

# Европейский Союз – Центральная Азия: сотрудничество в области водных ресурсов, окружающей среды и изменения климата:

Управление качеством очистки сточных вод: опыт ЕС

Планы развития городов и проблемы регулирования  
и оптимизации мощности очистных сооружений

*Юрис Лайцанс  
Эксперт WESCOOP*

## *Содержание презентации*

- Современные технологии очистки сточных вод;
- Выбор технологии и проблемы адаптации;
- Очистка сточных вод в малых населенных пунктах: современные локальные системы;
- Проблемы эксплуатации высокотехнологичных очистных сооружений, в том числе обучение и повышение квалификации персонала;
- Вопросы и ответы.

# Состав очистных сооружений



**WESCOOP**

EU – Central Asia Cooperation on

Water – Environment – Climate Change



Stantec



ACTED

KOMMUNAL  
KREDIT

This project is implemented by the consortium led by Stantec, with ELLE (Estonian, Latvian & Lithuanian Environment), ACTED, and Kommunal Kredit Public Consulting as the consortium partners.

## *Исходные данные для выбора технологии очистки*

- Максимальные, минимальные и средние показатели:
  - Приток сточной воды, л/с или м<sup>3</sup>/час;
  - Объём сточных вод, м<sup>3</sup>/сутки.
  - Загрязняющие вещества:
    - Взвешенные вещества, БПК, ХПК, N<sub>общ</sub>, P<sub>общ</sub>,
    - Нагрузка загрязняющих веществ, кг/сутки;
    - Концентрация загрязняющих веществ, мг/л.

## Типичный состав коммунальных сточных вод

Загрязняющий параметр	Концентрация (мг/л)	Удельное количество загрязнения (г/чэ)
Биологическая потребность кислорода (БПК <sub>5</sub> )	150–350	60
Химическая потребность кислорода (ХПК)	210-740	110
Взвешенные вещества	120–450	70
Общий фосфор	6-23	2
Общий азот	20-80	10



Funded by the European Union

# WESCOOP

EU – Central Asia Cooperation on  
Water – Environment – Climate Change



This project is implemented by the consortium led by Stantec, with ELLE (Estonian, Latvian & Lithuanian Environment), ACTED, and Kommunal kredit Public Consulting as the consortium partners.

## Требование к очистным сооружениям

- Подходит для определенных требований очистки;
- Подходит для существующих условий;
- Устойчивость к гидравлическим и нагрузкам загрязнению;
- Низкие затраты на строительство и эксплуатацию;
- Низкое потребление энергии и химикатов;
- Возможность обработки побочных продуктов обработки;
- Возможность повторного использования питательных веществ (С, N, Р).

## *Механическая очистка*

- Решетки;
- Сита;
- Песколовки и сепараторы;
- Отделители плавающих веществ.

## *Предварительная очистка*

- Отстойники;
- Химическое отделение;
- Флотаторы;
- и
- Септики;
- Двухъярусные отстойники (Емшеры).

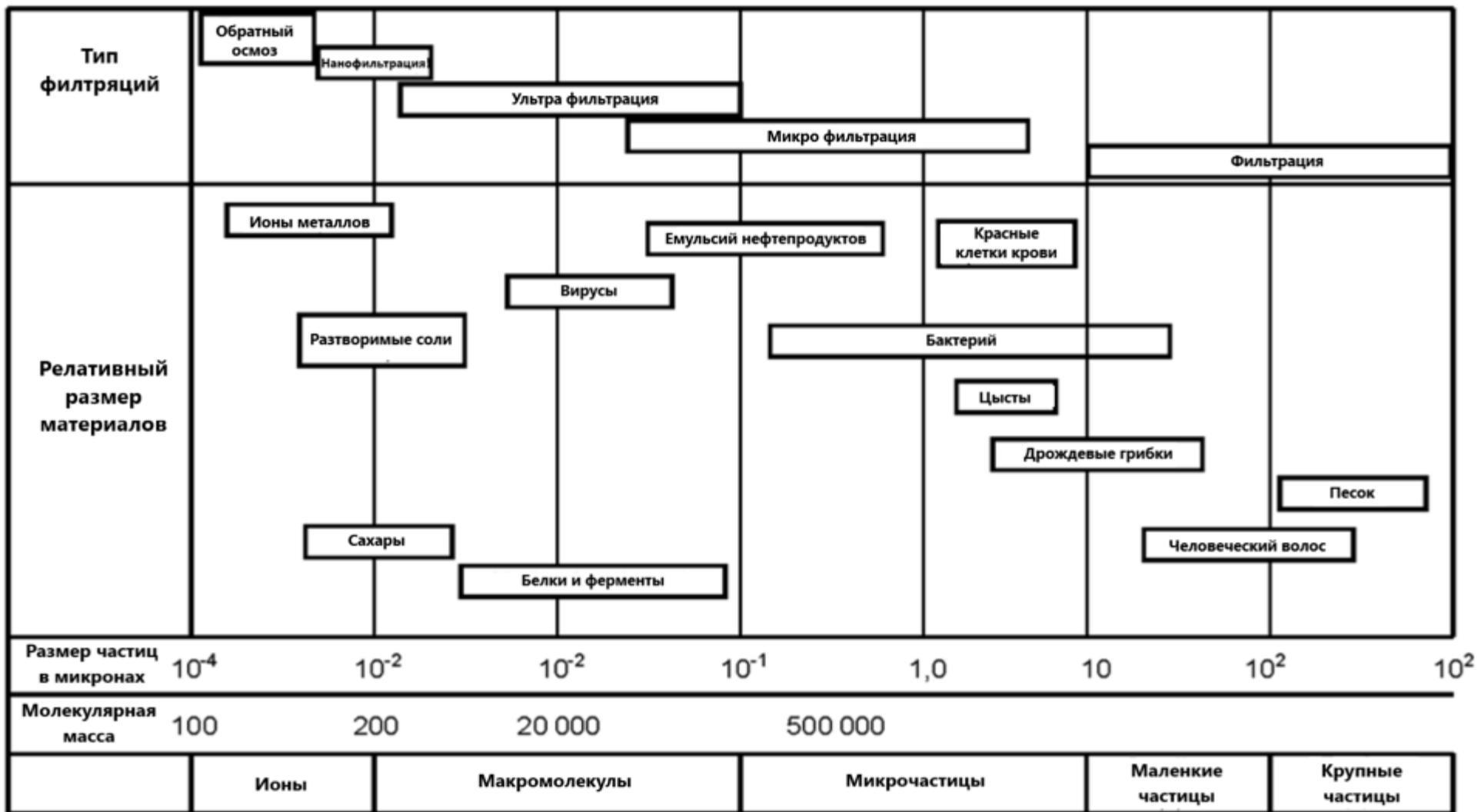
## *Биологическая (вторичная) очистка*

- Биологическая обработка:
  - Взвешенный активный ил;
  - Прикрепленный активный ил;
  - Активный ил смешанного слоя.
- Химическое отделение;
- Отстаивание.

