

**Проектирование сооружений очистки
по-новому:
компьютерное моделирование
сооружений биологической очистки,
3D проектирование, системы АСУ**

Михаил Есин
Начальник технологического отдела, к.т.н.



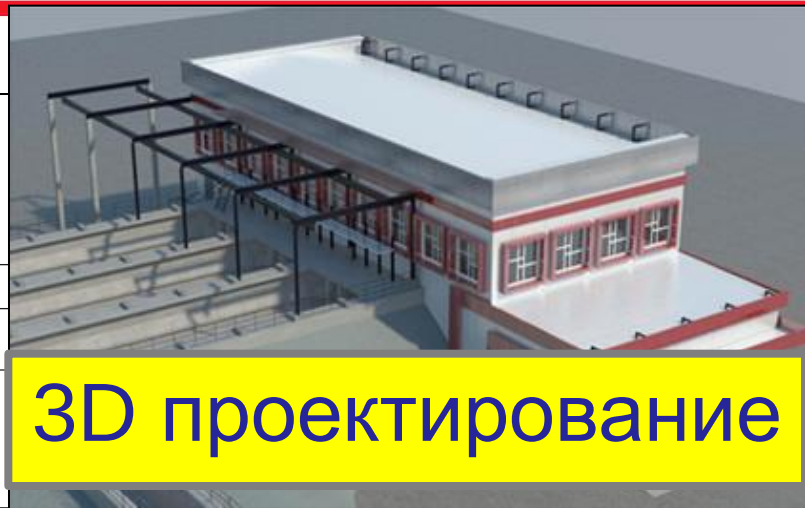
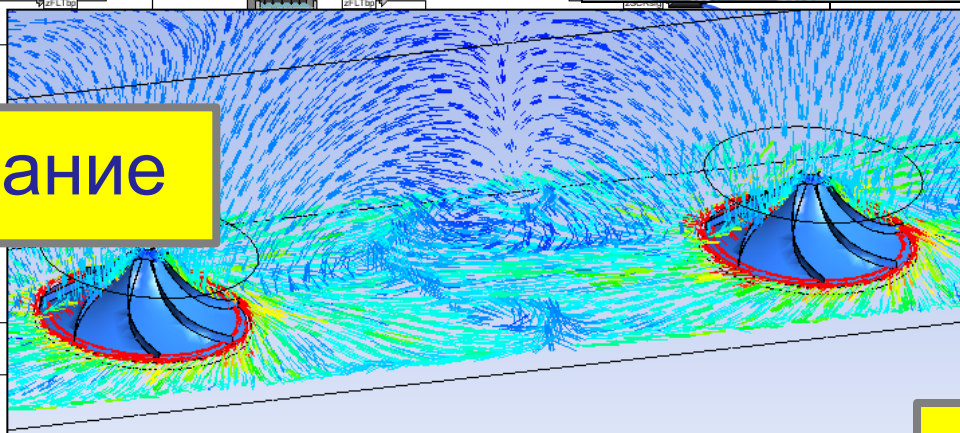
АО «МАЙПРОЕКТ»

Современный инжиниринг – залог успешного проекта

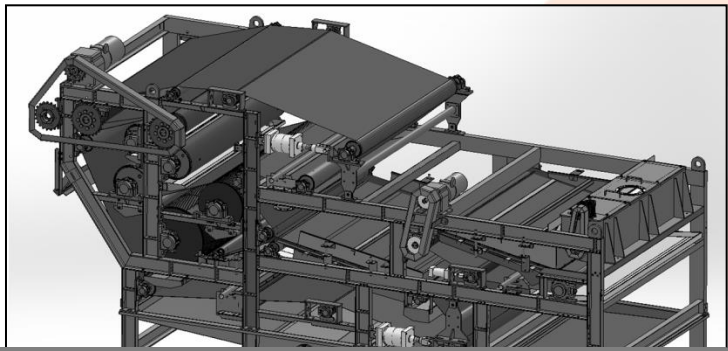
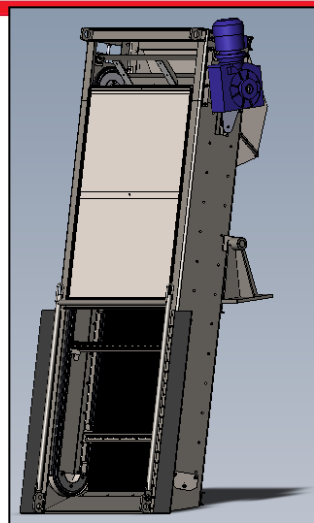
Имитационное
моделирование



CFD моделирование



3D проектирование



Компьютерная инженерия

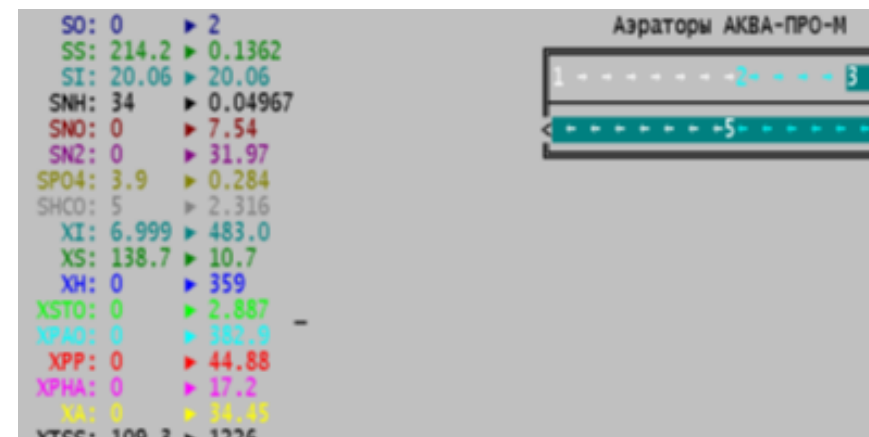
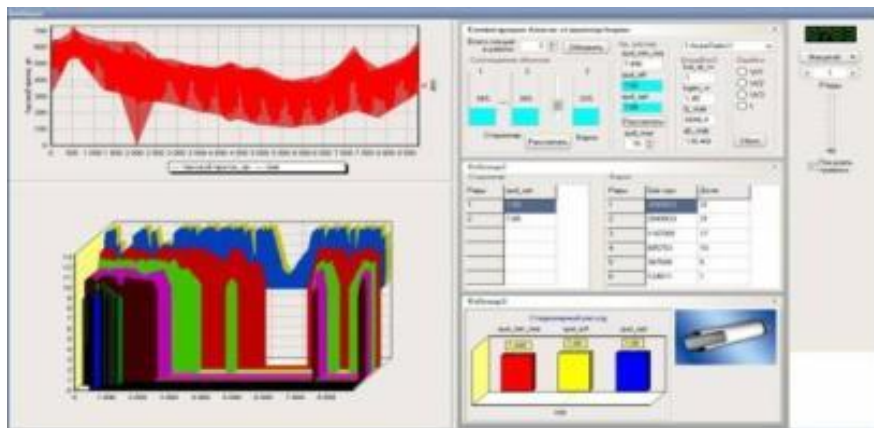


АО «МАЙПРОЕКТ»

Инженерный подход

Инженеры компании «Экополимер» проводят технологические расчеты согласно современным европейским стандартам отрасли

«Экосим» - программа, разработанная в компании «Экополимер», которая состоит из комплекса математических моделей (модель работы активного ила (ASM), гидравлическая модель и т.д.).



«Экосим» в отличие от аналогичных программ имеет в своем распоряжении уникальный инструментарий, который позволяет оптимизировать затраты при строительстве или реконструкции сооружений канализации.

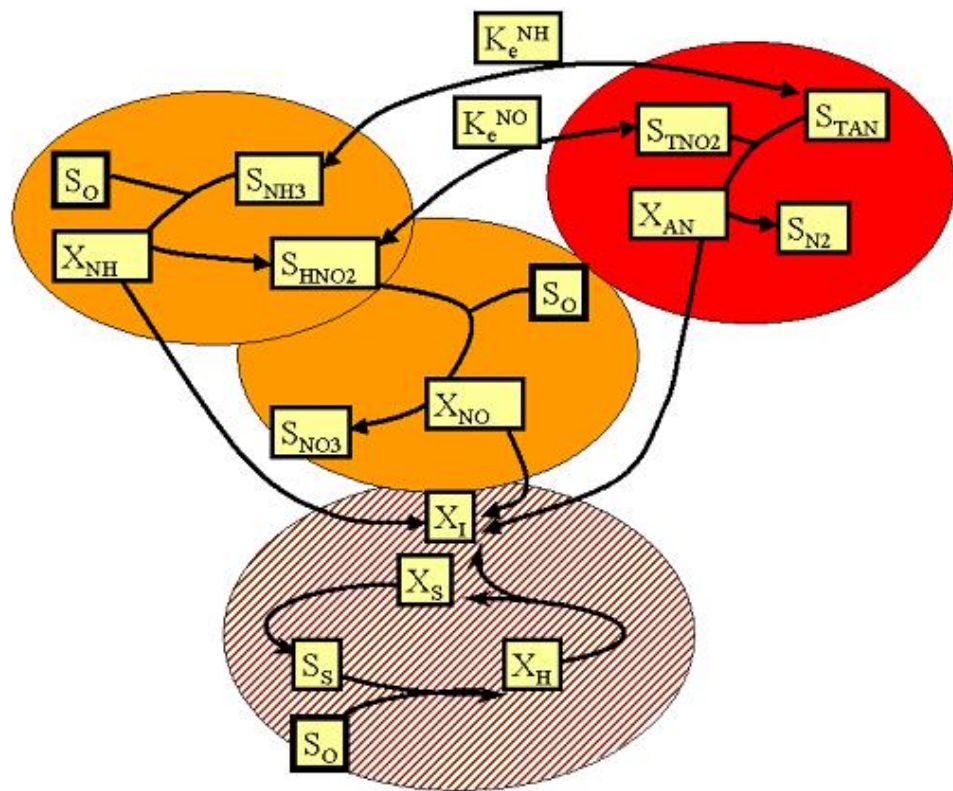
«Экосим» позволяет вести расчеты как для статических, так и для динамических ситуаций.



АО «МАЙПРОЕКТ»

Технологические расчеты – основа профессионального проектирования

Расчеты по рекомендациям СП, ATV и по специальным компьютерным программам ЭКОСИМ (разработана специалистами “Экополимер”) и GPS-X 6.5.1



SO:	0	▶ 2
SS:	214.2	▶ 0.1362
SI:	20.06	▶ 20.06
SNH:	34	▶ 0.04967
SNO:	0	▶ 7.54
SN2:	0	▶ 31.97
SPO4:	3.9	▶ 0.284
SHCO:	5	▶ 2.316
XI:	6.999	▶ 483.0
XS:	138.7	▶ 10.7
XH:	0	▶ 359
XSTO:	0	▶ 2.887
XPAO:	0	▶ 382.9
XPP:	0	▶ 44.88
XPHA:	0	▶ 17.2
XA:	0	▶ 34.45
XTSS:	109.3	▶ 1226

Аэраторы АКВА-ПРО-М

1 - - - - - 2 - - - - - 3 -

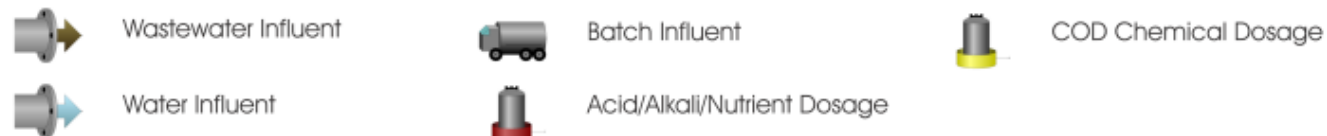
< - - - - - 5 - - - - -



АО «МАЙПРОЕКТ»

Большой выбор процессов в GPS-X 6.5.1

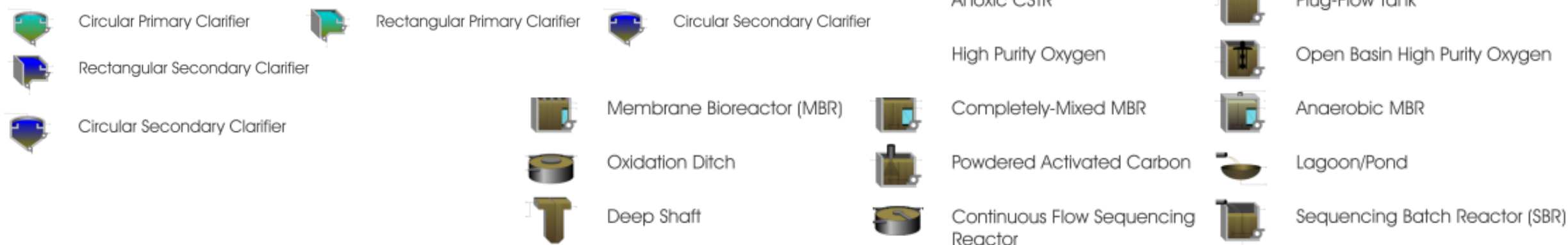
Influent



Preliminary Treatment



Clarification/Settling





АО «МАЙПРОЕКТ»

Постоянное обновление и отслеживание новых технологий в GPS-X

Activated Sludge (Attached Growth)



Trickling Filter



Simple/Advanced
Aerated Biofilter



Rotating Biological Contactor



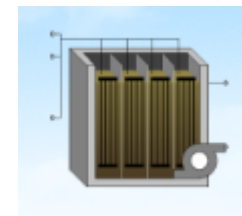
Submerged Biological
Contactor



UASB



Hybrid (Fixed film/Suspended)
Reactor



Membrane-Aerated
Bioreactor

Tertiary Treatment



Upflow Denitrification Filter



Downflow Denitrification Filter



Sand Filter



Membrane Filter



Disinfection



Disc Microscreen

Biosolids Treatment



Dissolved Air Flotation



Thickener



Aerobic Digestion



Anaerobic Digestion



Sludge Pretreatment



Dewatering



Drum Microscreen



Hydrocyclone



Advanced Oxidation

Side Stream Treatment



Struvite

Controllers



On Off



Scheduler



Timer

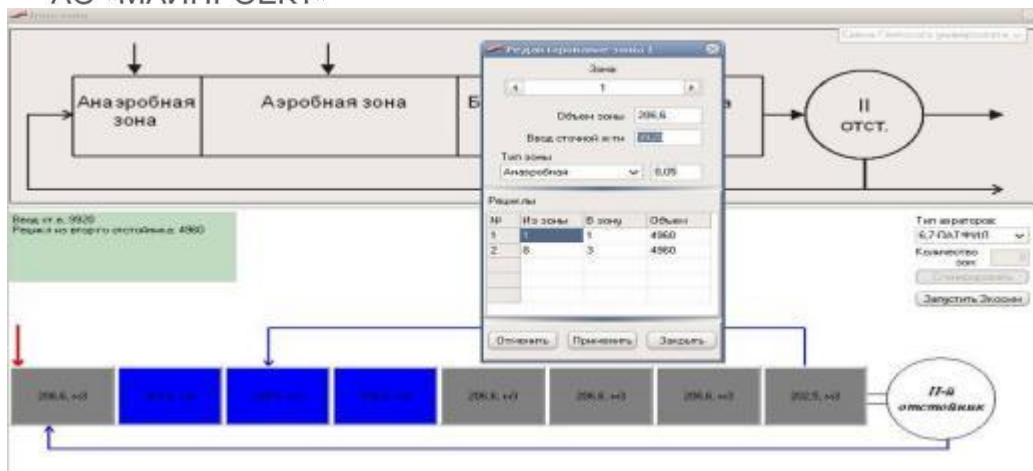


PID



АО «МАЙПРОЕКТ»

Программа по расчету



В ходе проведения расчетов и математического моделирования определяется оптимальная технологическая схема работы активного ила с учетом минимальных работ при реконструкции и строительству, существующей воздухораспределительной системы.

