

Современные тенденции в очистке сточных вод

К.т.н., доц. Ионец Ион
Технический Университет Молдовы



Методы очистки сточных вод



Сооружения механической очистки сточных вод

- ~~предназначены: для задержания нерастворенных примесей.~~
 - – решетки (сита);
 - – песколовки;
 - – отстойники;
 - – фильтры различных конструкций.
- **Решетки и сита** предназначены для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения.
- **Песколовки** служат для выделения примесей минерального состава, главным образом песка.
- **Отстойники** задерживают оседающие и плавающие загрязнения.
- При механической очистке городских сточных вод удается задержать до 60...65 % нерастворенных загрязнений.

Химические и Физико-химические методы

- **Химические методы** - реакция реагентов с компонентами сточных вод .
 - нейтрализация, окисление и восстановление;
- **Физико-химические методы** - для удаления из сточных вод тонкодисперсных минеральных и органических взвешенных веществ, которые не удаляются обычными механическими методами, а также растворенных веществ различного происхождения.
 - коагуляция, адсорбция, флотация, экстракция, ионный обмен, диализ, электрохимические и др.
- Перспективными технологиями физико- химической очистке СВ являются процессы сепарации загрязняющих веществ фильтрованием (фильтрующие слои, фильтровальную ткань , мембраны), флотацией и осаждением с химическими реагентами и с использованием тонкослойных модулей, при минимальных затратах.
- Исходя из технико-экономических показателей ФХМ используют весьма редко, в основном для очистки производственных сточных вод.

Биологическая очистка СВ

- **Биологические методы очистки сточных вод** основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, которые минерализуют растворенные органические соединения, являющиеся источниками питания.

- Сооружения биологической очистки :
 - сооружения, в которых процесс биологической очистки протекает в условиях, близких к естественным (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды и др.).

 - сооружения в которых процесс биологической очистки осуществляется в искусственно созданных аэробных (аэротенки, биофильтры, ЦОК) или анаэробных (метантенки) условиях.

Технологическая схема очистки хозяйственных сточных вод



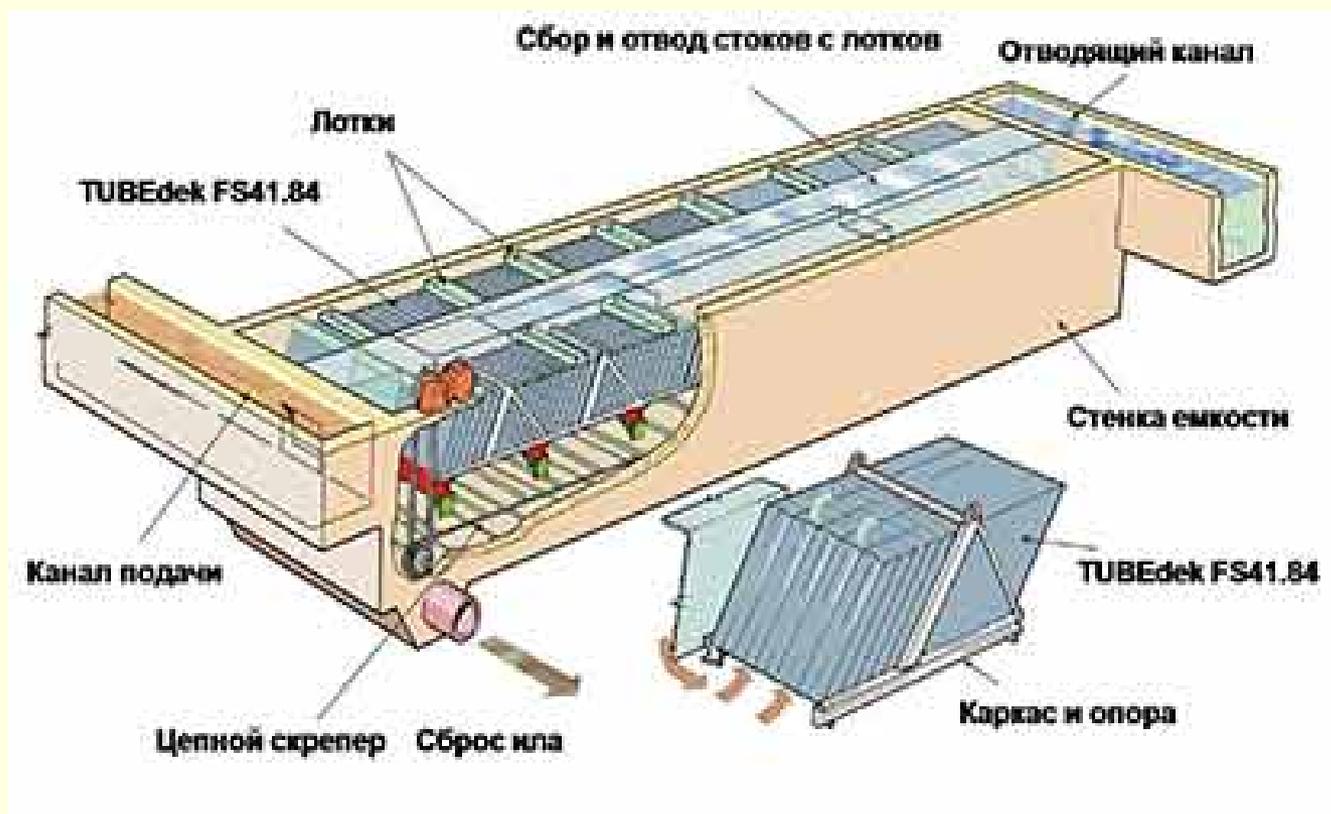
Отстойники

- Увеличение эффективности механической очистке:
 - сепарацией - применением сит с размерами 1,5...3,0 мм после решеток ;
 - осветлением - применением технологии тонкослойного отстаивания (тонкослойных модулей).
- Тонкослойные модули состоят из отдельных профилей, расположенные под углом α горизонту , имеют одинаковые геометрическое сечение и величину гидравлического радиуса.
- Эффективность процесса осаждения обеспечивается многократным увеличением площади седиментации от 5 до 15 раз по сравнению с площадью основания ёмкости, что позволяет уменьшить размеры сооружений для отстаивания воды на 50...70% и, тем самым, существенно сэкономить на капитальных вложениях строительства новых или реконструкции старых сооружений.
- Модули могут устанавливаться радиально параллельно или тангенциально.

