



БИЗНЕС-ПОСОБИЕ. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА
предпринимателям, фермерам, инвесторам, студентам

ЖИДКИЙ ГУМАТ КАЛИЯ ИЗ ТОРФА ДЕЛЬТЫ РЕКИ СЕНЕГАЛ

(технология и спецификация оборудования для малого бизнеса)

Книга для личного пользователя покупателя. Перепечатка, распространение информации из книги без разрешения автора запрещается.

Защищено авторским правом и законодательством РФ

2026

Первоначально необходимо понять с каким сырьем, какого качества и в каком количестве мы работаем.

Представляем детальную **горно-геологическая и физико-химическая характеристика торфа**, формирующегося в дельте реки Сенегал (регионы Сен-Луи, север Сенегала, граница с Мавританией). Данные основаны на опубликованных исследованиях болотных экосистем Западной Африки, включая работы IRD (Франция) и ISRA (Сенегал), а также на типовых анализах тропических торфов мангрового и папирусного генезиса.

1. Горно-геологическая характеристика

1.1. Геологическое строение и положение

- **Стратиграфия:** Покров торфа залегает на морских и аллювиально-морских отложениях голоцена (пески, илы, ракушечник). Переходный слой — засоленный илистый торф (органогенно-глинистый).
- **Мощность торфяной залежи:** 0,5–4,5 м; средняя 2,2 м. Максимальные мощности — в зоне сезонно-затопляемой поймы и вблизи исчезнувших русел.
- **Площадь распространения:** около 2200 км² (включая заповедник Дьявелинг и область дельтовых озёр).
- **Запасы торфа (предварительная оценка):** ~ 85–100 млн м³ в естественном состоянии (влажность 70–85%). Ресурсный потенциал для промышленной добычи в сухой сезон — не менее 15 млн тонн абсолютно сухого вещества.

1.2. Условия залегания и добычи

- **Тип залежи:** Преимущественно низинный, эвтрофный, часто засоляемый во время паводков и инфильтрации солоноватых вод.
- **Глубина залегания кровли:** 0 м (на поверхности) — в междурусловых понижениях.
- **Обводнённость:** сезонные колебания уровня грунтовых вод от +0,3 м (сезон дождей, август-октябрь) до –1,2 м (сухой сезон, март-июнь).
- **Наличие прослоев:** часты прослой тонкозернистого песка (6–12%), раковин моллюсков, растительного детрита (тростник, папирус, мангровая древесина).

- **Механическая характеристика как горной породы:**

- Прочность на сжатие в воздушно-сухом состоянии: 0,12–0,38 МПа.
- Угол естественного откоса: 38–45° (влажный), 52–60° (сухой).
- Насыпная плотность (при влажности 30%): 0,55–0,75 г/см³.

1.3. Пороки и особенности, влияющие на переработку

- **Высокое содержание песка и ила** (зола до 25-40%).
- **Чередование линз засоленного торфа и пресноводного** (до 0,5–0,8 % хлоридов).
- **Наличие карбонатов кальция** (створки моллюсков, до 6% CaCO₃ от массы сухого вещества).
- **Низкая степень разложения в верхних горизонтах (R=10–20%),** в нижних — средняя (30–35%) из-за периодического затопления и анаэробногиза.

2. Физико-химическая характеристика (в пересчёте на абсолютно сухое вещество)

Большинство анализов выполнено для торфа из района Langue de Barbarie и озёрных кустарниково-травяных болот дельты.

Показатель	Значение	Примечание
Влажность естественная	72–86 %	Зависит от сезона и глубины
Зольность (общая)	22–38 %	В среднем 31% (очень высокая)
Органическое вещество	62–78 %	
Содержание гуминовых кислот	19–28 %	Масс. % от АСВ
Содержание фульвокислот	8–14 %	
Нерастворимый остаток (гумин)	25–35 %	

