

Мороз М.О.

ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ МАЙНИНГ ФЕРМЫ ИСХОДЯ ИЗ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЯ.

Брестский государственный технический университет, студент факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-18. Научный руководитель: Новосельцев В.Г., к. т. н., доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.

Первым этапом для интеграции фермы является анализ тепловых потерь конкретного дома для подбора нужной по мощности фермы. Для расчета тепловых потерь воспользуемся методическими указаниями [1]. Расчет общих тепловых потерь будет произведен для г. Бреста с ориентацией главного фасада на север.

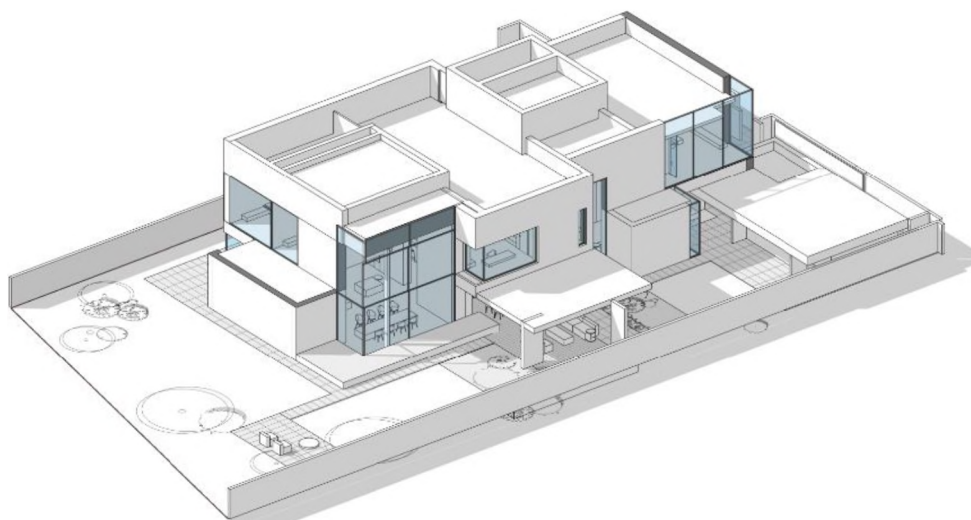


Рисунок 1 – Аксонометрия здания. Вид на северный и восточный фасад.

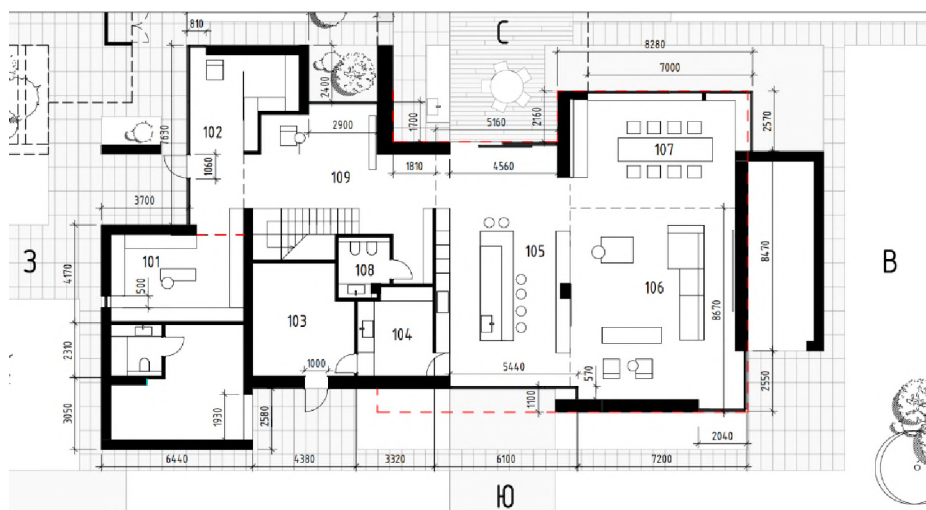


Рисунок 2 – План 1 этажа здания.

После проведения анализа теплопотерь дома произведем подбор наиболее оптимальной майнинг-фермы для использования ее тепловой энергии в системе отопления. Выбор будет основан на ряде факторов, таких как энергопотребление и характеристики оборудования майнинг-фермы, стоимость электроэнергии и ее источники, а также количество TH/s (единица измерения скорости хеширования, используемая для измерения производительности ASIC).

