3.СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАТРАТ НА ОТОПЛЕНИЕ ВАХТОВОГО ПОСЕЛКА

На 200 человек, 2600 м2,

по 3-м типам отопления.

3.1. Обоснования и условия для расчета

Расчетные величины. Коэффициент теплопередачи сэндвич-панели PIR 100мм составляет 0,22-0,25 Вт/м2. При расчетной наружной температуре -минус 50°С, внутренняя плюс 20°С. Разница температур 70°С. Теплопотери при расчете на 2600м2, при удельном показателе 120Вт/м2 (с учётом вентиляции и инфильтрации) составят 312кВт. С запасом 15%, это 360кВт

Выбор оборудования для теплоснабжения:

Первый вариант - **Водогрейная котельная** на дизельном топливе, блочно-модульное исполнение (в утеплённом контейнере). Теплоноситель – антифриз.

Второй вариант - **Электрические конвекторы отопления**.

Третий вариант- **Твердотопливная мобильная котельная** (уголь/пелеты)

3.2. Первый вариант теплоснабжения - Водогрейная дизельная котельная 360кВт

3.2.1. Состав и детализация:

Оборудование	**Характеристики**	**Габариты (Д×Ш×В) , мм**	**Вес, кг**	**Кол-во**
Котёл водогрейной (аналог Buderus)	180 кВт, сталь 4 мм, КПД 92%	1400×800×1600	350	2
Горелка дизельная с подогревом	30–180 кВт, электроподогрев топлива	600×400×400	25	2
Насосная группа (цирк. насосы)	2 насоса 25 м³/ч, напор 20 м, P=3 кВт	1800×900×1400	180	1
Бак топливный горизонтальный	25 м³, двустенный, с подогревом	6500×2500×2500	1200	2
Бак расширительный мембранный	1000 л, 6 бар	Ø1200×2000	150	1
Дымоход сэндвич (2 шт.)	Нерж. сталь, утеплённый, высота 8 м	Ø400	200	2
Автоматика с погодозависимым регулированием	Щит управления, датчики, контроллер	800×600×400	50	1
Трубы ПНД для наружных сетей	Ø110 мм, с греющим кабелем, утеплённые	400 м	2500	компл
Радиаторы стальные панельные				компл
Трубы металлопластик (внутренние)	Ø16–32 мм, с фитингами		2000	компл

Топливный режим: Среднечасовой расход топлива (зимой): 32 кг/ч. Среднесуточный расход (зимой): 770 кг (≈900л). Годовой расход (с учётом только холодного периода): около **87 500** литров дизельного топлива.

3.3. Второй вариант теплоснабжения: электрические конвекторы

3.3.1. Исходные данные

Параметр	**Значение**
Общая отапливаемая площадь	2600 м²
Удельные теплопотери	120 Вт/м²
Требуемая тепловая мощность (с запасом 15%)	360 кВт
Расчётная температура наружного воздуха	–50°C
Продолжительность отопительного периода	240 суток
Средняя температура отопительного периода	–15°C

Подбор электрических конвекторов, тип оборудования: настенные электрические конвекторы с электронным термостатом, класс защиты IP24. Расчёт количества: · Мощность одного конвектора: 1,5 кВт (типовой размер для помещений 12–15 м²). Необходимое количество: 360 кВт / 1,5 кВт = 240 шт.

Распределение по зданиям:

Здание	**Площадь, м²**	**Требуемая мощность, кВт**	**Кол-во конвекторов**
Здание №1 (общежитие эконом)	14,23×58,20 = 828	99,4	66
Здание №2 (общежитие комфорт)	18,42×36,375 = 670	80,4	54
Здание №3 (прачечная, склад)	17,7×9,7 = 172	20,6	14
Здание №4 (столовая)	11,8×19,4 = 229	27,5	18
Здание №5 (учебный класс, офисы)	11,8×21,825 = 258	31,0	21
Здание №6 (медпункт, спортзал, баня)	8,325×31,525 = 262	31,4	21
Здание №7 (ВИП номера)	8,325×9,7 = 81	9,7	7
Здание №8 (КПП)	2,425×5,9 = 14,3	1,7	1
ИТОГО	2600	312 (без запаса)	202

Для достижения 360 кВт добавляем запасные конвекторы в наиболее холодные зоны.

Технические характеристики конвектора (типовой): · Мощность: 1,5 кВт. Напряжение: 230 В Габариты: 600×400×100 мм. Вес: 4 кг. Степень защиты: IP24. Управление: электронный термостат, защита от перегрева

Дополнительные материалы: · Кабель для подключения (ВВГнг-LS 3×2,5 мм²) – 1 200 м. Автоматические выключатели (групповые щиты) – 20 шт.