Тонкослойные модули в радиальных отстойниках



Тонкослойные модули в горизонтальных отстойниках

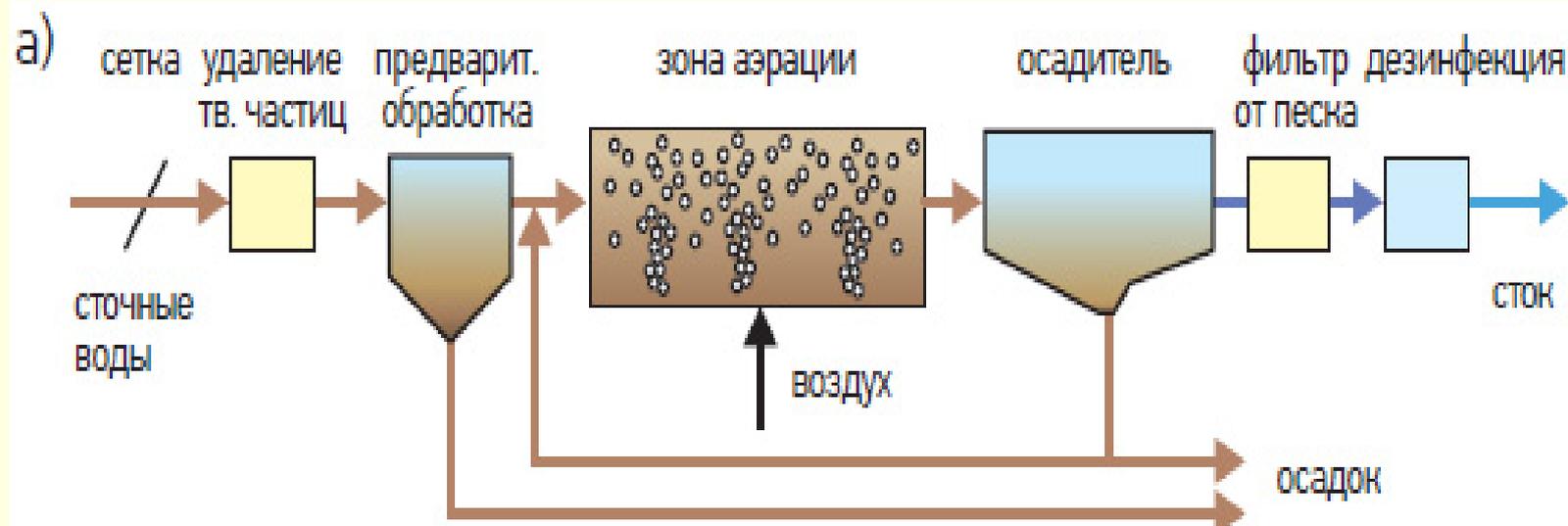


Аэробная биологическая очистка СВ

- *Основным этапом очистки хозяйственно-бытовых и большей части производственных сточных вод* — является биологическая очистка.
- При аэробной биологической очистке сточная вода поступает в реактор, где смешивается с активным илом. Микроорганизмы АИ, воспринимает загрязнения, из сточной воды как источник питания.
- Для собственного роста и размножения в биореакторе, подается воздух через распределительные аэрационные устройства в результате чего в реакторе происходит аэробное окисление органических веществ до CO_2 и H_2O и нитрификация.
- В зависимости от расположения активной биомассы в биореакторах их можно разделить на три группы:
 - взвешенном;
 - прикрепленном;
 - комбинированном состоянии

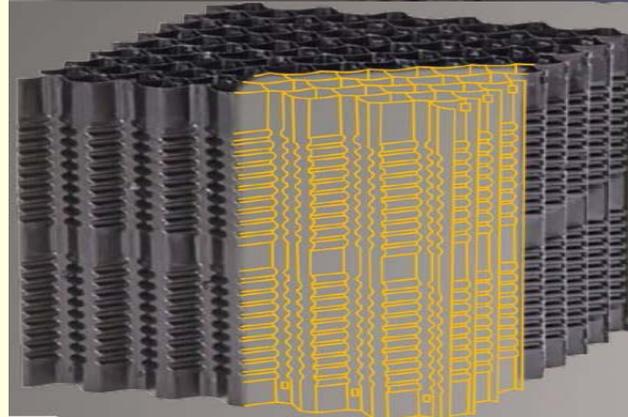
Очистка СВ в аэротенках

- 1) Активная биомасса находится в воде в свободном (взвешенном) состоянии (аэротенки, циркуляционные окислительные каналы, окситенки);
 - Классическая схема очистки сточных вод в аэротенках включает аэрационные и отстойные сооружения.



Очистка СВ в биофильтрах

2) Активная биомасса закреплена на неподвижном материале, а сточная вода тонким слоем скользит по материалу загрузки (биофильтры); Биофильтры обеспечивают высокое качество очистки сточных вод с минимальными затратами; простые в работе, надежные и эффективные .



Биореакторы с подвижным слоем загрузки

- Важной характеристикой биологической очистке СВ в аэротенках является *доза активного ила*. От дозы активного ила зависит скорость окисления органических веществ и, соответственно, объем сооружений.
- Наиболее доступным фактором интенсификации процесса биологической очистке является повышение концентрации микроорганизмов в системе. Это возможно путем:
 - применения технологии с прикрепленной на твердых носителях микроорганизмов, когда сочетаются оба варианта расположения биомассы (погружные биофильтры, биореакторы/ аэротенки с заполнителями - MBBR).
- В аэрируемых биореакторах с подвижным слоем (MBBR) очистка СВ происходит благодаря развитию свободноплавающего активного ила и прикрепленной биопленки. Перемешивание плавающей загрузки происходит за счет аэрацией воздухом.. Она обеспечивает большую площадь поверхности для роста биоплёнки и обладает исключительно высокой механической прочностью.

