

Научная статья
УДК 519.862.6
EDN LDFDON
DOI 10.17150/2713-1734.2024.6(4).401-413



З.В. Архипова

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

А.В. Сорокин

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

С.В. Шашков

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Концепция системы поддержки принятия решений по выявлению серого майнинга

Аннотация. Рассмотрена проблема выявления серого майнинга. Актуальность данной темы связана с тем, что нелегальный майнинг наносит не только финансовый ущерб, но и влияет на энергетическую безопасность региона, вызывая нарушения энергоснабжения, повреждение энергетической инфраструктуры, пожары. Следовательно, совершенствование и повышение эффективности методов борьбы с серым майнингом представляет актуальную задачу. Одним из таких методов является применение современных цифровых технологий. Проведен анализ методов борьбы с серым майнингом в России и мире. На основе проведенного исследования и экспертных оценок были сформулированы признаки применения серого майнинга. Оценки экспертов показали высокую степень согласованности. Наибольший вес получили такие признаки как, промышленная мощность потребления в частном секторе или жилых помещениях, стабильно высокое потребление электроэнергии днем и ночью, существенное изменение общедомовых расходов на электроэнергию (в случае размещения в нежилых помещениях многоквартирного дома), существенное изменение динамики потребления электроэнергии в сторону увеличения, результаты предыдущих проверок дали положительный результат. Наименьший вес получили признаки: наличие повышенного уровня шума и вибрации от работы майнингового оборудования, низкое потребление электроэнергии при высоком уровне выделения тепла (замер температуры); наличие признаков по результатам аэро и фото съемки.

Предложена методика формирования проверки подозрительных объектов на основе предложенных показателей. Предложена концепция системы поддержки принятия решений по выявлению серого майнинга.

Ключевые слова. Серый майнинг, противодействие серому майнингу, признаки серого майнинга, методика выявления серого майнинга, система поддержки принятия решений.

Информация о статье. Дата поступления: 10 декабря 2024; дата принятия к публикации: 16 декабря 2024 г.; дата онлайн-размещения: 24 декабря 2024 г.

Z.V. Arkhipova*Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation***A.V. Sorokin***Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation***S.V. Shashkov***Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation*

The Concept of a Decision Support System for Detecting Gray Mining

Abstract. The problem of identifying gray mining is considered. The relevance of this topic is connected with the fact that illegal mining causes not only financial damage, but also affects the energy security of the region, causing power supply disruptions, damage to energy infrastructure, fires. Therefore, improving and increasing the effectiveness of methods to combat gray mining is an urgent task. One of such methods is the use of modern digital technologies. The analysis of methods of combating gray mining in Russia and the world is carried out. Based on the conducted research and expert assessments, the signs of gray mining were formed. The experts' assessments showed a high degree of consistency. The greatest weight was given to such signs as: industrial power consumption in the private sector or residential premises, stable high electricity consumption during the day and night, a significant change in the general household electricity costs (in the case of placement in non-residential premises of an apartment building), a significant change in the dynamics of electricity consumption in the direction of increase, the results of previous inspections gave a positive result. The least weight was given to the following signs: presence of an increased level of noise and vibration from the operation of mining equipment, low electricity consumption with a high level of heat generation (temperature measurement); presence of signs based on the results of aerial and photo survey. The methodology of formation of the check of suspicious objects on the basis of the proposed indicators is offered. The concept of the decision support system for the detection of gray mining is proposed.

Keywords. Gray mining, counteraction to gray mining, signs of gray mining, methodology for identifying gray mining, decision support system.

Article info. Received 10 December, 2024; Accepted 16 December, 2024; Available online 24 December, 2024.

Совершенствование процесса выявления серого майнинга в Иркутской области, как и в других регионах, является важной задачей.

Начиная с 2017 г. в Иркутской области резко увеличилось и продолжает расти число домохозяйств, которые потребляют сверхнормативный объем электроэнергии — более 6 тысяч киловатт-часов в месяц. Правительство области и энергетики связывают это с майнингом (добычей) криптовалюты.

Майнинг — это очень энергозатратная отрасль, и за доступ к электроэнергии борются все виды предпринимательства. И очень важно соблюсти баланс для обеспечения энергетической безопасности, чтобы из-за увеличения потребления электричества у нас

не остановились заводы, пекарни, не остались без электричества социальные объекты и т.д.

