, уменьшается углеродный след отрасли за счет рационализации масштабов майнинга и более эффективного использования электроэнергии.

Согласно статье 3 закона, все лица, задействованные в майнинговой деятельности, включая операторов инфраструктуры, подлежат обязательному внесению в государственные реестры. Такие субъекты должны соответствовать требованиям лицензирования и предоставлять отчеты об объемах электроэнергии, которые они фактически потребляют. Эта система отчетности упрощает контроль исполнения экологических норм и производственных регламентов, а также способствует повышению прозрачности в части утилизации старого оборудования, жизненный цикл которого в условиях активной добычи криптовалют быстро исчерпывается.

В дополнение к этим мерам, Правительству РФ предоставлены полномочия накладывать ограничения на майнинг в отдельных регионах страны. Причинами для таких запретов могут выступать как недостаток энергоресурсов, так и существенные экологические факторы, например высокие показатели выбросов углекислого газа. Реализация подобных шагов напрямую способствует выполнению национальных климатических обязательств и защите особо уязвимых экосистем, подвергающихся нагрузкам со стороны высокоэнергос затратных производственных процессов.

Одной из норм, предусмотренных законом, стало запрещение юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям совмещать деятельность по добыче криптовалют с производством, продажей или передачей электроэнергии. Тем самым устраняется риск недобросовестного использования энергосистемы в коммерческих интересах, что в свою очередь способствует ее устойчивому функционированию и снижает вероятность перегрузок.

Законодатель также ввел в правовой оборот понятия «майнинг-пул» и «оператор майнинг-пула», придав им особый статус, позволяющий регулировать деятельность совместных форм добычи криптовалют. Операторы пулов, в соответствии с данными нормами, обязаны соблюдать требования законодательства и

предоставлять информацию о составе и деятельности своих участников. Это позволяет осуществлять контроль над использованием электроэнергии и ресурсов, а также следить за тем, чтобы экологические нормативы, в том числе связанные с обращением электронных отходов, не нарушались.

Регулирование криптовалютного майнинга по Федеральному закону № 221-ФЗ тесно сопряжено с вопросами, касающимися переработки и утилизации электронного оборудования, эксплуатируемого при добыче криптовалют. Благодаря комплексному контролю за майнинговыми устройствами и их регистрации в государственных реестрах удастся избежать неконтролируемого роста количества электронных отходов. Более того, предусмотренная законом отчетность об используемой аппаратуре помогает своевременно выявлять объемы морально устаревшего оборудования, которое подлежит утилизации в соответствии с существующими нормами об отходах электронного и электрического оборудования (ОЭЭО). Подобная система способствует более ответственному управлению отходами, одновременному соблюдению экологических требований и формированию основ для дальнейшего экологически устойчивого развития майнинговой отрасли.

Федеральный закон от 08.08.2024 г. № 221-ФЗ сформировал основы экологически устойчивого регулирования криптовалютного майнинга в Российской Федерации, сосредоточив внимание на мерах по контролю энергопотребления, организации майнинговой инфраструктуры и управлению электронными отходами. Эти положения направлены на снижение неблагоприятного антропогенного воздействия на окружающую среду и способствуют созданию экологически ответственного цифрового сектора.

С целью совершенствования правовых норм в данной сфере выдвигается комплекс предложений, ориентированных на минимизацию негативного влияния майнинга на экологические системы. Прежде всего, предлагается установить экологические стандарты, включая квоты на выбросы углекислого газа, которые будут ограничивать уровень влияния крупных майнинговых предприятий на климат. Если предприятие превышает допустимые нормы, оно должно будет вносить эколо-

гический налог, дополнительно стимулирующий снижение выбросов. К этому же направлению относится разработка минимальных требований к энергоэффективности всего оборудования, используемого в процессе майнинга, чтобы исключить эксплуатацию устаревших и неэффективных систем.

Отдельное внимание уделяется идее «зеленого майнинга». Его поощрение возможно через налоговые льготы для организаций, применяющих возобновляемые ресурсы (например, солнечную, ветровую или гидро-энергию) либо альтернативные решения, такие как попутный нефтяной газ. Государственные субсидии при внедрении технологий, повышающих эффективность использования энергии и снижающих углеродный след, способны стать стимулирующим фактором. При этом субсидирование предлагается проводить на конкурсной основе, учитывая конкретную эффективность заявляемых проектов.

Аспект обращения с электронными отходами в рамках экологически ориентированного законодательства выступает не менее значимым. Предполагается обязательная утилизация уже не актуального оборудования силами лицензированных организаций, работающих под государственным контролем. При этом целесообразно сформировать единый реестр соответствующих предприятий, доступный широкому кругу заинтересованных лиц. Дополнительным механизмом стимулирования может быть депозитная система, подразумевающая возврат части стоимости устройства после его сдачи на утилизацию.

Переход на алгоритмы, не требующие столь высокого уровня энергозатрат, представляется одним из ключевых способов уменьшить общее потребление энергии и снизить объем выбросов парниковых газов. Для поощрения подобного технического изменения могут предоставляться государственные гранты на обновление оборудования и программного обеспечения, а также организовываться экспериментальные зоны, где тестируются новые алгоритмы и методики. Имеет смысл публиковать результаты подобных опытных проектов в открытом формате, чтобы способствовать обмену наработками и повышать прозрачность отрасли.

