Кейс-чемпионат «КЛЮЧ» · 2026 · бизнес-направление · агротех

Категория РСХБ: переработка отходов



МууВатт

Отходы — это энергия

Крышка на навозную лагуну и тёплая секция: свет и тепло для фермы даже зимой

Команда «МууВатт»

Романов, Немтин, Шелухин, Федоткин · Школа «Летово», 10 класс

biogas-module-prototype.vercel.app

ПРОБЛЕМА И ЦА · SCQ: ситуация → осложнение → вопрос · кто платит / кто пользуется

Свет дорожает, метан из лагуны улетает в воздух, а простая крышка зимой даёт в 5 раз меньше газа

S СИТУАЦИЯ

≈ 26 т[1]

навоза в сутки от 500 коров ОЦЕНКА

Жидкий навоз копят в лагуне до внесения на поля: по 248-ФЗ хранить его можно только в оборудованных хранилищах[2]



«У нас этого навоза хватает»[3]
экскурсовод фермы Цветковых, 18.10.2026

C ОСЛОЖНЕНИЕ

9,03 ₽
за кВт·ч — юрлицо в Подмосковье, низкое напряжение, без НДС; с 01.10.2026 сетевая часть +22%[4]

≈ 21%
метанового потенциала навоза уходит в воздух из открытой лагуны за полгода[5]: потеря энергии и парниковый газ

в 4,9 раза ОЦЕНКА
меньше энергии в январе, чем в июле, у просто накрытой лагуны: зимой она остывает до 3–5 °C[6], а при 5–15 °C навоз без затравки не дал метана за 5 месяцев[7]

За нарушение правил обращения с навозом — штраф юрлицу 250–350 тыс. ₽ или приостановка работы до 90 суток[8]

Q ВОПРОС

Как получать газ из лагуны круглый год — и не строить дорогой реактор?

ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ

1 612 хозяйств на 300–1000 коров[9]

Наш клиент среди них — ферма с жидким навозом и лагуной

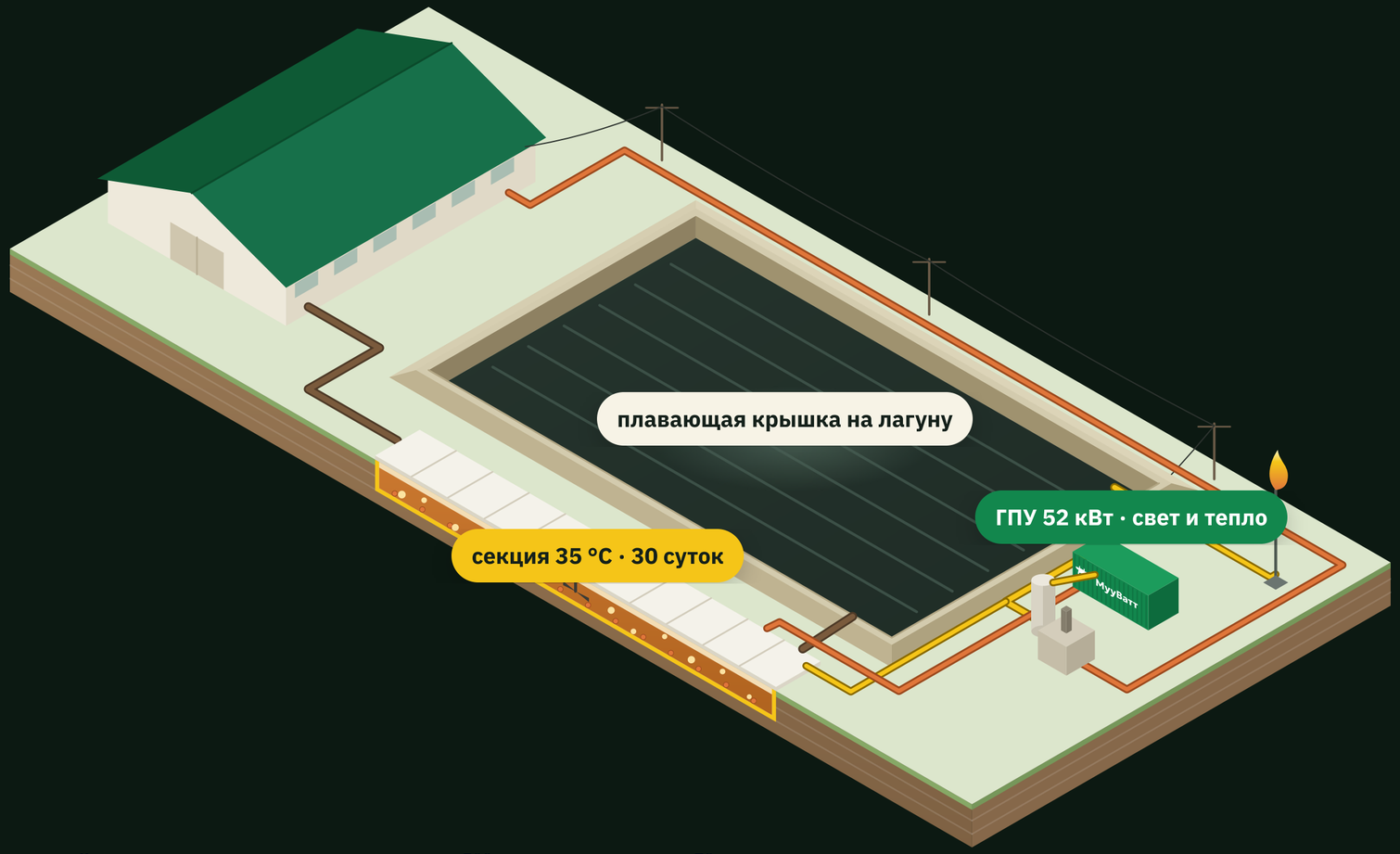
Платит	собственник или директор фермы
Пользуется	главный инженер или энергетик
Обслуживает	МууВатт: мониторинг и сервис

15 **интервью**[10]: 9 человек с трёх ферм подтвердили, что проблема с навозом есть и она значительная; эксперты главным риском назвали зиму. Готовность платить — следующая проверка (слайд 9)

1 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — П3) ↗сайт: как считали
2 248-ФЗ от 14.07.2022 «О побочных продуктах животноводства», с 01.03.2023 ↗legalacts.ru
3 Визит на ферму Цветковых 18.10.2026: экскурсия (41 мин) и разговор с работницей фермы (10 мин), аудио и расшифровка ↗сайт: как считали
4 Мосэнергосбыт, МО, НН, без НДС: 9,03 ₽/кВт·ч (09.2026, по сводке time2save.ru); сеть +22% с 01.10.2026 (№ 397-Р от 29.12.2025) ↗time2save.ru ↗mskenergo.ru
5 IPCC 2019 Refinement, т. 4, гл. 10, табл. 10.17: жидкий навоз, открытое хранение 6 мес., прохладный влажный климат — MCF 21% ↗ipcc-nggip.iges.or.jp
6 Модель трёх вариантов крышки, команда, 20.10.2026: помесячный расчёт выработки, климат Подмосковья ↗сайт: как считали
7 Zeeman G., диссертация, Вагенинген, 1991: свежий навоз без затравки при 5–15 °C не дал метана за 5 мес.; при 20 °C запуск ≈ 20 сут. (КРС) ↗research.wur.nl
8 КоАП РФ, ст. 10.8.1 (86-ФЗ от 22.04.2024): юрлицу — 250–350 тыс. ₽ или приостановка до 90 суток ↗legalacts.ru ↗interfax.ru
9 Росстат, «Сельское хозяйство в России. 2025», табл. 6.17, с. 76 (данные Минсельхоза), 2024 ↗rosstat.gov.ru
10 Интервью команды, 10.2026: 15 разговоров — 9 человек с трёх молочных ферм и 6 экспертов (роли — на слайде 8) ↗сайт: как считали

РЕШЕНИЕ · Golden Circle: зачем → как → что · позиционирование по Дж. Муру

Накрываем лагуну и греем только небольшую секцию на входе навоза — газ идёт круглый год



ЗАЧЕМ

Чтобы навоз стал светом и теплом фермы, а не метаном в воздухе и строкой в счёте за электричество

КАК

Греем не всю лагуну, а утеплённую траншею 862 м³ на входе (16% объёма): 35 °C, навоз в ней 30 суток. Остальная лагуна под крышкой дособирает газ[1]