## *Дополнительная (третичная) очистка*

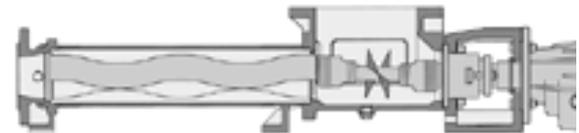
- Химическое отделение;
- Отстаивание;
- Биологические пруды;
- Фильтрация;
- Мембранные технологии;
- Дезинфекция (UV).

# Типы фильтрации



## Насосы

- Задача: Перекачка сточных вод и осадка.
- Применение: Перекачка сточных вод на очистные сооружения, рециркуляция сточных вод и осадка.
- Типы:
  - Центробежные, пропеллерные, шестерёнчатые, эрлифты, шнековые; эксцентрики вала и т. д.
  - Сухой или погружной.
- Выбор: перекачиваемый материал, производительность, потери давления.
- Контроль: динамика уровня воды, время и т. д.
- Эксплуатация: Чистка сенсоров, обслуживание механических элементов, смена масла и сальников.
- Проблемы: инородные тела в перекачиваемом веществе, кавитация.



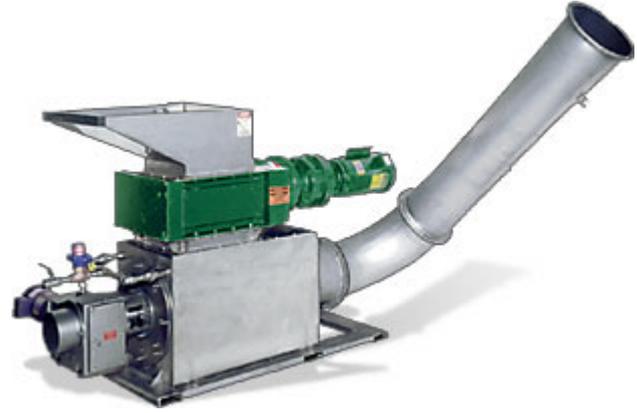
## Решетки

- Назначение: Защита оборудования.
- Применение: Удаление крупных примесей.
- Типы:
  - По конструкции: прутья, диски.
  - По решетчатому отверстию: крупные ( $> 40$  мм), средние (10-20 мм), мелкие (1-10 мм);
  - Привод: решетки "ручные" и механические (ступенчатые, грабли).
- Выбор: расход, размеры канала.
- Контроль: разница уровней воды до и после решетки, время.
- Эксплуатация: Очистка решеток, воздухопроводов, датчиков, обслуживание механических элементов.
- Проблемы: Скопление песка перед решеткой.



## Дробилки

- Назначение: Защита оборудования.
- Применение: Дробление крупных примесей на канализационных насосных станциях.
- Типы: Вертикальные и горизонтальные, совмещенные с решетками.
- Выбор: расход, количество отходов, тип отходов.
- Контроль: перепад уровня воды в канале, работа сборщика отходов, время.
- Эксплуатация: Очистка дробилки, решетки, датчиков, обслуживание механических элементов.
- Проблемы: Закупорка решетки, износ дробильных ножей.



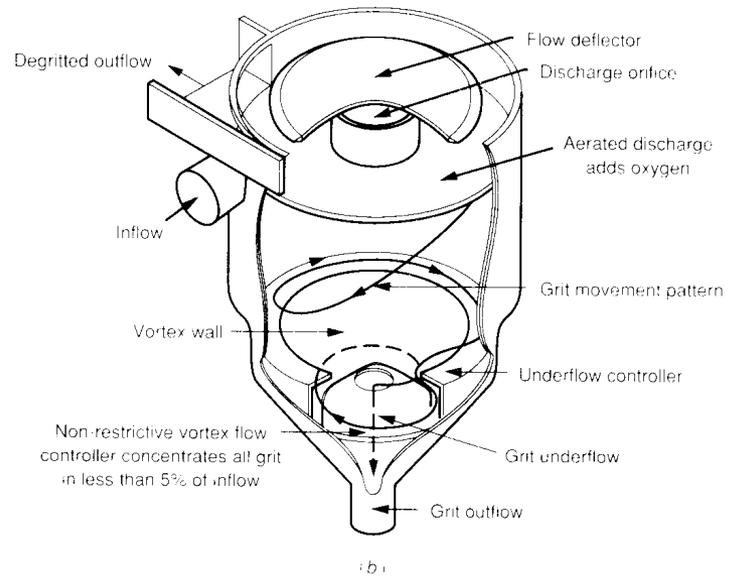
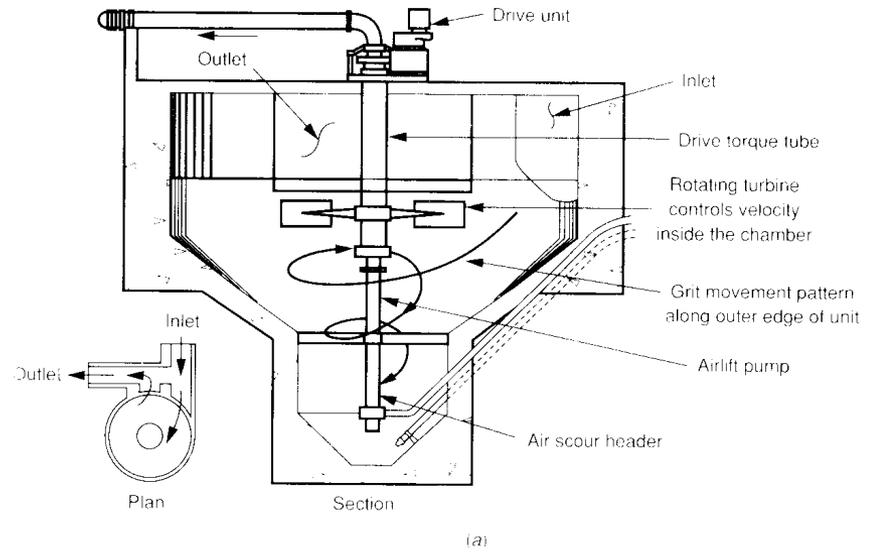
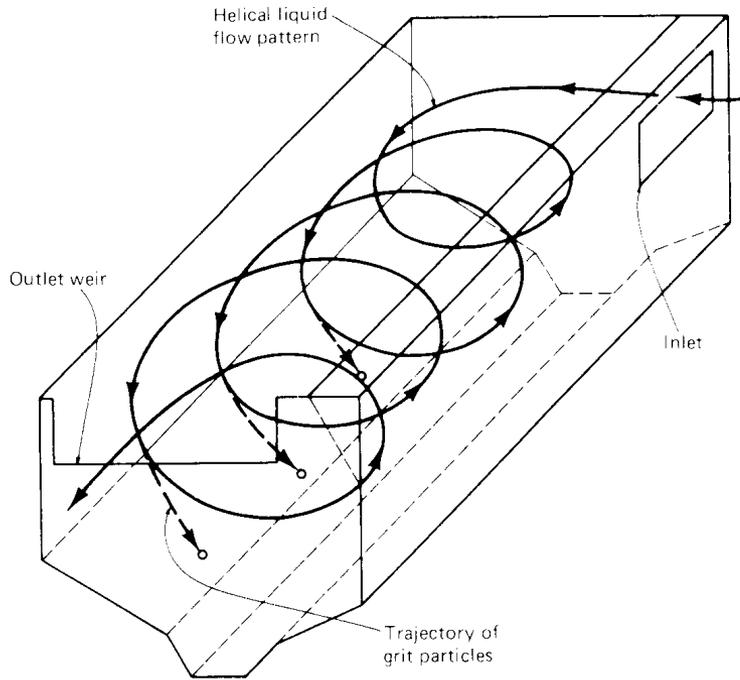
In-Line