3.3.2. Пересчёт электрических нагрузок и выбор ДГУ.

Исходная электрическая нагрузка (без отопления): Ранее определена расчётная мощность 250 кВт (с учётом коэффициента спроса и резерва).

Добавочная нагрузка от конвекторов: · Установленная мощность конвекторов: 360 кВт. Коэффициент одновременности в пик холодов: 1,0. Суммарная пиковая мощность: 250 + 360 = 610 кВт.

Выбор ДГУ. Для обеспечения 2-й категории надёжности принимаем две ДГУ по 300 кВт (параллельная работа).

Характеристики ДГУ 300 кВт (типовая): Двигатель: Weichai. Генератор: Leroy Somer / Mecc Alte. · Расход топлива при 100% нагрузке: 210 г/кВт·ч. Расход при 75% нагрузке: 195 г/кВт·ч. Габариты: 3500×1400×2000 мм. Вес: 3200 кг. Объём встроенного бака: 600 л. Дополнительно: наружный топливный бак на 5000 л (для обеспечения автономной работы на 3–4 суток).

3.3.3. Расчёт потребления топлива и электроэнергии

Базовая нагрузка (без отопления): 175 кВт (см. ранее). Отопление: средняя мощность за отопительный сезон при средней температуре –15°C составляет 168кВт. Среднегодовая мощность отопления (с учётом неотопительного периода) составляет 110,5кВт.

Итого среднегодовая электрическая нагрузка: 175 + 110,5 = 285,5 кВт.

Среднесуточное потребление электроэнергии: 285,5кВт × 24час = 6 852 кВт/ч.

Топливный режим: Удельный расход при средней нагрузке (285,5кВт/610кВт = 0,47кВт (от пика, т.е. около 50%): примем 220г/кВт/ч=0,22кг/кВт/ч. Средне суточный расход топлива: 6 852кВт/ч * 0,22 = 1 507 кг. Годовой расход топлива (с учётом только холодного периода) при плотности 0,85 кг/л: около **647 000** литров дизельного топлива.

3.4. Третий вариант теплоснабжения: твердотопливная мобильная котельная на угле

3.4.1. Обоснование

Забайкальский край – регион с развитой угледобычей (Апсатское, Харанорское месторождения). Доставка угля железнодорожным транспортом до ст. Новая Чара возможна, далее – зимником. Твердое топливо может быть значительно дешевле дизеля, однако требует организации складирования, золоудаления и автоматизации подачи.

3.4.2. Расчёт потребности в топливе.

Исходные данные:

Параметр	**Значение**
Тепловая мощность котельной	360 кВт
Продолжительность отопительного периода	240 суток (по климатическим условиям Забайкалья).
Средняя мощность за отопительный сезон (при средней температуре –15°C)	168 кВт (расчёт аналогичен варианта с конвекторами)

Теплотворная способность и КПД:

Вид топлива	Теплотворная способность	КПД котла	Примечание
Уголь каменный (рядовой)	5,8 кВт·ч/кг (5000 ккал/кг)	80%	Зольность до 20%

Годовой расход топлива: Для угля: 208,6 тонн. Суточный расход в пик холодов (при полной мощности 360 кВт): 1,86 т/сутки.

3.4.3. Технические характеристики мобильной твердотопливной котельной.

Блочно-модульное исполнение, возможность транспортировки в контейнере, автоматическая подача топлива, система золоудаления, соответствие климатическому исполнению.

· Котлы: два котла по 200 кВт (или один 400 кВт) с автоматической подачей угля (шнековая система). Производители: российские («Терморобот», «Теплодар», «Автоматик-Леспром»), китайские аналоги.

· Система подачи: бункер для угля (объёмом не менее 10 т, чтобы обеспечить автономную работу на 5–7 суток), шнековый транспортер, автоматика регулирования подачи.

· Золоудаление: механизированное (шнек) или ручное – в зависимости от автоматизации.

· Исполнение: утепленный блок-контейнер 20 или 40 футов, разделенный на котельную и топливный склад (или склад отдельно).

· Дымовая труба: утепленная, высотой не менее 8 м.

3.4.4. Стоимость угля с доставкой до ст. Новая Чара

Цена на разрезе в Забайкалье (например, Харанорский, Апсатский, …): 2000 – 2500 руб/т. Ж/д тариф до ст. Новая Чара (ориентировочно 1000 км): 2000 – 2500 руб/т (зависит от класса груза, расстояния). Доставка от станции до участка принимается 1000-1500 руб/т. Итого стоимость угля с доставкой до объекта: 5000 – 6500 руб/т. Принимаем среднюю 6000 руб/т. Годовые затраты на уголь: 208,6 т × 6000 руб/т = **1 251 600 руб**.