ЧТО

Под ключ: крышка, секция, ГПУ 52 кВт (газовый двигатель-генератор), котёл, автоматика — 14,2 млн ₽ и сервис 180 тыс. ₽ в год[1]

380 МВт·ч[1]
своего света в год — 84% нужд фермы

1 039 / 1 091[1]
кВт·ч в сутки: январь / июль

7,2 года[1]
окупаемость; NPV 18,5 млн ₽

Для молочных ферм с лагуной МууВатт — крышка и тёплая секция: свой свет и тепло круглый год. В отличие от простой крышки — работает зимой[2]; в отличие от станции с реактором — не нужен стальной реактор: газ даёт лагуна, которая у фермы уже есть

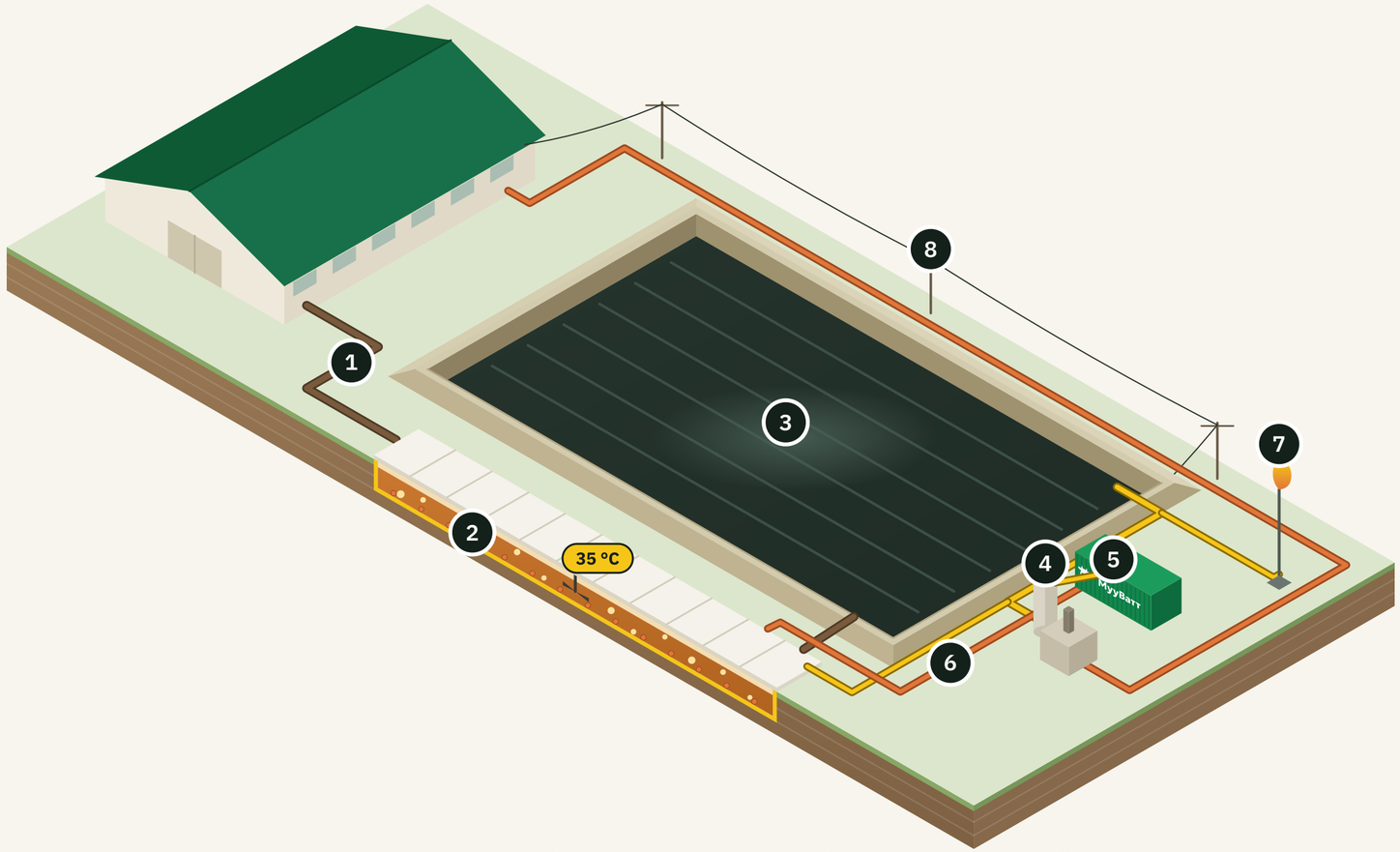
Цифры — оценка финмодели для фермы на 500 коров; допущения — ПЗ

1 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — ПЗ) ↗сайт: как считали

2 Модель трёх вариантов крышки, команда, 20.10.2026: помесячный расчёт выработки, климат Подмосковья ↗сайт: как считали

КАК ЭТО РАБОТАЕТ · схема процесса · звено цепочки: устойчивость → отходы в энергию · как внедряем

Секция работает как тёплый реактор, лагуна — как газгольдер, а ГПУ отдаёт ферме свет и тепло



1. **Навоз** — насосом в секцию, ≈ 26 т в сутки[1]
2. **Секция-траншея** 48 × 6 × 3 м под утеплителем: 35 °C, 30 суток, мешалка — здесь ≈ 88% газа
3. **Лагуна под плёнкой HDPE 2 мм:** газ при низком давлении, ≤ 602 м³ — ниже порога опасного объекта (1 т ≈ 800 м³)[2]
4. **Очистка газа** от сероводорода
5. **ГПУ 52 кВт:** 391 МВт·ч в год, ферме — 380 (84% её нужд)
6. **Тепло** греет секцию (пик 44 кВт), остаток — на мойку и переработку молока
7. **Факел** — для лишнего газа (≈ 7% за год) и остановок ГПУ
8. **Свет** — в коровник и цех; ГПУ подобрана по потреблению фермы

КАК ВНЕДРЯЕМ: МЫ — ИНТЕГРАТОР, А НЕ ЗАВОД

1. Проект, 3 мес.	проектировщик и газовая безопасность; 0,6 млн ₽ — в цене[1]
2. Закупка, 2 мес.	плёнка HDPE и утеплитель — у поставщиков геосинтетики[3], ГПУ — у дилеров в России[4]
3. Стройка летом, 2 мес.	подрядчики: земляные работы, сварка мембраны; монтаж и пусконаладка — 1,18 млн ₽ в цене
4. Пуск и сервис	закваска с работающей установки, выход на режим; дальше — удалённый мониторинг

Цифровой слой — наш: датчики t°, уровня, газа, CH_4 и давления → контроллер → удалённый мониторинг; сервис получает тревоги и настраивает подогрев

Звено цепочки: уборка навоза → хранение в лагуне (здесь работаем мы) → поля; энергия — на доение и переработку молока

навоз · биогаз · тепло · электричество

Схема — визуализация команды; цифры — финмодель (оценка, ферма на 500 коров); сроки — план на слайде 9

1 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — П3) ↗сайт: как считали

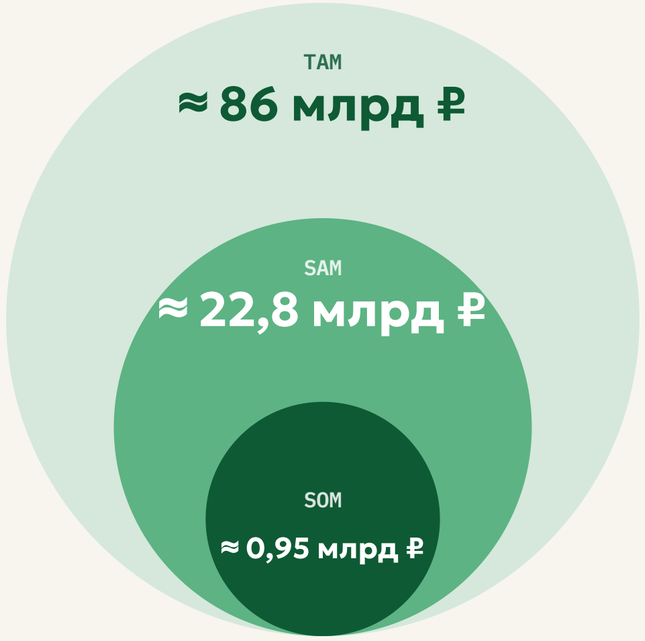
2 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности…», прил. 2, табл. 2: от 1 т горючих газов — опасный объект IV класса ↗base.garant.ru

3 Прайсы 22.10.2026: геомембрана HDPE 2 мм — 270–305 ₽/м², без монтажа ↗geopolitex.ru ↗stsgeo.ru

4 Прайсы 22.10.2026: ГПУ Weichai WPG125-9NG 80 кВт — 3,66 млн ₽; ЯМЗ 100 кВт в контейнере — 6,95 млн ₽ с НДС; биогазовые ≈ 50 кВт — по запросу ↗mototech.ru ↗dizel-system.ru

РЫНОК · TAM · SAM · SOM · PESTEL · барьеры входа

Сегмент для старта: 1 612 хозяйств, ≈ 22,8 млрд ₽; за 10 лет — 67 установок



круги не в масштабе · всё в ценах 2026 г.