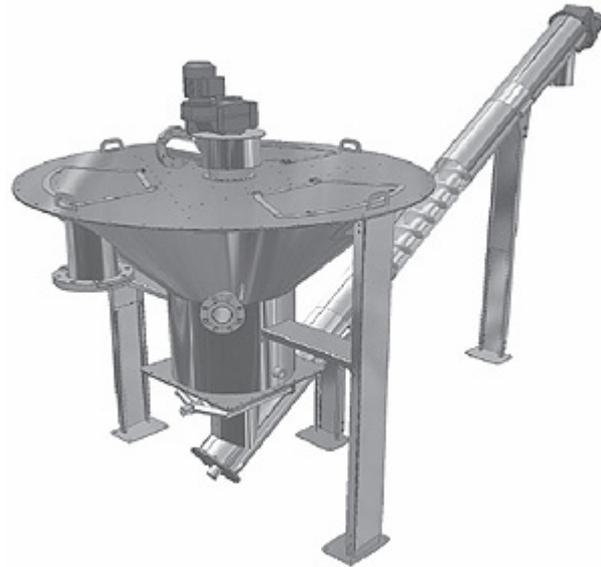


In-Channel

## Песколовки

- Назначение: Защита оборудования.
- Применение: Сбор и сепарация песка.
- Типы: Горизонтальные, аэрационные, вихревые.
- Выбор: По потоку сточных вод.
- Управление: гидравлическая крупность, подача воздуха, скорость ротора, время.
- Эксплуатация: Удаление песка, чистка поверхностей, обслуживание механических элементов.
- Проблемы: песок не оседает, вместе с песком оседают органические частицы (песок агломерируется), песок не обезвоживается.





## Биологическая очистка

- Цель: уменьшение содержания питательных веществ в сточных водах.
- Применение: Разделение углерода, фосфора и азота.
- Типы:
  - Фиксированный активный ил (биофильтры + отстойники).
  - Взвешенный активный ил (непрерывный режим + отстойники и резервуары циклического действия (SBR- *Sequence Batch Reactor*));
  - Активный ил подвижного слоя (MBBR – *Moving bed biological reactor*).
- Выбор: Тип и нагрузка загрязнения, поток.
- Эксплуатация: Обеспечение необходимых биологических условий;
- Проблемы: вздутие ила, недостаточно очищенные сточные воды.

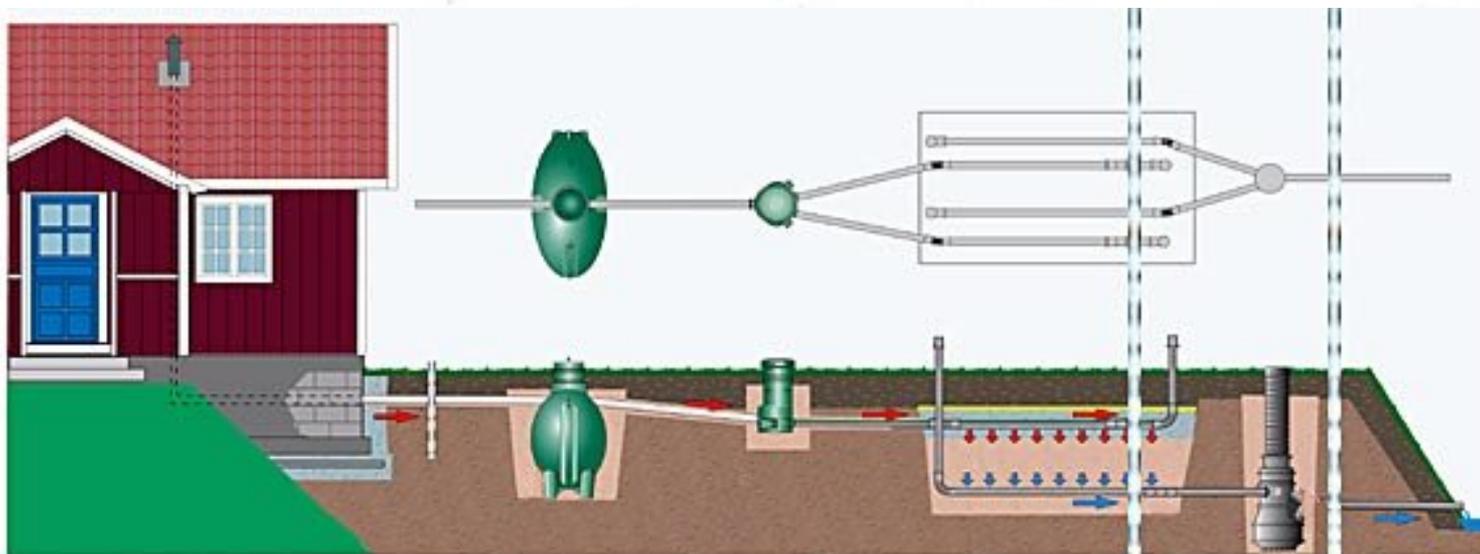
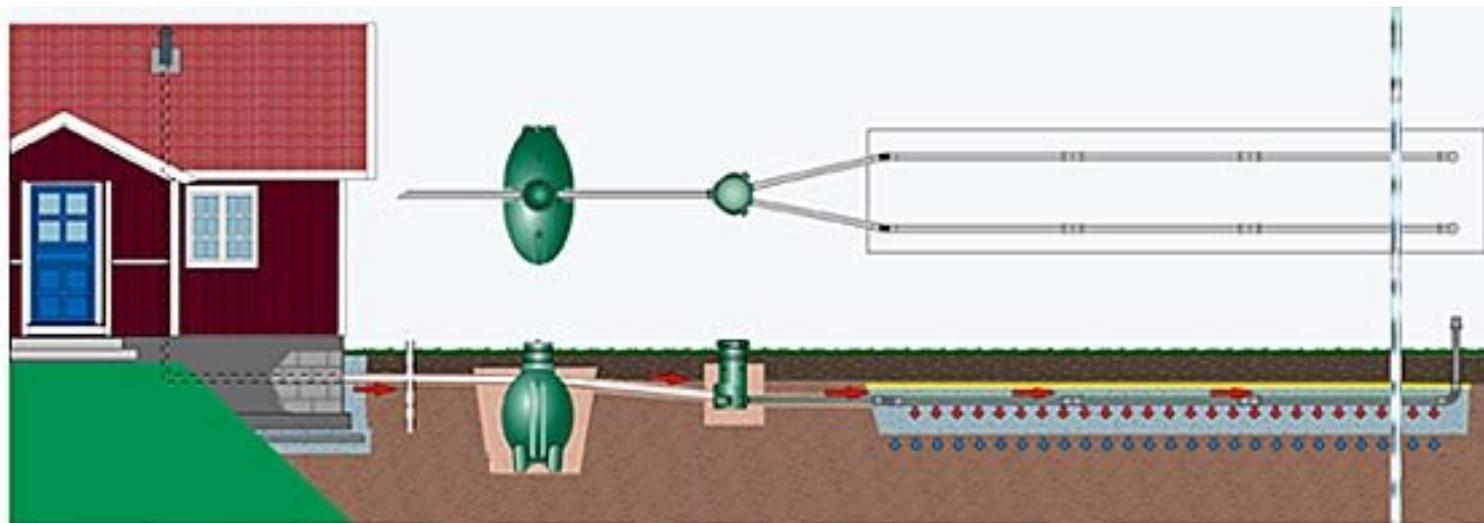
## Типы биологических процессов

