

**Технико-эксплуатационная оценка работы одного модуля
биоэнергокомплекса БИОКОМ – 1200 на основе технологии Компании
«Гильдия М»**

Экономическая эффективность применения анаэробной очистки в большой степени зависит от состава исходного сырья, объемов реактора, его конструкции, необходимости в дополнительном оборудовании, стоимости рабочей силы, энергии и т.п. Определим экономическую эффективность для одного модуля БИОКОМ – 1200, при переработке органического сырья (класс опасности – IV), учитывая все эти факторы.

Используемая методика расчета экономической эффективности.

1. Экономический эффект, принимаемый к реальным расчетам, формируется за счет получения в процессе утилизации органических отходов предприятия – пользователя БИОКОМА:

1) органического удобрения с характеристиками, указанными в приложении 1 в результате его реализации на сторону (либо эффекта от использования самим предприятием данного удобрения взамен используемого в настоящее время минерального удобрения);

2) генерации тепла и экономии за счет его использования для энергообеспечения собственных промышленно-бытовых объектов в холодный период года (7 месяцев);

3) генерации электроэнергии и экономии за счет ее использования для энергообеспечения собственных промышленно-бытовых объектов в теплый период года

2. Эксплуатационные затраты формируются за счет:

1) прямых расходов на производство органического удобрения:

– закуп недостающих составляющих для формирования смеси утилизируемых субстратов, ферментов, штаммов бактерий;

- работ и услуг по доставке, хранению и подготовке органических отходов

2) постоянных расходов на работу оборудования и обеспечение непрерывности техпроцесса:

- энергия на обеспечение технологического процесса;
- вспомогательные материалы (расходные материалы для вспомогательного и основного оборудования)
- сервисные услуги (работы по сопровождению технологии, модернизации конструкции, дистанционного контроля работы).
- амортизационный фонд – направляется на текущие и капитальные ремонты оборудования.

БИОКОМ – 1200 рассчитан на переработку 82,5 тонн субстрата (92% влажности), что составляет до 22 тонн органических отходов.

Объем метантенка (полезная вместимость):

$$V_1 = 1100 \text{ м}^3$$

Объем газовой полости метантенка:

$$V_2 = 100 \text{ м}^3$$

Общий объем метантенка:

$$V_m = 1200 \text{ м}^3$$

Доза суточной загрузки:

$$d = \frac{B}{V_1} \cdot 100\% = \frac{5,8}{77} \cdot 100\% = 7,5\% \quad (6.10)$$

Геометрические размеры метантенка:

Диаметр метантенка:

$$D = 10 \text{ м.}$$

Высота метантенка:

$$H_m = 16 \text{ м}$$

Площадь поверхности метантенка:

$$S = 1200 \text{ м}^2$$

Суточный выход биогаза:

$$V_{сут}^{\delta z} = 960 \text{ м}^3$$

Годовая выработка биогаза:

$$V_B = V_{сут} \cdot 365 = 350400 \text{ м}^3$$

Количество обслуживающего персонала – Л = 2 чел.

Годовая загрузка установки 365 суток.

Объем газгольдера $V_G = 1000 \text{ м}^3$

Техническая характеристика оборудования, используемого в технологиях

Мешалка 6 шт.:

➤ установленная мощность (N_M) = 4 кВт

Насос 2 шт.:

➤ установленная мощность (N_N) = 10 кВт

Суточный расход электроэнергии на осуществление технического процесса

1. Нагрев исходного навоза до температуры брожения

$$Q_{затр}^{сн год} = Q_{нагр}^{год} + Q'_{нагр}^{год} + Q_{перем}^{год}$$

где $Q_{нагр}^{год}$ – затраты на нагрев полного объема реактора при первичной загрузке за год, МДж.

$$Q_{\text{нагр}}^{\text{год}} = \sum Q_{i \text{ нагр}}^{\text{сут}} \cdot T = 64526 \text{ МДж}$$

где $Q_{i \text{ нагр}}^{\text{мес}}$ - затраты на нагрев суточной дозы загрузки реактора, МДж;