TAM

3 029 тыс. коров сельхозорганизаций[1] — потолок: ≈ 6 058 ферм по 500 коров × 14,16 млн ₽

SAM

1 612 хозяйств на 300–1000 коров[2] × 14,16 млн ₽ — верхняя граница: хозяйство нужного размера ещё не клиент, нужны лагуна и готовность купить

SOM

67 установок за 2027–2036 гг.: ≈ 0,95 млрд ₽ в ценах 2026 г. и сервис ≈ 53 млн ₽[3] — 4,2% хозяйств нужного размера. Сколько из них с лагуной и готовы купить — проверяем (тест 5)

Барьеры входа и как проходим

Сезонность	строим и запускаем летом: даже при 20 °C запуск ≈ 20 суток[4]
Закон	248-ФЗ[5] и порог опасного объекта: письмо в Ростехнадзор и юрист
Сертификация	газовый котёл и горелку продают только со знаком ЕАС[6]: берём оборудование с документами

ПОЧЕМУ СЕЙЧАС — PESTEL

P Политика

Льготный кредит АПК — до 9%[7]; подходит ли он для биогаза, уточняем с банком

E Экономика

Свет дорожает: сетевые тарифы прочим потребителям +15,2% с октября 2026 г. и +13% в 2027 г.[8]

S Общество

Труд на фермах тяжёлый[9] — новая техника не должна требовать новых людей: автоматика и сервис под ключ

T Технологии

Накрытые лагуны работают за рубежом; в холодном климате им нужны утеплённые покрытия[10]

E Экология

Метан — парниковый газ: открытое хранилище теряет ≈ 21% метанового потенциала навоза[11]; под крышкой он идёт в дело

L Закон

Газа под крышками ≤ 602 м³ — ниже порога опасного объекта: 1 т газа ≈ 800 м³[12]

Число коров и хозяйств — Росстат; рубли — оценка команды по цене установки из финмодели (14,16 млн ₽ на ферму 500 коров)

1 Росстат, «Сельское хозяйство в России. 2025», табл. 4.2: коровы в СХО, конец 2024 ↗rosstat.gov.ru 2 Росстат, «Сельское хозяйство в России. 2025», табл. 6.17, с. 76 (данные Минсельхоза), 2024 ↗rosstat.gov.ru
3 Финмодель команды, 21.10.2026, лист «Компания»: план продаж и расходы на 2027–2036 — решение команды ↗сайт: как считали
4 Zeeman G., диссертация, Вагенинген, 1991: свежий навоз без затравки при 5–15 °C не дал метана за 5 мес.; при 20 °C запуск ≈ 20 сут. (КРС) ↗research.wur.nl
5 248-ФЗ от 14.07.2022 «О побочных продуктах животноводства», с 01.03.2023 ↗legalacts.ru 6 ТР ТС 016/2011 о газовом оборудовании (решение Комиссии ТС от 09.12.2011 № 875), ст. 3, 6, 7 ↗zakon.uchet.kz
7 DairyNews, 14.07.2026: с 08.07.2026 льготная ставка АПК — не выше 50% ключевой + 2 п. п.; при ключевой 14% (ЦБ, 21.10.2026) — до 9% ↗dairynews.today ↗cbr.ru
8 Минэкономразвития, сценарные условия 2027–2029 (ТАСС, 12.05.2026): сетевые тарифы прочим потребителям +15,2% с 10.2026, +13% в 2027 ↗finance.mail.ru
9 Визит на ферму Цветковых 18.10.2026: экскурсия (41 мин) и разговор с работницей фермы (10 мин), аудио и расшифровка ↗сайт: как считали
10 Lee K., Progressive Dairy, 29.07.2020: в холодном климате нужны утеплённые покрытия; края плёнки — в анкерной траншее ↗agproud.com
11 IPCC 2019 Refinement, т. 4, гл. 10, табл. 10.17: жидкий навоз, открытое хранение 6 мес., прохладный влажный климат — MCF 21% ↗ipcc-nggip.iges.or.jp
12 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности…», прил. 2, табл. 2: от 1 т горючих газов — опасный объект IV класса ↗base.garant.ru

АЛЬТЕРНАТИВЫ И НОВИЗНА · матрица конкурентов · карта позиционирования · ERRC · «голубой океан»

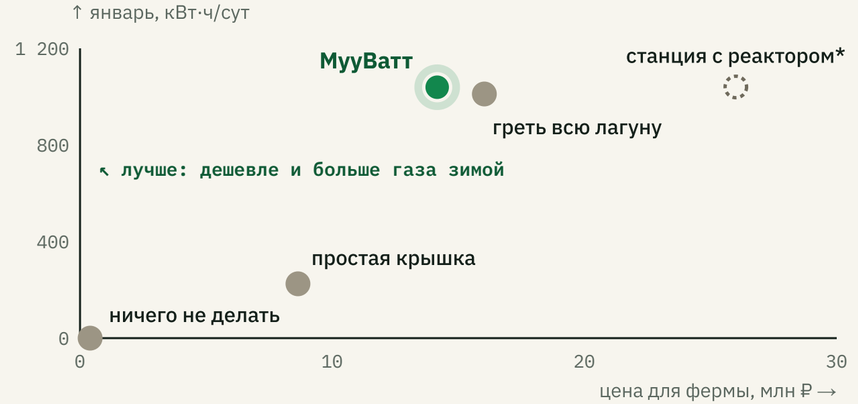
Зимой — газ почти как при подогреве всей лагуны, но на 1,9 млн ₽ дешевле (по нашей модели)

Способ	Цена для фермы	Январь, кВт·ч в сутки	Окупаемость	Без стального реактора	Газ ниже порога ОПО[10]	NPV фермы за 20 лет
Ничего не делать открытая лагуна: метан улетает[1]	0 ₽	0	—	✓	✓	—
Вывоз на поля сразу так у фермы Цветковых[2]	техника, топливо	0	—	✓	✓	—
Простая крышка без подогрева[3]	8,6 млн ₽	225	9,8 года	✓	✓	6,3 млн ₽
Греть всю лагуну утеплённая крышка целиком[3]	16,0 млн ₽	1 011	9,3 года	✓	✓	12,6 млн ₽
Станция с реактором «СельхозБиоГаз» и др.[4]	≈ 26 млн ₽*[5]	≈ 1 040*	—	✗	?	нет данных
МууВатт крышка + утеплённая траншея	**14,2 млн ₽**	**1 039**	**7,2 года**	✓	✓	**18,5 млн ₽**

✓ да ✗ нет ? нет данных

модели команды, 20.10 и 21.10.2026[3,6]

КАРТА: ЦЕНА × ЗИМНЯЯ ВЫРАБОТКА



УСТРАНИТЬ
отдельный стальной реактор и его фундамент

СНИЗИТЬ
объём, который греем, — 16% лагуны; газ под крышкой — ниже порога ОПО

ПОВЫСИТЬ
январскую выработку: 1 039 против 225 кВт·ч в сутки у простой крышки (модель)

СОЗДАТЬ
зимний газ из своей лагуны — под ключ по фиксированной цене

Факт из отрасли. RCM International (США, проектирует накрытые лагуны): подогрев поднимает зимний выход, но тепла обычно не хватает на всю лагуну[9]. Эксперты в интервью тоже назвали главным риском зиму[11]. Наш ответ — греть только вход