Программа «Экосим» имеет несколько вариантов, которые оптимизированы под конкретные виды стоков (разные типы промышленности) и различные поколения ASM моделей.

На сегодняшний день, ведется разработка нового поколения программы «Экосим», которая включает TUDR, B&D модели и имеет возможность работать сопряженно с АСУ ТП.

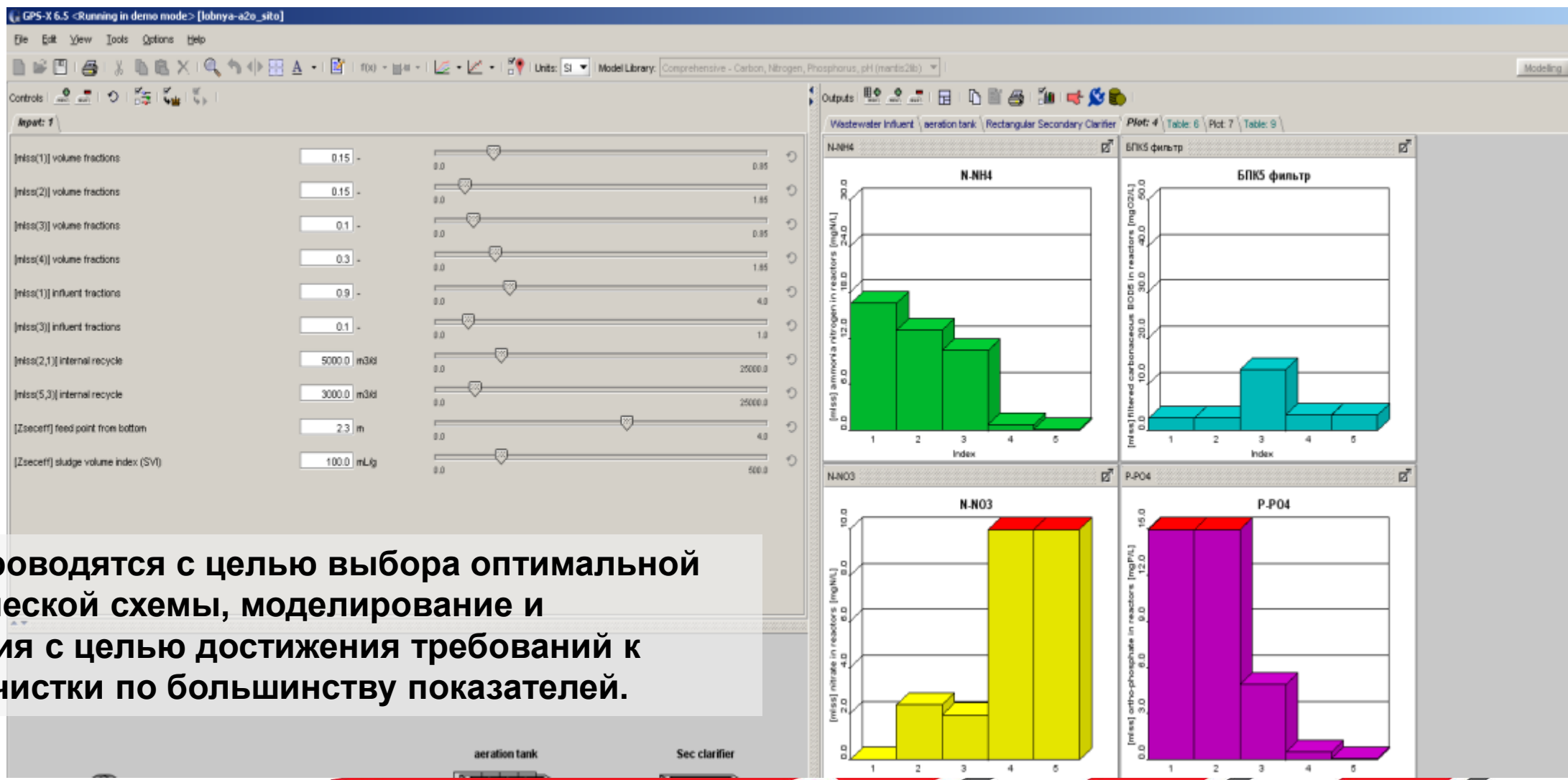
Reaction Kinetics									
	1	2	3	4	5		1	2	3
12 Reactor volume, m³	5,194	5,209	5,209	5,209	5,194		12	5,194	5,209
13 Oxygen, g/m³	0	0	2	2	0		13	0	2
14 Feed fraction, 0 to 1	***	***	***	***	***		14	***	***
15 Recycle sludge after the clarifier, m³/s	0	3000	0	0	0		15	0	3000
Reaction Kinetics									
19 Substrate, mgCOD/l	0	0	0	0	0		19	0	0
20 COD storage substrate, mgCOD/l	0	0	0	0	0		20	0	0
21 Phosphate-accumulating organism, mgCOD/l	0	0	0	0	0		21	0	0
22 COD storage substrate, mgCOD/l	0	0	0	0	0		22	0	0
23 Polyphosphate-accumulating organism, mgCOD/l	0	0	0	0	0		23	0	0
24 Polyphosphate-accumulating organism, mgCOD/l	0	0	0	0	0		24	0	0
25 Ammonia-oxidizing organism, mgCOD/l	0	0	0	0	0		25	0	0
26 Nitrite-oxidizing organism, mgCOD/l	0	0	0	0	0		26	0	0
27 Nondegradable substrate, mgCOD/l	0	0	0	0	0		27	0	0
28 Soluble substrate, mgCOD/l	0	0	0	0	0		28	0	0
29 Soluble substrate N, mg/l	0	0	0	0	0		29	0	0
30 Soluble substrate P, mg/l	0	0	0	0	0		30	0	0
31 Ammonia, mgCOD/l	0	0	0	0	0		31	0	0
32 MLVSS of activated sludge, mg/l	0	0	0	0	0		32	0	0
33 MLVSS of activated sludge, mg/l	0	0	0	0	0		33	0	0
34 Oxygen consumption, kgO₂/h	0	0	0	0	0		34	0	0
35 Total oxygen consumption, kgO₂/h	0	0	0	0	0		35	0	0
36 Concentration of activated sludge, mg/l	0	0	0	0	0		36	0	0
37 MLSS, mg/l	0	0	0	0	0		37	0	0
38 Excess sludge MLSS, mg/l	0	0	0	0	0		38	0	0



АО «МАЙПРОЕКТ»

Моделирование различных процессов в программе GPS-X 6.5.1

Расчеты проводятся с целью выбора оптимальной технологической схемы, моделирование и оптимизация с целью достижения требований к качеству очистки по большинству показателей.



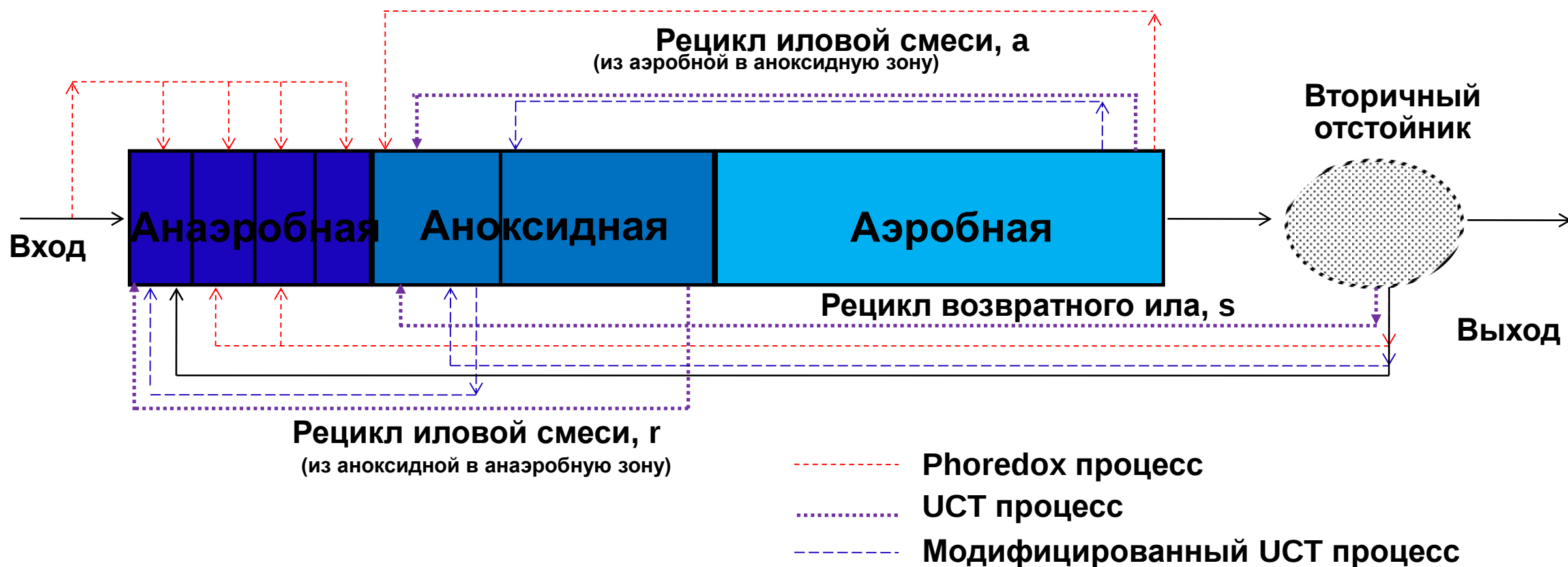


АО «МАЙПРОЕКТ»

Схема конфигураций аэротенка

(зонирование, технологический процесс)

В ходе предпроектных проработок рассматривается множество технологических схем с последующим выбором наиболее оптимальной

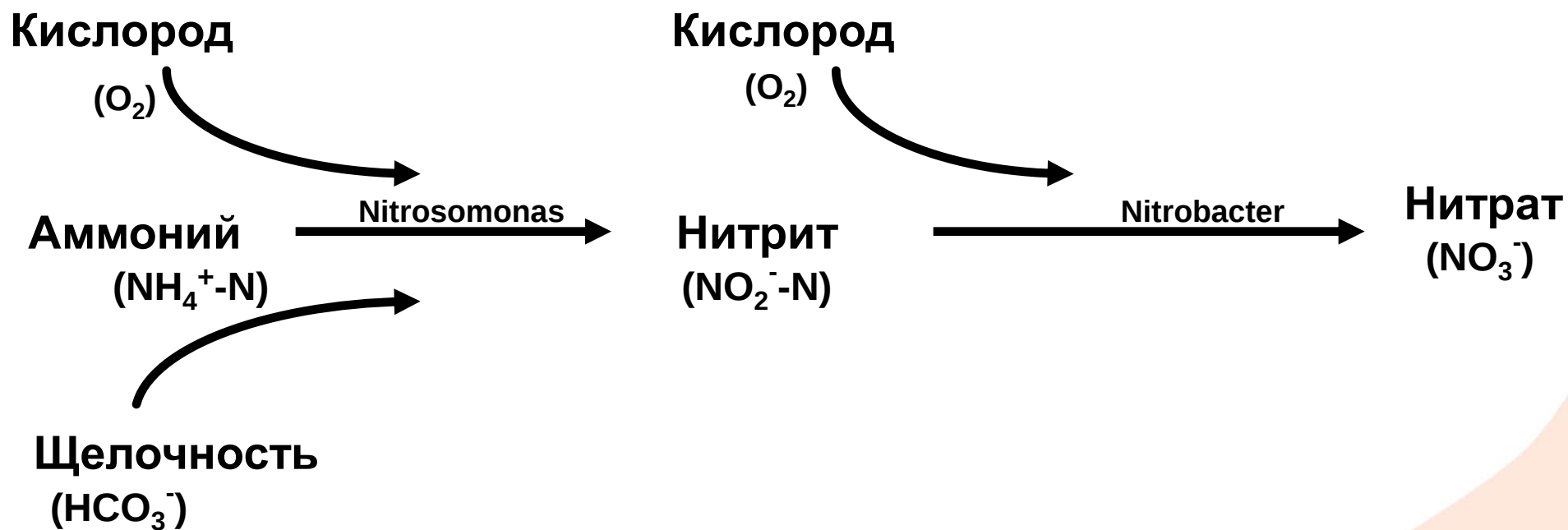




АО «МАЙПРОЕКТ»