- Аэробный - кислород доступен в свободной форме ( $O_2$ ) - АЕ;
- Аноксный - кислород доступен в связанной форме ( $NO_x$ ) -АХ
- Анаэробный - кислород недоступен - АН.

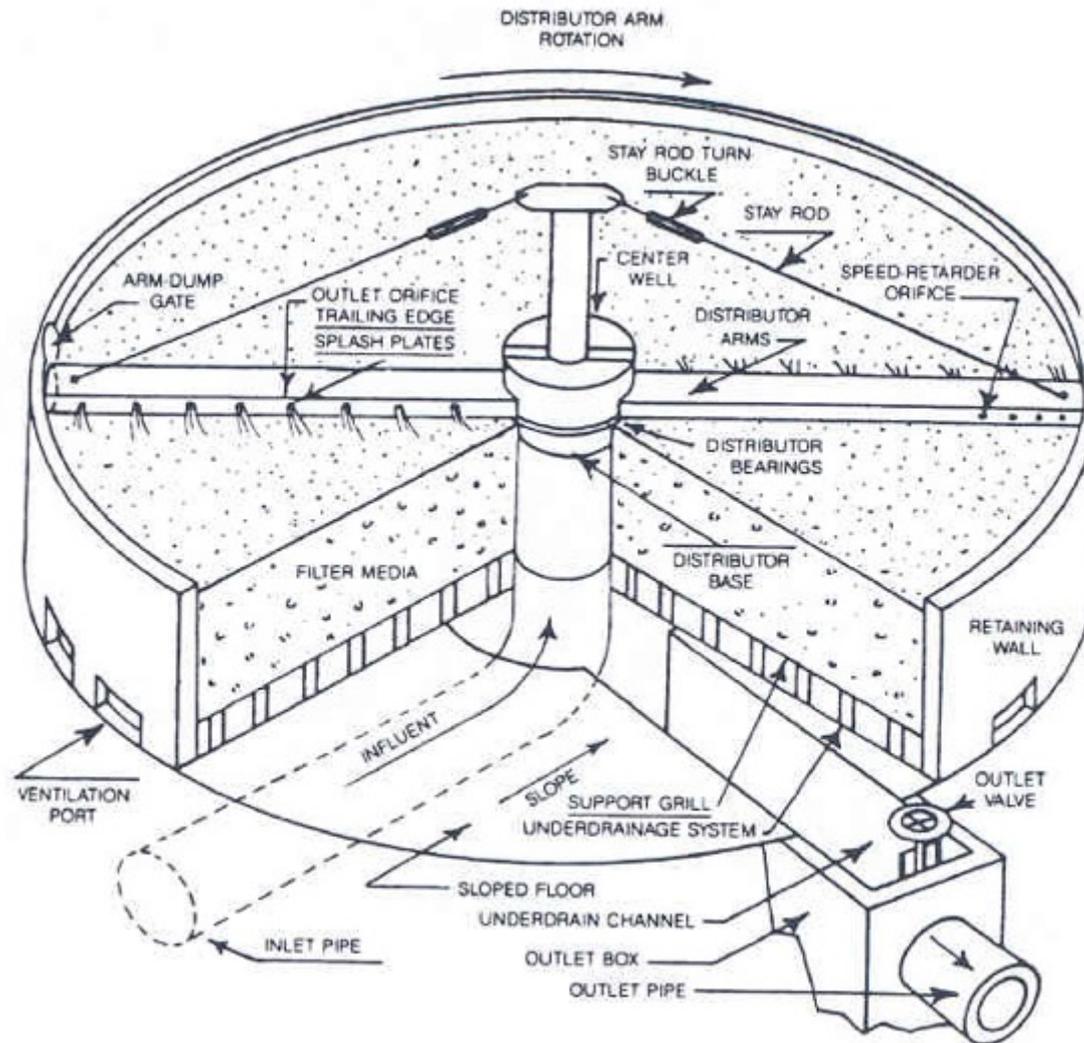
## Прикреплённый активный ил

- Биофильтры:
  - Фильтры с специальной загрузкой;
  - Вращающиеся диски.
- Водно-болотное угодье (*Wetland*):
  - Вертикального потока;
  - Горизонтального потока.
- Поля фильтрации.