Честно о новизне. Накрытые лагуны и подогреваемые хранилища навоза уже есть за рубежом[7,8]. Новое — схема для нашей зимы: по модели на 1,9 млн ₽ дешевле подогрева всей лагуны; на пилоте проверим замерами

*** оценка: ≈ 500 тыс. ₽/кВт × 52 кВт; январь — как у МууВатт при той же ГПУ (допущение). ОПО — опасный производственный объект. Остальное — модели команды (оценка)**

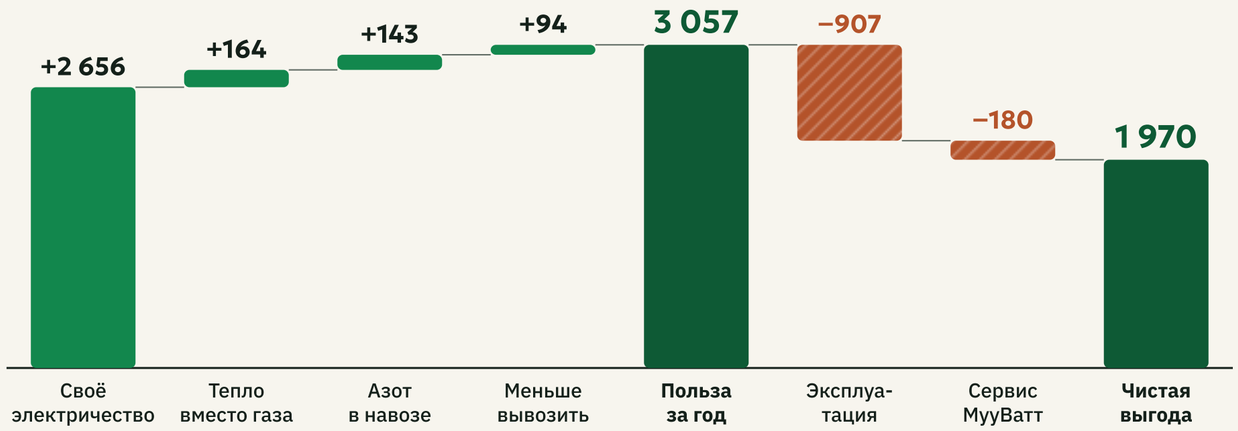
1 IPCC 2019 Refinement, т. 4, гл. 10, табл. 10.17: жидкий навоз, открытое хранение 6 мес., прохладный влажный климат — MCF 21% ↗ipcc-nggip.iges.or.jp
2 Визит на ферму Цветковых 18.10.2026: экскурсия (41 мин) и разговор с работницей фермы (10 мин), аудио и расшифровка ↗сайт: как считали
3 Модель трёх вариантов крышки, команда, 20.10.2026: помесячный расчёт выработки, климат Подмосковья ↗сайт: как считали
4 «СельхозБиоГаз» (Киров): биогазовые комплексы СБГ под ключ; патент RU 2640826 — утепление корпуса биореактора ↗productcenter.ru ↗patents.google.com
5 Исследования рынка с помощью Claude по запросу команды (2 отчёта), 18.10.2026 ↗сайт: как считали
6 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — ПЗ) ↗сайт: как считали
7 Moser M., RCM International, «Covered Lagoon Digesters», 2012, сл. 6–17: газ по сезонам, лучше в тёплом климате; есть лагуны с подогревом ↗web.archive.org
8 Gorrie P., BioCycle, 16.02.2016: ферма LaForge (Канада) сделала из бетонного хранилища реактор с утеплением и подогревом ↗biocycle.net
9 Moser M., RCM International, 2012, сл. 36: подогрев поднимает зимний выход, но тепла обычно не хватает на всю лагуну ↗web.archive.org
10 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности…», прил. 2, табл. 2: от 1 т горючих газов — опасный объект IV класса ↗base.garant.ru
11 Интервью команды, 10.2026: 15 разговоров — 9 человек с трёх молочных ферм и 6 экспертов (роли — на слайде 8) ↗сайт: как считали

БИЗНЕС-МОДЕЛЬ · юнит-экономика · водопад выгоды · проверка жизнеспособности · NPV · IRR · DSCR

Ферма платит 14,2 млн ₽ и получает 1,97 млн ₽ чистой выгоды в год; мы — 2,2 млн ₽ с проекта

ПОЛЬЗА И ЗАТРАТЫ ФЕРМЫ ЗА ГОД, ТЫС. ₽[1]

Сейчас ферма платит за свет ≈ 3,2 млн ₽ в год (450 МВт·ч × 7 ₽) — своим электричеством закрываем 84%



7,2 года
простая окупаемость

с 6-го года
ферма в плюсе, если тариф растёт на 7% в год

18,5 млн ₽
NPV: выгода за 20 лет в сегодняшних деньгах минус цена

21%
IRR: доходность вложений фермы в год

Тариф 7 ₽ — середина: в Подмосковье на низком напряжении уже 9,03 ₽[4] — окупаемость 5,2 года; в Ярославской обл. ≈ 5,7 ₽[5] — при 6 ₽ окупаемость 8,9 года (П3). NPV считали при ставке 10%

Все суммы — без НДС, в ценах 2026 г.; оценка финмодели для фермы на 500 коров при тарифе 7 ₽/кВт·ч

ПРОВЕРКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ · ШАГ 6 КЕЙСА

Выгода фермы
чистая, за 20 лет, в деньгах сегодня
32,6 млн ₽

> клиент выигрывает больше, чем платит ✓

Цена для фермы
установка под ключ
14,2 млн ₽

> мы получаем больше, чем тратим ✓

Наши затраты
себестоимость, продажа, гарантия
12,0 млн ₽

КТО И ЗА ЧТО ПЛАТИТ

Установка под ключ — **14,16 млн ₽** — себестоимость 11,33 + наценка 25%. Цена фиксирована: перерасход на стройке — наш риск

Сервис и мониторинг — **180 тыс. ₽ в год**, наши затраты 110 → маржа 70 тыс. ₽

Если ферма в кредит — кредит до 9%[2]: взнос **2,83 млн ₽**, платёж 2,25 млн ₽ в год. DSCR (выгода ÷ платёж) в годы 1–3: 0,87 · 1,09 · 1,18, банк ждёт ≥ 1,2 → просим отсрочку (П4)

Когда окупаемся — в плюсе за год с 5 установок (2030), а запуск окупается в 2031 г. — после 18 установок[3]

Риск №1 — цена ГПУ: по прайсам 46–110 тыс. ₽ за кВт[6,7] против 30 в модели — перерасход съест нашу прибыль 2,2 млн ₽. Проверяем первым (слайд 9)

1 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — П3) ↗сайт: как считали
2 DairyNews, 14.07.2026: с 08.07.2026 льготная ставка АПК — не выше 50% ключевой + 2 п. п.; при ключевой 14% (ЦБ, 21.10.2026) — до 9% ↗dairynews.today ↗cbr.ru
3 Финмодель команды, 21.10.2026, лист «Компания»: план продаж и расходы на 2027–2036 — решение команды ↗сайт: как считали
4 Мосэнергосбыт, МО, НН, без НДС: 9,03 ₽/кВт·ч (09.2026, по сводке time2save.ru); сеть +22% с 01.10.2026 (№ 397-Р от 29.12.2025) ↗time2save.ru ↗mskenergo.ru
5 Ярославльстат, 2025 (предв.): сельхозорганизации платят 6 879 ₽ за МВт·ч с НДС (≈ 5,7 ₽/кВт·ч без НДС) ↗76.rosstat.gov.ru
6 Прайсы 22.10.2026: ГПУ Weichai WPG125-9NG 80 кВт — 3,66 млн ₽; ЯМЗ 100 кВт в контейнере — 6,95 млн ₽ с НДС; биогазовые ≈ 50 кВт — по запросу ↗mototech.ru ↗dizel-system.ru
7 Прайс 22.10.2026: ГПУ ФАС-50/70М, 50 кВт (природный газ) — 5,51 млн ₽ ↗generator-market.ru

ПРОТОТИП И ПРОВЕРКА · Build → Measure → Learn · журнал разворотов · CustDev на ферме

Мы дважды меняли решение по цифрам: реактор → крышка → крышка с тёплой секцией

1 до 20.10
Модуль-реактор[1]

Сделали: стальной реактор на болтах, 58 кВт

Посчитали: при ≈ 500 тыс. ₽/кВт — 29 млн ₽, окупаемость ≈ 9,5 года, лизинг дороже экономии