Основа технологии MY BIO

Качественная нитрификация



Аэробные условия: содержится растворенный кислород в концентрации 2 мг/л и более, есть окисленный азот (нитраты, нитриты)



АО «МАЙПРОЕКТ»

Эффективная система аэрации – залог качественной нитрификации



АКВА-ПРО-М



АКВА-ПЛАСТ

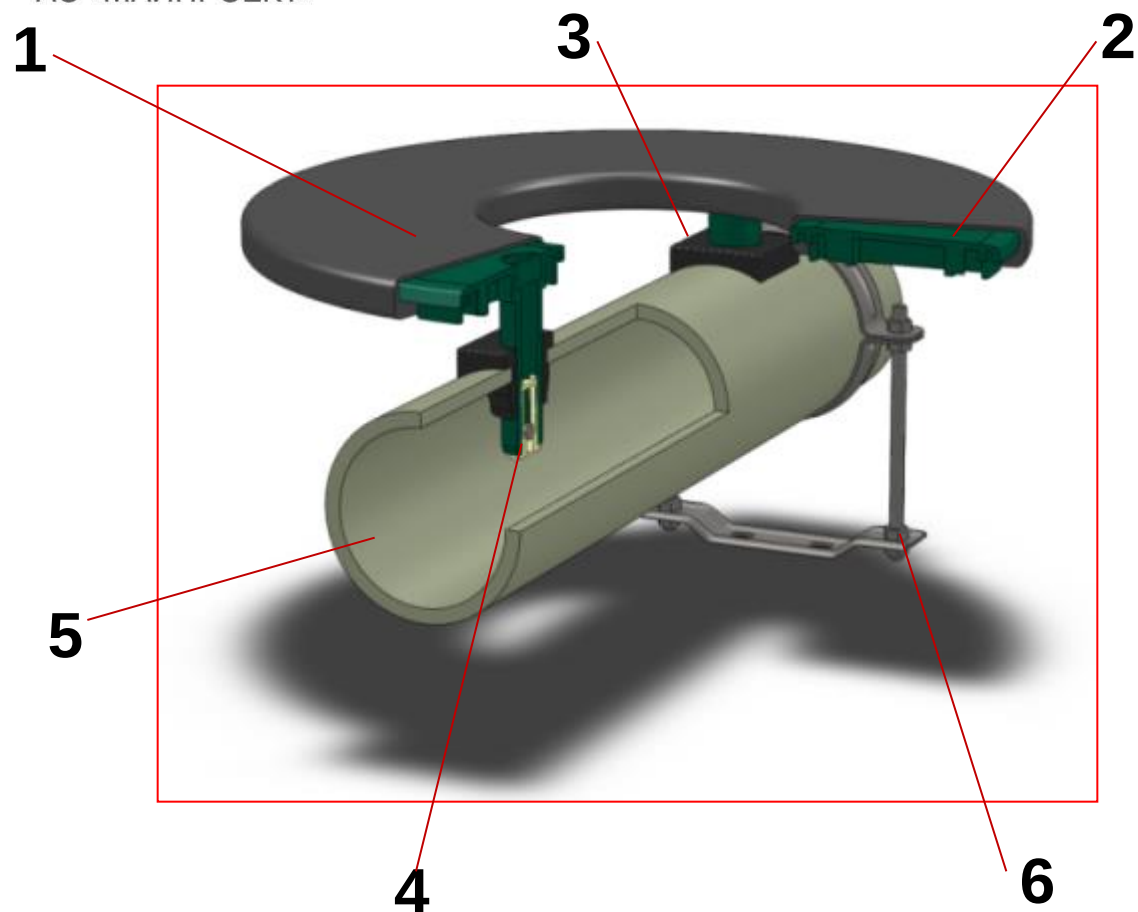


АКВА-ТОР



АО «МАЙПРОЕКТ»

Устройство аэратора АКВА-ТОР-М



1 – Мембрана

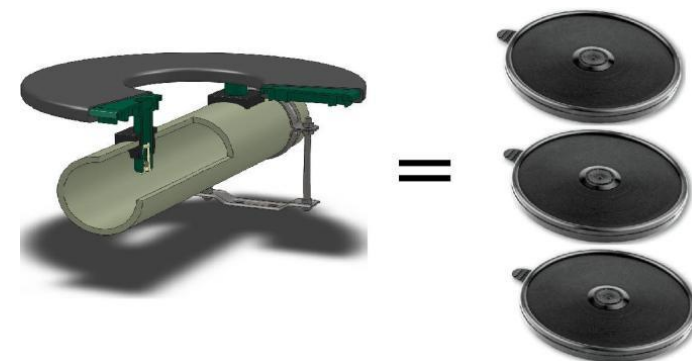
2 – Корпус аэратора

3 – Заглушка

4 – Шаровый клапан (опция)

5 – Воздухораспределительный коллектор

6 – Металлическая стойка



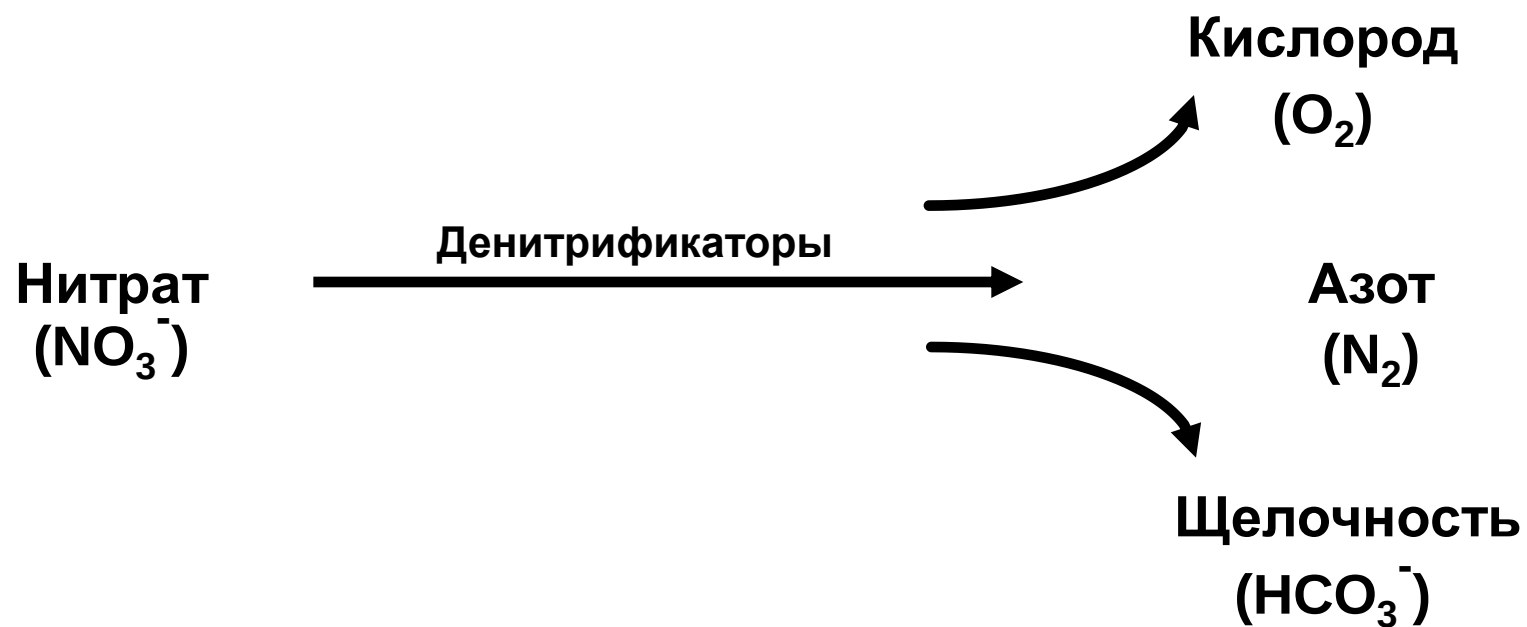
Отличительной особенностью аэратора является отверстие в центральной части корпуса и мембраны для создания «эрлифтного эффекта»



АО «МАЙПРОЕКТ»

Основа технологии MY BIO

Качественная денитрификация



Аноксидные условия: содержится окисленный азот (нитриты, нитраты), нет растворенного кислорода.



АО «МАЙПРОЕКТ»

Эффективная система перемешивания – залог качественной денитрификации



ABS (Sulzer, CH)



KSB (DE)



Xylem (Flyght)



Tsurumi (JP)



GVA (DE)



Shinmaywa (JP)



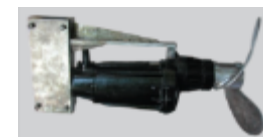
Wilo/EMU (DE)



LJM (DK)



Homa (DE)



MEZ (CZ)



Eisele (DE)



Grundfos (DK)



Landia (DK)



Turmed (PL)



Faggiolati (IT)



Bauer (AT)



Caprari (IT)



Stallkamp (DE)

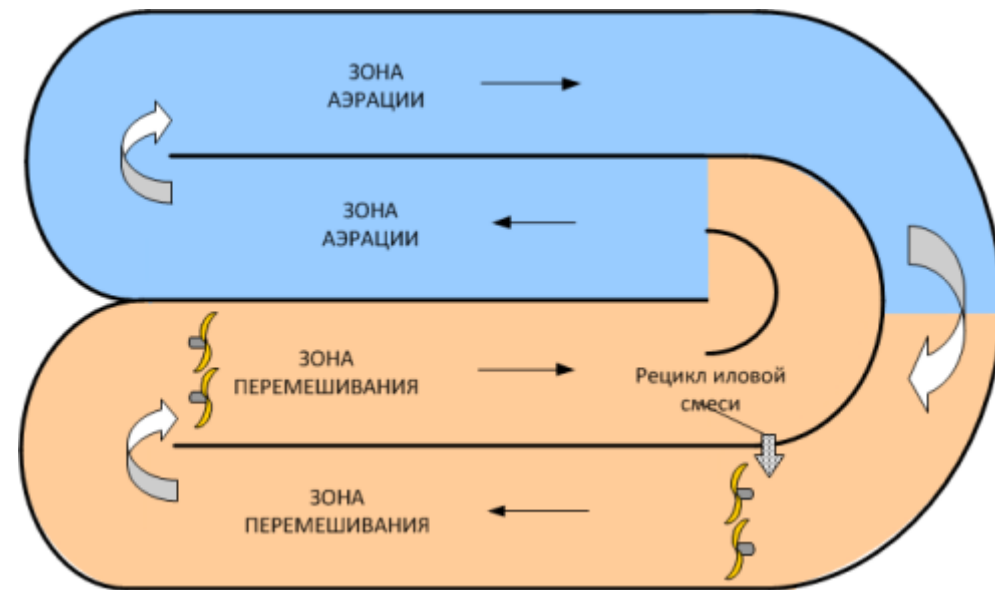


АО «МАЙПРОЕКТ»

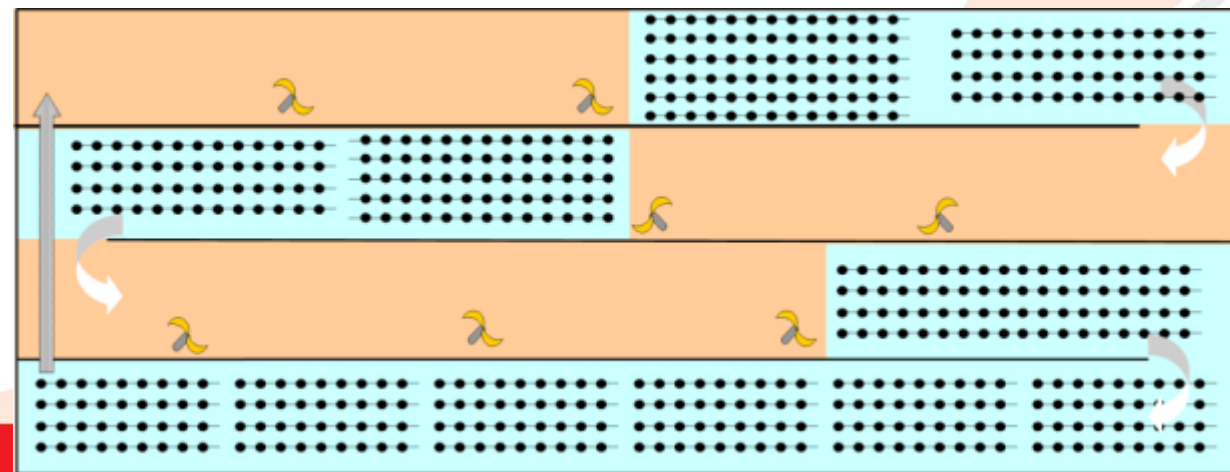
Аэротенки разных типов циркуляции иловой смеси