# Поля фильтрации



# Биофильтр с загрузочным материалом



# WECOOP

EU – Central Asia Cooperation on

Water – Environment – Climate Change



Stantec

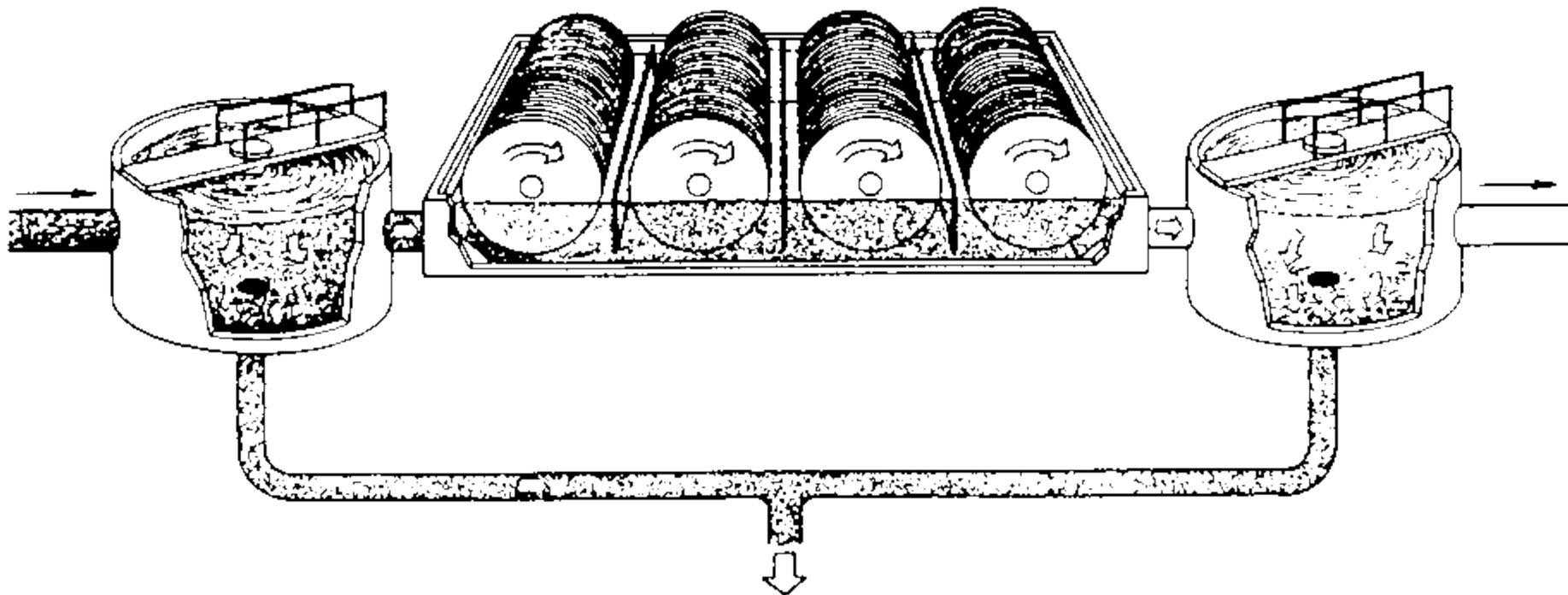


ACTED

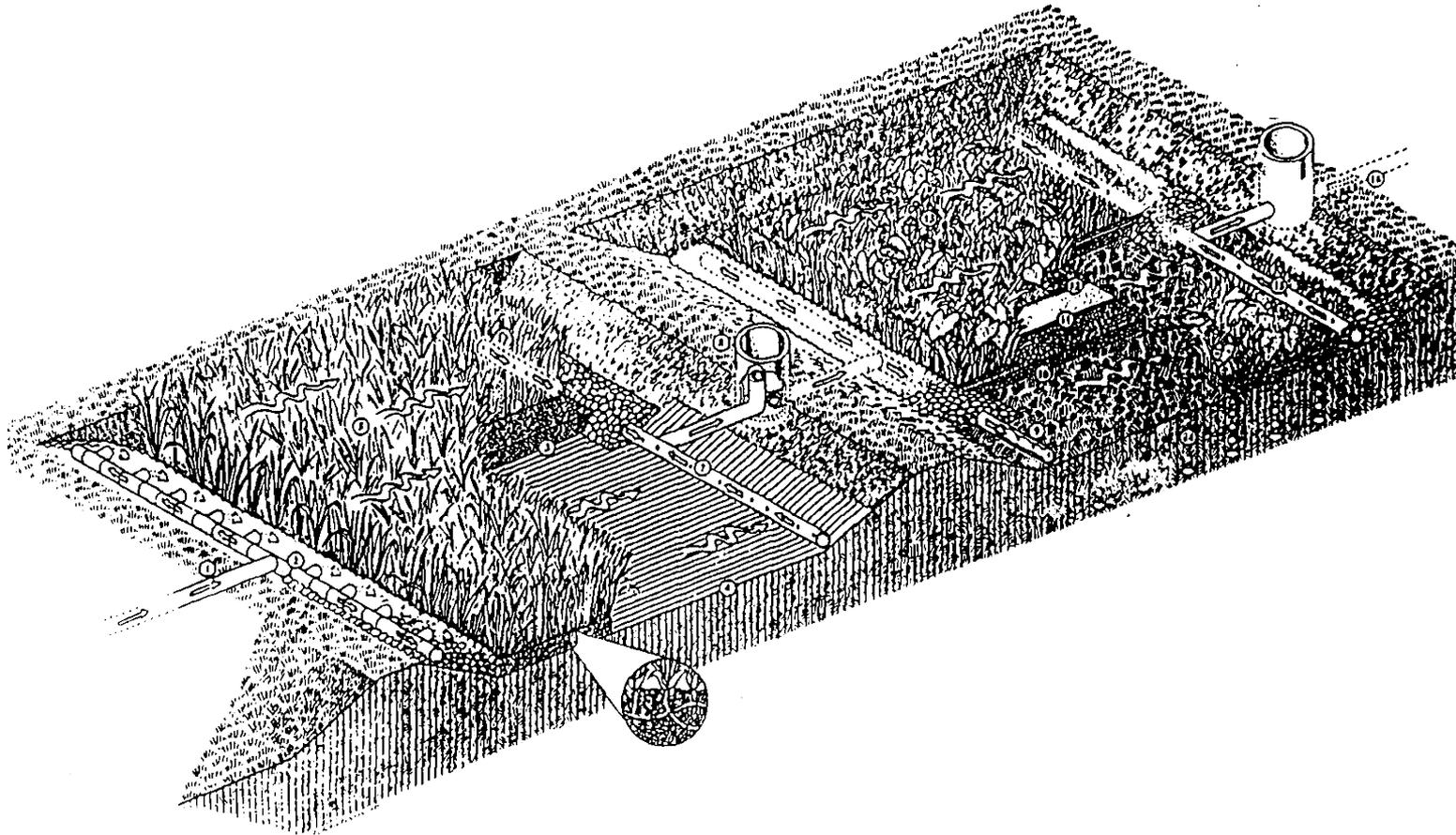
KOMMUNAL  
KREDIT

This project is implemented by the consortium led by Stantec, with ELLE (Estonian, Latvian & Lithuanian Environment), ACTED, and Kommunal Kredit Public Consulting as the consortium partners.