Вывод: дорогой сам реактор

→

2 20.10
Крышка на лагуну[2]

Сделали: модель трёх вариантов: «реактор» уже есть — это лагуна

Посчитали: простая крышка в январе даёт в 4,9 раза меньше, чем в июле; вся лагуна — 16,0 млн ₽ и 9,3 года

Вывод: греть нужно, но не всё

→

3 21.10
Крышка + тёплая секция[3]

Сделали: модель с подогревом только входа — траншея 862 м³

Посчитали: NPV 18,5 млн ₽; перегородка дешевле (12,0 млн ₽), но тогда лагуна не вмещает навоз 180 суток

Вывод: выбрали траншею: лагуна остаётся целой

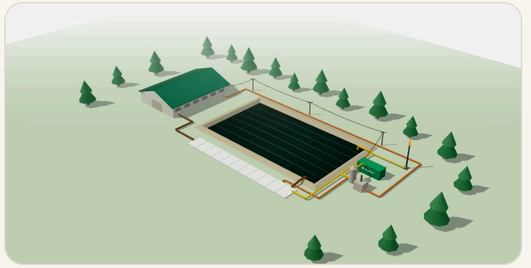
КТО ЧТО СКАЗАЛ — И ЧТО МЫ ПОМЕНЯЛИ

15 интервью[5]: 9 человек с трёх молочных ферм и 6 экспертов · визит на ферму Цветковых[4]

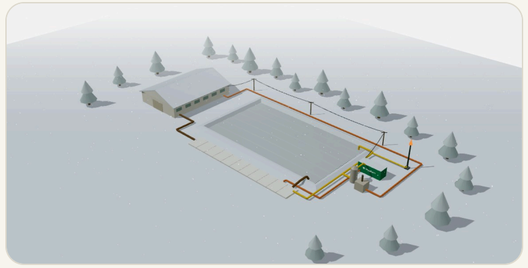
Фермы 9 человек с трёх молочных ферм	проблема с навозом есть, и она значительная (пересказ)	**→ проблему считаем подтверждённой**
Эксперты инженер, агротех, магистрант ФБМФ, два учителя биологии и др.	советы по технологии; главный риск — зимой лагуна остывает и газ почти не идёт. Модель согласна: январь у простой крышки в 4,9 раза ниже июля[2]	**→ добавили тёплую секцию на входе**
Экскурсовод фермы Цветковых	«И вот там оно будет лежать до тех пор, пока оно не высохнет» — о навозе, который сразу вывозят на поля	**→ лагуны нет → наш клиент — фермы с лагуной**
Она же 220 коров, коровник 1958 года	«220 печек. Какое отопление? … Все эти двери закрываются» — на вопрос, греют ли коровник зимой	**→ тепло — на мойку доильной системы и переработку молока**

Ещё не проверили: отзыв ферм с лагуной на 3D-прототип и готовность платить → тест 5 (слайд 9)

ПРОТОТИП: 3D-МОДЕЛЬ НА САЙТЕ



Лето: крышка секции поднята — видно траншею



Зима: снег, а под крышкой секции — 35 °C

Ещё в прототипе: цифровая модель фермы и установки — помесячный тепловой баланс, денежный поток на 20 лет, 3 сценария, 12 автопроверок; калькулятор окупаемости на сайте

biogas-module-prototype.vercel.app

Цифры — расчёты моделей команды (оценка), допущения — ПЗ

1 Исследования рынка с помощью Claude по запросу команды (2 отчёта), 18.10.2026 ↗сайт: как считали
2 Модель трёх вариантов крышки, команда, 20.10.2026: помесячный расчёт выработки, климат Подмосковья ↗сайт: как считали
3 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — ПЗ) ↗сайт: как считали
4 Визит на ферму Цветковых 18.10.2026: экскурсия (41 мин) и разговор с работницей фермы (10 мин), аудио и расшифровка ↗сайт: как считали
5 Интервью команды, 10.2026: 15 разговоров — 9 человек с трёх молочных ферм и 6 экспертов (роли — на слайде 8) ↗сайт: как считали

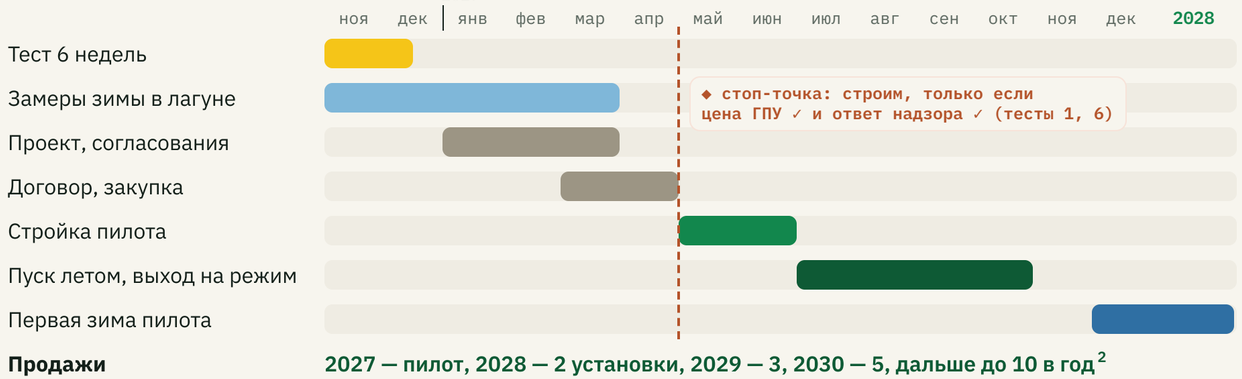
ПЛАН РАЗВИТИЯ · тест 4–6 недель · диаграмма Ганта · OKR 2027

Шесть недель проверяем цену, спрос и зиму; в 2027 г. строим пилот, к 2031 г. компания в плюсе

№	Что проверяем	Где и с кем	Недели	Успех, если…
1	**3 коммерческих предложения: биогазовая ГПУ ≈ 50 кВт, крышка HDPE, утеплитель** до стройки	поставщики	1–3	ГПУ ≤ 36 тыс. ₽/кВт (модель + 20%), иначе пересчитываем цену
2	**Термометр-логгер в лагуне**	ферма с лагуной из интервью	2–6, дальше до весны	в декабре t° лагуны ≈ 5 °C, как в модели; холоднее — пересчёт
3	**Опыт «две банки»: навоз при 35 °C и 5 °C**	школьная лаборатория	1–4	при 35 °C газа в ≥ 3 раза больше
4	**Сухое вещество навоза (сушка при 105 °C)**	та же ферма	2	≤ 10% — разбавлять водой не нужно
5	**Показ прототипа и расчёт окупаемости по счетам 10 ферм**	фермы с лагуной	2–6	≥ 3 фермы готовы к замерам и пилоту
6	**Письмо в Ростехнадзор (116-ФЗ), юрист по 248-ФЗ** до стройки	надзор, юрист	1–6	письменный ответ: установка — не опасный объект

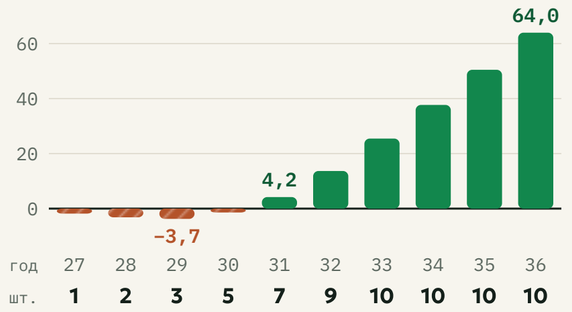
Главные риски (П4) → чем проверяем: ГПУ дороже модели → тест 1 · зима холоднее модели → тест 2 · у ферм нет лагуны или денег → тест 5 · опасный объект → тест 6

ДОРОЖНАЯ КАРТА · НОЯБРЬ 2026 → 2028



Продажи — 2027 — пилот, 2028 — 2 установки, 2029 — 3, 2030 — 5, дальше до 10 в год[2]

КОМПАНИЯ: НАКОПЛЕННЫЙ ПОТОК, МЛН ₽ · УСТАНОВОК В ГОД



Максимум вложений — **3,7 млн ₽** (2029), в плюсе с **2031**, **64 млн ₽** к 2036[2]

OKR 2027

O: доказать, что установка даёт газ зимой
KR1: пилот запущен до 01.08.2027
KR2: в декабре ≥ 900 кВт·ч в сутки (модель: 1 042)[1]
KR3: 2 договора на 2028 г.