3.5. Экономический сравнительный расчет.

Капитальные затраты на теплогенерацию, годовые затраты на топливо, эксплуатационные расходы, ликвидность после года, приняты для расчета, используются в качестве примера и не является офертой.

Показатель	**Первый вариант** Дизельная водогрейная котельная для теплоснабжения+ ДГУ 250 кВт	**Второй вариант** Электрические конвекторы отопления + ДГУ 2×300 кВт.	**Третий вариант** Твердотопливная мобильная котельная на угле
Капитальные затраты на тепло (оборудование + монтаж)	6 210 000 руб.	1 172 000 руб. (конвекторы) + 5 600 000 руб. (ДГУ) = 6 772 000 руб.	5 000 000 руб.
Капитальные затраты на ДГУ (для вариантов без учета отопления), руб.	3 500 000 руб (ДГУ 250кВт)	уже включены	3 500 000 руб (ДГУ 250кВт)
Итого капитальные затраты на энергоцентр	9 710 000 руб		
Итого капзатраты на энергоцентр, руб.	9 710 000	6 772 000	8 500 000
Годовой расход топлива (суммарно)	Дизель: 511 000 л	Дизель: 647 000 л	Уголь: 209 т
Цена топлива с доставкой	80 руб/л (дизель)	80 руб/л (дизель)	6000 руб/т
Годовые затраты на топливо, руб.	40 880 000	51 760 000	1 254 000
Эксплуатационные затраты (обслуживание, зола, персонал)	Обслуживание горелок, ~100 000 руб/год	Обслуживание ДГУ выше, + замена ТЭНов	Золоудаление, чистка котла, ~200 000 руб/год (требуется оператор)
Надёжность	Высокая	Зависит от ДГУ	Зависит от качества угля, требуется ручной труд
Возможность перепродажи после года	Оборудование теряет 30–40%	Конвекторы – 50–60%, ДГУ – 25%	Котлы б/у спрос невелик, потери 40–50%
Остаточная стоимость оборудования, руб.	~4 500 000	~3 000 000	~2 500 000

Примечание: для угольной котельной учтён отдельный ДГУ 250 кВт (так как твердое топливо не покрывает нужды электроэнергии). В варианте с конвекторами ДГУ уже усилен до 2×300 кВт.

3.6. Выводы и рекомендации

1. Дизельная котельная – самый надёжный для удалённых объектов, дорогой по топливу (40,9 млн руб./год). Капитальные затраты средние. Требуется дополнительный монтаж внутренних систем теплоснабжения.

2. Электрические конвекторы – требует ДГУ большей мощности (расход дизеля на генерацию электроэнергии для отопления в 2–3 раза выше, чем прямое сжигание) 51,8 млн руб./год. Но при этом, это простота монтажа, отсутствие топливного хозяйства.

3. Угольная котельная – при относительно низкой цене угля (6000 руб/т) годовые затраты на топливо составляют всего 1,25 млн руб., что на порядок меньше, чем у дизеля. Капитальные затраты сопоставимы с дизельной котельной. Минусы: необходимость организации доставки угля объём ~200 тонн; требуется ручной труд или автоматизация золоудаления; сложность с перепродажей оборудования; требуется дополнительный монтаж внутренней системы теплоснабжения.

С учётом срока эксплуатации один год и последующей перепродажи наиболее экономичным по совокупным затратам (капитальные + топливо за год) является

Угольная котельная: Совокупные затраты за год (кап. + топливо + обслуживание) ≈ 8,5 + 1,25 + 0,2 = 9,95 млн руб.· Минус остаточная стоимость 2,5 млн руб. → чистые затраты **7,45 млн руб.**

Для сравнения (капитальные и эксплуатационные затраты минус амортизация):

Дизельная водогрейная котельная: 9,71 + 40,88 + 0,1 – 4,5 = **46,19 млн руб**.

Электрические конвекторы отопления: 6,77 + 51,76 + 0,2 – 3,0 = **55,73 млн руб.**

ВЫВОД: угольная котельная даёт экономию более чем в 5 раз. При выборе этого варианта необходимо проработать логистику угля, обеспечить механизацию подачи и золоудаления, а также предусмотреть квалифицированный персонал (истопников) на время отопительного сезона.

Данный расчёт является предварительным и уточняется при разработке рабочей документации.