Очистные сооружения г. КАЛАРАШ Молдова $Q=1450$ тс/d



— Călărași, Rep. Moldova, 1400 mc



Denumire lucrare: **Stație de epurare 1400 mc,
Or. Călărași, Rep. Moldova**

Localitate: **Călărași**

Județ: **Călărași**

Locuitori: **14500**

Date contact Beneficiar: **ADR Centru, Consiliul Raional Călărași**

Finanțare: **Proiect finanțat de Fondul de
Dezvoltare Regională, Consiliul Raional
și Primăria Călărași**

Valoare finanțare: **25,200,000 lei moldovenești**

Antreprenor: **Polimer Gaz Construcții - Chișinău,
Rep. Moldova**

Stație epurare:

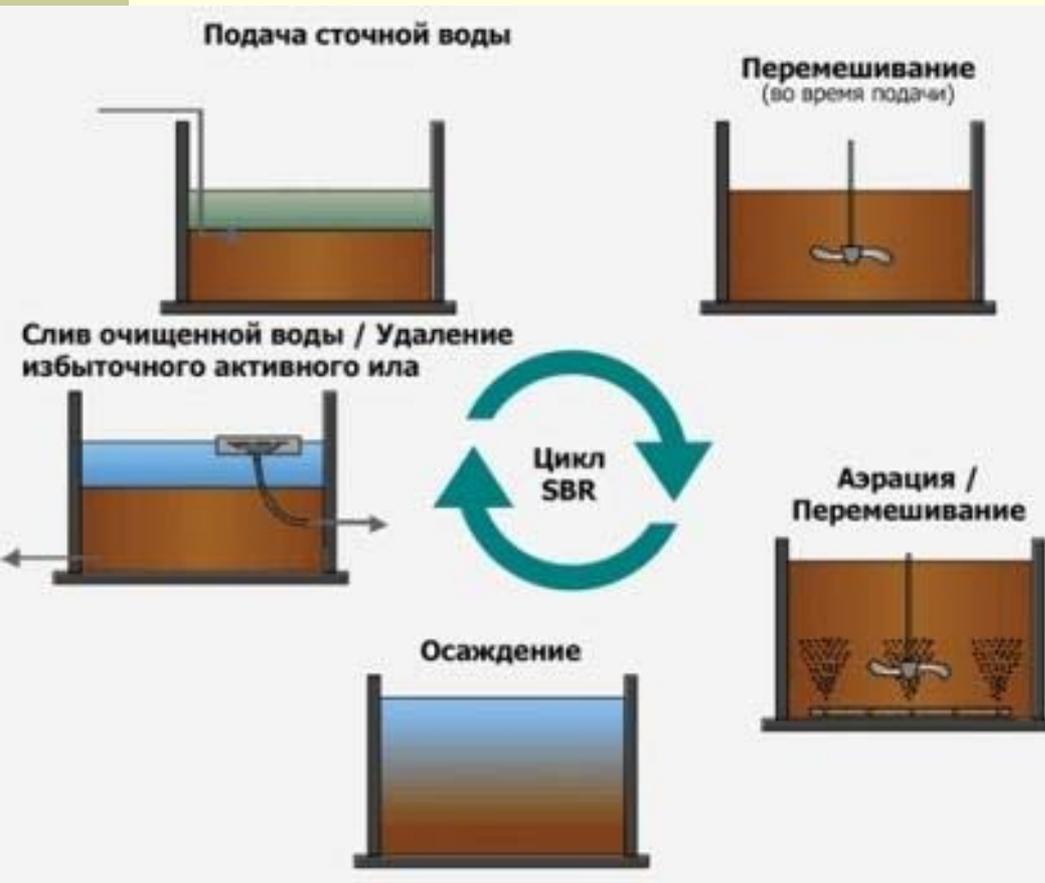
- capacitate: **1400 mc**
- tip: **MBBR**



Реакторы переменного действия - SBR

- Одним из перспективных направлений в области биологической очистки сточных вод является технология SBR (SBR — Sequence Batch Reactor, реактор переменного действия).
- В реакторах переменного действия все этапы очистки проходят последовательно в одной емкости — биореакторе.
- Самым простым вариантом является комбинация из одного биореактора и накопительного (усреднительного) резервуара, необходимого для приема стоков в то время, когда в реактор нельзя подавать неочищенную сещчную воду, т.е. во время отстаивания и слива очищенной воды.
- Наиболее распространены схемы с одним накопителем и двумя или тремя реакторами.
- Сооружения, работающие по технологии SBR, находят широкое применение как в области очистки хозяйственно-бытовых сточных вод (например, поселков и небольших городов), так и в производственной сфере.

Реакторы переменного действия - SBR



- биореактор оборудован: системой аэрации; мешалкой, устройством удаления плавающего ила; отстойником для слива очищенной воды, насосом удаления избыточного ила и рядом измерительных приборов. В реакторе находится постоянный объем активного ила.