Аэротенки карусельного типа



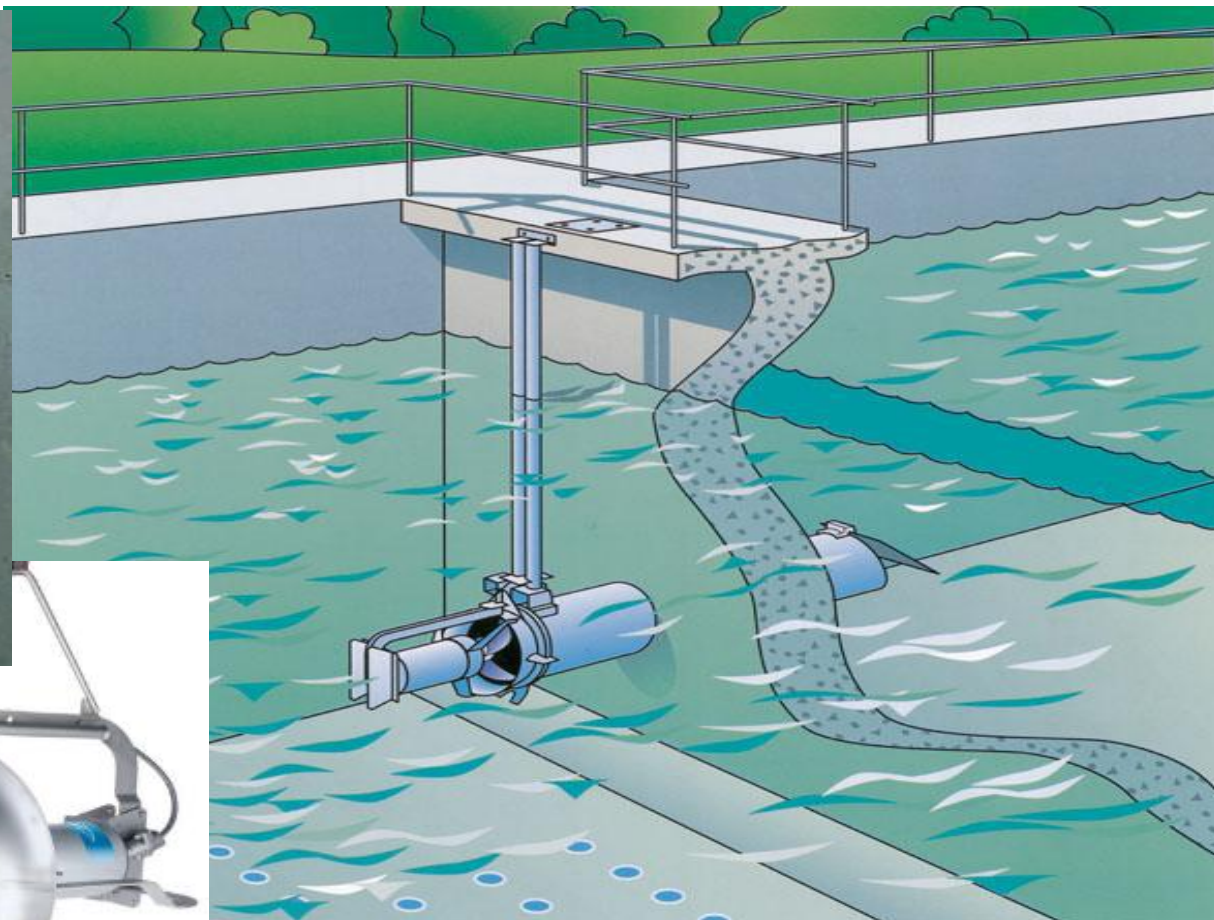
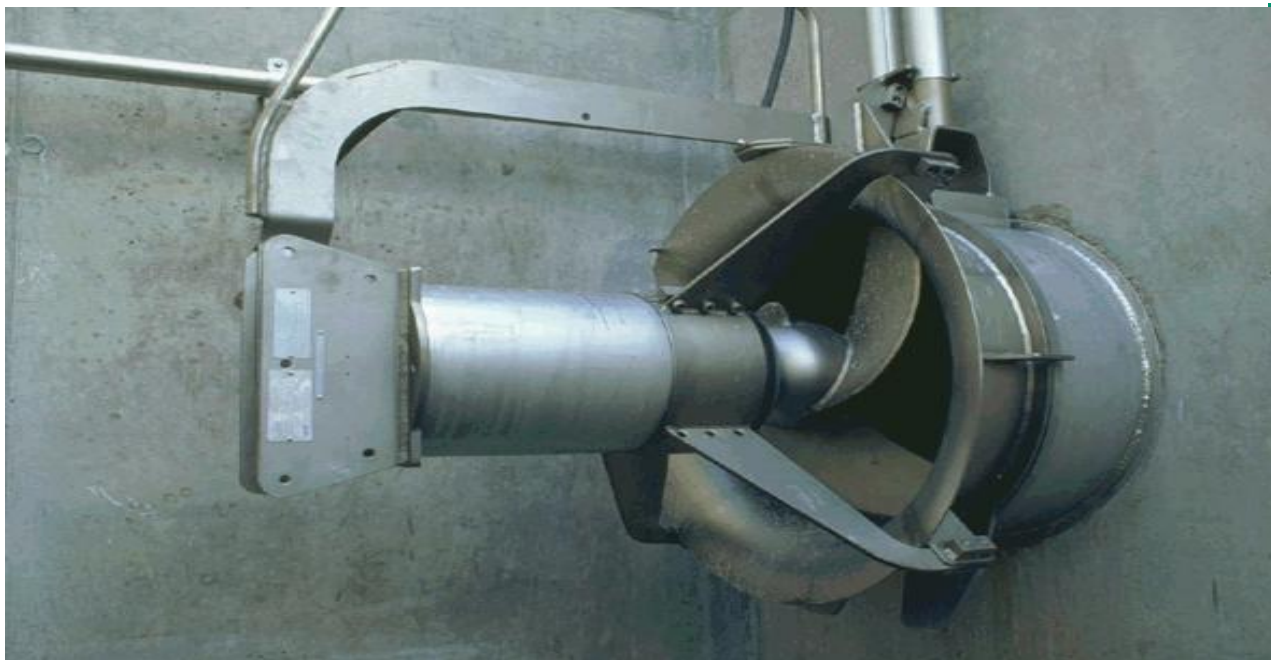
Аэротенки коридорного типа





АО «МАЙПРОЕКТ»

Эффективные системы перекачки – насосы типа «мешалка-в-трубе»





АО «МАЙПРОЕКТ»

Основа технологии MY BIO

Биологическое удаление фосфора

БПК

Бактерия

Ацетат и другие продукты ферментации

РНВ

P

Бактерия
Аккумулирующая
фосфор

РНВ

P

O₂

CO₂ + H₂O

Новая
бактерия

Анаэробные
условия

Аэробные
условия

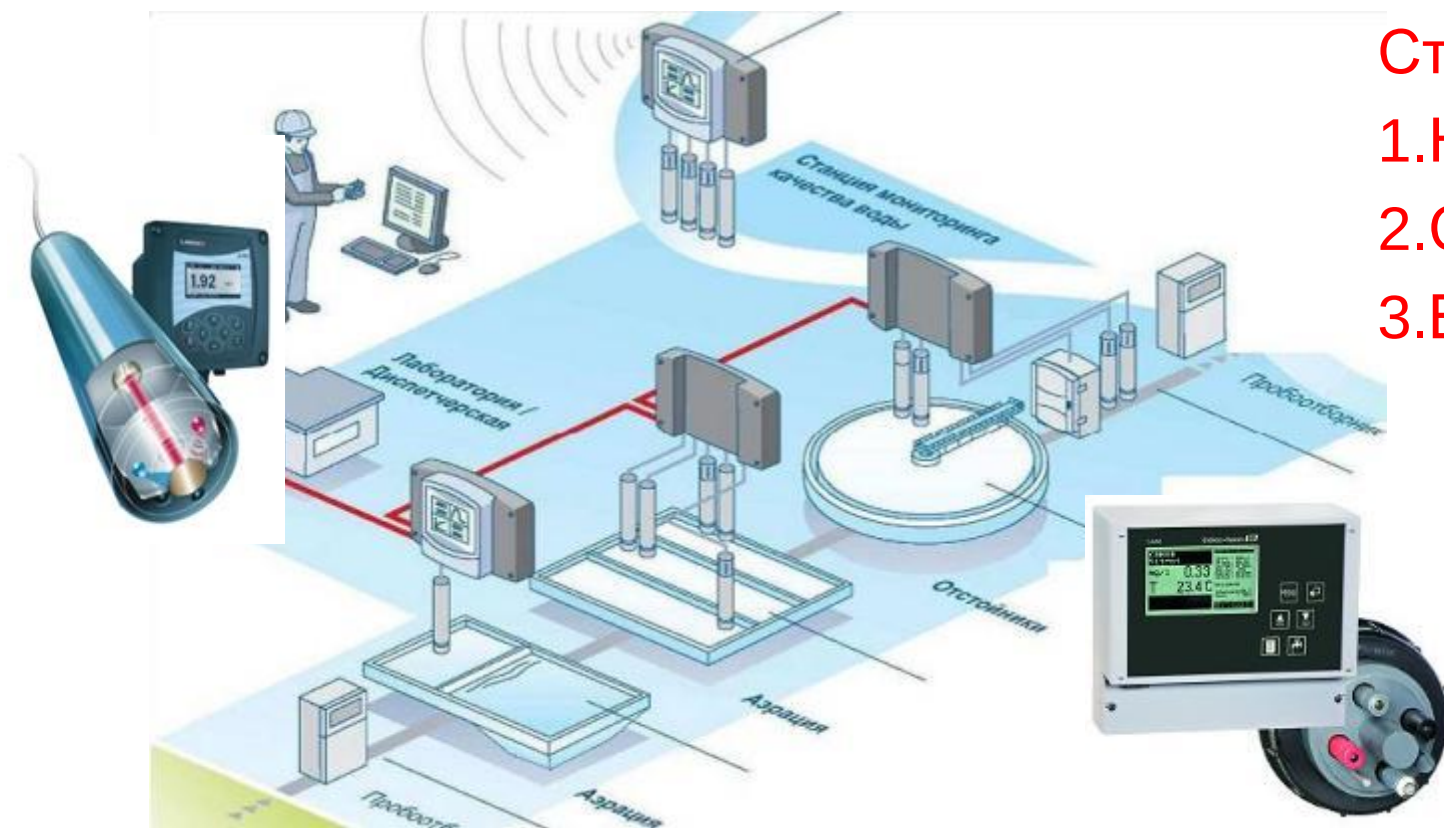
Анаэробные условия:

нет окисленного азота (нитриты, нитраты),
нет растворенного кислорода.



АО «МАЙПРОЕКТ»

Повышение энергоэффективности Реализация АСУ ТП



Структура современной АСУТП:

- 1.Нижний уровень.
- 2.Средний уровень.
- 3.Верхний уровень.

От нижнего к верхнему уровню возрастает степень автоматизации системы, человеческое влияние снижается к минимуму.

Современная тенденция в АСУТП – создание автоматических систем



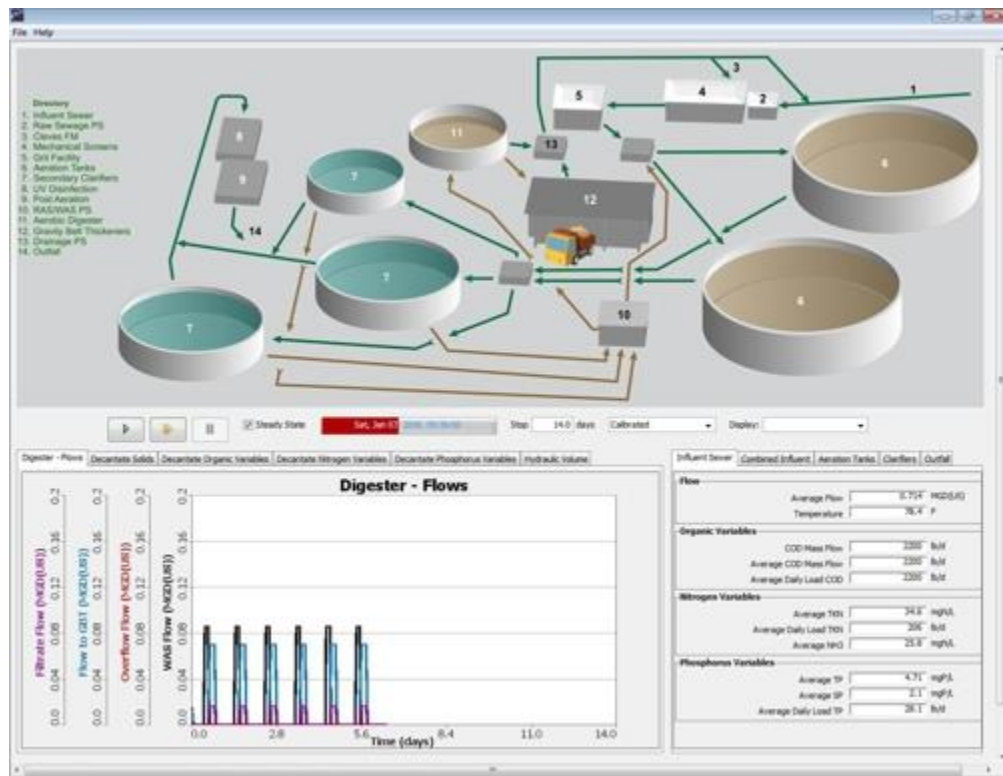
АРМ «Технолог»

Новое поколение АСУ



АО «МАЙПРОЕКТ»

Обучающая программа SimuWorks



Может быть выполнена в качестве обучающей или / контролирующей и симулирующей работу реальных сооружений



Преимущества :

- Моментальный результат,
- Отсутствие отрицательных последствий предлагаемых мероприятий
- Тестирование ввода новых сооружений
- Возможность оценки последствий сбросов, пиков и отработка мероприятий по их устранению
- Возможность повторений уроков
- Удобство использования на любом компьютере



АО «МАЙПРОЕКТ»

Возможные сценарии для обучающей/симулирующей программы SimuWorks

Сценарии для обучающей/моделирующей программы

1. Изменение суточных расходов
2. Изменение часовых расходов в течение суток
3. Изменение концентраций ХПК, азота общего, аммонийного и фосфора в поступающей воде.
4. Включение/выключение первичных отстойников.
5. Включение/выключение аноксидных реакторов (бывших первичных отстойников) по одному.
6. Включение/выключение зоны аэрации в 1 коридоре аэротенков.
7. Включение/выключение зоны аэрации во 2 коридоре аэротенков
8. Изменение температуры воды.
9. Изменение расходов рециклов возвратного ила и внутренних нитратных рециклов.
10. Включение/выключение точек дозирования FeCl_3 (в поступающую воду, в иловую смесь перед вторичными отстойниками).