Серый майнинг, также известный как «теневой майнинг», является относительно новой тенденцией в мире майнинга криптовалют. Под «серым» или «теневым» майнингом подразумевается использование, в целях получения прибыли, ресурсов или инфраструктуры, которые не принадлежат майнеру, как правило, без явного согласия владельцев этих ресурсов. Например, серым майнингом можно считать подпольные майнинговые фермы, которые располагаются в жилых домах, квартирах, гаражах и расходуя промышленные объемы электроэнергии, платят по низким тарифам, как простые граждане. Проблема заключается не только в незаконном получении доходов, а еще и в том, что серые майнеры пользуются электросетями, не предназначенными для такого интенсивного использования, что часто приводит к пожарам, особенно в частном секторе и садоводствах, тем самым, бросая вызов энергетической безопасности региона.

Майнеры могут быть отнесены к одному из двух видов: «серые» — работают незаконно, не платят налоги за майнинг и могут подключиться к чужой сети электропитания; «белые» — работают законно и имеют необходимые разрешения.

Многие исследователи и практики¹ отмечают, что последствия серого майнинга серьезны, так как вызывают рост аварийных нагрузок на электрические сети, износ сетей и непредусмотренные расходы на их ремонт, увеличение числа пожаров [1–3]. Кроме того, серые майнеры, добывая криптовалюту потребляют электроэнергию в промышленных объемах, а платят по льготным тарифам, установленным для бытовых нужд.

Энергетики и правоохранительные органы борются с серым майнингом. Электросетевые компании анализируют динамику потребления электроэнергии, нетипичные ситуации, а затем выезжают на объект проверки, фиксируют нарушения и направляют иск в суд. Только в Иркутской области в 2023 г. было направлено в суд 833 судебных иска на общую сумму более 562 млн р., а по вступившим в силу решениям суда выплата подлежит более 225 млн р.²

Однако, следует отметить, что не всегда подозрительные случаи сверхнормативного потребления связаны с серым майнингом, т.е. не все случаи подтверждаются, кроме того, сам процесс проверки и подтверждения является довольно затратным.

Поэтому разработка методик выявления серых майнеров с помощью менее затратных цифровых технологий представляет собой актуальную задачу.

¹ Как ищут «серых» майнеров, чтобы защитить электросети // Irkutsk Media. URL: <https://irkutskmedia.ru/news/1359415>.

² В Приангарье в 2023 году нелегальным майнерам предъявили 883 судебных иска // ТАСС. 2024. 29 февр. URL: <https://tass.ru/proisshestiya/20111559>.

Целью исследования является анализ методов выявления серого майнинга и разработка предложений по применению современных цифровых технологий для решения проблемы своевременного выявления серого майнинга.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить опыт борьбы с серым майнингом в России и за рубежом;

- сформулировать предложения по выявлению серого майнинга;

- предложить концепцию системы поддержки принятия решений (СППР) по выявлению серого майнинга.

Был изучен опыт противодействия серому майнингу в других странах. Полиция выявляет и принимает меры по конфискации и уничтожению майнингового оборудования, отключению электроэнергии. Для выявления серых майнеров применяются интеллектуальные информационные системы.

В табл. 1 приведены некоторые результаты проведенного обзора.

Альтернативой борьбе с серым майнингом является создание условий для развития «белого» майнинга. Рассмотрим, как в других странах подходят к развитию «белого майнинга».

Соединенные Штаты принято считать страной номер один для развития крипто бизнеса³. Майнинг в США — это доходный бизнес. В США много дата-центров до 20,000 МВт, майнинг становится все более «зеленым». Здесь можно в первый день открыть компанию, во второй завести на нее счет в банке, и тут же начать получать доход в криптовалюте, автоматически внося их в бухгалтерию и отправляя сведения в налоговые инстанции.

По пути создания выгодных условий для белого майнинга идет Белоруссия, вводя дифференциацию тарифов в зависимости от объемов потребления. На территории всей страны можно использовать смарт-контракты, а физлица — резиденты освобождены от налога на все крипто валютные транзакции до 2025 г. и могут работать без регистрации или разрешения. Юрлица имеют право создавать и размещать собственные токены, совершать операции через биржи и операторов обмена⁴.

Майнинг в Евросоюзе не выгоден из-за высоких цен на электричество⁵.

