



Технологические тенденции в водоподготовке и очистке сточных вод

Харша Ратнавир

Профессор, Норвежский университет естественных наук

Семинар Водной Гармонии, Днепрпетровск



77.6 триллион USD ВВП Валовой внутренний продукт мира (2014)

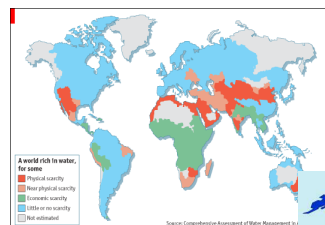
Украина 0,18 триллион
Норвегия 0,52 триллион
Россия 2,1 триллион
Китай 9 триллион
США 18 триллион



Двигатели рынка глобальных водных инвестиций (и разработок)

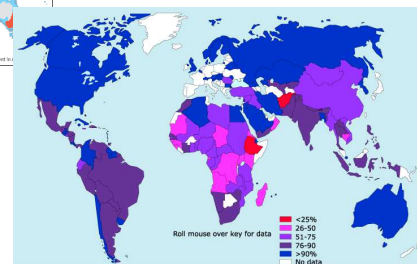


Доступ к безопасной питьевой воде



←Наличие

Доступ к безопасной питьевой воде

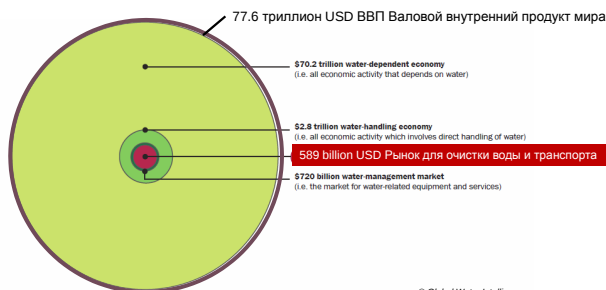


Коэффициент очистки сточных вод



77.6 триллион USD ВВП Валовой внутренний продукт мира (2014)

Мировая экономика, связанная с водой

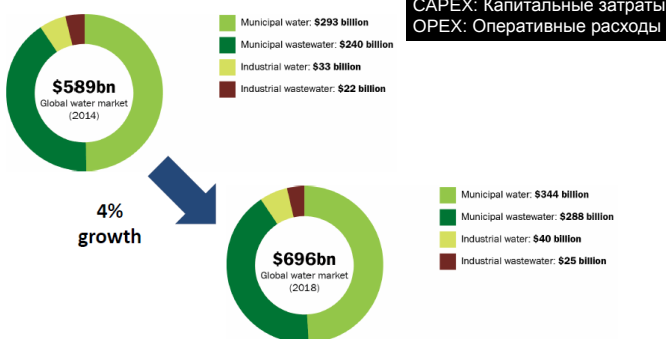


Глобальный рынок воды и его двигатели

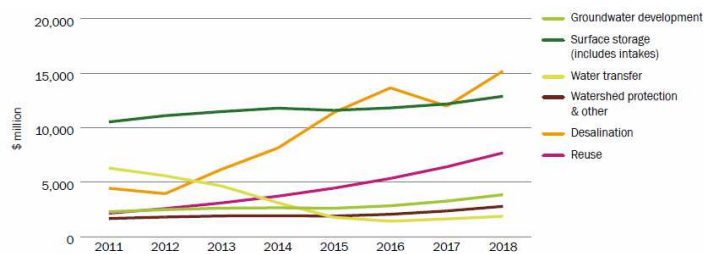


Глобальные тенденции

➤ Total water market (CAPEX/OPEX):



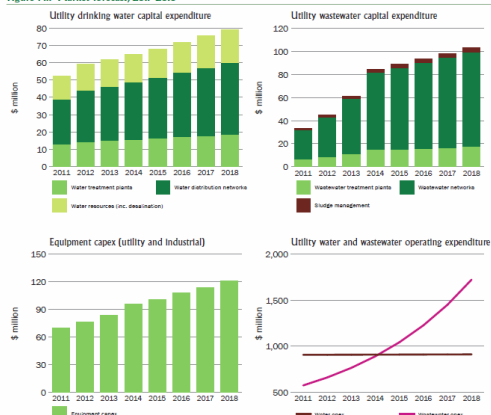
Рынок развития водных ресурсов



© Global Water Intelligence

Прогноз рынка - Украина

Figure 7L7 Market forecast, 2011-2018



Казахстан

Беларусь

Норвегия



Технологические разработки



Уменьшение физических отпечаток (foot print) очистных сооружений



Отделение частиц



- От биогенных (азото-, фосфоросодержащих) веществ до коллоидов.
- Оптимально распределить нагрузку на отдельные процессы
 - Тонкие сита для удаления большего количества частиц, тем самым уменьшая нагрузку на процессы биологической и химической обработки.
 - Фильтрация с помощью мембран для удаления большего количества частиц.
- Уменьшение физического отпечаток, энергоемкости, потребления реагентов и трудоемкости очистного сооружения.