Система управления и генератор подсказок АРМ «Технолог»

Получение исходных данных

- Датчики online контроля
- Ручной ввод исх данны

Обработка и моделирование процесса

- Моделирования результата процесса при изменении исходных данных

Расчетный прогноз состояния и выдача возможных решений

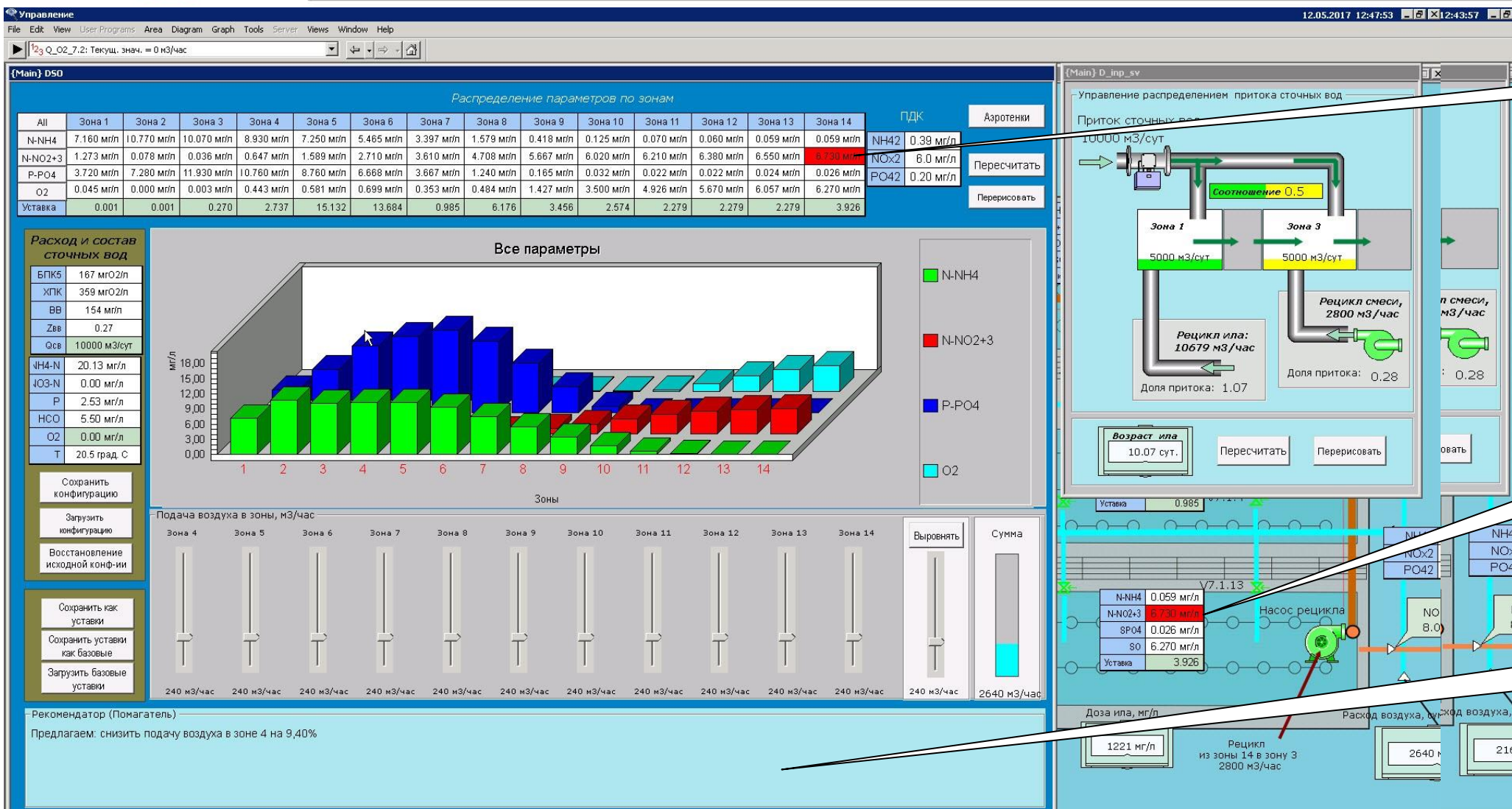
- Результат качества очистки
- Выдача предупреждений и вариантных решений

Что это и как это работает?





Отображение изменений в главном окне АРМ «Технолог»



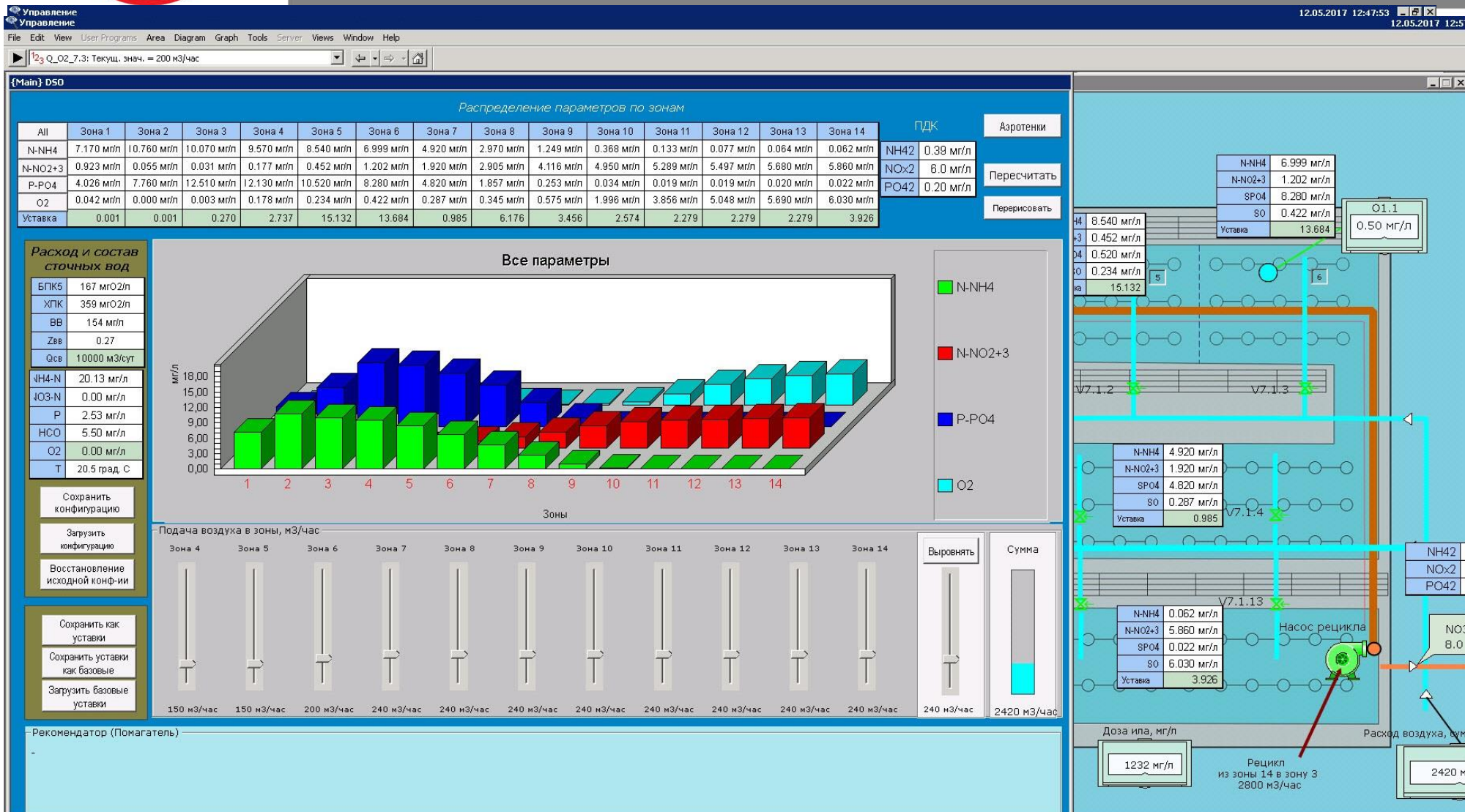
Внимание!

Внимание!

Подсказка!



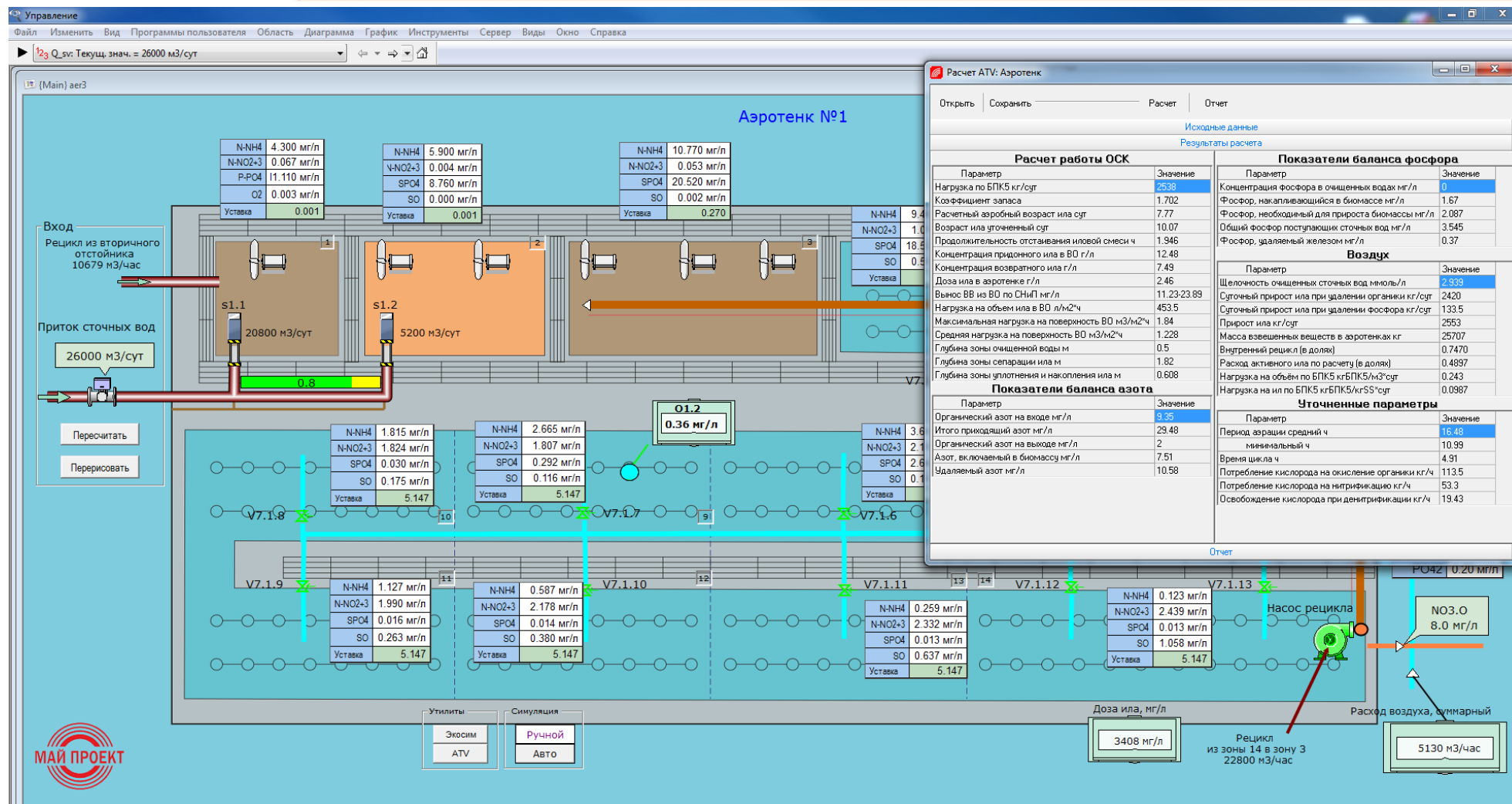
Отображение подсказки в главном окне АРМ «Технолог»







Отображение расчета ATV в окне аэротенка АРМ «Технолог»



Можно
сделать
проверочный
расчет с
помощью
встроенного
модуля
расчетов

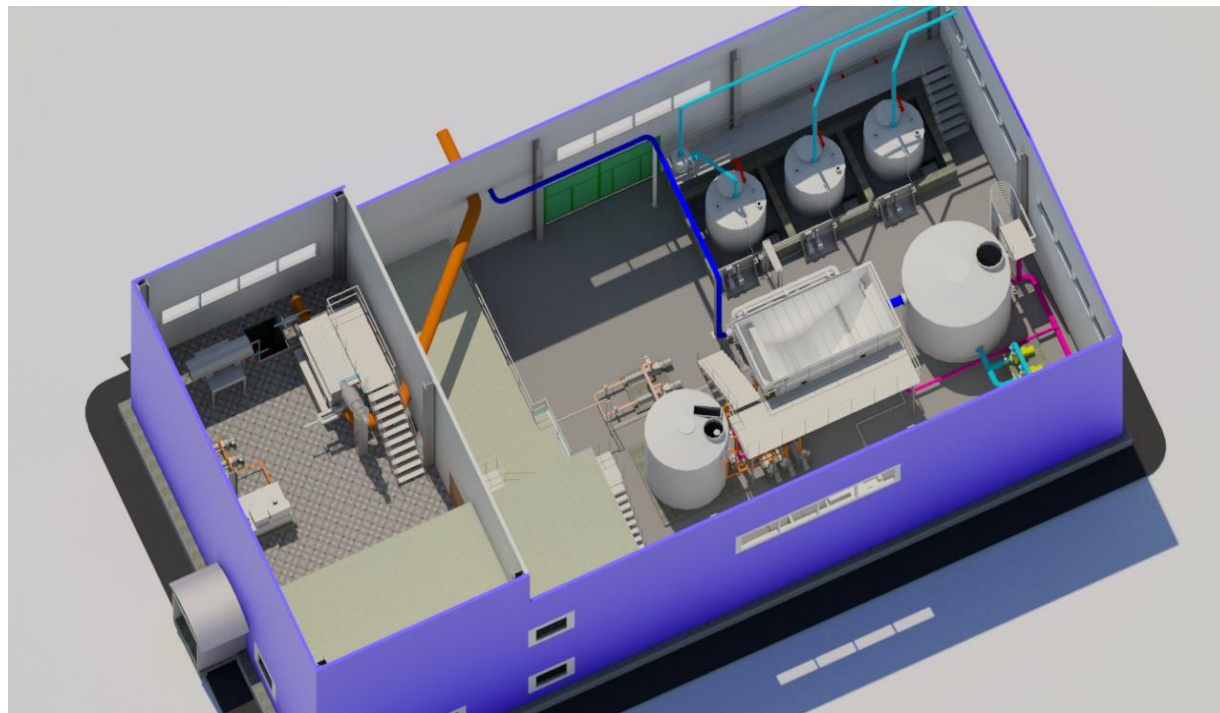




АО «МАЙПРОЕКТ»