³ 6 особенностей майнинга в США, которые дают понимание рынка // Ultramining. 2023. 10 мая. URL: <https://ultramining.com/news/6-osobennostej-majninga-v-ssha-kotorye-dayut-ponimanie-rynka>.

⁴ Майнинг в России vs майнинг в Беларуси: сравниваем риски и возможности // TradingView. 2024. 28 янв. URL: <https://ru.tradingview.com/news/bitsmedia:43203884167b8:0>.

⁵ Почему в Европе могут запретить майнинг криптовалют // Российская газета. 2022. 24 окт. URL: <https://rg.ru/2022/10/24/ekonomiia-kilobajtov.html?ysclid=lvewb2kksm88468402>.

Таблица 1

Опыт противодействия серому майнингу в других странах

Малайзия	Внедряются системы с ИИ, системы управления счетчиками, аналитические системы для контроля и оперативного представления критичной информации о спросе и поставках электроэнергии*
США	С помощью установки «умных» счетчиков потребления электроэнергии в зданиях, выявляются незаконные майнеры, их штрафуют и отключают от сети. ИИ также активно применяется для обнаружения нелегальных криптовалютных майнеров**
Китай	КНР была лидером глобальной добычи криптовалют. Однако в 2021 г. правительство страны начало активно бороться с майнингом цифровых монет. Был введен запрет операций с криптовалютами. Жесткое подавление криптовалют отразилось на всей отрасли и предоставило США возможность продвинуться вперед, став крупнейшим в мире майнером биткоинов
Казахстан	В октябре 2021 г. Казахстан занял второе место после США по добыче криптовалют. Многие майнеры перебрались туда после запрета операций с криптовалютами в Китае. Для контроля серого майнинга ведется список организаций, накапливаются и анализируются данные о потребляемой энергии за ряд лет исторических данных, а также проводятся выездные револьверные проверки, налоговые и таможенные проверки. Взята под контроль вся экосистема, связанная с майнингом, а именно, лицензирование майнинговой деятельности, регулирование продажи криптографического оборудования, и сервисов оказания ремонтных и постгарантийных услуг. Разрабатываются механизмы запрета действий посредством ограничений IP-адресов, из которых ведется серый майнинг. Имущество, задействованное в сером майнинге, конфискуется***

Примечания:

* URL: <https://bits.media/malayziyskie-energetiki-nastaivayut-na-borbe-s-serym-mayningom>.

** URL: <https://bits.media/v-shtate-vashington-nachalas-borba-s-nesanksionirovannym-mayningom>.

*** Майнинг криптовалют в Казахстане // Tadviser.ru. 2024. 10 апр. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Майнинг_криптовалют_в_Казахстане?

Дешевое электричество и холодная погода создают в Монголии идеальные условия для майнинга криптовалют, делая страну источником новых возможностей для компаний⁶. В Монголии сами криптовалюты, торговля и обмен ими являются законными и регулируемыми. Виртуальные активы признаны в стране как нематериальные активы, и все операции с ними возможно проводить на легальной основе. При этом как такого регулирования самих активов не имеется, но с декабря 2021 года действует закон «О провайдерах услуг виртуальных активов», который устанавливает

⁶ Монголия становится центром крипто майнинга // ARD. 2019. 11 янв. URL: <https://asiarussia.ru/news/21243/?ysclid=lvewhc54bk117697810>.

обязанность совершать все операции с цифровыми активами через лицензированные ПУВА.

Популярность Исландии среди майнеров обусловлена прежде всего низкой стоимостью электроэнергии и благоприятными для майнинга климатическими условиями. На законодательном уровне добыча криптовалют на острове до сих пор никак не регулируется.

Рассмотрим Российский опыт развития белого майнинга. 1 ноября 2024 г. вступили в силу положения закона «О майнинге», разрешающие легально добывать криптовалюты. Одним из самых важных аспектов легализации майнинга является возможность использовать добытую криптовалюту для международных платежей в условиях санкционного давления⁷.

В целях обеспечения энергетической безопасности правительство России может устанавливать запрет на майнинг в отдельных регионах России или на отдельных их территориях, а также регулировать деятельность операторов майнингowej инфраструктуры. В первую очередь власти обращают внимание на дефицит электроэнергии в таких регионах, как Иркутская область, Бурятия, Забайкальский край, республики Кавказа.