Эксперименты ещё не проведены — это план; продажи по годам — допущение команды в финмодели

1 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — П3) ↗сайт: как считали

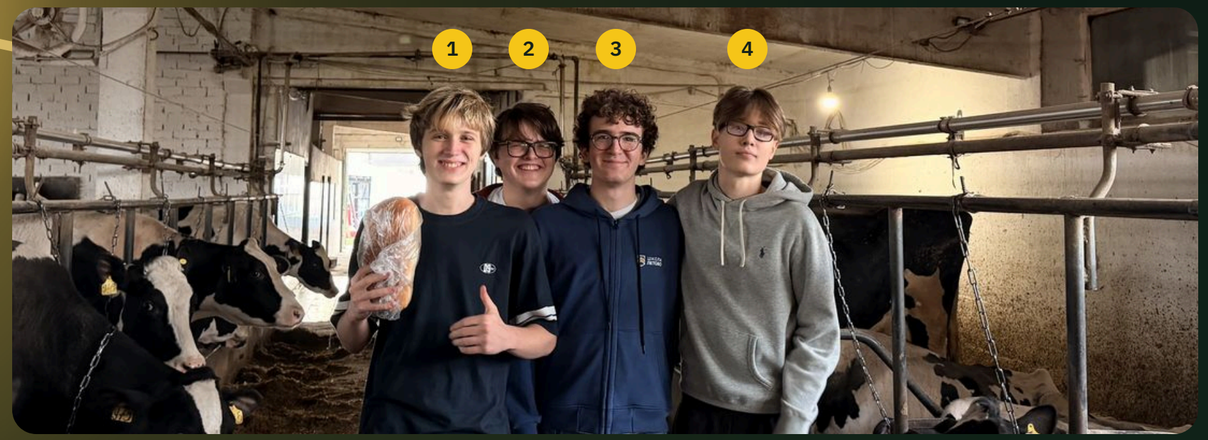
2 Финмодель команды, 21.10.2026, лист «Компания»: план продаж и расходы на 2027–2036 — решение команды ↗сайт: как считали

МууВатт

Отходы — это энергия
Лампочка уже горит

Ищем ферму с лагуной для пилота, поставщиков крышки и ГПУ и банк-партнёра





Команда «МууВатт» · Школа «Летово», 10 класс

1 Романов Михаил 2 Немтин Лев 3 Шелухин Дмитрий 4 Федоткин Алексей

Инструменты: Excel — финмодель с 12 автопроверками · faster-whisper — расшифровка двух записей с фермы · ИИ: Claude — исследование рынка, финмодель собрана с помощью ИИ, Claude Code — тексты слайдов, сайт и 3D. Идея и решения — наши; запросы и что взяли — в приложении П5

biogas-module-prototype.vercel.app
3D-модель · калькулятор · все источники со ссылками

ПРИЛОЖЕНИЕ П1 · КЛИЕНТ · JTBD · CJM — путь клиента · Value Proposition Canvas

Путь клиента: от счёта за свет до своего электричества — на каждом шаге понятно, что делаем мы

JTBD **Когда** счёт за электричество растёт, а навоз просто стоит в лагуне, **я хочу** получать из него свой свет и тепло круглый год — без большой стройки и лишних людей, — **чтобы** снизить затраты фермы и спокойно проходить проверки

	1 Проблема	2 Поиск решения	3 Покупка и пуск	4 Результат	5 Измеримая ценность
ЧТО ДЕЛАЕТ	платит за свет, копит навоз в лагуне до внесения	ищет, как снизить затраты; слышит, что биогаз — это дорогой реактор	подписывает договор, берёт льготный кредит; летом мы строим, пуск с закваской	инженер смотрит пульт: t° секции, газ, кВт·ч	считает экономию по счетам за год
ЧТО БОЛИТ	тариф растёт, метан и запах, проверки по 248-ФЗ[2]	непонятно, окупится ли именно у него	нет 14 млн ₽ сразу; не помешает ли стройка работе фермы?	зимой газа меньше? кто будет чинить?	выгода зависит от тарифа и потребления
ЧТО ДЕЛАЕМ МЫ	приезжаем с термометром и смотрим лагуну	считаем окупаемость по его счетам и навозу	цена фиксирована, кредит со взносом 2,83 млн ₽; монтаж и пусконаладка — наши	удалённый мониторинг и сервис 180 тыс. ₽ в год	отчёт: кВт·ч, тепло, газ под крышкой
МЕТРИКА	**≈ 3,2 млн ₽ в год за свет***	**окупаемость 7,2 года, при 9 ₽/кВт·ч — 5,2**	**60% выработки в 1-й год**	**1 039 кВт·ч в сутки в январе**	**1,97 млн ₽ чистой выгоды в год[1]**

ПРОФИЛЬ КЛИЕНТА

Задачи	снизить затраты на энергию · хранить навоз по закону · не нанимать людей под новую технику
Боли	свет дорожает · метан и запах · простая крышка зимой даёт в 5 раз меньше газа · нет 14 млн ₽ сразу
Выгоды	свой свет и тепло · предсказуемые затраты · меньше вывозить: дождь и снег не попадают в лагуну

⇄

ЦЕННОСТНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ МУУВАТТ

Продукт	крышка HDPE + тёплая траншея + ГПУ под ключ · удалённый мониторинг · сервис
Снимает боль	зимой почти как летом: 1 039 против 1 091 кВт·ч в сутки · метан идёт в ГПУ, а не в воздух · фиксированная цена · кредит со взносом 2,83 млн ₽
Создаёт выгоду	84% электричества — своё · 170 МВт·ч тепла на мойку и переработку · азот остаётся в навозе

*** 450 МВт·ч в год × 7 ₽/кВт·ч — допущения финмодели (оценка) для фермы на 500 коров; на пилоте заменим их счетами фермы-партнёра**

1 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — П3) ↗сайт: как считали

2 248-ФЗ от 14.07.2022 «О побочных продуктах животноводства», с 01.03.2023 ↗legalacts.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ П2 · БИЗНЕС-МОДЕЛЬ · Lean Canvas · 5 сил Портера

Lean Canvas: продаём установку под ключ и сервис; слабее всего — каналы и скрытое преимущество

1 Проблема

Свет дорожает: в МО уже 9,03 ₽/кВт·ч[1] · метан улетает из лагуны · простая крышка зимой даёт в 5 раз меньше газа

Сейчас: открытая лагуна, вывоз на поля, станция с реактором

4 Решение

Крышка HDPE на лагуну + утеплённая траншея 35 °C + ГПУ 52 кВт + мониторинг

8 Ключевые метрики

кВт·ч в сутки зимой · t° секции · доля газа на факел · DSCR фермы · маржа проекта

3 Уникальное предложение

Свой свет и тепло из лагуны круглый год — зимой почти как летом, без стального реактора, по фиксированной цене

Реактор у фермы уже есть — это лагуна

9 Скрытое преимущество

Пока нет — строим: зимние данные пилота и модель, откалиброванная по ним

5 Каналы

Выезд с термометром и расчёт по счетам · банк (кредит АПК) и лизинг · отраслевые выставки

2 Клиенты

Молочные фермы на 300–1000 коров — 1 612 хозяйств[2] (верхняя граница: долю с лагуной проверяем)

Первые: фермы на низком напряжении и с переработкой молока — им нужно и тепло

7 Структура затрат

Себестоимость проекта 11,33 млн ₽[3]: ГПУ 1,57 · крышка 1,55 · траншея 1,37 · монтаж 1,18 · резерв 1,03 · подогрев 0,79 … Продажа 0,2 млн ₽, гарантийный резерв 0,45 млн ₽ (4%); расходы команды — 4 (2027) → 22 млн ₽ в год (2036)[4]

6 Доходы

Установка под ключ **14,16 млн ₽** (наценка 25%) → прибыль 2,18 млн ₽ с проекта; сервис **180 тыс. ₽ в год** (маржа 70 тыс. ₽). План: 67 установок к 2036 г., выручка за 2027–2036 — 1,27 млрд ₽[4]

5 СИЛ ПОРТЕРА

давление на нас; цены ГПУ[5,6], мембраны[7], станции в России[8]