Фаза 1. Заполнение

Фаза 2. Пер. + Денитр.- до 25%

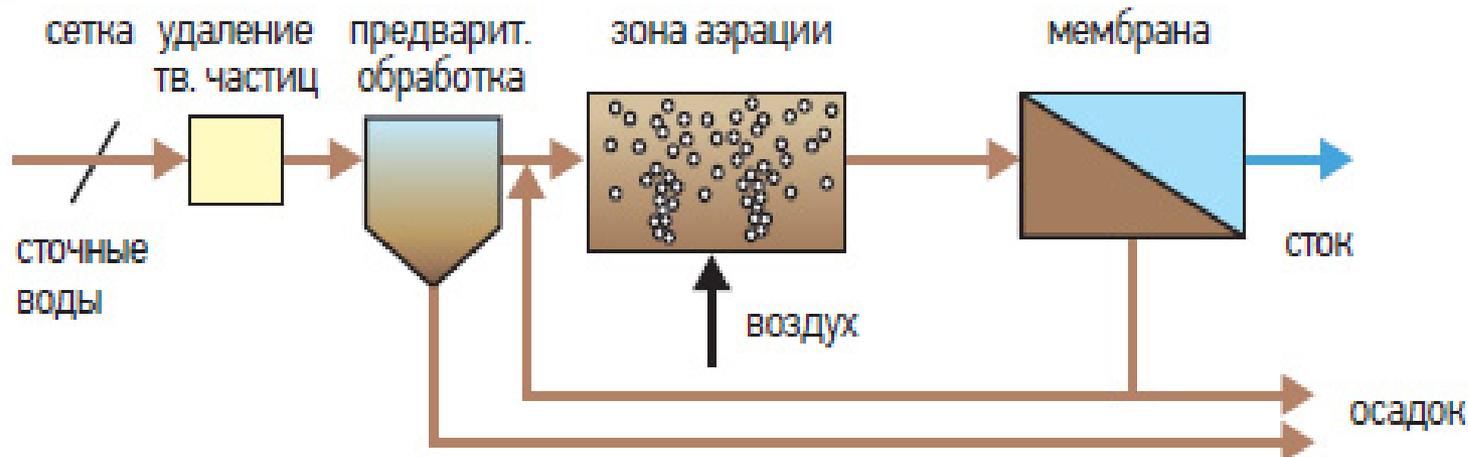
Фаза 3. Аэрация - 35 - 50%

Фаза 4. Осаждение - до 20%

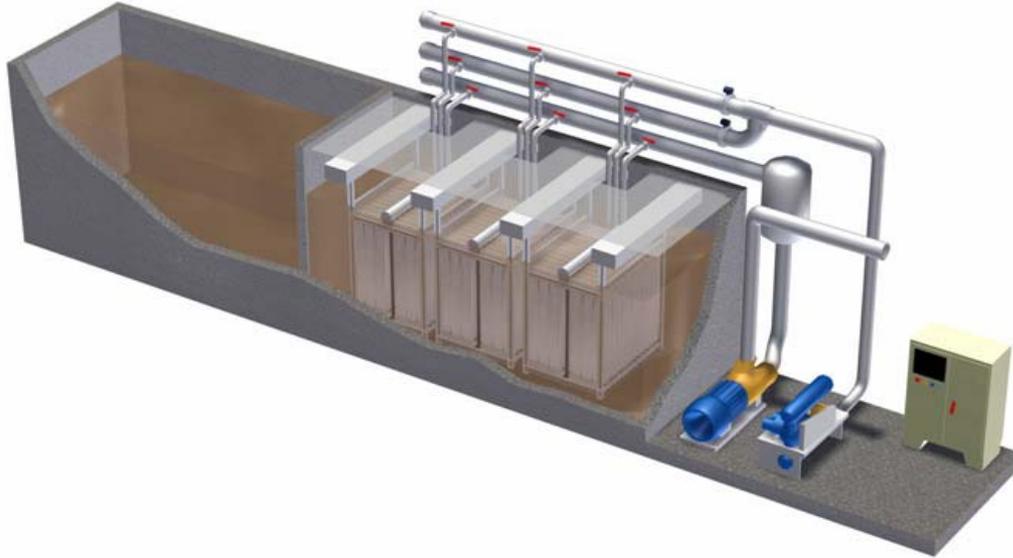
Фаза 5. Слив очищенной воды и
избыточного АИ - 5-20%

Мембранная технология (мембранный биореактор)

Технология биологической очистки сточных вод с разделением иловой смеси в мембранном блоке позволяет интенсифицировать процесс очистки за счет поддержания высоких концентраций микрофлоры (80% эффекта очистки) и обеспечить дополнительный эффект за счет ультрафильтрации на мембранах (20% эффекта очистки); повышение дозы активного ила с 3 – 4 г/л до 8 – 12 г/л, и увеличение возраста с 7 – 12 до 15 – 20 суток; снимается вторичное отстаивание, а также этап доочистки; сокращается площадь под ОС в 1,5 – 2 раза.



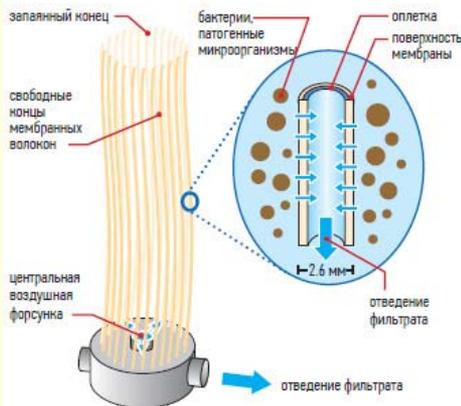
Погружной мембранный модуль в биореактор.



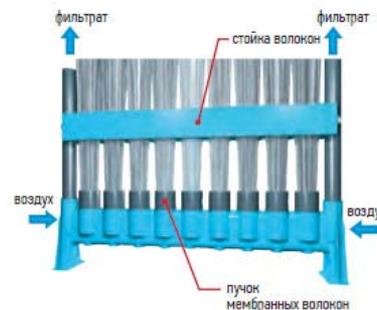
■ Недостатки:

- Энергопотребление
- Сложность эксплуатации
- Загрязнение мембран
- Замена мембран