В основном майнингowe фермы расположены в регионах с мощными электростанциями и дешевой электроэнергией. Например, в России это такие электростанции как: Киришская ГРЭС, Калининская АЭС, Братская ГЭС, Иркутская ГЭС.

Одной из самых крупных майнинг-ферм является ферма в городе Братск Иркутской области. Данный дата-центр был открыт представителями команды бизнесмена Олега Дерипаски. Братской ГЭС и алюминиевым заводом владеют En+ GroupPlc и его подразделение UnitedCo. Компания не занимается майнингом, а лишь предоставляет оборудование клиентам из США, Китая и Японии.

Как видим, во многих странах применяется искусственный интеллект (ИИ) как для белого так и для выявления серого майнинга. ИИ может также помочь в обнаружении и предотвращении проблем в работе оборудования и сетей. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать данные сенсоров и осуществлять мониторинг состояния оборудования, предсказывая возможные отказы или проблемы заранее. Это позволяет проводить профилактическое обслуживание и предотвращать аварии, что в свою очередь повышает надежность и устойчивость энергетической системы, снижая затраты для майнеров.

Применение ИИ не всегда предполагает объяснение того или иного вывода о применении серого майнинга, что делает его применение в некоторых ситуациях неприемлимым.

⁷ В России разрешили легально заниматься майнингом. Что нужно знать // РБК. 2024. 1 нояб. URL: <https://www.rbc.ru/crypto/news/672490b49a794753cc84a3f1>.

На основе проведенного анализа были сформулированы следующие подходы по выявлению серого майнинга.

1. Необходимо анализировать динамику потребления электроэнергии и выявлять нетипичные ситуации.

2. Необходимо определить ограничения, которые помогут выявлять домохозяйства, превышающие допустимый уровень потребления. При разработке данного уровня необходимо учесть особенности региона и необходимости дополнительного расхода электроэнергии в зимний период, предлагается ввести ограничение в 12 000 кВт*часов в месяц на один дом.

3. Необходимо анализировать уровень шума и вибрации от асиков. Серые майнеры, помимо проблем с энергообеспечением и повышенной пожароопасностью, мешают соседям и шумом крипто добывающего оборудования. Многочисленные жалобы можно найти в канале «Чат Свет 38»⁸.

4. Необходимо анализировать сигналы от жильцов и электросетевых компаний. При поступлении сигналов, жалоб приглашаются специалисты управляющих компаний и ТСЖ.

5. Необходимо выполнять поручения от электросетевых и сбытовых компаний по проверке подозрительных объектов.

6. Необходимо анализировать случаи низкого потребления электроэнергии при высоком уровне выделения тепла (замер температуры).

7. Необходимо анализировать динамику общедомовых расходов электроэнергии (можно заметить по платежкам жильцов), так как в случае установки майнингового оборудования в жилых помещениях (подвалах, чердаках, например, на чердаке психбольницы, подвале дома) наблюдается резкий рост общедомового потребления.

8. Необходимо проводить съемку и анализировать материалы видео и фотосъемки с квадрокоптеров, например, вырезаны сквозные окна в сарае, гараже для охлаждения.

9. Необходимо проводить анализ уровня нагрузки. Постоянная нагрузка в течение дня и ночи, хотя ночью большая часть электроприборов отключается, должна браться на заметку.

10. Необходимо наглядное представление результатов выявления подозрительных ситуаций на карте.

Как видим список показателей, характеризующих возможное применение серого майнинга, довольно обширен. Данные показатели необходимо не просто собрать, рассчитать, но и провести анализ динамики, выявить отклонения и своевременно представить информацию в наглядной форме соответствующим специалистам.

⁸ «Шум сводит с ума». Иркутяне жалуются на соседство с майнерами // БСТ. 2023. 22 нояб. URL: <https://bst.bratsk.ru/news/57920>.

Для решения данной задачи предлагаем разработать систему поддержки принятия решений (СППР) по борьбе с серым майнингом.

На первом этапе необходимо разработать концепцию СППР, определить состав, входящих в нее компонент.

Выявление подозрительных на серый майнинг объектов постоянно ведется на основе анализа потребления электроэнергии «Иркутской энергетической компанией», это, например, 633 объекта с января по март 2024 г.