Конкуренты — низкая
станции с реактором строят под ключ (например, «СельхозБиоГаз»); лагун с подогревом в России не нашли

Новые игроки — средняя
крышку положит любой подрядчик, а для зимнего режима нужны модель и опыт

Поставщики — высокая
ГПУ по прайсам — 46–110 тыс. ₽/кВт, биогазовые — по запросу; мембрана — массовая

Покупатели — высокая
ферма считает окупаемость и может ничего не делать

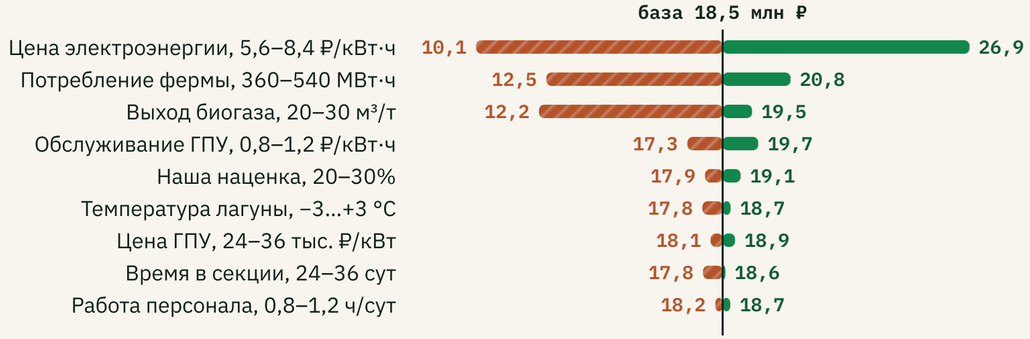
Заменители — средняя
свет из сети, газовый котёл, вывоз навоза сразу на поля

1 Мосэнергосбыт, МО, НН, без НДС: 9,03 ₽/кВт·ч (09.2026, по сводке time2save.ru); сеть +22% с 01.10.2026 (№ 397-Р от 29.12.2025) ↗time2save.ru ↗mskenergo.ru
2 Росстат, «Сельское хозяйство в России. 2025», табл. 6.17, с. 76 (данные Минсельхоза), 2024 ↗rosstat.gov.ru
3 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — П3) ↗сайт: как считали
4 Финмодель команды, 21.10.2026, лист «Компания»: план продаж и расходы на 2027–2036 — решение команды ↗сайт: как считали
5 Прайсы 22.10.2026: ГПУ Weichai WPG125-9NG 80 кВт — 3,66 млн ₽; ЯМЗ 100 кВт в контейнере — 6,95 млн ₽ с НДС; биогазовые ≈ 50 кВт — по запросу ↗mototech.ru ↗dizel-system.ru
6 Прайс 22.10.2026: ГПУ ФАС-50/70М, 50 кВт (природный газ) — 5,51 млн ₽ ↗generator-market.ru
7 Прайсы 22.10.2026: геомембрана HDPE 2 мм — 270–305 ₽/м², без монтажа ↗geopolitex.ru ↗stsgeo.ru
8 «СельхозБиоГаз» (Киров): биогазовые комплексы СБГ под ключ; патент RU 2640826 — утепление корпуса биореактора ↗productcenter.ru ↗patents.google.com

ПРИЛОЖЕНИЕ ПЗ · ФИНМОДЕЛЬ · сценарии · торнадо · сетка чувствительности · сверка с рынком

Финмодель: результат сильнее всего зависит от тарифа и потребления фермы, а не от холода

ЧТО ДВИГАЕТ NPV ФЕРМЫ, МЛН ₽: РЫЧАГ −20% / +20% (ЛАГУНА — ±3 °C)[2]



Штрих — ниже базы, зелёный — выше. Лагуна на 3 °C холоднее или теплее: NPV −0,7…+0,3 млн ₽ — это и делает тёплая секция

ОКУПАЕМОСТЬ, ЛЕТ: ТАРИФ × ПОТРЕБЛЕНИЕ

	300 МВт·ч	450 МВт·ч	600 МВт·ч
6 ₽/кВт·ч	12,9	8,9	8,3
7 ₽/кВт·ч	10,5	7,2 (база)	6,7
8 ₽/кВт·ч	8,9	6,0	5,6
9 ₽/кВт·ч	7,7	5,2	4,9
10 ₽/кВт·ч	6,7	4,6	4,3

9 ₽ ≈ МО (9,03 ₽[3]) → 5,2 года; от 600 МВт·ч — то же

КЛЮЧЕВЫЕ ДОПУЩЕНИЯ (ОЦЕНКА)

- 500 коров, 55 кг навоза на корову в сутки
- лагуна 5 500 м³, хранение 180 суток
- ферма тратит 450 МВт·ч в год
- тариф 7 ₽/кВт·ч, рост 7% в год, инфляция 5%
- биогаз 25 м³ с тонны навоза, метана 55%
- ГПУ 30 тыс. ₽/кВт, КПД 32% эл. и 45% тепл.
- ГПУ работает 92% времени, 1-й год — 60%
- лагуна зимой 3–5 °C (проверим логгером)
- ставка дисконтирования фермы 10%

Сценарий	Пессим.	База	Оптим.
Чистая выгода фермы, тыс. ₽/год	836	**1 970**	2 737
Простая окупаемость, лет	16,9	**7,2**	5,2
Год, с которого ферма в плюсе	10	**6**	5
NPV фермы за 20 лет, млн ₽	1,4	**18,5**	29,6
IRR фермы	11,0%	**21,1%**	26,8%
Мин. DSCR кредита	0,05	**0,87**	1,47
Наша прибыль с проекта, тыс. ₽	−3 418	**2 179**	5 640

Пессим.: тариф 6,5 ₽, газ 20 м³/т, ГПУ 40 тыс. ₽/кВт, крышка 1 300 ₽/м², монтаж 20%, резерв 15%. Оптим.: 8 ₽, 28 м³/т, 25 тыс. ₽/кВт, 650 ₽/м², 12%, 8%. Цена для фермы везде — 14,16 млн ₽: перерасход бьёт по нашей прибыли

СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОЕКТА 11,33 МЛН ₽[1]



Энергоблок — 2,72 · Тёплая секция — 3,26 · Крышка на лагуну — 2,06 · Автоматика — 0,30 · Проект, монтаж, резерв — 2,98 (млн ₽, с округлением)

СВЕРКА ДОПУЩЕНИЙ С РЫНКОМ

Что	В модели	Рынок, 10.2026	Вывод
Тариф	7 ₽/кВт·ч	5,7 (Яросл.)[4] – 9,03 ₽ (МО)[3]	7 ₽ — внутри диапазона
Плёнка HDPE	900 ₽/м² под ключ	270–305 ₽/м², без монтажа[5]	материал — ≈ ⅓ цены
ГПУ	30 тыс. ₽/кВт	46–110 тыс. ₽/кВт[6,7]	прибыль 2,2 → −3,3…+1,1 млн ₽

Ферма на 500 коров, базовый сценарий; входные значения — допущения модели (оценка), их заменим данными фермы-партнёра

1 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — ПЗ) ↗сайт: как считали

2 Финмодель команды, 21.10.2026, лист «Чувствительность»: каждый рычаг ±20%, вся модель пересчитана дважды ↗сайт: как считали

3 Мосэнергосбыт, МО, НН, без НДС: 9,03 ₽/кВт·ч (09.2026, по сводке time2save.ru); сеть +22% с 01.10.2026 (№ 397-Р от 29.12.2025) ↗time2save.ru ↗mskenergo.ru

4 Ярославльстат, 2025 (предв.): сельхозорганизации платят 6 879 ₽ за МВт·ч с НДС (≈ 5,7 ₽/кВт·ч без НДС) ↗76.rosstat.gov.ru

5 Прайсы 22.10.2026: геомембрана HDPE 2 мм — 270–305 ₽/м², без монтажа ↗geopolitex.ru ↗stsgeo.ru

6 Прайсы 22.10.2026: ГПУ Weichai WPG125-9NG 80 кВт — 3,66 млн ₽; ЯМЗ 100 кВт в контейнере — 6,95 млн ₽ с НДС; биогазовые ≈ 50 кВт — по запросу ↗mototech.ru ↗dizel-system.ru

7 Прайс 22.10.2026: ГПУ ФАС-50/70М, 50 кВт (природный газ) — 5,51 млн ₽ ↗generator-market.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ П4 · ГИПОТЕЗЫ И РИСКИ · таблица гипотез · матрица рисков · SWOT