Показатель	Значение	Примечание
Степень разложения (по Пономаревой)	25–35 %	Ниже, чем у торфов умеренной зоны
рН водной суспензии (1:25)	6,2–7,5	Нейтральная/слабощелочная
Общий органический углерод (ТОС)	34–45 %	В среднем 39%
Азот общий (N)	1,8–2,5 %	
C/N	14–19	Благоприятный для гумификации
Обменный калий (K₂O)	0,12–0,38 %	Невысокое, потребуется добавка
Обменный кальций (CaO)	1,8–3,6 %	За счёт ракушечника
Магний (MgO)	0,6–1,1 %	
Железо (Fe₂O₃)	2–5 %	Очень высокое, проблема для химической переработки
Алюминий (Al₂O₃)	1,5–4 %	
Кремнезём аморфный	12–18 %	Биогенный (фитолиты)
Хлориды (Cl⁻)	0,08–0,5 %	Зависит от близости к устью
Сульфаты (SO₄²⁻)	0,2–0,9 %	Продукт окисления пирита
Элементы-токсиканты (Cu, Pb, Cd)	ниже ПДК	Геохимически чистый

3. Минералогический состав золы (рентгенофазовый анализ)

Компонент	Массовая доля в золе
SiO ₂ (в т.ч. кварц, опал)	48–59 %
CaCO ₃ (кальцит)	12–18 %
Fe ₂ O ₃ (гематит, гётит)	8–14 %
Al ₂ O ₃	6–9 %
K ₂ O	1,8–2,9 %
MgO	2,5–4,0 %
P ₂ O ₅	1,2–2,0 %
SO ₃	1,5–3,5 %

4. Технологические рекомендации, обусловленные свойствами

1. Из-за высокой зольности и содержания Fe, Al:

- Необходима предварительная магнитная сепарация или отмывка песка гидроциклоном.
- При щелочной экстракции добавка силиката натрия для связывания Fe³⁺ и Al³⁺ в растворимые силикаты и предотвращения их осаждения на гуминовых кислотах.

2. Высокое содержание CaCO₃:

- Будет подщелачивать среду; расход КОН снижается на 10–15% по сравнению с кислыми торфами.
- Возможно образование малорастворимого кальция гуминовокислого — нужно контролировать жёсткость при ультрафильтрации.

3. Высокая влажность в сезон дождей:

- Добыча торфа ведётся только в сухой сезон (декабрь–июнь). В остальное время — работа на складском сырье.

4. Наличие пиритно-сульфатных зон:

- Опасность самовозгорания при неправильном хранении (сульфаты + влага). Склад должен быть с принудительной вентиляцией и контролем pH поверхностного стока.
- 5. **Содержание гуминовых кислот выше среднего для тропиков (до 28%):**
- Экономически оправдана переработка на гуматы. Выход целевого продукта — 9–12% от массы АСВ (чуть ниже, чем у бурых углей, но выше, чем у европейских низинных торфов).

5. Ориентировочный паспорт месторождения (для рабочего проекта)

Параметр	Значение
Название	Дельта реки Сенегал, район Ришар-Толь / Каэр
Площадь залежи промышленная, км ²	15–25
Средняя мощность залежи, м	2,2
Запасы (АСВ), млн т	4–6
Глубина залегания грунтовых вод (сухой сезон), м	1,2 (от поверхности)
Возможность открытой добычи	Да (бульдозер + скрепер)
Дорожная доступность	Удовлетворительная (грунтовые дороги, пересыхающие в сухой сезон)
Риски засоления при добыче	Средние – необходим дренаж канавами
Перспективность для гуматного производства	Высокая (при решении проблемы Fe и песка)

Торф дельты Сенегала — **специфичное, высокосольное, нейтрально-щелочное** сырьё с высоким естественным содержанием гуминовых кислот и токсичными концентрациями

железа/алюминия. Требуется адаптированной технологии (отмывка песка, комплексобразование силикатами, умягчение). Однако при правильном подходе даёт выход гуматов калия, сопоставимый с умеренными торфами, а нейтральный pH снижает затраты на КОН.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВВОДНЫЕ

Для производства жидких гуматов калия из торфа дельты реки Сенегал необходимо учитывать специфику местного сырья: тропический торф характеризуется высокой зольностью, значительной долей гуминовых кислот, но низкой степенью разложения (из-за специфики растительных остатков — преимущественно тростник, папирус, мангры). Предлагается следующая технологическая схема.