T – время эксплуатации установки, сут.

$$Q_{i \text{ нагр}}^{\text{сут}} = \frac{C \cdot M_c \cdot (t_{\text{реж}} - t_{\text{исх}}^{\text{H}})}{1000}$$

где $C=4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ - теплоемкость;

M_{c1} – масса загружаемого субстрата при первой загрузке в году, кг
(учитывается один раз в год)

M_c – масса загружаемого субстрата (исходя из оптимального распада, минимального времени пребывания субстрата в реакторе, около 2% от полного объема реактора), кг

$$M_c = V_m \cdot \rho_{\text{суб}} = 7,5\% \cdot 77 \cdot 1000 = 82500 \text{ кг}$$

$\rho_{\text{суб}} \approx \rho_{\text{воды}}$ (принимаем плотность субстрата равной плотности воды),

$$\rho_{\text{суб}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$t_{\text{реж}}$ – температура режима сбраживания, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{исх}}^{\text{H}}$ – температура исходного навоза (с учетом рекуперации тепла), $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{исх}}^{\text{H}} = t_{\text{навоза}} = t_{\text{воды}}$ (системы рекуперации) \approx для трех режимов:

➤ Мезофильный режим $t_{\text{исх}}^{\text{H}} = 24^{\circ}\text{C}$

2. Поддержание теплового режима:

$Q_{\text{нагр}}^{\text{год}}$ – затраты на поддержание режима за год, МДж

$$Q'_{\text{нагр}}^{\text{год}} = \sum Q'_{i \text{ нагр}}^{\text{мес}} \cdot n_{\text{дн}}^{\text{мес}} = 301718 \text{ МДж}$$

где $Q'_{i \text{ нагр}}^{\text{мес}}$ – среднемесячные затраты на поддержание режима, МДж

$$Q'_{i \text{ нагр}}^{\text{мес}} = \frac{k_i \cdot (t_{\text{реж}} - t_{\text{ср}}^{\text{мес}}) \cdot T_{\text{БГУ}}^{\text{раб}} \cdot F}{1000000}$$

где k_i – коэффициент теплопередачи для теплоизоляционных материалов, Вт/м²·К (для стеклопластика конструкционного слоя (внешний слой) до 0,4 Вт/м²·К.

$T_{\text{БГУ}}^{\text{раб}}$ - время работы установки, сек

F – площадь поверхности теплообмена, м²

$$F = \frac{\pi D^2}{4} + \pi \cdot D \cdot H = 1200 \text{ м}^2$$

3. Перемешивание сбразживаемой массы:

$Q_{\text{перем}}^{\text{год}}$ – годовые затраты на перемешивание субстрата, МДж

Мощность мешалки 4 кВт.

Тогда

$$N_{\text{п}} = 6 \text{ мешалок} \times 4 \text{ кВт} = 24 \text{ кВт}$$

Годовые затраты на перемешивание с учетом периодической работы мешалок (15 мин каждый час, 6 часов)

$$Q_{\text{перем}}^{\text{год}} = 52,56 \text{ МДж/год.}$$

Годовые затраты на перекачивание с учетом периодической работы насосов
(1 час/сутки)

$$Q^{\text{год}}_{\text{перекач}} = 26 \text{ ГДж/год.}$$

Тогда суммарные затраты на собственные нужды составят:

$$Q^{\text{сн.год}}_{\text{затр}} = Q^{\text{год}}_{\text{нагр}} + Q'^{\text{год}}_{\text{нагр}} + Q^{\text{год}}_{\text{перем}} = 555,46 \text{ ГДж / год}$$

Исходные технико-экономические данные

1. Стоимость БИОКОМа (Соборуд):

№ п/п	Комплект поставки	Стоимость (руб.) без НДС
1	Проектирование	3 500 000
2	Биореактор в комплекте с системой трубопроводов, АСУ процессами БГУ, электрическими и тепловыми сетями.	40 000 000
3	Сепаратор шнековый СЕП-45	1 500 000
4	Когенерационная станция	45 000 000
5	Доставка	*
6	Строительно-монтажные работы	6 000 000
7	Обучение, пуск и наладка оборудования	200 000
ИТОГО (руб) с НДС:		111 200 000