Далее следует выезд на объект, подтверждение фактов незаконного майнинга, составление акта и направление искового заявления в суд. Следует отметить, что не всегда подтверждаются факты майнинга, так как высокое потребление может быть вызвано спецификой бизнеса: пекарня, выращивание рассады и т.п.

Поэтому предлагаем в СППР учитывать и другие признаки серого майнинга, формируя комплексную оценку.

При постоянном росте количества серых майнеров, быстрая реакция и выезд на объект не всегда возможен, поэтому предлагаем на основе комплексной оценки формировать выборочный, ранжированный по степени опасности и величине наносимого ущерба, список проверки.

Считаем, нужно учитывать и близость расположения подозрительных объектов для сокращения издержек на выезд специалистов.

Формирование выборки в нашем случае будет носить не вероятностный, а аргументированный и экономически обоснованный подход.

С учетом вышеизложенного была разработана методика формирования выборки для выездной проверки.

1 этап. С помощью экспертов формируется список признаков применения серого майнинга ($P_i, i = \overline{1, n}$). Список периодически должен обновляться, т.к. могут появиться новые показатели для оценки. Признаки могут принимать значение ноль (признак не выявлен) или единица (признак выявлен).

2 этап. Не все признаки равнозначны, следовательно, следующим этапом должны быть сформированы веса влияния признаков на комплексную оценку ($a_i, i = \overline{1, n}$). Оценки периодически должны обновляться.

3 этап. На основе имеющихся первичных данных заполняется база исходных данных, которая будет использоваться для расчета значений

4 этап. Обработка БД, анализ и расчет значений для признаков.

5 этап. Комплексная оценка ранга важности объекта, рассчитывается по формуле (1).

$$O_j = \sum_{i=1}^n P_i * a_i, \quad (1)$$

где $i = \overline{1, n}$; $j = \overline{1, m}$; O_j — комплексная оценка j -го объекта; P_i — i -й признак; a_i — вес i -го признака.

6 этап. Формирование выборки для проверки с учетом ограничений и рисков.

6.1. Сортировка списка объектов по рангу. Учет ограничений по ресурсам (наличие специалистов, технических средств).

6.2. Оценка риска кажущейся недостоверности и максимизация прибыли от положительного результата проверки.

6.3. Анализ данных на наличие энергоемкого легального бизнеса.

6.4. Формирование выборки объектов для проверки

7 этап. Выезд на объект.

8. этап. Оценка результатов контроля

9 этап. Ввод результатов проверки в базу знаний. Обновление Базы данных.

Для практической реализации методики, на первом этапе в качестве экспертов были привлечены 9 специалистов в области энергетики. На основе мнений и оценок экспертов были сформированы признаки серого майнинга и степень их влияния (вес) на комплексную оценку (см. табл. 2).

Таблица 2

Признаки серого майнинга и оценка экспертами степени их влияния на комплексную оценку

Код	Наименование признака	Вес
P1	Промышленная мощность потребления в частном секторе или жилых помещениях	0,11
P2	Стабильно высокое потребление электроэнергии днем и ночью	0,10
P3	Существенное изменение общедомовых расходов на электроэнергию (в случае размещения в нежилых помещениях многоквартирного дома)	0,10
P4	Существенное изменение динамики потребления электроэнергии в сторону увеличения	0,10
P5	Результаты предыдущих проверок дали положительный результат	0,09
P7	Поступление задания на проверку от сетевой компании	0,08
P8	Наличие повышенного выделения тепла от работы майнингового оборудования	0,07
P9	Наличие жалоб, сигнала от граждан (жильцов дома, соседей)	0,07
P10	Стабильно высокое потребление электроэнергии в холодное и теплое время года	0,07
P11	Просадка (пониженное) напряжения	0,07
P12	Наличие повышенного уровня шума и вибрации от работы майнингового оборудования	0,06
P13	Низкое потребление электроэнергии при высоком уровне выделения тепла (замер температуры) и при наличии других признаков	0,05
P14	Наличие признаков по результатам аэро и фото съемки.	0,03

Оценки экспертов показали высокую степень согласованности.

Наибольший вес получили такие признаки как, промышленная мощность потребления в частном секторе или жилых помещениях, стабильно высокое потребление электроэнергии днем и ночью, существенное изменение общедомовых расходов на электроэнергию (в случае размещения в нежилых помещениях многоквартирного дома), существенное изменение динамики потребления электроэнергии в сторону увеличения, результаты предыдущих проверок дали положительный результат.