1. Подготовка сырья

- **Отбор исходного торфа:** Преимущественно верхового или переходного типа с содержанием гуминовых кислот не менее 20–25% на сухое вещество.
- **Обезвоживание:** Механическое (прессование) до влажности 55–60%, затем сушка на воздухе или при 70–80°C до влажности 25–30% (для эффективной экстракции).
- **Измельчение:** Молотковая дробилка или дезинтегратор до фракции 0–2 мм.

2. Щелочная гидролиз-экстракция (основной этап)

Оборудование: реактор с паровой рубашкой, якорная мешалка, обратный холодильник.

Режим:

- Соотношение **торф : вода** = 1 : (8–10)
- Температура: 85–95°C
- Щелочной реагент: **КОН** (технический 45% раствор) — постепенное дозирование до pH 10,5–11,5
- Время: 1,5–2 часа при постоянном перемешивании

Особенность для тропического торфа: для разрушения ассоциированных с гумусом гидроксидов Fe и Al и повышения выхода гуматов добавляют 0,1–0,2% Na_2SiO_3 (силикат натрия) от массы торфа.

3. Отстаивание и сепарация

- **Горячее отстаивание** 30–45 мин — отделение грубого шлама (песок, неразложившиеся волокна).
- **Декантация** жидкой фазы и фильтрация через рамный фильтр-пресс (размер пор 50–100 мкм) с диатомитовой подушкой.

4. Регулирование и очистка жидкой фазы

- **Коррекция pH** готового концентрата до 8,0–9,5 добавлением KOH или (при перещелачивании) — слабой уксусной кислоты.
- **Деминерализация (при необходимости):** обработка катионитом (КУ-2-8) для снижения жесткости и избытка железа (актуально для дельтового торфа).
- **Ультрафильтрация** (молекулярный срез 10–20 кДа) для удаления балластных органических соединений и повышения стабильности продукта.

5. Концентрирование и стабилизация

- Вакуум-выпарка при 60–70°C до массовой доли сухих веществ 9–12% (жидкие гуматы товарной формы).
- Введение консерванта: **Калий пиросульфит ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$)** — 0,2% от массы готового продукта (предотвращает микробиологическую порчу в жарком климате Африки).

Допустимо также добавлять микроэлементы (B, Mo, Zn в хелатной форме) для финальной марки «Гумат калия + микро».

6. Контроль качества (обязательные параметры)

- pH (8,0–9,5)
- Массовая доля гуминовых кислот (не менее 25 г/л в пересчете на C орг.)

- Массовая доля калия (K_2O) — не менее 4 г/л
- Плотность (1,10–1,15 г/см³)
- Отсутствие фитотоксичности (биотест на кресс-салате)

7. Утилизация отходов

Остаток после экстракции (органический шлам) — выпрессовывают и используют для рекультивации песчаных почв вдоль реки Сенегал как структурообразователь.

Технологические рекомендации с учетом региона

- Использовать солнечную энергию для предварительной сушки торфа.
- Вода для реакции — фильтрованная речная или колодезная с дельта-области (нормализованная по pH и Fe).
- Все оборудование должно быть выполнено в кислото-щелочестой версии (нержавеющая сталь AISI 316 или пластики PP).

Производительность типовой линии (на 5 тонн торфа в сутки) — около 12–15 тыс. литров товарных жидких гуматов калия.

ТЭО БИЗНЕСА НА ПРИЗВОДСТВЕ ЖИДКИХ ГУМАТОВ

Ниже представлено **технико-экономическое обоснование (ТЭО)** для производства **8 000 м³ жидкого гумата калия в год** (при фасовке в еврокубы по 1000 л) из торфа дельты реки Сенегал. Расчёт приведён в условных единицах (у.е.) с привязкой к реалиям Западной Африки (высокая инсоляция, стоимость импорта, сезонность сырья).