Удаление частиц

Тонкие сита:



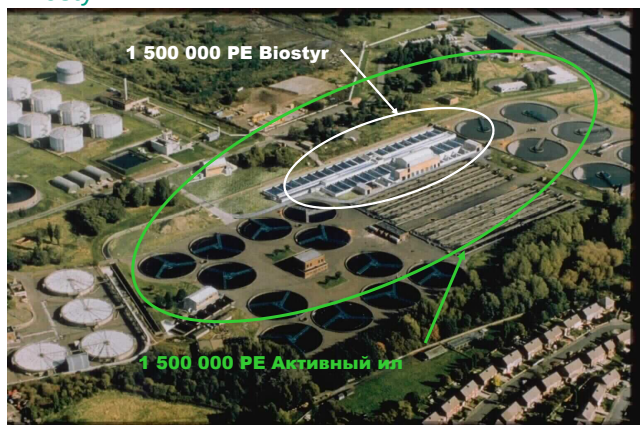
- 40-60% органической доли общего содержания взвешенных веществ составляют ткани туалетной бумаги
- Большинство может быть удалено ситами >500 микрон
- Комбинирование сит с добавлением химических реагентов



Salsnes/Trojan: 50% TSS & 20% BOD removal

Уменьшение экологического следа очистных сооружений

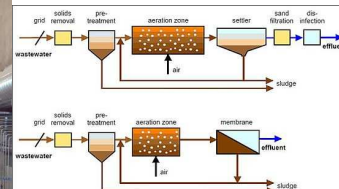
БАФ – аэрируемые биологические фильтры: Biostyr



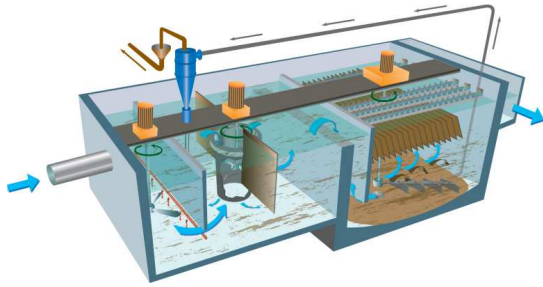
Frank Rogalla, Aqualia

Уменьшение экологического следа очистных сооружений

Мембранные биореакторы



Уменьшение физического отпечаток стадии сепарации

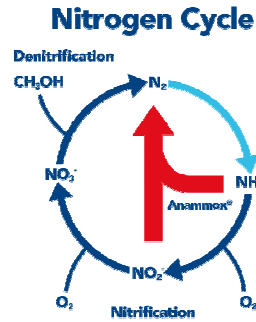


Actiflow: от 2 часов до 10-20 мин

Полимеры??

Улучшения в биологической очистке

К вопросу о круговороте азота



- Кратчайший путь удаления азота
- Нет необходимости во внешнем источнике углерода
- Должен предотвращать $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$
- Медленный рост организмов

Энзимология в биологической очистке сточных вод

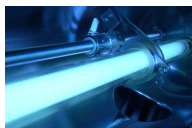
- Использование селективных энзимов в биологической очистке СВ
 - Может сократить на 50% требуемые площади в холодных климатических условиях
 - Более быстрый запуск
 - Меньше запаха
 - Контролирование нитчатых микроорганизмов

Дезинфекция

- Более безопасная, дешевая и с высшей эффективностью

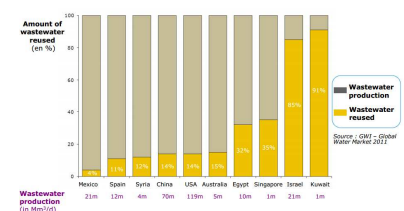
УФ обеззараживание

- Вычислительная гидродинамика (CFD) для оптимизированного контакта
- Лампы среднего давления с кварцевым покрытием: >12000 ч.
- LED-технология (светодиодная технология): >100 000 ч (>11 лет)