# Ротационные биологические контакторы



# Искусственное водно-болотное угодье



# WECCOOP

EU – Central Asia Cooperation on  
Water – Environment – Climate Change

Funded by the  
European Union



Stantec



ACTED



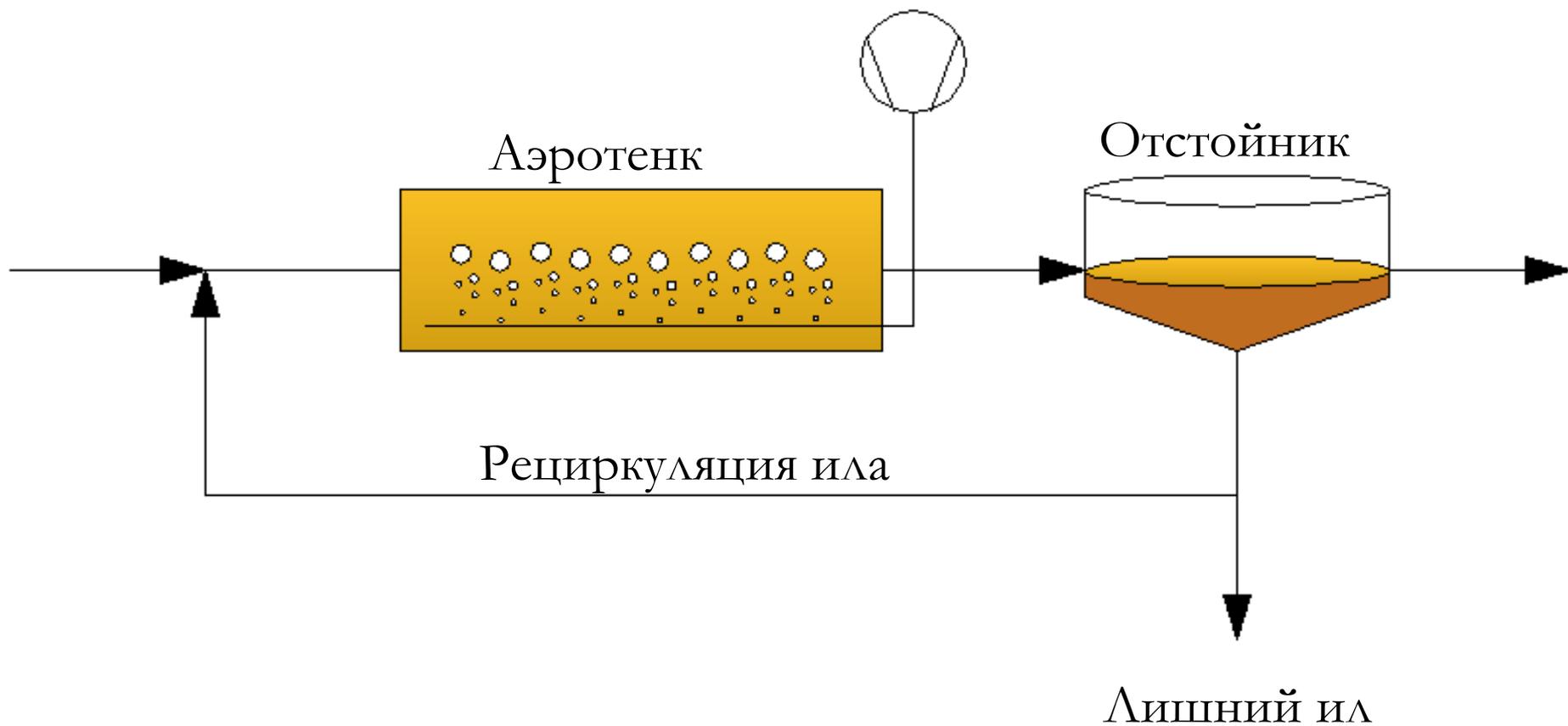
KOMMUNAL  
KREDIT

This project is implemented by the consortium led by Stantec, with ELLE (Estonian, Latvian & Lithuanian Environment), ACTED, and Kommunal kredit Public Consulting as the consortium partners.

## *Взвешенный активный ил*

- Оборудование непрерывного действия:
  - Резервуары биологического процесса («Аэротенки»);
  - Биопруды;
- Резервуары циклического действия (SBR - *Sequence Batch Reactor*).

# Оборудование непрерывного действия





Funded by the European Union

# WECOOP

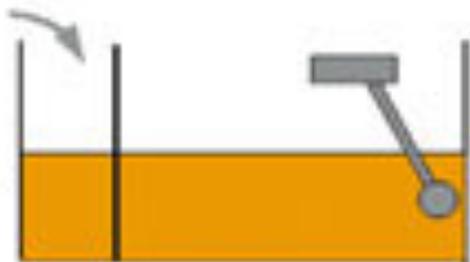
EU – Central Asia Cooperation on  
Water – Environment – Climate Change



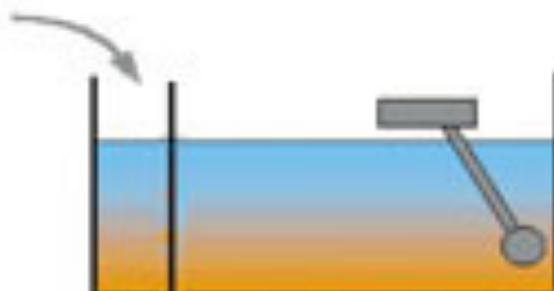
This project is implemented by the consortium led by Stantec, with ELLE (Estonian, Latvian & Lithuanian Environment), ACTED, and Kommunal Kredit Public Consulting as the consortium partners.



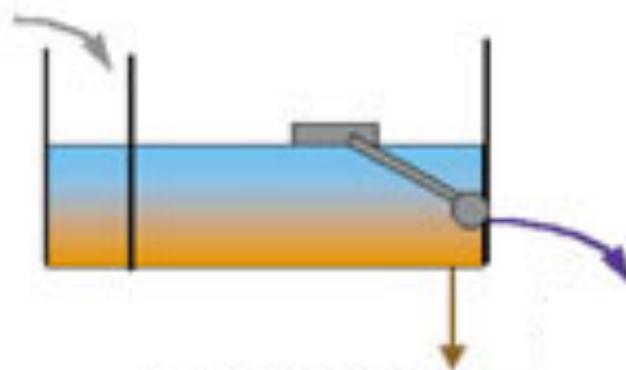
## Резервуары циклического действия (SBR)