Крайне важную роль играет также организация регулярного мониторинга и прозрачной отчетности во всей цепочке деятельности майнинговых компаний. Предполагается, что субъекты отрасли будут ежегодно публиковать информацию о масштабах потребляемой энергии, величине выбросов CO₂ и структуре используемых энергетических источников. С этой целью может быть создана государственная информационная платформа, постоянно обновляющаяся и предоставляющая надзорным органам, а также общественности, доступ к наиболее актуальным данным.

Таким образом, реализация указанных мер позволяет обеспечить комплексный подход к охране окружающей среды при стремительном развитии отрасли криптовалютного майнинга. Одновременно создаются необходимые условия для гармонизации интересов экономических агентов с задачами устойчивого развития и сохранения природных ресурсов.

Международное сотрудничество является ключевым аспектом неотъемлемым условием совершенствования законодательства в рассматриваемой области выступает приведение экологических стандартов майнинга в соответствие с международными соглашениями, среди которых особую роль играет Парижское соглашение по климату. Российская Федерация может активно участвовать в международных программах, направленных на разработку и внедрение экологически нейтральных технологий, а также в привлечении инвестиций в инициативы «зеленого майнинга». Подобные мероприятия содействуют обмену знаниями и внедрению передовых технологий, минимизируя негативное влияние майнинга на окружающую среду.

Реализация перечисленных мер способствует созданию целостного подхода к экологически ориентированному регулированию криптовалютного майнинга, содействуя как уменьшению антропогенной нагрузки на природу, так и развитию данного сектора в контексте устойчивой цифровой экономики.

Проведенный анализ показывает, что майнинг, являясь существенным элементом цифровой экономики, порождает серьезные вызовы в области экологической устойчивости. Высокое потребление энергии, зависимость от ископаемого топлива, возникающие большие объемы электронных отходов и недоста-

точная прозрачность деятельности указывают на необходимость внедрения комплексных регуляторных мер.

В первую очередь необходимо сформировать действенную систему экологических норм, предусматривающих квотирование выбросов CO₂ и жесткие требования к энергоэффективности оборудования. Механизмы поощрения использования возобновляемых источников энергии, а также льготное налогообложение и субсидирование «зеленого майнинга» создают условия для развития устойчивых практик в данной отрасли. В сфере управления электронными отходами целесообразно формировать единые реестры, обеспечивать обязательную переработку отслуживших устройств и применять депозитные инструменты, что позволит сократить общий уровень загрязнения окружающей среды.

Важно также стимулировать переход на менее энергозатратные алгоритмы (например, Proof-of-Stake) и развивать экспериментальные площадки, способствующие повышению энергоэффективности отрасли. Неотъемлемой

частью комплексного подхода является мониторинг и обеспечение прозрачности деятельности майнинговых компаний, включающее открытый доступ к данным о потреблении энергии и выбросах углекислого газа. Одновременно международное сотрудничество и гармонизация национальных экологических стандартов с международными нормами укрепляют позиции России в глобальной экологической повестке.

Таким образом, последовательное внедрение данных мер позволит свести к минимуму экологические риски, связанные с криптовалютным майнингом, и интегрировать его в формат устойчивой цифровой экономики. Достижение баланса между экономической эффективностью данной индустрии и требованием сохранения природы в условиях глобального климатического кризиса возможно лишь при условии комплексного регулирования, совершенствования технологических решений и активного продвижения экологически ориентированной деятельности.

Библиографический список

1. Finney B.R. Win-Win Environmental Regulations for Crypto Mining // *Journal of Environmental Policy*. – 2023. – Vol. 15, № 3. – P. 210-225.
2. Wiwoho J., et al. Cryptocurrency Mining Policy to Protect the Environment // *Environmental Research Letters*. – 2024. – Vol. 19, № 1. – P. 015003.
3. Хаванова И.А. Зеленый майнинг криптовалюты: экономико-правовые возможности и риски // *Журнал экологического права*. – 2023. – № 2. – С. 45-58.
4. de Vries A., Gellersdörfer U., Klaaßen L., Stoll C. Revisiting Bitcoin's Carbon Footprint // *Joule*. 2022. – Vol. 6, № 3. – P. 498-502. DOI: 10.1016/j.joule.2022.02.005.
5. Ученые подсчитали, что майнинг биткоинов в Китае скоро будет производить больше выбросов углерода, чем вся Чехия // *TechInsider*. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.techinsider.ru/science/news-687593-uchenye-podschitali-chto-mayning-bitkoynov-v-kitae-skoro-budet-proizvodit-bolshe-vybrosov-ugleroda-chem-vsya-chehiya/>.
6. Румянцев И.А. Блокчейн и право // *Право в сфере Интернета: сборник статей*. – М.: Статут, 2018. – 528 с.
7. Cost of Crypto: Report Says US Bitcoin as Dirty as 6 Million Cars // *Eco-Business*. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eco-business.com/news/cost-of-crypto-report-says-us-bitcoin-as-dirty-as-6-million-cars/>.

ENVIRONMENTAL RISKS AND LEGAL REGULATION OF CRYPTOCURRENCY MINING: CHALLENGES AND PROSPECTS

V.A. Maltsev, *Graduate Student*
Vyatka State University
(Russia, Kirov)

Abstract. *Cryptocurrency mining poses significant environmental risks, including high energy consumption, reliance on fossil fuels, and electronic waste. This study proposes solutions such as carbon emission quotas, energy-efficient technologies, green mining, and waste recycling. Focus is placed on transitioning to less energy-intensive algorithms and enhancing transparency. Comprehensive regulation minimizes environmental impact and ensures mining's sustainable integration into the digital economy.*

Keywords: *cryptocurrency mining, environmental risks, green mining, energy efficiency, electronic waste, legal regulation.*