Наименьший вес получили признаки: наличие повышенного уровня шума и вибрации от работы майнингового оборудования, низкое потребление электроэнергии при высоком уровне выделения тепла (замер температуры); наличие признаков по результатам аэро и фото съемки.

Был рассмотрен пример расчета комплексной оценки по данной методике. Итоговый результат, полученный по формуле 1, показал, что первым в очереди на выездную проверку стоит устоит жилое помещение — квартира. На 2-м месте — частный дом, а 3-е и 4-е место поделили нежилое помещение и пекарня с оценкой, но так как в базе данных есть информация о том, что пекарня — это энергоемкое производство, то мы можем снизить рейтинг, а можем и вовсе убрать из выборки.

Следует отметить, если мы удаляем объект из выборки или понижаем рейтинг, необходимо оценивать риск не обнаружения серого майнинга и возможный ущерб от не обнаружения.

При выборе концепции построения СППР были проанализированы такие подходы как экспертные системы (ЭС) и нейронные сети [1; 3; 4].

Применение нейросетей способно выявлять и устанавливать неявные связи исследуемых процессов, при этом не требуя формализации объектов и процессов в виде классических функциональных зависимостей. Но с другой стороны, трудоемкость создания представительной обучающей выборки, нечувствительность к возникновению новых, не проявляющихся ранее условий не даст объективных оценок в будущем. Непрозрачность и необъяснимость выработанных решений не позволит аргументированно составить исковое заявление, принять правовое решение.

В результате анализа была выбрана модель на основе экспертной системы, большую роль при выборе сыграла возможность объяснения результатов, а также то, что результаты работы моделей предсказуемы и доступны для оптимизации, в том числе и многокритериальной.

Концептуально состав предлагаемой системы соответствует схеме, представленной на рис. 1.

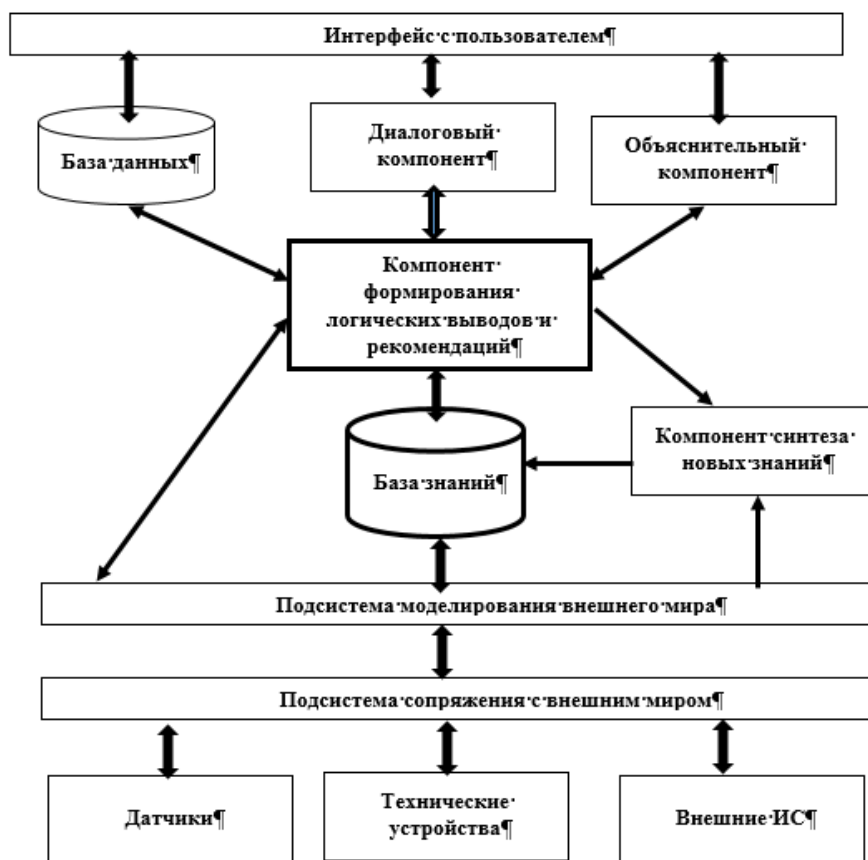


Рис. 1. Концепция СППР по выявлению серого майнинга

Таким образом в ходе исследования были определены показатели для оценки объектов серого майнинга, предложен метод формирования комплексной оценки объекта и формирования выборки для выездной проверки. Предложена СППР по выявлению серого майнинга и формирования выборки для выездной проверки.