2. Амортизационные отчисления

$$A_1 = C_{\text{оборуд}} \cdot H_a \text{ руб.}$$

$$H_a = \frac{1}{n} \cdot 100\% = 5\%$$

Соб (без проектирования, СМР, обучения и ПНР) – 101 500 000 рублей

A1 = 5 075 000 рубля

3. Затраты на ремонт и обслуживание

Расчет полной себестоимости проведенной работы представлен в соответствии с основным положением по составу затрат, включаемых в себестоимость работы.

Себестоимость работ, рассчитанная по экономическим элементам затрат, дает возможность:

- а) определить общий объем ресурсов, затраченных на выполнение работ по ремонту и обслуживанию оборудования;
- б) выявить структуру затрат в целом, отсюда определить мероприятия по снижению себестоимости.

Смета составляется на основании приведенных выше расчетов по статьям, представленным в таблице ниже

Смета годовых затрат на обслуживание оборудования

Затраты	Сумма	Удельный вес
1. Затраты на амортизацию	5 075 000	17,3 %
2. Заработная плата основных рабочих	720 000	2,4 %
3. Отчисления в фонд социальной защиты и отчисления на страхование от несчастных случаев	216 000	0,7 %
4. Основное сырье и материалы с ТЗР	2 475 000	8,4 %
5. Вспомогательные материалы и услуги	600 000	2,0 %
6. Затраты на упаковку, хранение и транспортировку товара (2 436 руб. на 1 тн)	19 690 188	67,2 %
7. Сервисные услуги по техпроцессу	600 000	2,0 %

ИТОГО	29 376 188	100%
Из них: - прямые затраты на производство продукции – органического удобрения	22 765 188	77,5%

Удельный вес отдельных статей затрат определяется по формуле:

$$Y_v = Z_i / Z_{\text{общ}} \cdot 100\% ,$$

где Z_i – отдельные статьи затрат (например, «расходы на оплату труда»), рублей;
 $Z_{\text{общ}}$ – общая сумма затрат, рублей.

Основные технико-экономические показатели

Основные технико-экономические показатели системы БИОКОМа приведены в таблице

Порядок заполнения таблицы следующий:

Среднемесячная заработная плата основных рабочих рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{ср.м}} = ЗП_{\text{общ}} / Ч / 12 ,$$

где $ЗП_{\text{общ}}$ – заработная плата основных рабочих, руб.;

$Ч$ – численность основных рабочих, человек, 12 – число месяцев в году.

Производительность труда рабочих рассчитывается по формуле:

$$П_{\text{тр}} = Q_{\text{год}} / Ч ,$$

где $Q_{\text{год}}$ – производительность очистного комплекса, т /год;

$Ч$ – численность рабочих, обслуживающих оборудование, чел

Основные технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателей	Ед.изм	Величина
----------	--------------------------	--------	----------

1	Производительность БГУ по биодобренным	тн/год	8 030,00
2	Производительность БГУ по биогазу	куб.м/год кВт*ч/год	350 400,00 689 300
2.1.	генерация электроэнергии и тепла на собственные нужды установки	кВт*ч / год	154 294
2.2.	генерация электроэнергии на нужды других объектов (5 мес), с учетом потерь 50%	кВт*ч / год	111 460
2.3.	генерация тепла на нужды других объектов (7 мес), с учетом потерь 5 %	Гкал / год	268
3	Стоимость активной части основных фондов	рублей	101 500 000
4	Количество потребляемой энергии за год	кВт/год	154 294
5	Фонд заработной платы основных рабочих	рублей	720 000,00
6	Среднемесячная зарплата основных рабочих	рублей	15 000,00
7	Тариф стоимости теплоэнергии, без НДС	Рублей/Гкал	1 977,05
8	Тариф стоимости электроэнергии, без НДС	Рублей/кВт*ч	3,88
9	Отпускная цена органического удобрения, без НДС	Рублей/тн	10 000