Пучок мембранных волокон



Модульный ряд

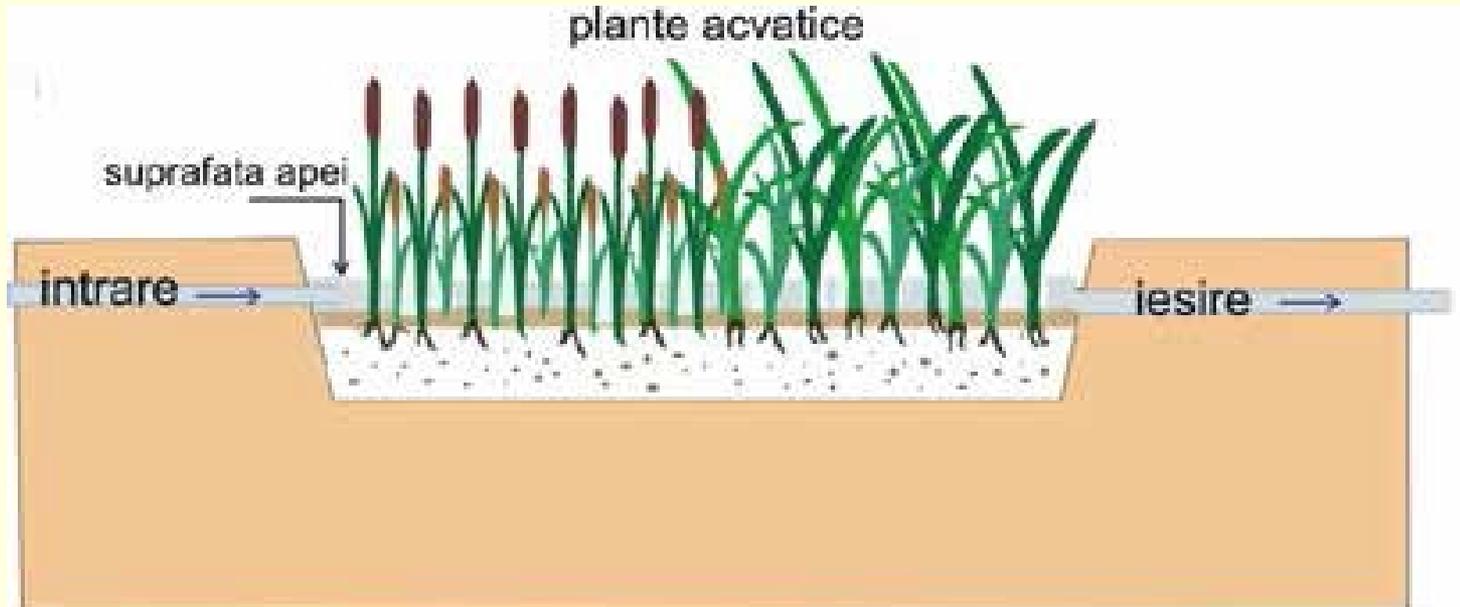


Биоинженерные сооружения (со свободным движением воды по поверхности)

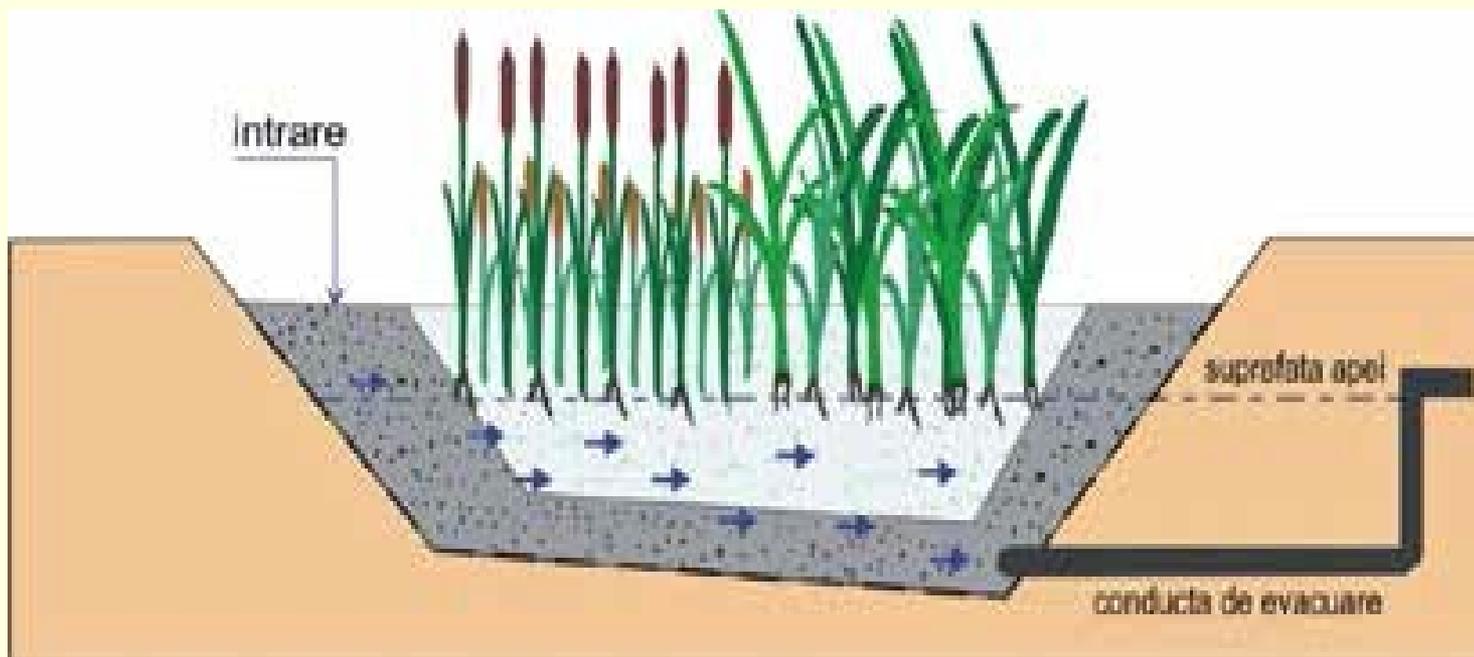
■ Перспективными сооружениями для очистки бытовых сточных вод малых населенных мест являются биоинженерные сооружения заселенными высшей водной растительностью. Очистка в естественных условиях;

■ **Преимущества:** Низкая стоимость стр-ва; Мин. Электропотребление;
Низкие эксплуатационные затраты.