Для оценки теплопотерь здания (частного дома) был использован метод теплотехнического расчета, в котором использовались нормативные характеристики материалов и конструкций здания, а также условия окружающей среды для расчётного города [1,2].

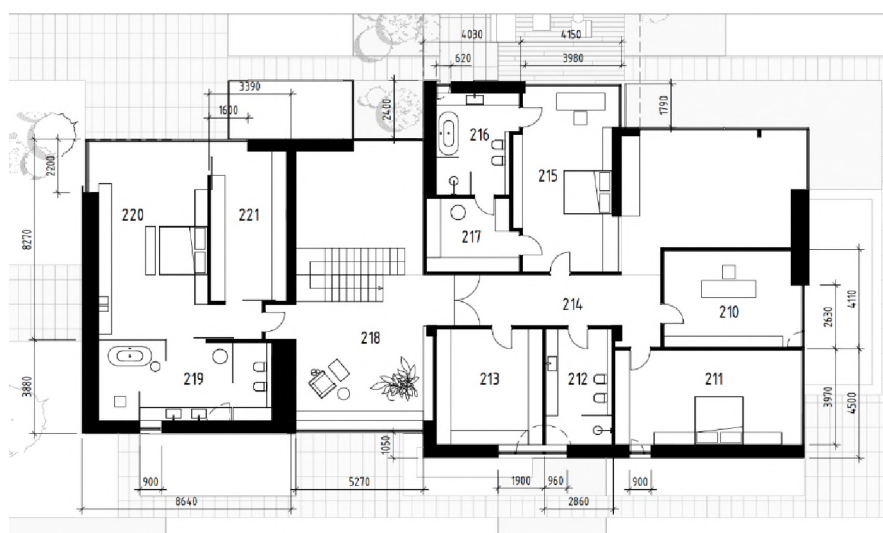


Рисунок 3 – План 2 этажа здания.

Далее были учтены факторы, влияющие на теплопотери, такие как площади поверхностей, граничащие с внешней средой и тепловые потери через окна, двери и другие проемы.

В результате проведенных расчетов было получено значение теплопотерь здания в размере 27500 Вт. Исходя из этих данных подберем оборудование для компенсации этих теплопотерь.

Для расчета количества необходимых ASIC-майнеров для обеспечения заданных условий, мы можем использовать следующий подход:

1. Рассчитаем энергопотребление каждой из моделей ASIC-майнеров, которые мы рассматриваем.

2. Сравним энергопотребление от каждого устройства с теплотерями здания.

Для этого, сначала возьмем среднюю потребляемую мощность каждого ASIC-майнера указанное производителем:

- Для Antminer S19XP: $P_{S19XP} = 3075 \text{ Вт}$ [3].

- Для Antminer S19 PRO: $P_{S19 PRO} = 3250 \text{ Вт}$ [4].

После этого, сравним суммарное мощность майнеров с теплотерями здания и рассчитаем необходимое количество майнеров.

Рассмотрим Antminer S19XP. Тогда:

$$N_{S19XP} = \frac{Q}{P_{S19XP}} = \frac{27500 \text{ Вт}}{3075 \text{ Вт}} \approx 8.94 \quad (1.1)$$

где N_{S19XP} – количество Antminer S19XP, шт.;

Q – теплотери дома, Вт.;

P_{S19XP} – мощность Antminer S19XP.

Нам потребуется 9 майнеров Antminer S19XP для обеспечения теплотерей здания.

Рассмотрим Antminer S19 PRO. Тогда:

$$N_{S19 PRO} = \frac{Q}{P_{S19 PRO}} = \frac{27500 \text{ Вт}}{3250 \text{ Вт}} \approx 8.46$$

где $N_{S19 PRO}$ – количество Antminer S19 PRO, шт.;

Q – теплотери дома, Вт.;

$P_{S19 PRO}$ – мощность Antminer S19 PRO.

Нам потребуется 9 майнеров Antminer S19 PRO для обеспечения теплотерей здания.

После проведения подбора и расчета оборудования для обеспечения отопления дома возникает необходимость определить конфигурации оборудования для эффективного снятия тепла с ASIC устройств. В рамках данного контекста рассматриваются следующие варианты конфигураций: иммерсионные ванны и водоблоки. Каждая из этих конфигураций обладает своими уникальными преимуществами и недостатками, которые требуется учитывать при принятии решения.