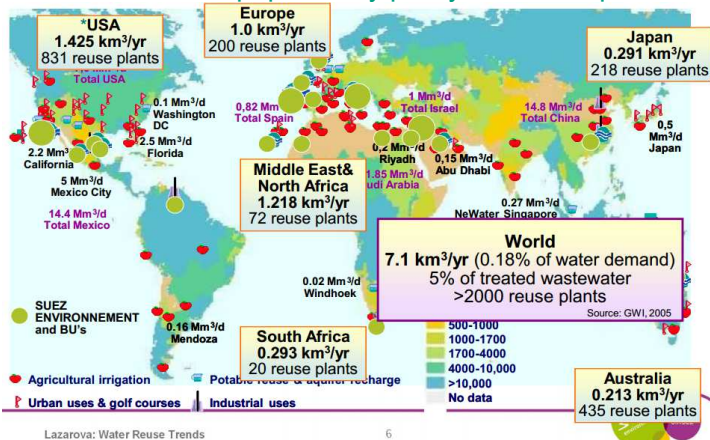


Повторное использование воды

- Обратная вода становится признанным полезным ресурсом, а не отходами, затерянными в океане
 - от 20 до 100% - доля возвращенной в оборот очищенной воды (Калифорния, Кипр, Флорида, Израиль, Испания)
 - Удовлетворяет потребности в воде вплоть до 15-35% (Австралия, Сингапур)



Повторное использование воды: глобальная тенденция к непрерывному росту во всех странах



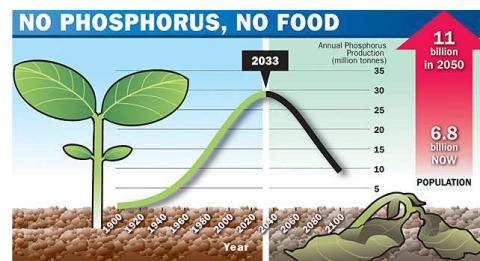
Мембранные технологии

- Мембранные биореакторы для очистки сточных вод
 - геометрия реактора, гидродинамика и размещение мембранных модулей, а также общие рабочие параметры
- мембраны для опреснения
 - методы предварительной очистки
 - Вычислительная гидродинамика (CFD) для оптимизации характеристик модуля (скоростей массопередачи, тенденция к ограниченному флуидингу/скейлингу, меньшие энергозатраты)
- Более дешевое и эффективное удаление нетрадиционных загрязнителей
- Опреснение морской воды с помощью солнечной энергии

Нанотехнологии

- Наноадсорбенты, магнитные наночастицы, нанофильтрация, наножелезо (с нулевой валентностью), нанокатализаторы, нанобиоциды, нановолокна и смешанная технология, включая каталитическое “мокрое” окисление кислородом воздуха вместе с наночастицами, являются продуктами и технологиями, которые развиваются как результат усовершенствования нанотехнологии и используются в водоочистке.
 - Удаление высокотоксичного вещества при наличии его в очень низких концентрациях (мембраны покрытые фотокатализатором TiO_2 , активированного солнечным светом).

Фосфорный кризис



- Коагуляция уменьшает доступность фосфора для растений
 - После обработки осадка
 - Производство струвита (фосфата аммония-магния $(\text{NH}_4)\text{Mg}[\text{PO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
 - Уменьшение использования Al/Fe

Производство биогаза



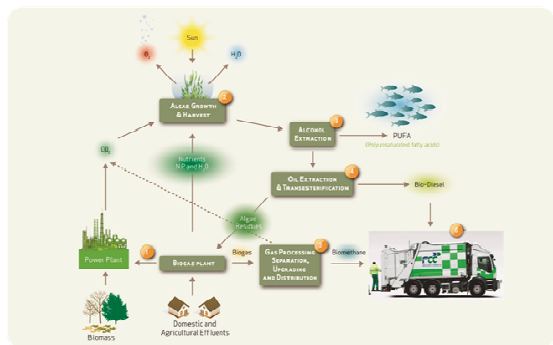
Одно посещение туалета = проезду 350 м на автомобиле

Станции очистки сточных вод или энергетические фабрики?



Frank Rogalla, Aqualia

Биотоплива из микроводорослей



EU FP7 All-gas project

Наблюдение и управление в режиме реального времени



- Моделирование прогнозирующей сети и оптимизация возможностей для оценки влияния эксплуатационных или физических изменений в работе и целостности системы

- Модели сети в режиме реального времени.
- Модели операционной оптимизации в режиме реального времени (обнаружение аномалий).