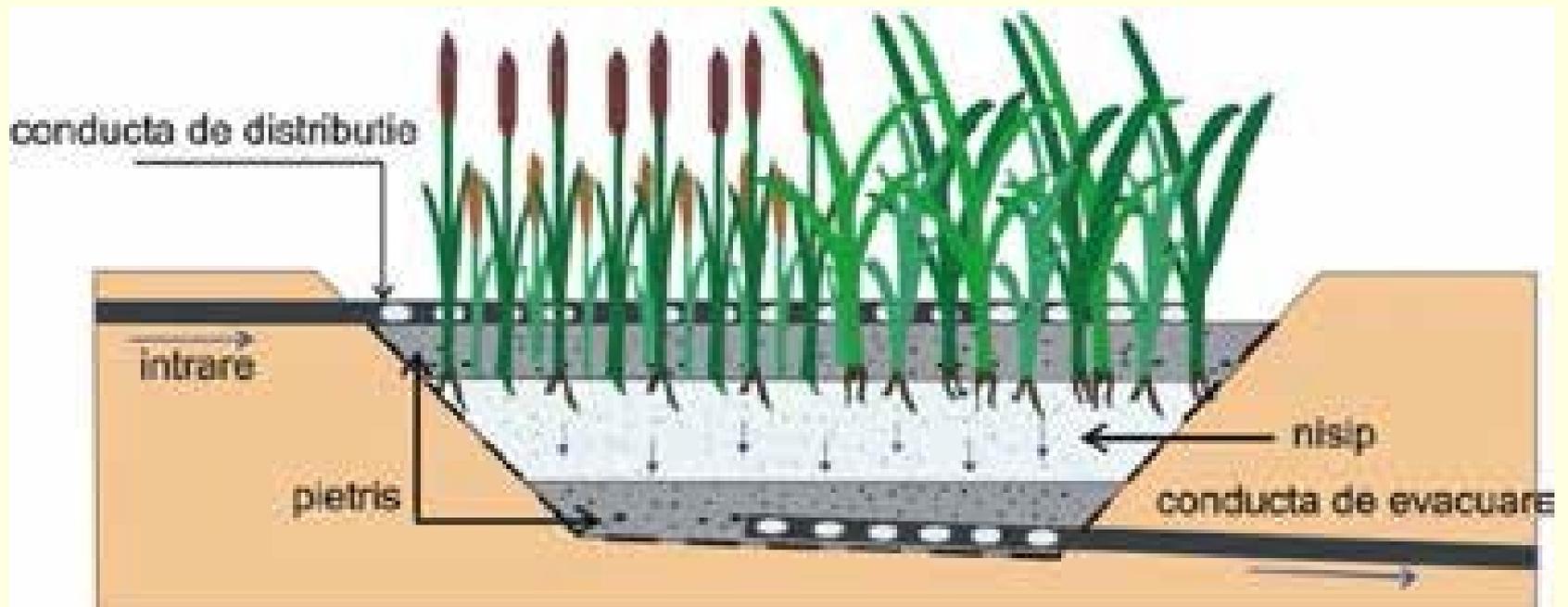
Недостатки: Большие занимаемые площади;
Снижение гидравлической нагрузки в зимний период.



Биоинженерные сооружения (с горизонтальным движением воды)



Биоинженерные сооружения (с вертикальным движением воды)



Биоинженерные сооружения

Г. Оргеев, Молдова

10 000 м³/сут



Биоинженерные сооружения



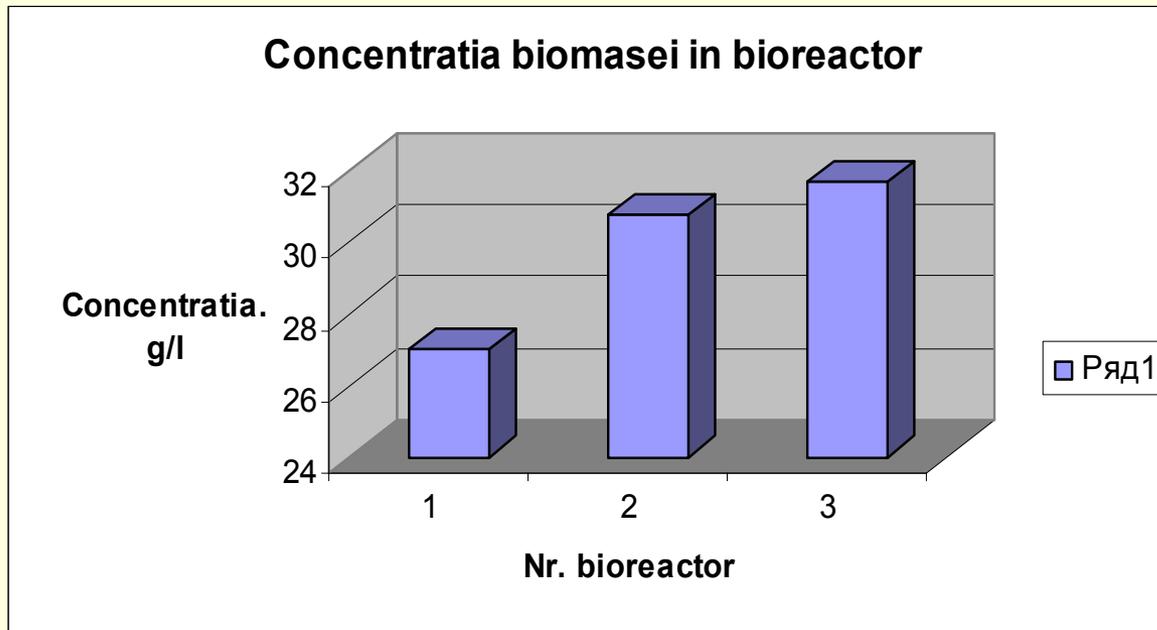
Анаэробная очистка

- При высоких концентрациях органических веществ в сточной воде (БПК свыше 1000 мг л), оптимальным методом биологической очистки является анаэробная ферментация, при которой органический субстрат переходит в газообразный метан под действием анаэробных микроорганизмов. Данный процесс является сложным и протекает в несколько стадий; Процесс осуществляется анаэробными микроорганизмами и зависит от многих факторов, среди которых главным – **температура.**
- Исходя из температурных режимов, процессе разложения может происходить в психрофильных, мезофильных и термофильных условиях.
- Преимущества: меньше энергетических затрат; получение биогаза (90...95% органики переходит в биогаз)- доп. тепловой и электрической энергии: низкий прирост биомассы (5..10%)
- Анаэробная ферментация может применяться как первая ступень биологической очистки высококонцентрированных СВ