Иммерсионные ванны представляют собой емкости, наполненные теплоносителем, в которые погружаются ASIC устройства. Они обеспечивают эффективное охлаждение за счет прямого контакта с теплоносителем, однако требуют значительного объема жидкости и дополнительных мер безопасности.

Главные преимущества иммерсионных ванн:

1. Эффективное охлаждение. Иммерсионные ванны обеспечивают прямой контакт ASIC устройств с теплоносителем, что обеспечивает высокую эффективность охлаждения. Такой метод обладает способностью равномерно распределять тепло по всей поверхности устройств, предотвращая перегрев.

2. Низкий уровень шума. По сравнению с вентиляционными системами или водяными охладителями, иммерсионные ванны обеспечивают более тихую работу, что является важным фактором для применения в вычислительных центрах и жилых зданиях.
3. Меньший риск короткого замыкания. Пыль может накапливать статическое напряжение в результате трения между ее частицами и поверхностями, с которыми она взаимодействует. Этот процесс, известный как трибоэлектрический эффект [5], возникает при механическом контакте и разделении поверхностей различных материалов. В процессе трения электроны переносятся с одного материала на другой, что приводит к накоплению положительного или отрицательного статического заряда на поверхности материала. Когда пыль накапливает статическое напряжение, она может стать электрически заряженной. Этот заряд может привести к разряду электростатического заряда, особенно если в окружающей среде присутствует влага или другие проводящие материалы. В результате возникающего разряда электростатического заряда пыль может вызвать короткое замыкание в электрических цепях, что может привести к повреждению оборудования или возгоранию, особенно если это происходит вблизи электронной или электрической аппаратуры. Поскольку ASIC, полностью погружен в теплоноситель, устройства находятся в изолированной среде, что снижает риск накопления пыли и повреждений от воздействия окружающей среды.
4. Преимущество использования негорючих диэлектрических жидкостей в иммерсионных ваннах заключается в отсутствии необходимости в сложных системах пожаротушения. Этот фактор является значимым, особенно при работе с высокими температурами и электрическим оборудованием, таким как ASIC устройства.

Негорючие диэлектрические жидкости обладают способностью не поддерживать горение при воздействии источника огня или высокой температуры. Это делает их безопасными для применения в окружениях, где высока вероятность возгорания может создать серьезные опасности для оборудования и персонала.

Отсутствие необходимости в сложных системах пожаротушения уменьшает как финансовые затраты на установку и обслуживание этих систем, так и время, необходимое для их поддержания и тестирования. Это также снижает риск отказов и потенциальных простоев в работе оборудования, что способствует повышению пожаробезопасности в работе устройств.

Недостатки иммерсионных ванн:

1. Значительные затраты на приобретение. Иммерсионные ванны требуют значительных инвестиций при покупке оборудования, так как они представляют собой специализированные системы охлаждения, включающие в себя емкости, системы циркуляции и регулирования теплоносителя, а также дополнительное оборудование для безопасной эксплуатации.
2. Необходимость квалифицированной установки. Установка иммерсионных ванн требует профессиональных навыков и опыта, чтобы обеспечить правильное подключение и настройку системы охлаждения. Неправильная установка может привести к утечкам, повреждению оборудования или недостаточной эффективности охлаждения.
3. Ограниченная гарантия для работы ASIC. Использование ASIC устройств в иммерсионных ваннах не всегда обеспечивает гарантию производителя на

нормальную работу. Это связано с потенциальными рисками, такими как неправильный подбор теплоносителя, неверное подключение или повреждение электронных компонентов из-за воздействия теплоносителя. В целом, отсутствие гарантии от производителя увеличивает риск и потенциальные затраты на обслуживание и ремонт оборудования, поэтому следует учитывать этот фактор при выборе и эксплуатации иммерсионных ванн для охлаждения ASIC устройств.

Водоблоки представляют собой специальные системы охлаждения, которые устанавливаются на ASIC устройства. Они обеспечивают более компактное решение по сравнению с иммерсионными ваннами, но также требуют систему циркуляции теплоносителя и дополнительного обслуживания для работы устройств.

Главные преимущества.

1. Высокая эффективность охлаждения. Водоблоки обеспечивают контакт с теплоисточником через алюминиевые пластины, плотно прилегающие к чипам, что позволяет эффективно отводить тепло, уменьшая риск перегрева и улучшая производительность устройства.
2. Низкий уровень шума. По сравнению с вентиляционными системами или водяными охладителями, водоблоки, как и иммерсионные ванны, обеспечивают более тихую работу, что является важным фактором для применения в вычислительных центрах и жилых зданиях.