3D проектирование

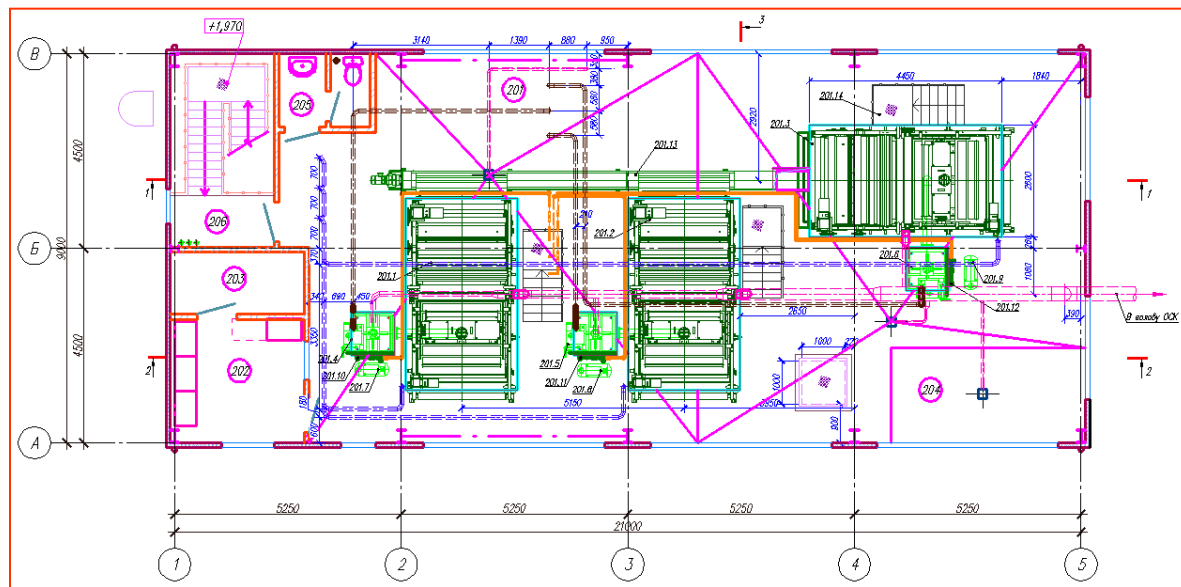
Любую идею можно «оживить» при помощи 3D моделирования. Позволяет получить представление об удобстве эксплуатации и обслуживания. Возможность внести изменения на стадии проектирования.





АО «МАЙПРОЕКТ»

3D проектирование





АО «МАЙПРОЕКТ»

3D проектирование



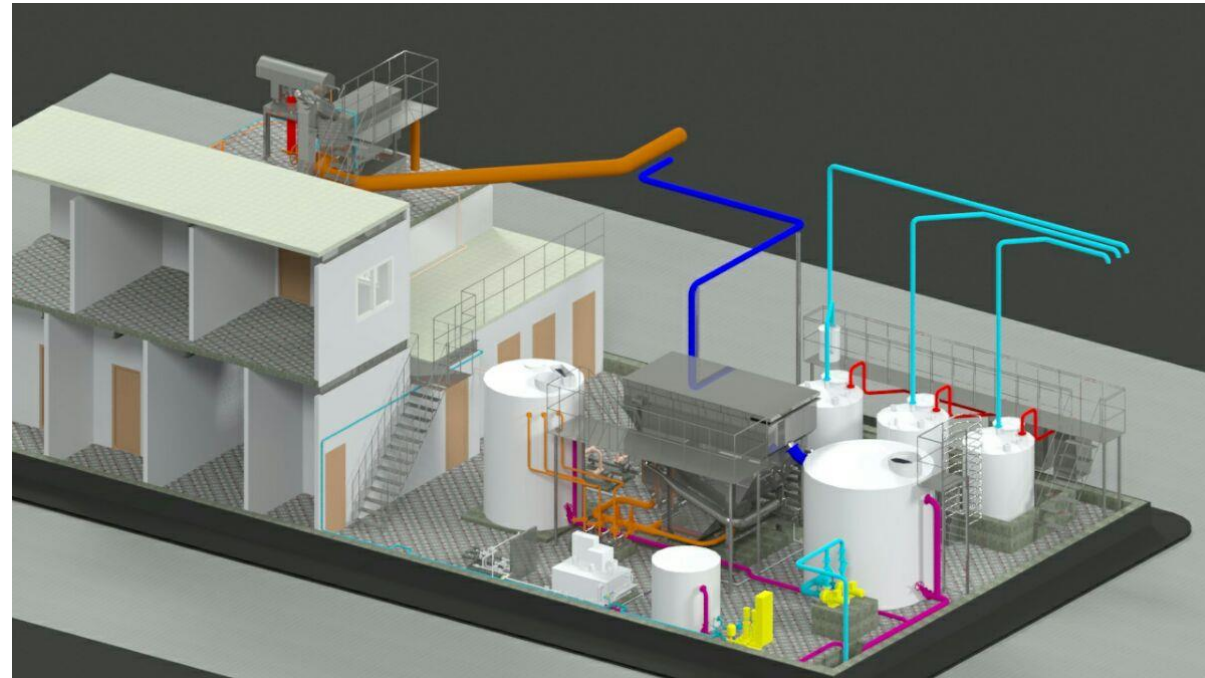
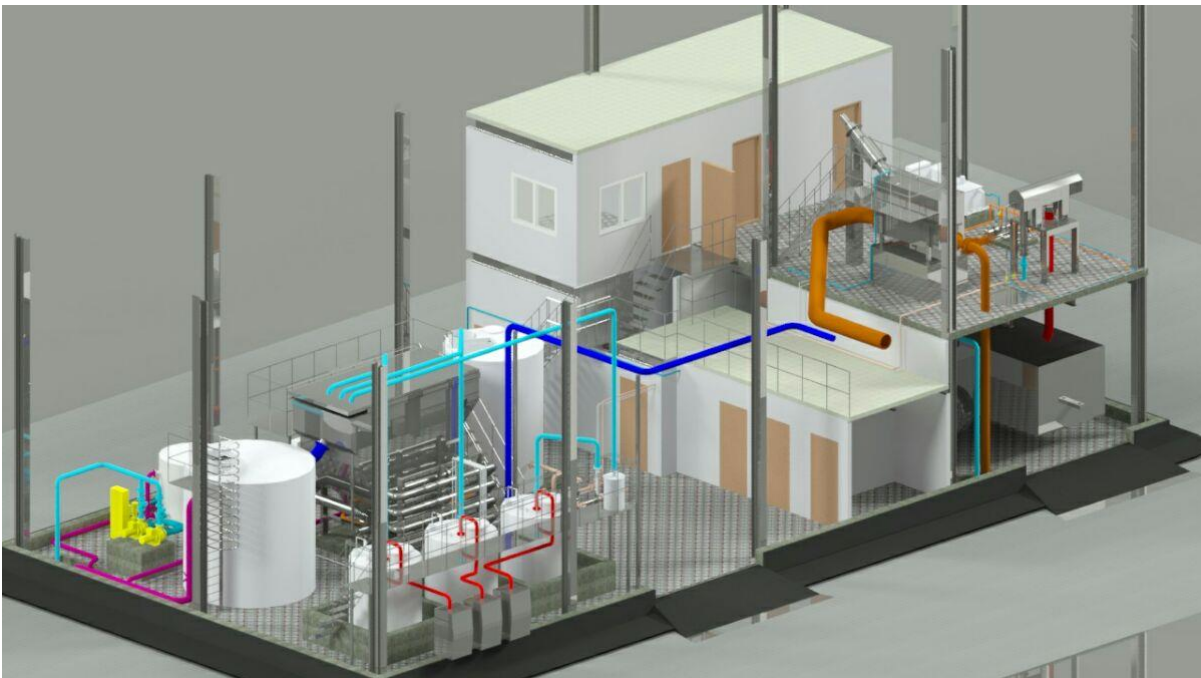
3D позволяет смоделировать здание до создания чертежей.

Основным документом является объемная компьютерная модель здания.



АО «МАЙПРОЕКТ»

3D проектирование



Преимущества:

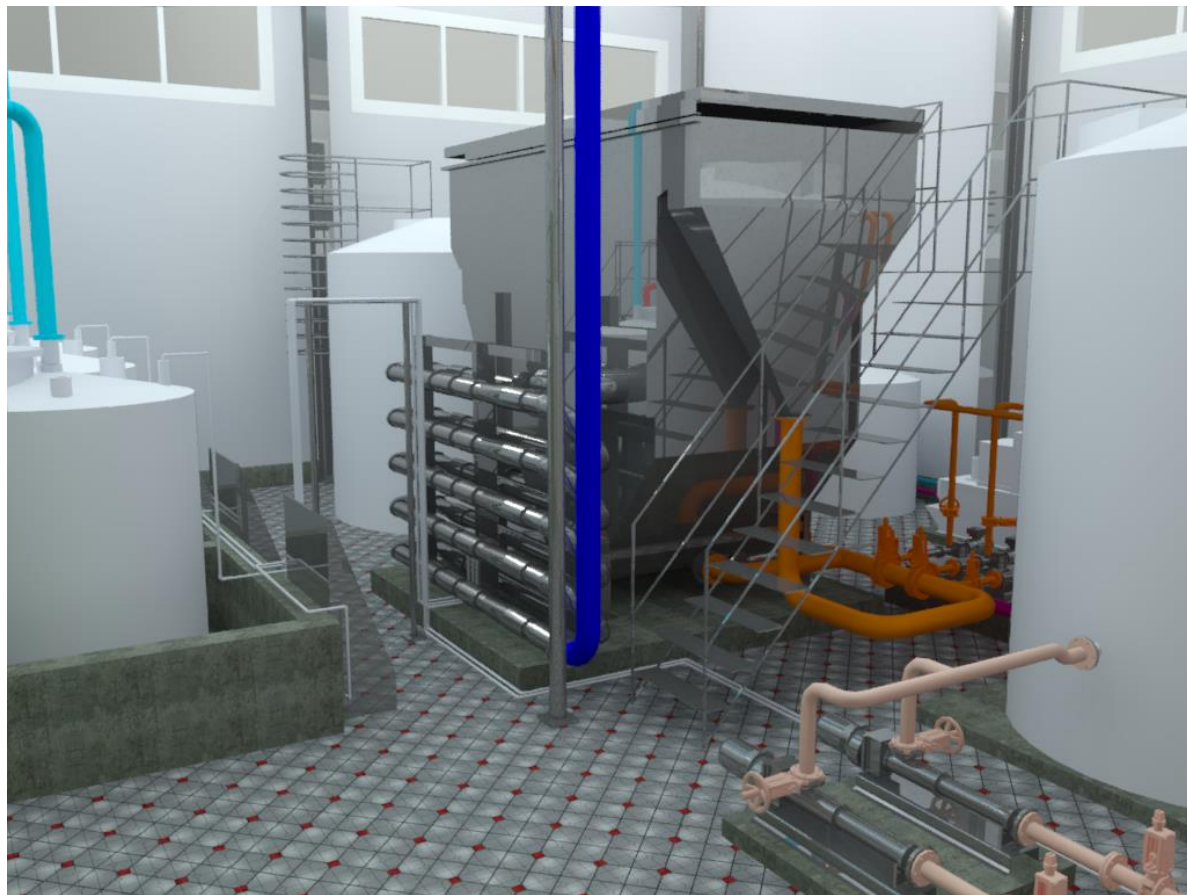
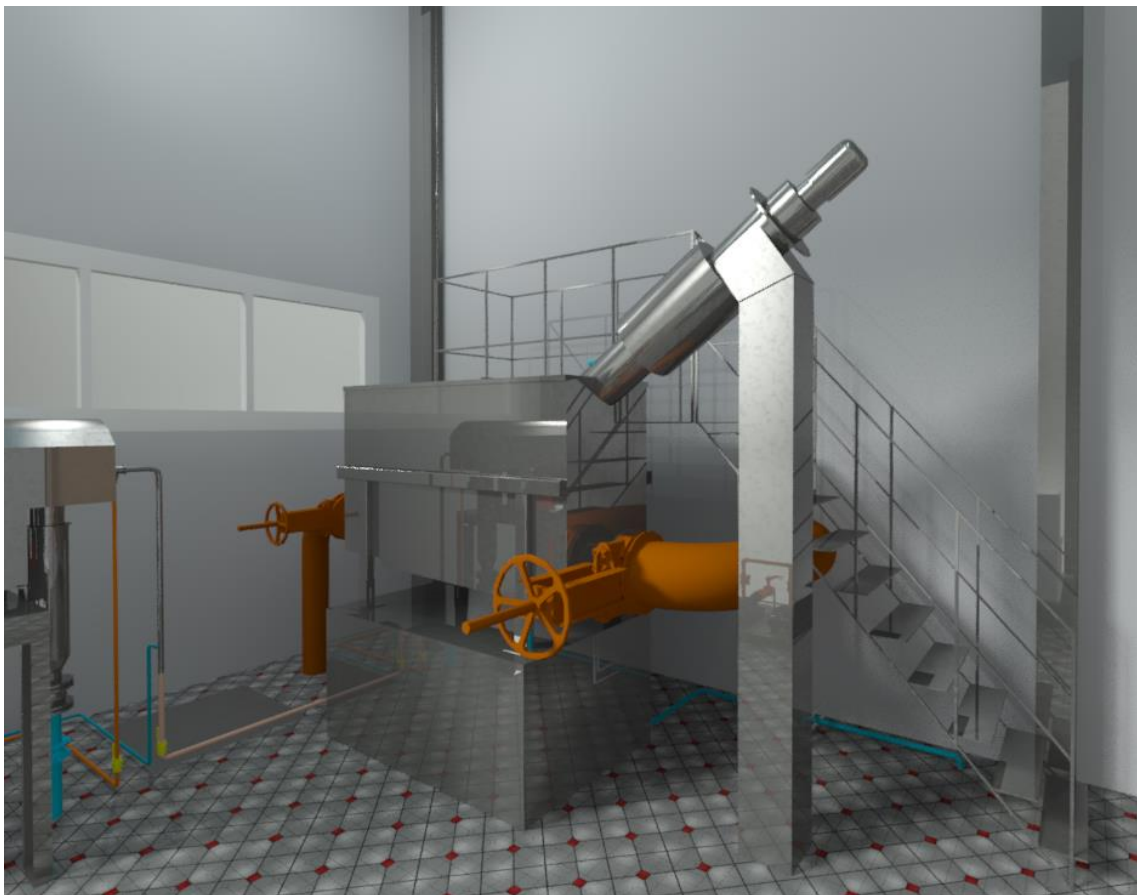
Визуализация оборудования, здания и сооружений.