Анаэробная очистка

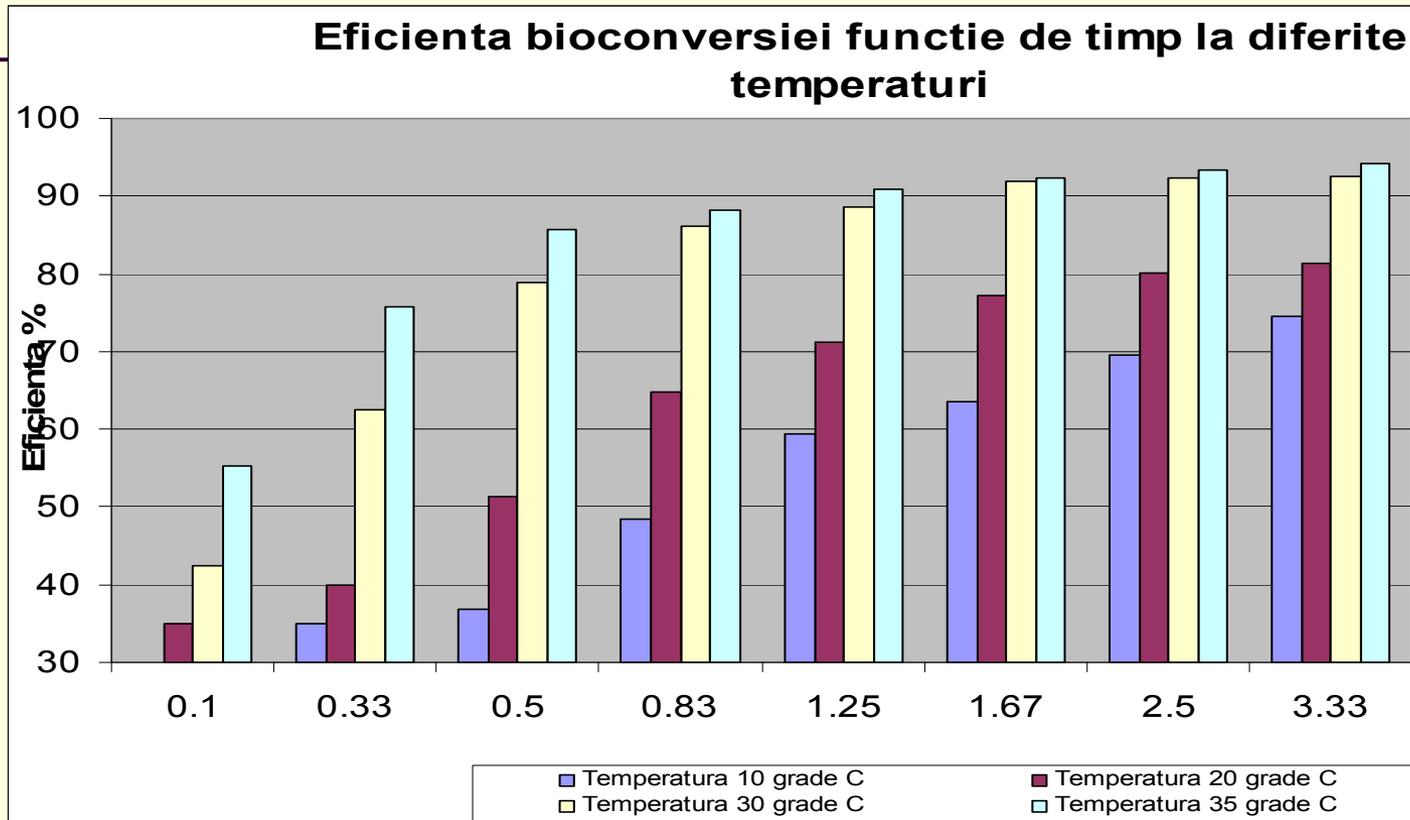
- На нашей кафедре проводились исследования по анаэробной очистке высококонцентрированных сточных вод агропромышленного комплекса в анаэробных реакторах с прикрепленной на твердом носителе микрофлорой. Результаты исследований показали достаточно высокие эффективности биоконверсии органических загрязнений в биогаз, до 90- 94%;
- Исследования проводились при:
 - температурных режимах от 10 до 35°C;
 - концентрациях по ХПК от 4,0 до 24,0г/л;
 - органических нагрузках от 4,0 до 36 кг ХПК/ m^3 .сут