1. Наполнение  
и аэрация

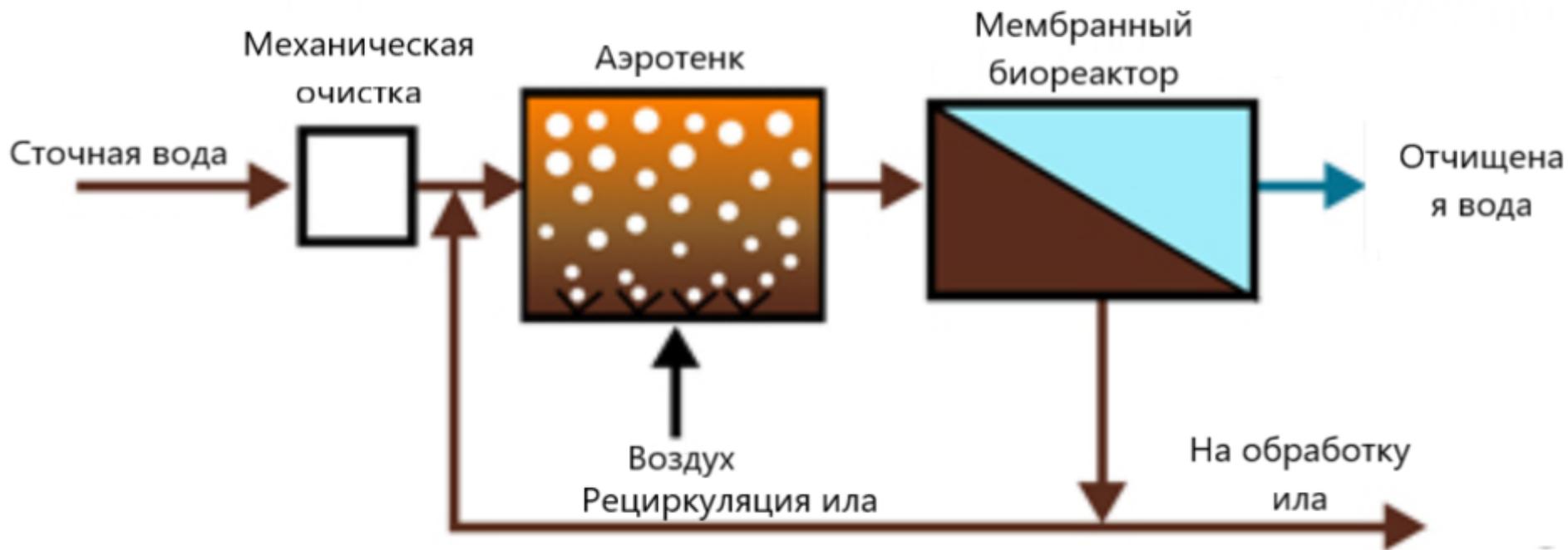


2. Отстаивание

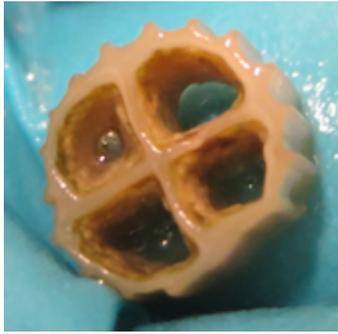


3. Опорожнение

# Мембранные биологические реакторы



## Элементы подвижной загрузки биореакторов



## Элементы мембранных биореакторов



## Сравнение методов очистки

Взвешенный активный ил	Прикреплённый активный ил	Водно-болотные угодья и инфильтрационные поля	Физико - химические методы
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Полноценная очистка сточных вод;</li> <li>• Процесс управляемый.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Полноценная очистка сточных вод;</li> <li>• Процесс управляемый.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Низкие эксплуатационные расходы;</li> <li>• Низкие затраты на строительство;</li> <li>• Нет необходимости в высококвалифицированном персонале.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Очень высокая степень очистки сточных вод;</li> <li>• Процесс управляемый.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокие эксплуатационные расходы;</li> <li>• Требуется квалифицированный персонал;</li> <li>• Высокая стоимость строительства.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Больше подходит для теплого климата;</li> <li>• Более высокие высоты перекачки;</li> <li>• Требуется квалифицированный персонал;</li> <li>• Высокие эксплуатационные расходы;</li> <li>• Высокая стоимость строительства.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ограниченная степень очистки сточных вод;</li> <li>• Потребность в большой площади очистных сооружений;</li> <li>• Излучение неприятных запахов, особенно в теплое время года;</li> <li>• Длительный пусковой период;</li> <li>• Зависимость качества очистки от погодных условий.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Большие объемы ила - более высокие затраты на уплотнение и обезвоживание, а также на дальнейшую обработку и управление;</li> <li>• Требуется более квалифицированный персонал;</li> <li>• Очень высокие эксплуатационные расходы</li> <li>• Очень высокие затраты на строительство.</li> </ul>



**WESCOOP**

EU – Central Asia Cooperation on

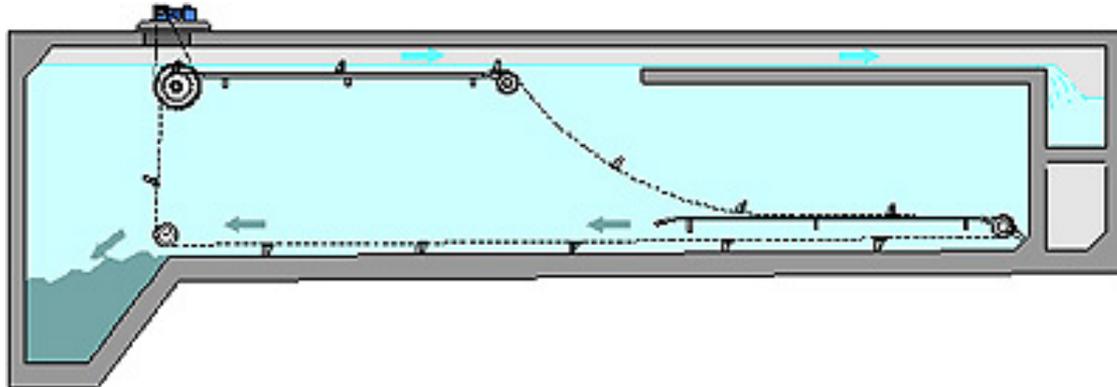
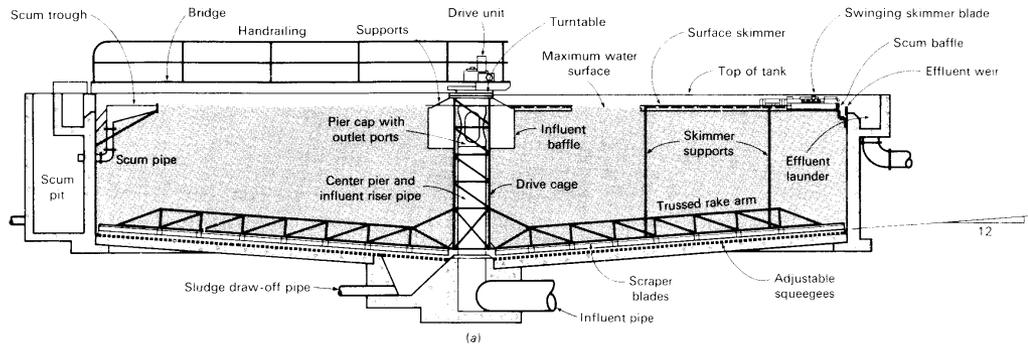
Water – Environment – Climate Change



This project is implemented by the consortium led by Stantec, with ELLE (Estonian, Latvian & Lithuanian Environment), ACTED, and Kommunal kredit Public Consulting as the consortium partners.