Майнинг опасен в том случае, если оборудование размещают в непригодных для этого местах. Добытчики криптовалюты выбирают для размещения майнинговых ферм жилые дома, гаражи, подвальные помещения, чердаки, где электрические сети не предназначены для постоянной высокой нагрузки. Для работы устройств требуется круглосуточное подключение к электрическим сетям, возникает перегрузка, скачки напряжения и аварийные отключения, а в некоторых случаях — короткие замыкания и пожары⁹.

⁹ Энергетики добавили 500 адресов на карту «серого» майнинга Иркутской области // IRK.RU. 2023/ 25 авг. URL: <https://www.irk.ru/news/20230825/map>.

Поэтому разработка методов выявления серого майнинга с применением современных информационных технологий является актуальной задачей, имеющей научное и практическое значение.

Дальнейшая разработка и внедрение предложенных рекомендаций позволит сократить издержки на выявление данных нарушений и повысить энергетическую безопасность региона.

Список использованной литературы

1. Борисов В.В. Экспертные системы : учеб. пособие / В.В. Борисов, А.В. Бобряков, А.Е. Мисник. — Смоленск : Универсум, 2021. — 110 с. — EDN VDDXWP.
2. Савина Н.В. Надежность электроэнергетических систем : учеб. пособие / Н.В. Савина. — Благовещенск : Изд-во АмГУ, 2014. — 194 с.
3. Манусов В.З. Нейронные сети. Прогнозирование электрической нагрузки и потерь мощности в электрических сетях. От романтики к прагматике / В.З. Манусов, С.В. Родыгина. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. — 303 с. — EDN OEVBES.
4. Остроух А.В. Введение в искусственный интеллект / А.В. Остроух. — Красноярск, 2020. — 250 с. — DOI 10.12731/978-5-907208-26-1. — EDN KTJGZM.

References

1. Borisov V.V., Bobryakov A.V., Misnik A.E. *Expert Systems*. Smolensk, Universum Publ., 2021. 110 p. EDN: VDDXWP.
2. Savina N.V. *Reliability of Electric Power Systems*. Blagoveshchensk, Amur State University Publ., 2014. 194 p.
3. Manusov V.Z., Rodygina S.V. *Neural Networks. Forecasting Electric Load and Power Losses in Electric Networks. From Romanticism to Pragmatics*. Novosibirsk State Technical University Publ., 2018. 303 p. EDN: OEVBES.
4. Ostroukh A.V. *Introduction to Artificial Intelligence*. Krasnoyarsk, 2020. 250 p. EDN: KTJGZM. DOI: 10.12731/978-5-907208-26-1.

Информация об авторах

Архипова Зоя Валентиновна — кандидат экономических наук, доцент, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: arhipovazv@bgu.ru.

Сорокин Александр Васильевич — кандидат технических наук, доцент, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: sorokinav@bgu.ru.

Шашков Сергей Владимирович — магистрант, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: shashckow.sergei@yandex.ru.

Information about the Authors

Zoya V. Arkhipova — PhD in Economics, Associate Professor, Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: arhipovazv@bgu.ru.

Alexander V. Sorokin — PhD in of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: sorokinav@bgu.ru.

Sergey V. Shashkov — Master's Degree Student, Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: shashckow.sergei@yandex.ru.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the Authors

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Для цитирования

Архипова З.В. Концепция системы поддержки принятия решений по выявлению серого майнинга / З.В. Архипова, А.В. Сорокин, С.В. Шашков. — DOI 10.17150/2713-1734.2024.6(4).401-413 — EDN LDFDOH // System Analysis & Mathematical Modeling. — 2024. — Т. 6, № 4. — С. 401–413.

For Citation

Arkhipova Z.V., Sorokin A.V., Shashkov S.V. The Concept of a Decision Support System for Detecting Gray Mining. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2024, vol. 6, no. 4, pp. 401–413. (In Russian). EDN: LDFDOH. DOI: 10.17150/2713-1734.2024.6(4).401-413.