“Умные” IT технологии станут неотъемлемой частью современных сетей водоснабжения в 21-м веке

- более скорое выявление
- Определение приблизительного расположения на основе моделирования данных



Системы канализационных труб



PIPE LINING

THE GREEN TECHNOLOGY OF THE 21ST CENTURY

Trenchless TECHNOLOGY

POLYMERIC LININGS

CAN REDUCE RED AND BROWN WATER ISSUES TO IMPROVE WATER QUALITY AND PROVIDE RAPID RETURN TO SERVICE



Преодоление климатических изменений



- Более интенсивные и частые дожди
- Перегруженные коллекторы и станции очистки сточных вод будут иметь еще больше проблем.

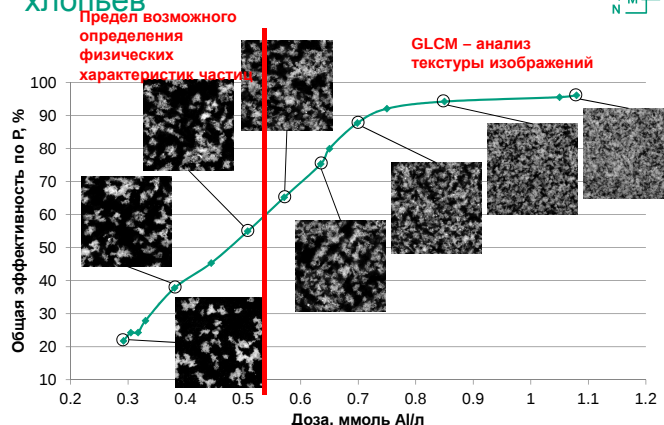
- Как справиться?
- Расширение инфраструктуры.
- Мягкие подходы: управление в реальном времени канализационными трубами и станциями очистки сточных вод (Regnbyge-3M) .

Новые сенсоры и инструменты оценки



- Количество воды – используя радар погоды и физические измерения
- Модели для оценки качества воды с более простыми измерениями (расход, и т.д.)
- Расширенная обработка данных
- Дистанционное наблюдение и управление
- Анализ изображений
- Новые технологии более дешевой и быстрой регистрации
- Биоиндикаторы

Оптимальные дозы и изображения хлопьев

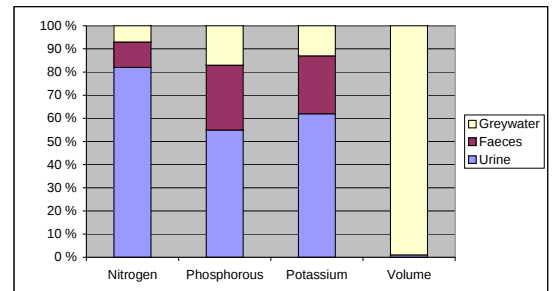




Смена парадигм



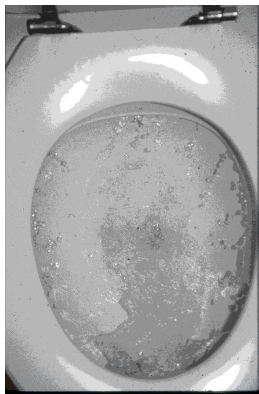
Ресурсы в бытовых сточных водах



(Vinnerås 2002).

3
R

Ценные ресурсы:



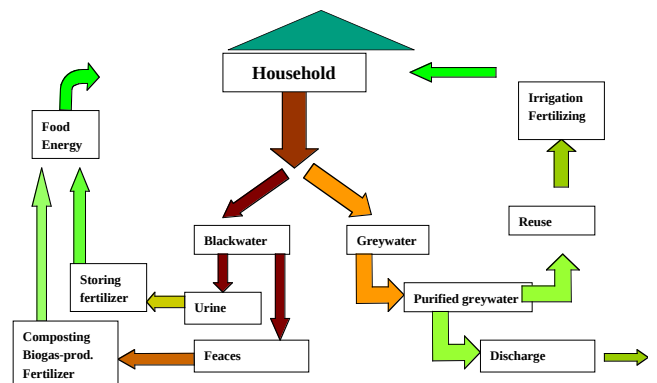
В бытовых сточных водах:

- * 90 % of N
- * 80 % of P
- * 80 % of K
- * 40-75 % орг. вещества

поступают с туалетной фракцией (черная вода)

Arve Heistad, NMBU

Сточная вода как ресурс



Arve Heistad, NMBU



Мир со множеством
возможностей!



спасибо