3D моделирование позволяет создать даже не существующие объекты и донести свои идеи и решения.



АО «МАЙПРОЕКТ»

3D проектирование

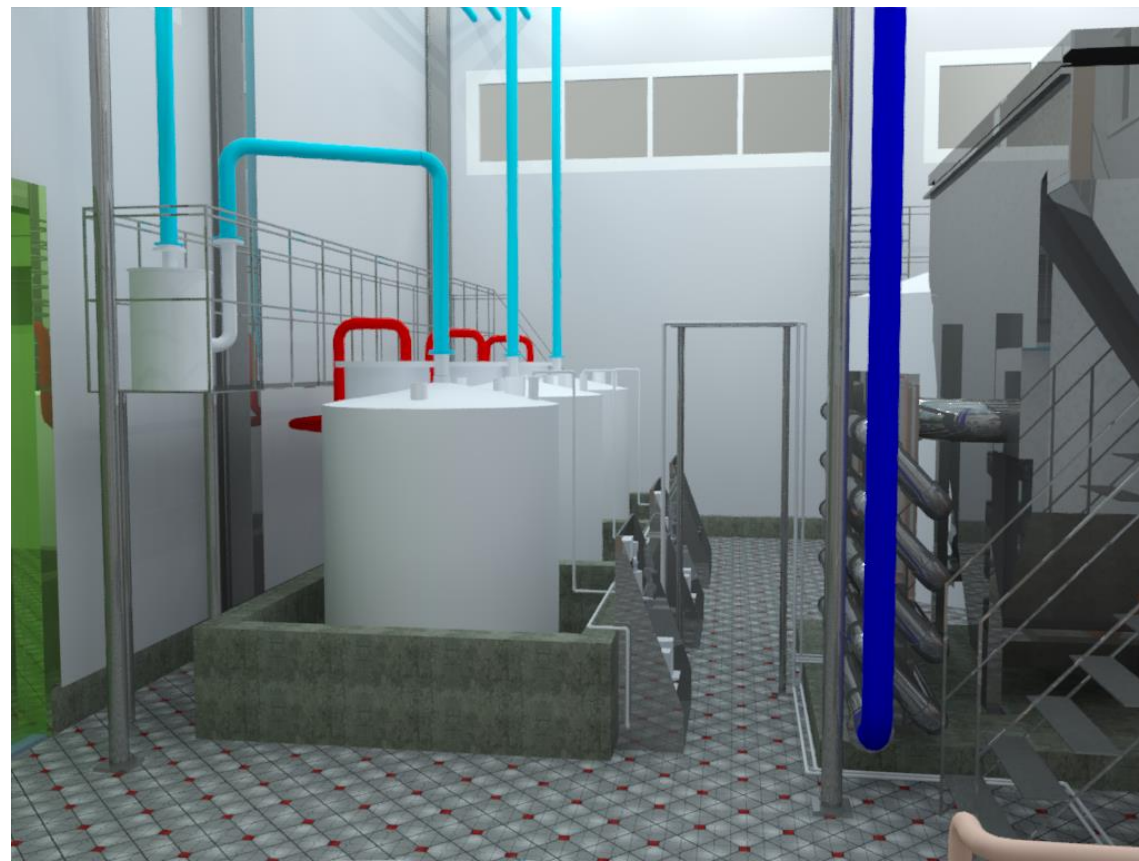
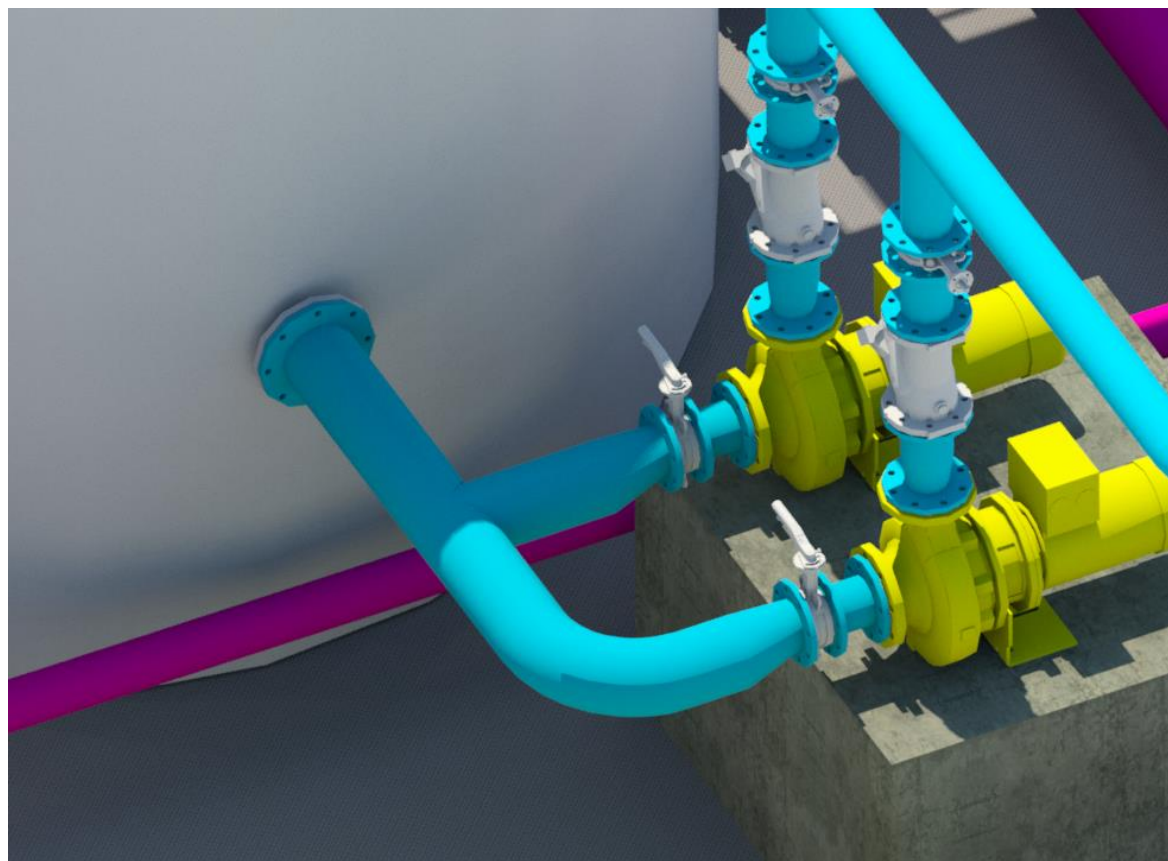


Детальная визуализация оборудования и узлов



АО «МАЙПРОЕКТ»

3D проектирование



Детальная визуализация оборудования и узлов



АО «МАЙПРОЕКТ»

3D проектирование: ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ЦМО

МАЙ ПРОЕКТ предлагает предприятиям ВКХ, инжиниринговым компаниям и проектным институтам собственный типовой проект ЦМО





АО «МАЙПРОЕКТ»

ПРОЕКТ ЦМО: Готовое решение «под ключ»

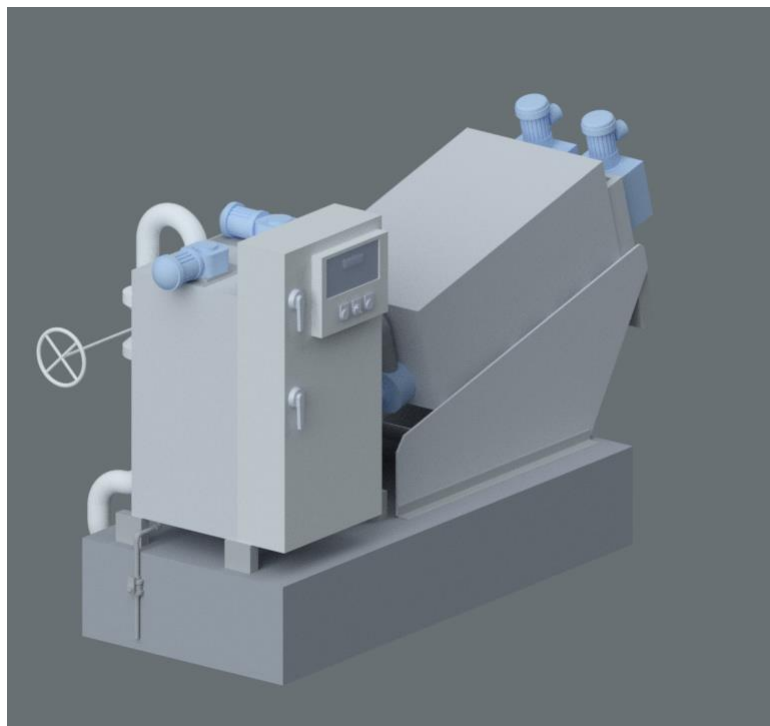


Готовое решение поставляемое «под ключ»

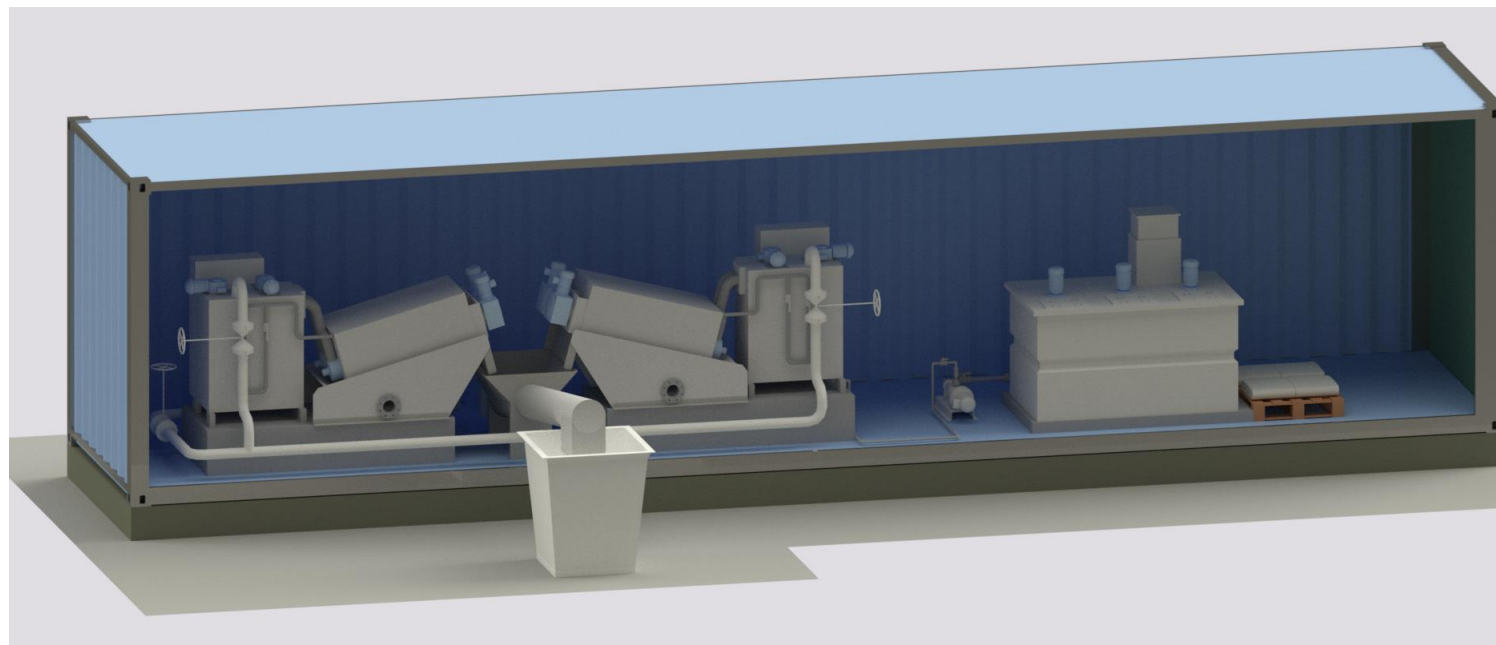


АО «МАЙПРОЕКТ»