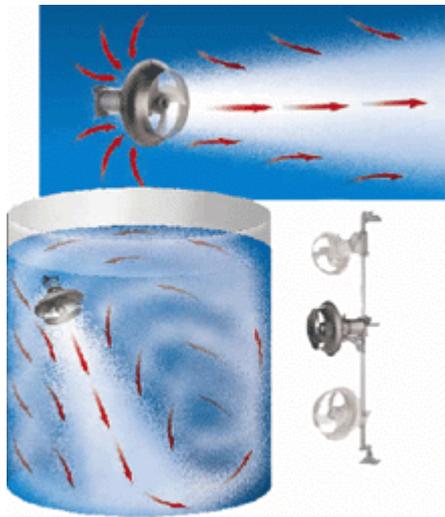
## Отстойники

- Цель: уменьшить загрязнение сточных вод.
- Применение: разделение взвешенных частиц.
- Типы:
  - Горизонтальный;
  - Радиальный.
- Выбор: расход, количество осадка и индекс объема.
- Контроль: скорость потока, нагрузка ила.
- Эксплуатация: Удаление лишнего ила, сбор плавающих предметов, чистка поверхностей, обслуживание механических элементов.
- Проблемы: вздутие ила, повышенная концентрация фосфора в выпуске, не контролируемая денитрификация.



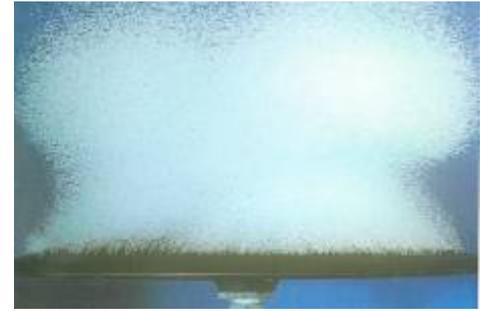
## Миксеры

- Задача: обеспечить оптимальные условия в резервуарах биологической очистки.
- Применение: Смешивание сточных вод и ила.
- Типы:
  - Статический;
  - Пневматический;
  - Динамический (винтовой и турбинный).
- Выбор: объем резервуара, плотность жидкости.
- Контроль: Время.
- Эксплуатация: Обслуживание механических элементов, смена масла и сальников.
- Проблемы: Механические повреждения.



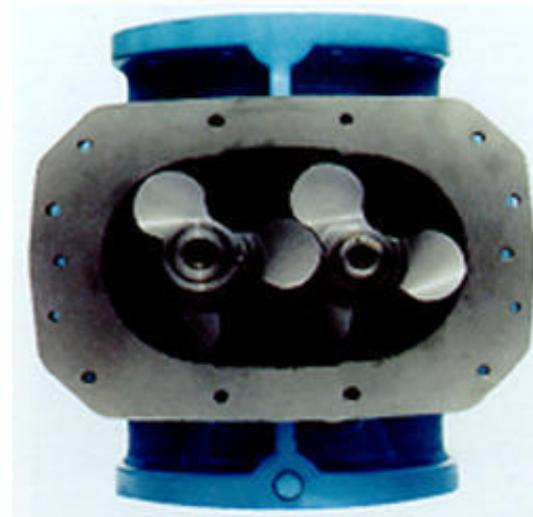
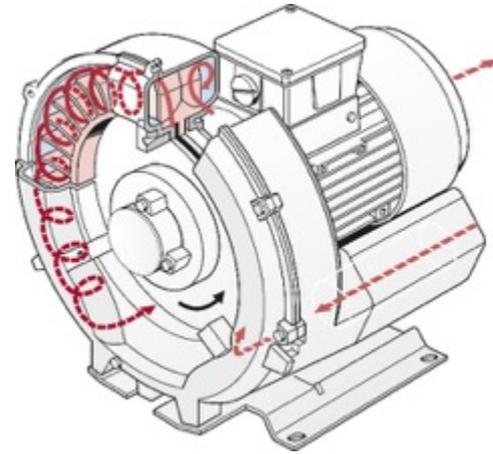
## Системы аэраций

- Задача: обеспечить оптимальные условия в резервуарах биологической очистки.
- Применение: Подача воздуха, смешивание сточных вод и шлама.
- Типы:
  - Механический;
  - Подача концентрированного кислорода;
  - Воздуходувки + диффузоры (несъемные, съемные).
- Выбор: необходимое количество воздуха, для аэраций (и смешивания ила).
- Контроль: время, концентрация растворенного кислорода, люминесценция.
- Эксплуатация: Обслуживание механических элементов, замена диффузоров.
- Проблемы: Механические повреждения.



## Воздуходувки

- Задача: обеспечить оптимальные условия в резервуарах биологической очистки.
- Применение: Подача воздуха.
- Типы:
  - Бокового канала;
  - Центробежный;
  - Вращающийся лепесток.
- Выбор: требуемый объем воздуха и давление.
- Контроль: время, концентрация растворенного кислорода, реакция нитрификации.
- Эксплуатация: Обслуживание механических элементов.
- Проблемы: Механические повреждения, вибрация.



## Система управления и контроля

- Цель: Оптимизация работы очистных сооружений.
- Применение: управление и контроль процесса очистки сточных вод.
- Типы: -
- Выбор: количество и тип контролируемых сигналов.
- Управление: программное обеспечение с функциями *PID*.
- Эксплуатация: Обслуживание электрооборудования, архивирование данных и хранение резервных копий.
- Проблемы: Человеческий фактор.

## *Вспомогательное контрольное оборудование*

- Датчики уровня;
- Расходомеры;
- Датчики давления;
- O<sub>2</sub>, pH, T - датчики;
- Датчики взвешенных веществ;
- Анализаторы формы N и P;
- Преобразователи частоты.



## *Выводы и рекомендаций*

- Меры по уменьшению проблем у источника;
- Подбор технологий и оборудования для необходимого рабочего диапазона и среды;
- Подбор подходящих материалов и исполнения;
- Выбор стратегии управления и контроля;
- Меры предотвращения аварийных ситуаций;
- Соблюдение инструкции по эксплуатации.

# Благодарю за внимание!

[www.wescoop.eu](http://www.wescoop.eu)

Офис No 15  
Проспект Достык 5/2  
Z05H9M3 Нур-Султан

[info@wescoop.eu](mailto:info@wescoop.eu)

[www.facebook.com/wescooproject](https://www.facebook.com/wescooproject)



Funded by the  
European Union

## WESCOOP

EU – Central Asia Cooperation on  
Water – Environment – Climate Change



Stantec



ACTED

KOMMUNAL  
KREDIT

This project is implemented by the consortium led by Stantec, with ELLE (Estonian, Latvian & Lithuanian Environment), ACTED, and Kommunal kredit Public Consulting as the consortium partners.