Недостатки водоблоков:

1. Высокая стоимость. Водоблоки могут быть более дорогими в приобретении по сравнению с воздушными методами охлаждения, что может стать препятствием для их использования для некоторых бюджетов.
2. Риск протечек. Несмотря на то, что вероятность утечек у водоблоков меньше, чем у некоторых других методов охлаждения, существует риск коррозии металлических компонентов из-за контакта с неподготовленной водой.
3. Требуется регулярное обслуживание. Водоблоки требуют регулярного обслуживания, включая очистку от пыли и проверку на утечки, чтобы гарантировать их надежную работу и предотвратить повреждения оборудования.
4. Риск замерзания. Риск замерзания воды возникает в случае, если она выходит в наружный блок системы охлаждения, например, трубопроводы или сухие градирни, подвергаясь низким температурам окружающей среды. Замерзание воды может привести к серьезным проблемам в работе системы охлаждения, таким как повреждение компонентов и остановка работы оборудования.

Выбор оптимальной конфигурации оборудования для снятия тепла с ASIC устройств зависит от конкретных условий эксплуатации, требований к безопасности, бюджета и экологических факторов.

Для дальнейшей оценки и принятия решения относительно конкретной модели ASIC необходимо провести расчет экономической целесообразности, учитывая не только стоимость приобретения оборудования, но и ряд других факторов:

1. Стоимость оборудования. Начальные затраты на покупку майнеров.
2. Энергопотребление. Расход электроэнергии, необходимый для их работы.
3. Скорость хеширования. Количество хешей, которые майнер может вычислить в секунду.
4. Стоимость электроэнергии. Цена за киловатт-час, которая оплачивается за электроэнергию.

В контексте данной работы принято исключить из анализа факторы сложности майнинга и величины вознаграждения за блок, поскольку они являются явлениями, подверженными значительной степени неопределенности и труднопрогнозируемыми в долгосрочной перспективе.

Для выполнения анализа стоимости и оборудования предлагается осуществить расчеты в валюте США (USD) с учетом текущего курса обмена, установленного на уровне 3.261 белорусских рублей (BYN) за один доллар США. Данный подход позволит обеспечить удобство сопоставления и оценки затрат в контексте международных стандартов и рыночных трендов [6].

Таблица 1. Сравнение характеристик майнеров Antminer S19XP и Antminer S19 PRO.

Параметр	Antminer S19XP	Antminer S19 PRO
Стоимость (\$) [7]	2 200	1200
Энергопотребление (кВт·ч)	3,075	3,250
Скорость хеширования (TH/s)	141	110
Стоимость электроэнергии (\$/кВт·ч)	0.0778	
Расходы на эл.энергию в день (\$) [8]	5,742	6,068

* – Исключая из расчетов издержки на техническое обслуживание и восстановительные работы, принимая фиксированный уровень сложности добычи, а также не учитывая комиссию пула, предстоящие халвинги, возможность увеличения производительности с помощью эффективного теплосъемного оборудования.

Примем данные для расчета из таблицы 1. Теперь проведем расчет:

1. Расходы на электроэнергию в день Antminer S19XP:

$$E_{S19XP} = W_{S19XP} * C_э * T_{сут} = 3,075 \text{ кВт} \cdot \text{ч} * 0,0778 \frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{ч}} * 24 \text{ ч} \approx 5,742 \$$$

где W_{S19XP} – энергопотребление Antminer S19XP, кВт·ч;

$C_э$ – стоимость электроэнергии, \$/кВт·ч;

$T_{сут}$ – количество часов в сутках.

Расходы на электроэнергию в день Antminer S19 PRO:

$$E_{S19PRO} = W_{S19PRO} * C_э * T_{сут} = 3,250 \text{ кВт} \cdot \text{ч} * 0,0778 \frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{ч}} * 24 \text{ ч} \approx 6,068 \$$$

где W_{S19PRO} – энергопотребление Antminer S19 PRO, кВт·ч;

$C_э$ – стоимость электроэнергии, \$/кВт·ч;

$T_{сут}$ – количество часов в сутках.

2. Чистая дневная доходность была оценена с использованием специализированного калькулятора доходности, доступного на ресурсе <https://ibmm.ru/> [9]. Полученные результаты были извлечены и систематизированы в таблице 1 в соответствии с проведенным исследованием.