Годовые эксплуатационные затраты.

$$И = Т (А) + ЗП_{общ} + З_{э/э} + З_{см} + З_{всп.} + З_{сер.} + З_{уп.}$$

где A – амортизационные отчисления, руб;

T – отчисления на ремонт, руб – принимаются равными годовой сумме амортизационных отчислений;

$ЗП_{общ}$ – заработная плата за год в совокупности с отчислениями в фонд социальной защиты и отчисления на страхование от несчастных случаев;

$З_{э/э}$ – затраты на электроэнергию, руб.

$З_{см}$ – затраты на сырье и материалы (субстрат, ферменты, бактерии, другие материальные и сырьевые затраты)

Звсп. – затраты на вспомогательные материалы и работы (уборка, обслуживание, инвентарь, расходные материалы на работу вспомогательного оборудования)

Зсер. – затраты на сервисные услуги, отладку режимов и т.д.

Зуп. – затраты на упаковку, хранение и транспортировку продукции

Себестоимость продукции. (основная продукция – биологически чистые удобрения, попутный продукт – газ, расчет произведен без эффекта полезного использования биогаза на собственные нужды системы):

$$C_v = \frac{I}{V_{CBY}} \text{ руб/тСВ}$$

Выручка от реализации продукции.

Средняя рыночная цена органического удобрения – 60 руб/кг, в расчетах ТЭО принимаем отпускную оптовую цену удобрения – 10 руб/кг без НДС

$$C_{удобр} = 10\,000 \text{ руб/тСВ}$$

$$B = C_{удобр} \cdot V_{удобр}, \text{ руб/год}$$

Валовая прибыль.

$$P_{вал} = B - C_{удобр} \text{ руб/год}$$

Прибыль от продаж.

$$P^{prod} = P_{вал} - ЕСН \text{ руб/год}$$

Чистая прибыль.

$$ЧП = П^{прод} - П^{прод} \cdot 0,2 \text{ руб/год}$$

Годовой эффект экономии расходов на энергоресурсы для нужд предприятия за счет использования генерируемого тепла и электроэнергии:

$$\text{Эф} = \text{Эф}(т) + \text{Эф}(э),$$

Эф(т) – экономия затрат при использовании генерируемого тепла (7 мес.):

$$\text{Эф}(т) = Trт * Г(т),$$

где, Trт – региональный тариф на оплату 1 Гкал тепла,

Г(т) – годовой объем используемого тепла от установки, Гкал.

Эф(э) – экономия затрат при использовании генерируемой электроэнергии (5 мес.):

$$\text{Эф}(э) = Trэ * Г(э)$$

где, Trэ – региональный тариф на оплату 1 кВт*ч эл.энергии,

Г(э) – годовой объем используемой электроэнергии, кВт*ч.

Срок окупаемости.

$$T_{ок} = \frac{K}{ЧП + A} \text{ лет}$$

$$Ток = K / (ЧП + Эф)$$

где К – капиталовложения в проект, руб

Технико-экономические показатели приведены в таблице.

Технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателей	Ед.изм	Величина
1	Годовые эксплуатационные затраты	рублей	6 611 000
2	Прямые затраты на производств органического удобрения	рублей	22 765 188
3	Себестоимость продукции (1 тонны органических удобрений)	руб/тСВ	2 816

3	Выручка от реализации продукции	руб/год	80 830 000
4	Валовая прибыль	руб/год	58 264 812
5	Прибыль от продаж	руб/год	51 453 812
6	Чистая прибыль	руб/год	42 878 176
7	Эффект от экономии - экономия по теплу - экономия по электроэнергии	руб/год	962 313 529 849 432 464
8	<i>Итого годовой экономический эффект</i>	<i>руб/год</i>	<i>43 840 489</i>
9	<i>Срок окупаемости (простой, с момента выхода комплекса на плановый режим работы)</i>	<i>год</i>	<i>2,5</i>