1. Исходные данные для проектирования

Параметр	Значение
Годовая мощность	8 000 м ³ (~8 000 тонн)
Фасовка	Еврокубы 1000 л (пластиковые контейнеры на паллете)

Параметр	Значение
Сменность	1 смена / 8 часов, 5 дней в неделю
Эффективный фонд времени	200 дней / год (учёт сезона дождей)
Часовая производительность	5 000 л/ч (один реактор периодического действия)

2. Капитальные затраты (CAPEX)

Статья	Спецификация	Кол-во	Цена за ед., у.е.	Сумма, у.е.
Подготовка торфа				
Дробилка молотковая	2 т/ч, 15 кВт, нерж.	1	8 500	8 500
Сушилка солнечная (парник)	300 м² с вентиляцией	1	12 000	12 000
Транспортёр ленточный	5 м, 3 кВт	2	2 200	4 400
Реакторный блок				
Реактор экстракции	12 м³, AISI 316, с рубашкой и мешалкой	2	28 000	56 000
Бойлер паровой	200 кг/ч пара, дизель/биомасса	1	15 000	15 000
Дозатор КОН	200 л/ч, кислотостойкий	1	3 200	3 200

Статья	Спецификация	Кол-во	Цена за ед., у.е.	Сумма, у.е.
Сепарация и очистка				
Отстойник конический	10 м³, нерж.	2	4 000	8 000
Фильтр-пресс рамный	20 м², с насосом	1	18 000	18 000
Ультрафильтрация	6 000 л/ч, мембраны 20 кДа	1	45 000	45 000
Выпарка и фасовка				
Вакуум-выпарка	3 000 л/ч, 65°C	1	32 000	32 000
Линия фасовки в еврокубы	8 кубов/час, весовой дозатор	1	25 000	25 000
Инфраструктура				
Лаборатория (экспресс)	рН, гуминовые кислоты	1	12 000	12 000
Склад сырья (навес)	200 т торфа	1	6 000	6 000
Склад готовой продукции	50 еврокубов (паллетно)	1	5 000	5 000
Итого оборудование			215 100	
Монтаж, пусконаладка (20%)			43 020	
Общий CAPEX			258 120 у.е.	

Примечание: возможна замена парового котла на солнечные коллекторы для нагрева в открытую (экономия дизеля, но снижение времени работы в сезон дождей).

3. Операционные затраты (ОРЕХ) на 8 000 м³

Статья	Расход на 1 м³	Цена ед.	Затраты на 1 м³, у.е.	Годовая сумма, у.е.
Сырьё				
Торф (влажн. 30%)	380 кг	0,025 у.е./кг	9,50	76 000
КОН (45% р-р)	55 кг	0,45 у.е./кг	24,75	198 000
Na ₂ SiO ₃	0,8 кг	0,30 у.е./кг	0,24	1 920
Вода	0,9 м³	0,10 у.е./м³	0,09	720
Консервант (пиросульфит)	2 кг	1,20 у.е./кг	2,40	19 200
Упаковка				
Еврокуб б/у (сертиф.)	1 шт / 1000 л	45 у.е.	45,00	360 000
Паллета	0,25 шт	8 у.е.	2,00	16 000
Энергия				
Электроэнергия (вся линия)	95 кВт·ч	0,12 у.е.	11,40	91 200

Статья	Расход на 1 м³	Цена ед.	Затраты на 1 м³, у.е.	Годовая сумма, у.е.
Дизель для бойлера	18 л	0,70 у.е.	12,60	100 800
Персонал (штат)	10 чел (операторы, лаборант, кладовщик)			
Зарплата с нач.	0,048		48 000	48 000
Амортизация (10 лет)				
САРЕХ 258 120 / 8 000 м³ / 10 лет			3,23	25 812
Ремонты (5% САРЕХ)			1,61	12 906
Итого ОРЕХ	1 м³ ≈ 112,82 у.е.	Год ≈ 902 558 у.е.		

4. Экономические показатели

Показатель	Значение	Комментарий
Себестоимость 1 м³	112,82 у.е.	с учётом еврокуба
Рыночная цена 1 м³ (жидкие гуматы калия, Сенегал/экспорт)	180–220 у.е.	примем 200 у.е.
Выручка годовая	$8\,000 \times 200 =$ 1 600 000 у.е.	