Гипотезы и риски: две гипотезы опровергли, главный риск — цена ГПУ, его проверяем первым

№	Гипотеза	Статус	Чем проверили
H1	Без подогрева лагуна зимой почти не даёт газа	подтверждена	литература[1], модель: январь 225 против 1 104 в июле[2], эксперты[3]
H2	Достаточно греть только входную секцию	по расчёту	модель: январь 1 039 против 225 кВт·ч в сутки
H3	Тепла ГПУ хватает на секцию зимой	по расчёту	модель: дефицит — 0 месяцев
H4	Ферма купит модуль-реактор за ≈ 500 тыс. ₽/кВт	опровергнута	окупаемость ≈ 9,5 года → развернулись
H5	Перегородка в лагуне — лучший способ	частично	дешевле на 2,1 млн ₽, но лагуна не вмещает навоз 180 суток
H6	Свет для фермы стоит ≥ 7 ₽/кВт·ч	частично	МО, НН: 9,03 ₽[4]; Ярославская обл.: ≈ 5,7 ₽[5]
H7	У ферм сегмента есть лагуна	проверяем	у Цветковых нет; нужна статистика и интервью
H8	Газ под крышкой ниже порога опасного объекта	по расчёту	602 м³ — ниже ≈ 800 м³ (1 т газа)[6]; ждём ответ Ростехнадзора
H9	Банк даст кредит: DSCR ≥ 1,2	опровергнута	годы 1–3: 0,87 · 1,09 · 1,18 → отсрочка или срок дольше
H10	Биогазовая ГПУ ≈ 30 тыс. ₽/кВт	проверяем	прайсы ГПУ 46–110 тыс. ₽/кВт → 3 КП
H11	Для ферм навоз — значительная проблема	подтверждена	9 интервью на трёх фермах[3]
H12	Ферма с лагуной купит установку за 14,2 млн ₽	проверяем	показ прототипа и расчёт по счетам (тест 5)

МАТРИЦА РИСКОВ: ВЕРОЯТНОСТЬ × ВЛИЯНИЕ[7]



1. **ГПУ дороже модели** → 3 КП на биогазовые ГПУ до стройки
2. **Перерасход на стройке** → КП на крышку и ЭППС, резерв 10%
3. **Тариф или потребление ниже** → считаем по счетам фермы до договора
4. **DSCR < 1,2 в первые 3 года** → отсрочка платежа, пуск летом
5. **Опасный объект, 248-ФЗ, стройка** → письмо в Ростехнадзор, юрист
6. **Густой навоз, осадок** → тест сухого вещества; пескоуловитель — опция, +0,7 млн ₽
7. **Лагуна зимой холоднее** → логгер; −3 °C → NPV −0,7 млн ₽
8. **Газа меньше расчёта** → «две банки», замеры на пилоте

S Сильные
стальной реактор не нужен — лагуна уже есть · зимой ≈ летом · 12 автопроверок модели

W Слабые
нет пилота и замеров · цена ГПУ под вопросом · нужен подрядчик для стройки

O Возможности
тарифы растут · льготный кредит до 9% · 1 612 хозяйств в сегменте

T Угрозы
ферма может «ничего не делать» · требования закона · ставка ЦБ может вырасти

1 Zeeman G., диссертация, Вагенинген, 1991: свежий навоз без затравки при 5–15 °C не дал метана за 5 мес.; при 20 °C запуск ≈ 20 сут. (КРС) ↗research.wur.nl
2 Модель трёх вариантов крышки, команда, 20.10.2026: помесячный расчёт выработки, климат Подмосковья ↗сайт: как считали
3 Интервью команды, 10.2026: 15 разговоров — 9 человек с трёх молочных ферм и 6 экспертов (роли — на слайде 8) ↗сайт: как считали
4 Мосэнергосбыт, МО, НН, без НДС: 9,03 ₽/кВт·ч (09.2026, по сводке time2save.ru); сеть +22% с 01.10.2026 (№ 397-Р от 29.12.2025) ↗time2save.ru ↗mskenergo.ru
5 Ярославльстат, 2025 (предв.): сельхозорганизации платят 6 879 ₽ за МВт·ч с НДС (≈ 5,7 ₽/кВт·ч без НДС) ↗76.rosstat.gov.ru
6 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности…», прил. 2, табл. 2: от 1 т горючих газов — опасный объект IV класса ↗base.garant.ru
7 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — П3) ↗сайт: как считали

ПРИЛОЖЕНИЕ П5 · ЛИСТ ТЕХНОЛОГИЙ И ИИ · лист технологий · ИИ: инструменты, промпты, проверка

Лист технологий и ИИ: из чего установка, чем мы работали и как проверяли ответы ИИ

УСТАНОВКА (ФИНМОДЕЛЬ, ФЕРМА НА 500 КОРОВ)

Узел	Что и сколько
Плавающая крышка	HDPE 2 мм на всю лагуну (1 719 м²), балласт, отвод дождевой воды, сбор газа
Секция-траншея	48 × 6 × 3 м, 862 м³; ЭППС 100 мм, U = 0,32 Вт/(м²·К); 35 °С, 30 сут
Мешалка и подогрев	погружная мешалка 5,5 кВт; теплообменник от ГПУ, пик 44 кВт
Газ	277 тыс. м³ биогаза в год, ≈ 55% CH_4; очистка от H_2S; факел; под крышками ≤ 602 м³
ГПУ в контейнере	52,4 кВт эл.; КПД 32% эл. и 45% тепл.; работает 92% времени
Тепло ферме	котёл на лишнем газе и теплотрасса: 170 МВт·ч в год
Автоматика	датчики t°, уровня, расхода газа, CH_4, давления; контроллер; удалённый мониторинг

Цифры узлов — финмодель команды [1]

ИНСТРУМЕНТЫ ПРОЕКТА

Excel
финмодель: 10 листов, 12 автопроверок

Next.js · React
сайт и веб-версия презентации*

Three.js
3D-модель установки*

Python
разбор Excel и прайсов*

Playwright
экспорт PDF и картинок слайдов*

Vercel
сайт в интернете

ГДЕ ПОМОГАЛ ИИ: ЗАДАЧА И ЧТО ВЗЯЛИ

Claude [2] — кабинетное исследование рынка, 18.10.2026
тема запроса: рынок малых биогазовых модулей для молочных ферм России. Взяли оценку ≈ 500 тыс. ₽/кВт для станций с реактором (из неё — первый разворот), законы и тарифы — после проверки. Продажа под ключ с удалённым мониторингом была и в советах отчёта

ИИ-ассистент — сборка финмодели по нашей идее: тепловой баланс, деньги, проверки
задача: посчитать крышку на лагуну и подогрев входа для фермы на 500 коров; модель — инструмент анализа данных

Claude Code — тексты и вёрстка слайдов по нашей финмодели и интервью, сайт, графики, 3D
«Мы поменяли модель: перестрой сайт, сделай новую 3D-модель и презентацию… включи как можно больше фреймворков… сделай максимально понятной»

faster-whisper — расшифровка двух записей с фермы (локально)
модель large-v3; цитаты сверены с аудио, неразборчивое не дописывали

Как проверяли ответы ИИ
Каждую ссылку открыли и 5 мест поправили: мёртвая ссылка → архив; цены Росстата — с НДС; опыт Вагенингена — про КРС; BioCycle — бетонное хранилище, а не лагуна; порог опасного объекта — ≈ 800 м³. Цены ГПУ на рынке выше модели — вынесли в риски. Внешние цифры — со сноской, расчёты — «оценка»

Что делали сами
Идея и выбор решения: два разворота по цифрам (слайд 8) · 15 интервью: 9 человек с трёх ферм и 6 экспертов · ферма Цветковых 18.10.2026: экскурсия и разговор с работницей, с записью и фото

Правила кейса: идею, проблему и ЦА, рынок и бизнес-модель формулирует команда; ИИ не придумывает данные и источники. Полные запросы и файлы — по запросу

* через Claude Code

1 Финмодель команды «Крышка на лагуну и подогреваемая секция», 21.10.2026: базовый сценарий, ферма 500 коров (допущения — П3) ↗сайт: как считали

2 Исследования рынка с помощью Claude по запросу команды (2 отчёта), 18.10.2026 ↗сайт: как считали