3. Расчет окупаемости для Antminer S19XP:

$$ROI_{S19XP} = \frac{C_{S19XP}}{NDP_{S19XP}} = \frac{1200 \$}{4,9 \frac{\$}{\text{день}}} \approx 244,8 \text{ дня}$$

где ROI_{S19XP} – (Return on Investment) экономическая окупаемость в период, дни;

C_{S19XP} – стоимость устройства, \$;

NDP_{S19XP} – (Net Daily Profit) чистая дневная доходность, \$/день.

Расчет окупаемости для Antminer S19 PRO:

$$ROI_{S19 PRO} = \frac{C_{S19 PRO}}{NDP_{S19 PRO}} = \frac{2200 \$}{8,32 \frac{\$}{\text{день}}} \approx 264,4 \text{ дня}$$

где $ROI_{S19 PRO}$ – (Return on Investment) экономическая окупаемость в период, дни;

$C_{S19 PRO}$ – стоимость устройства, \$;

$NDP_{S19 PRO}$ – (Net Daily Profit) чистая дневная доходность, \$/день.

При проведенных расчетах не рассматривались возможности повышения эффективности путем применения передового оборудования для отвода тепла, такого как иммерсионные ванны или водоблоки. Это обусловлено сложностью объективной оценки прироста производительности для различных устройств. Однако в среднем использование иммерсионных ванн или водоблоков может привести к повышению производительности до 40% [10, 11]. В связи с этим, принимается, что параметры ASIC устройств, работающих в иммерсионных ваннах или с применением водоблоков будут работать с одинаковой производительностью при использовании того или иного оборудования для отвода тепла.

Проведенные расчеты позволяют сравнить экономическую окупаемость двух моделей майнеров Antminer S19XP и S19 PRO. Полученные значения окупаемости в период, составляющие соответственно приблизительно 244,8 дней для S19XP и 264,4 дня для S19 PRO, позволяют оценить период времени, необходимый для возврата затраченных инвестиций при текущей дневной доходности.

Результаты показывают, что Antminer S19XP имеет более короткий период окупаемости (244,8 дня), чем S19 PRO (264,4 дня). Это указывает на то, что S19XP может быть более выгодным выбором с финансовой точки зрения, поскольку владелец сможет быстрее вернуть инвестиции при меньших изначальных вложениях.

Список использованных источников:

1. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Отопление» на тему «Отопление и вентиляция жилого дома» для студентов специальности 1-70 04 02 – Брест: БрГТУ, 2019.
2. СН 4.02.03-2019. Утвержден и введен в действие постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69 – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2019. – 48 с.
3. S19 XP Manual. Document Version 1.0. Sept. 2022. BITMAIN Technologies Holding Company, 2022. – 7 с.
4. S19 Pro Server Installation Guide. Document Version 1.0. Apr. 2020 BITMAIN Technologies Holding Company, 2020. – 7 с.
5. Трибоэлектрический эффект. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82> – Дата обращения: 09.04.2024.
6. Что такое халвинг биткойна. Самое важное. РБК Крипто. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/crypto/news/65ccd2479a79478a839b7891> – Дата обращения: 11.04.2024.

7. Курс доллара в банках Бреста на 13.04.2024. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://myfin.by/currency/usd/brest?conv_best_buy_byn=3.261 – Дата обращения: 13.04.2024.
8. Интернет-магазин Promminer. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://promminer.ru/product/bitmain/asic-bitmain-antminer-s19-pro-110th-s/> – Дата обращения: 11.04.2024.
9. Приложение 2 к постановлению Совета Министров Республики Беларусь 30.12.2013 № 1166 в действующей редакции. Тарифы на электрическую энергию. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.brestenergo.by/%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D1%8B_%D0%B4%D0%BB%D1%8F_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F – Дата обращения: 13.04.2024.
10. Доходность ANTMINER S19 XP. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ibmm.ru/miner/?calc_id=268&name=antminer%20s19%20xp – Дата обращения: 13.04.2024.
11. Аsic майнер Bitmain Antminer S19 XP Hydro 257 TH/s. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://promminer.ru/product/bitmain/asic-bitmain-antminer-s19-xp-hyd-257th-s/#char> – Дата обращения: 14.04.2024.
12. Изготовление ванн для иммерсионного охлаждения. Иммерсионное охлаждение однофазного типа. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://plast.ru/creations/izgotovlenie-vann-dlya-immersionnogo-okhlazhdeniya/> – Дата обращения: 14.04.2024.