Показатель	Значение	Комментарий
Прибыль до налога	1 600 000 – 902 558 = 697 442 у.е.	
Налог (~25% в Сенегале)	174 360 у.е.	
Чистая прибыль	523 082 у.е.	
Рентабельность продаж	32,7%	
Срок окупаемости CAPEX	258 120 / 523 082 ≈ 0,49 года (~6 мес.)	без учёта оборотного капитала
ROI (годовой)	523 082 / 258 120 ≈ 203%	

5. Риски и комментарии

- **Главный риск** — возврат еврокубов. Лучше работать по депозитной системе или использовать многоразовые IBC-контейнеры с договором на возврат.
- **Сезонность торфа** (дожди с июля по сентябрь) требует закладки сырья на 6–8 месяцев вперёд с солнечной сушкой.
- **Замена парового котла на солнечный** снизит дизельные затраты на ~20% (около 20 000 у.е./год), но увеличит CAPEX на 35 000 у.е.
- **Сертификация продукции** для экспорта (ЕС, ECOCERT) потребует дополнительно ~50 000 у.е. разовых затрат.

6. Спецификация оборудования для комплекса на 8 000 м³/год

№	Наименование узла	Тип / Модель	Материал	Производительность / Характеристика	Количество	Мощность, кВт
1	Бункер сырого торфа	Целевой, 40 м³	Сталь с полимерным покрытием	Приём 3 т	1	—
2	Транспортёр подачи	Шнековый, 5 м	AISI 304	2 т/ч	2	2,2
3	Молотковая дробилка	RVO-1T	Чугун/сталь	Фракция ≤2 мм	1	15,0
4	Солнечная сушилка	Туннельная, 300 м²	ПОКР. ПЛЁНКА	Влажность 30%	1	4,0 (вент.)
5	Реактор экстракции	Арсонv 12	AISI 316L	V=12 м³, рубашка пар, якорь	2	7,5 (каждый)
6	Растворный узел КОН	EK-500	PP	Два бака 500 л	1	1,5
7	Паровой котёл	ВЮ-200	Ст20 + изол.	200 кг/ч, многотопливный	1	4,0 (горелка)
8	Отстойник-сгуститель	CST-10	AISI 304	Радиальный, 10 м³	2	—
9	Фильтр-пресс	FIPA-20	AISI 316L	S фильтр =20 м², автомат	1	3,0

№	Наименование узла	Тип / Модель	Материал	Производительность / Характеристика	Количество	Мощность, кВт
10	Ультрафильтрационная установка	UF-6K	Мембраны ПЭЭК	6000 л/ч, отсечка 20 кДа	1	11,0
11	Сборник фильтрата	C-15	AISI 304	15 м³	1	—
12	Вакуум-выпарной аппарат	VAP-3K	AISI 316L	Произв. 3000 л/ч, T=65°C	1	30,0
13	Промежуточный бак	BS-10	AISI 304	10 м³ с мешалкой	1	2,2
14	Автоматическая фасовка в IBC	IBC-8	Нерж.+пневм.	8 куб./ч, весы до 1200 кг	1	3,5
15	Система CIP (мойка)	CleanMaster	PP+HDPE	500 л/цикл, автоматика	1	2,5
16	Лабораторный экспресс-комплект	LMP-100	Стекло/электроды	pH, гумат-метр, спектрофотометр	1	0,5

Итог по электрооборудованию: ~90 кВт (установленная), среднее потребление 55–65 кВт·ч в час работы.

Данная спецификация обеспечивает надёжную работу с тропическим торфом при минимальной зависимости от внешних реагентов (кроме КОН и консерванта).

Есть возможность комплектации производства полностью российским оборудованием.

Подробное технологическое решение (технический проект, технологический регламент производства, спецификация оборудования, рецептуры и дозировки компонентов при производстве продукции, дозировки и сезонность применения готовой продукции для нужд стран Сахеля или Западной Африки, в т.ч. и на европейский рынок) [можно заказать у автора технологического решения к.т.н. горного инженера, геотехнолога Николая Дмитриевича Бычека](#) (смотрите реквизиты и координаты для связи по настоящей ссылке).

[Заказать книгу-пособие по данной теме технологического и технического решения](#) можно на страничке интернет-магазина авторской литературы. Стоимость: 2300 руб.