Анаэробная очистка



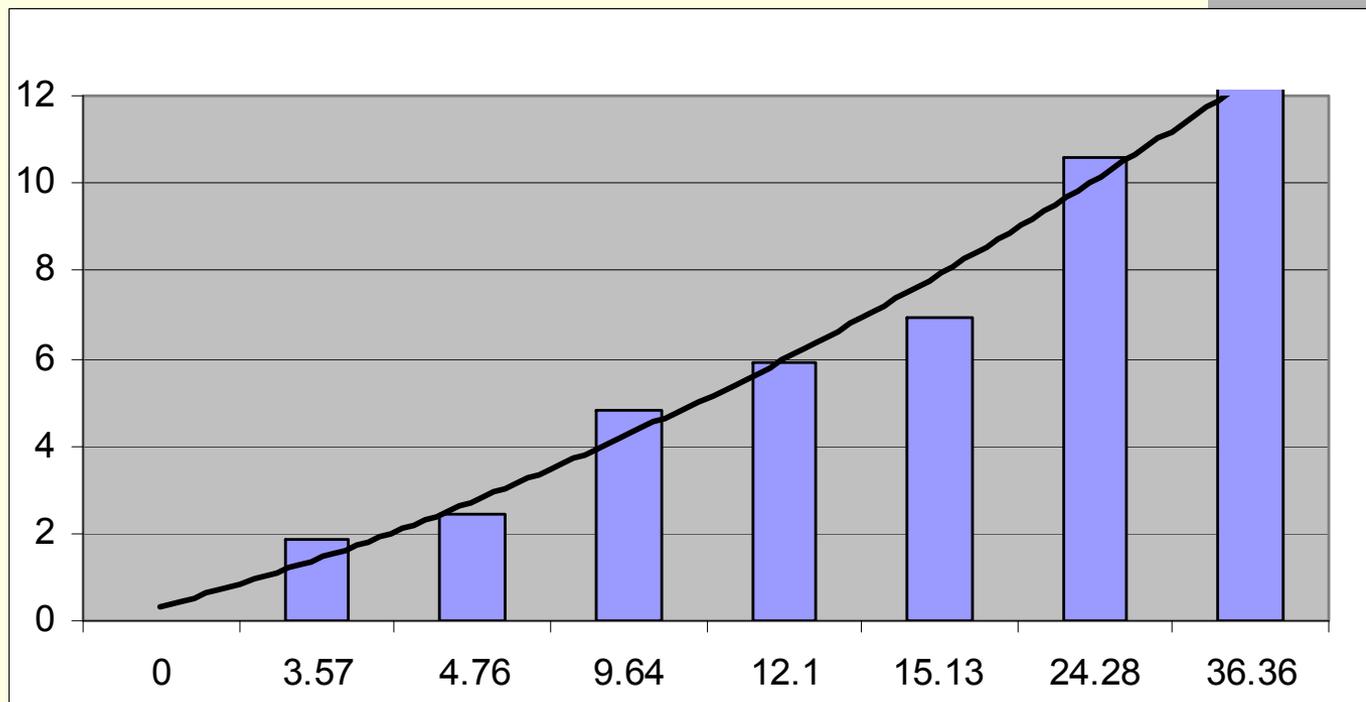
- Концентрация биомассы в биореакторах в g/l в зависимости от удельной площади загрузки:
1- 200 м²/м³ 2-400 м²/м³ 3-590 м²/м³

Анаэробная очистка



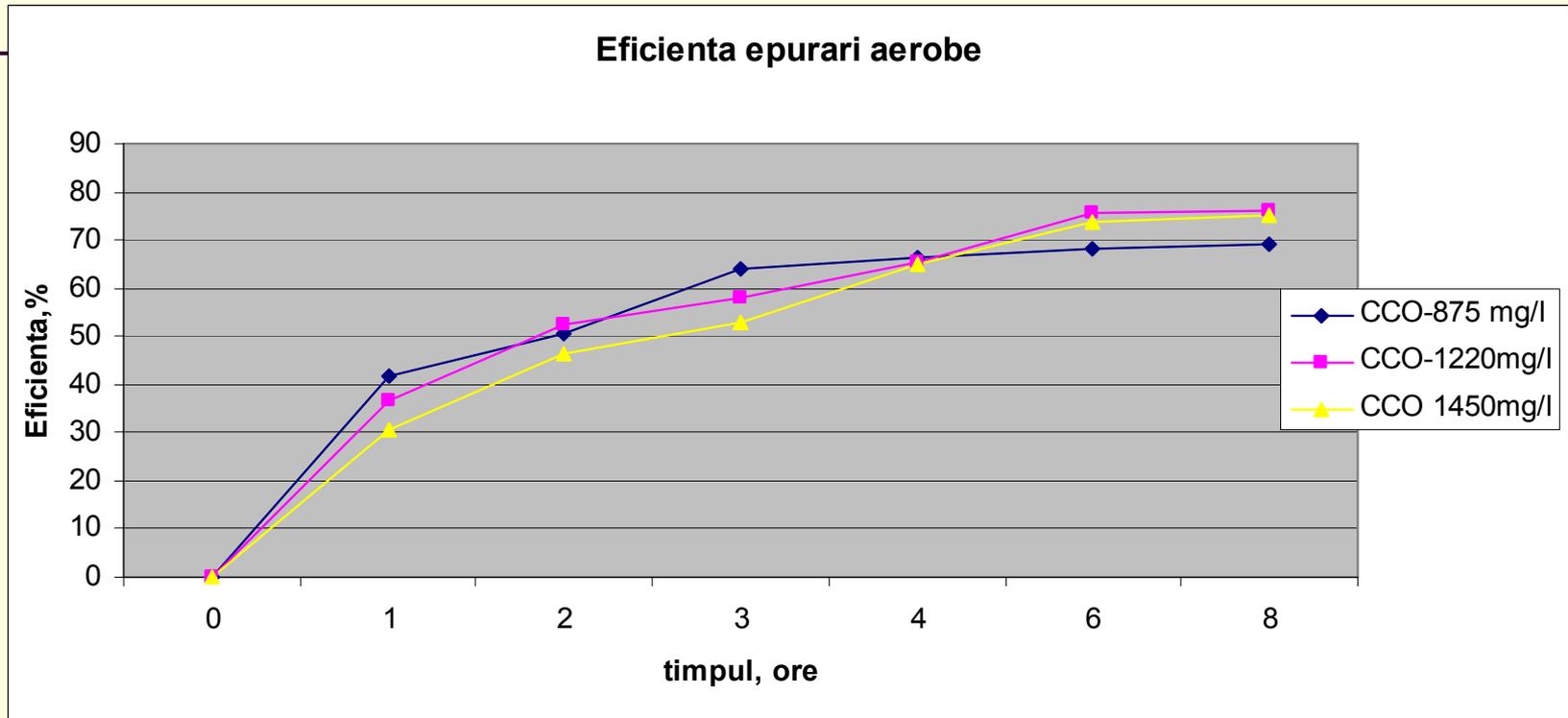
- **Эффективность очистки от продолжительности ферментации при температурах от 10 до 35°C;**

Анаэробная очистка



Удельный выход биогаза $\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{сут}$ при различных нагрузках по органическим веществам $\text{кг хПК на } \text{m}^3 \text{ биореактора в сут. (при } t = 35^\circ\text{C).$

Анаэробная очистка



Доочистка анаэробно очищенных СВ в аэробных реакторах с прикрепленной микрофлорой

Анаэробная очистка



Экспериментальный анаэробный биореактор на винзаводе Бардар

Метантенки на сахарном заводе Дрокия





СПАСИБО ЗА ВНИМНИЕ