ПРОЕКТ ЦМО: Контейнерное решение для малых производительностей



Установка
обезвоживания

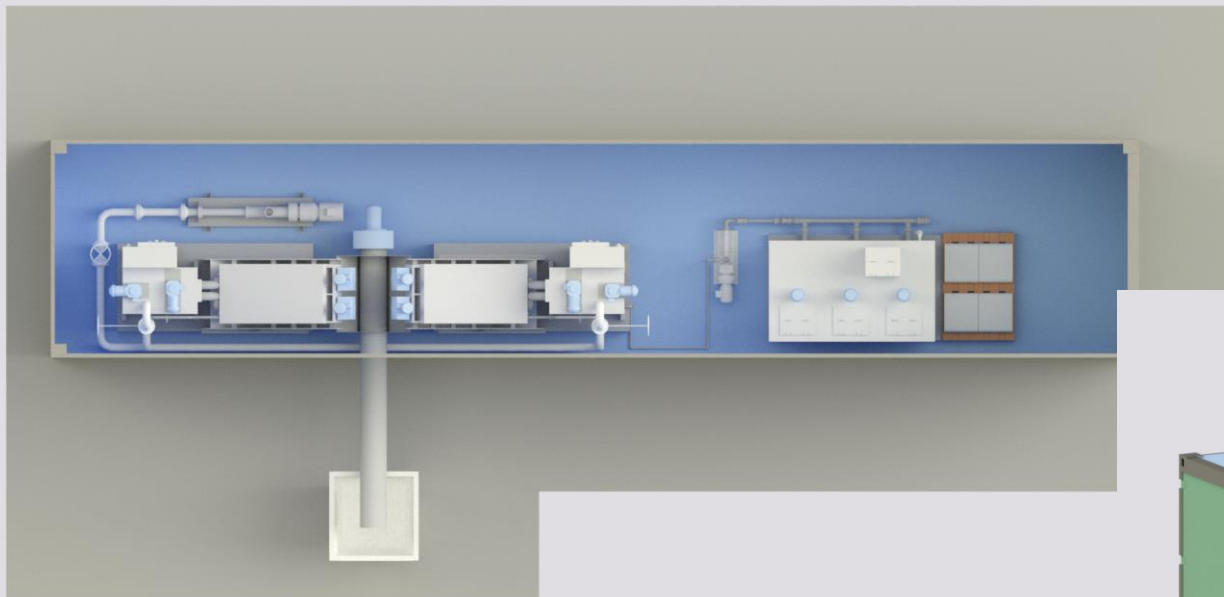


Расположение оборудование в контейнере

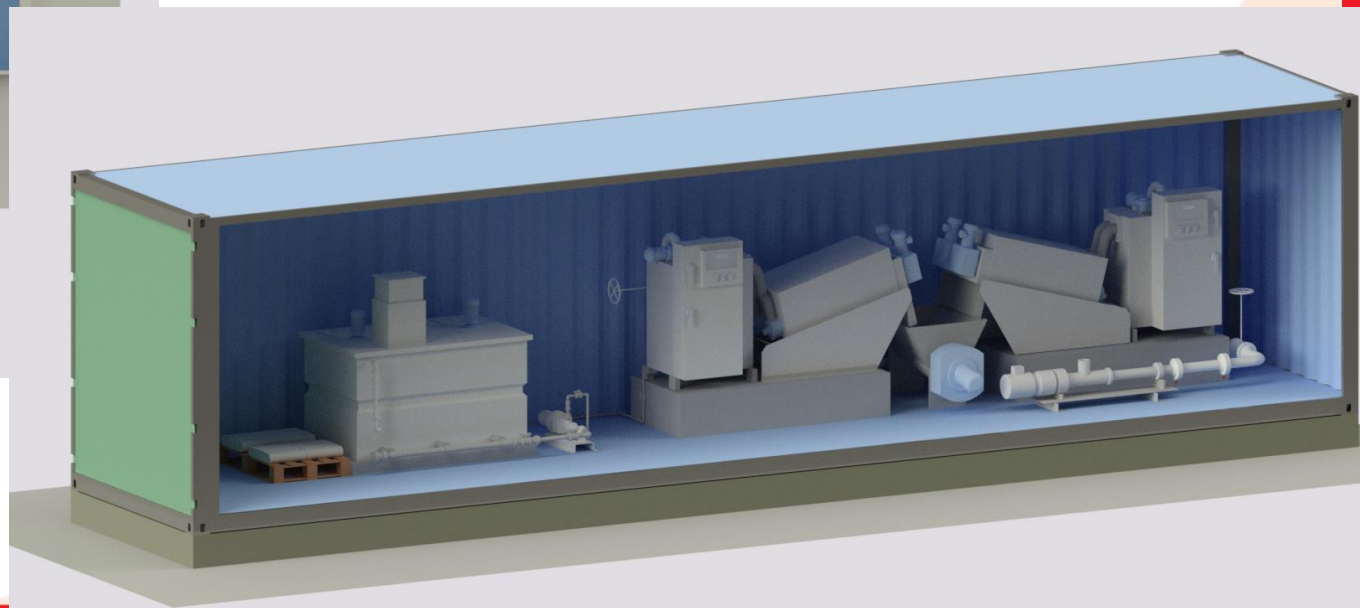


АО «МАЙПРОЕКТ»

ПРОЕКТ ЦМО: Контейнерное решение для малых производительностей



Готовое комплектное
решение узла
обезвоживания





АО «МАЙПРОЕКТ»

Инновационные технологии очистки сточных вод





Мембранный биологический реактор

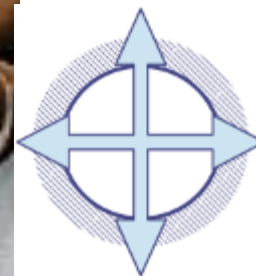
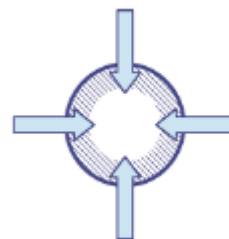
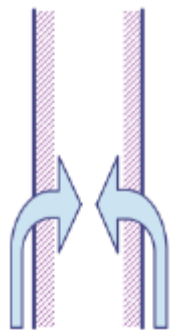
Мембранный биологический реактор (МБР) – сооружение, которое объединяет в себе функции вторичного отстойника и доочистки – разделяет активный ил и очищенную воду, а также проводит очистку воды от остаточных взвешенных веществ. Конструктивно МБР может быть выполнен в виде погружных модулей или отдельно стоящего устройства.





АО «МАЙПРОЕКТ»

Конфигурации мембран



Плоские мембраны
Alfa Laval,
Toray, Kubota,
Microdyn Nadir

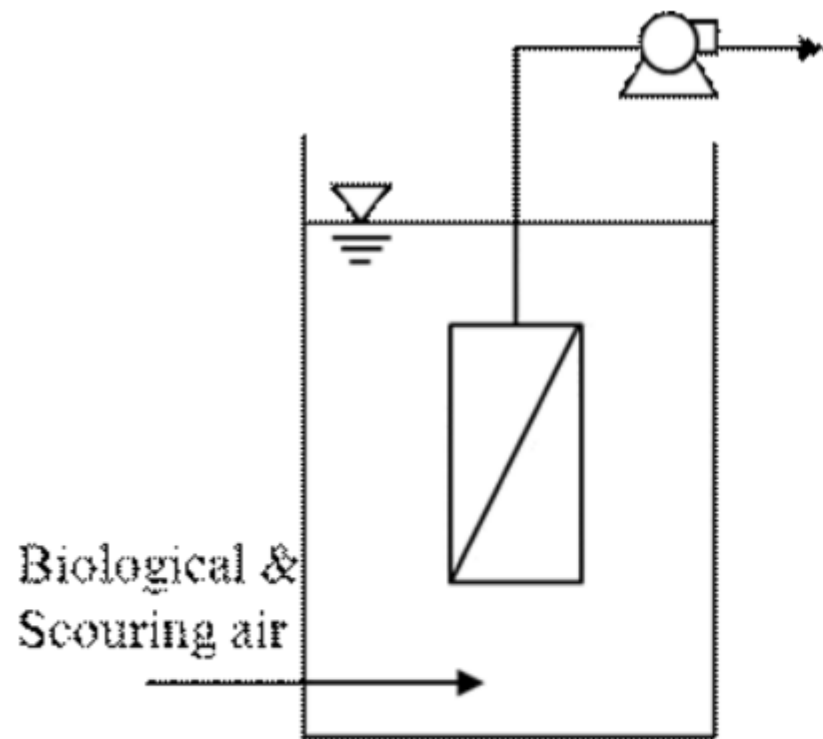
**Половолоконные
мембраны**
GE, Koch, Memcor,
BOW

Трубчатые мембраны
Norit, Likuid, Memos



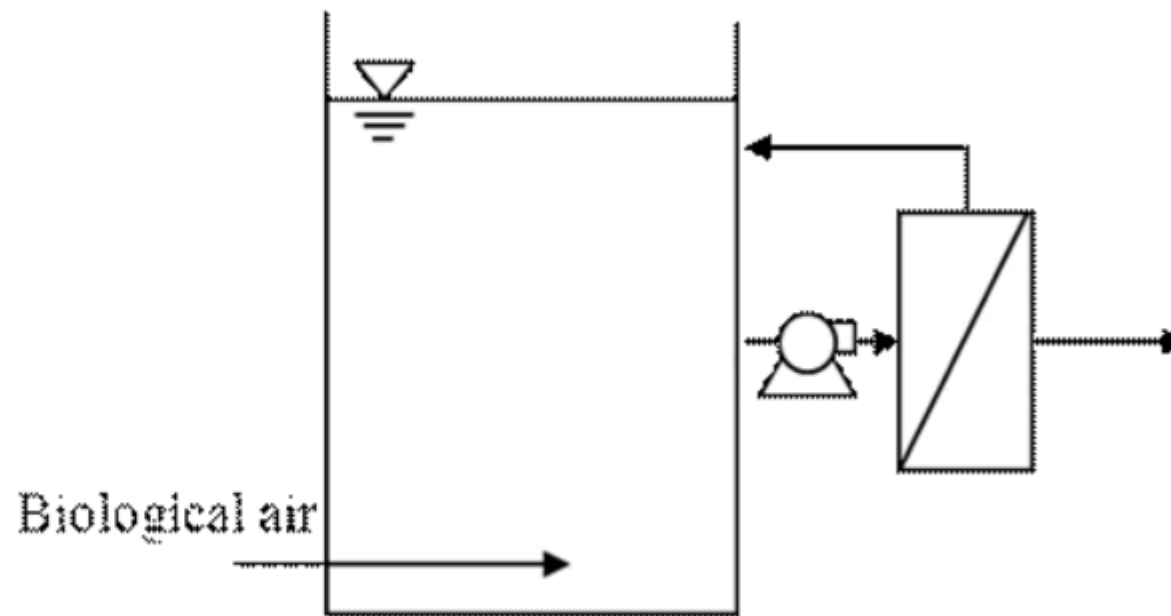
АО «МАЙПІ

Виды размещения мембран



a) iMBR

Погружные мембраны



b) sMBR

Выносные корпусные мембраны



АО «МАЙПРОЕКТ»

Трубчатые керамические мембраны

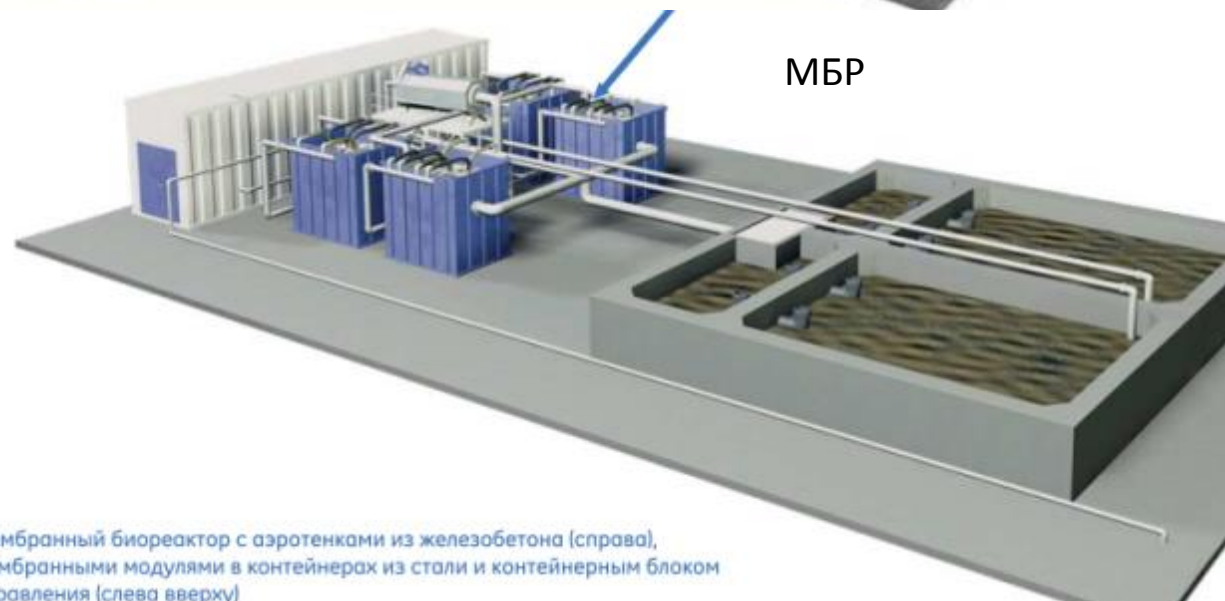
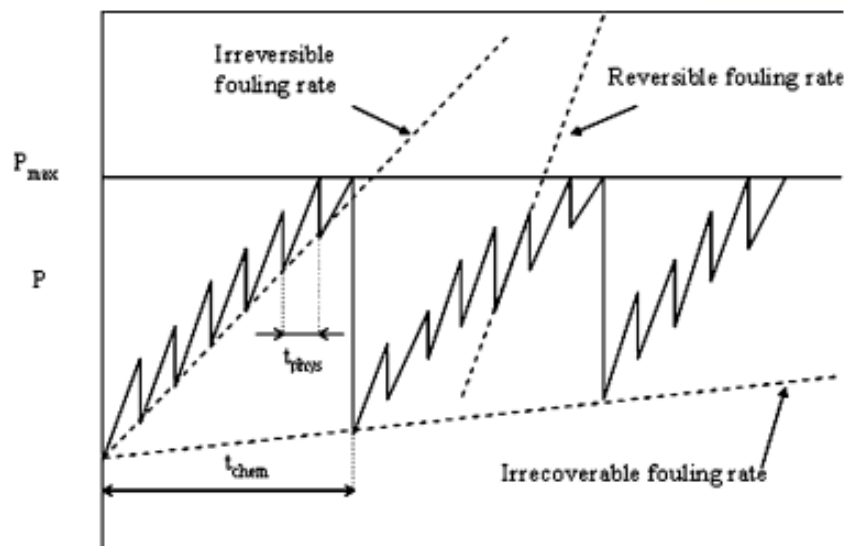
Для очистки промышленных сточных вод –
для фильтрации расходами до 600-1000 м³/ч (горно-добывающая промышленность)
и для биологической очистки - нефтехимическая, косметическая, маслосодержащие стоки





АО «МАЙПРОЕКТ»

Иерархия построения мембранных блоков

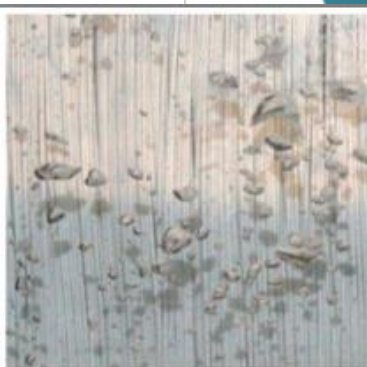
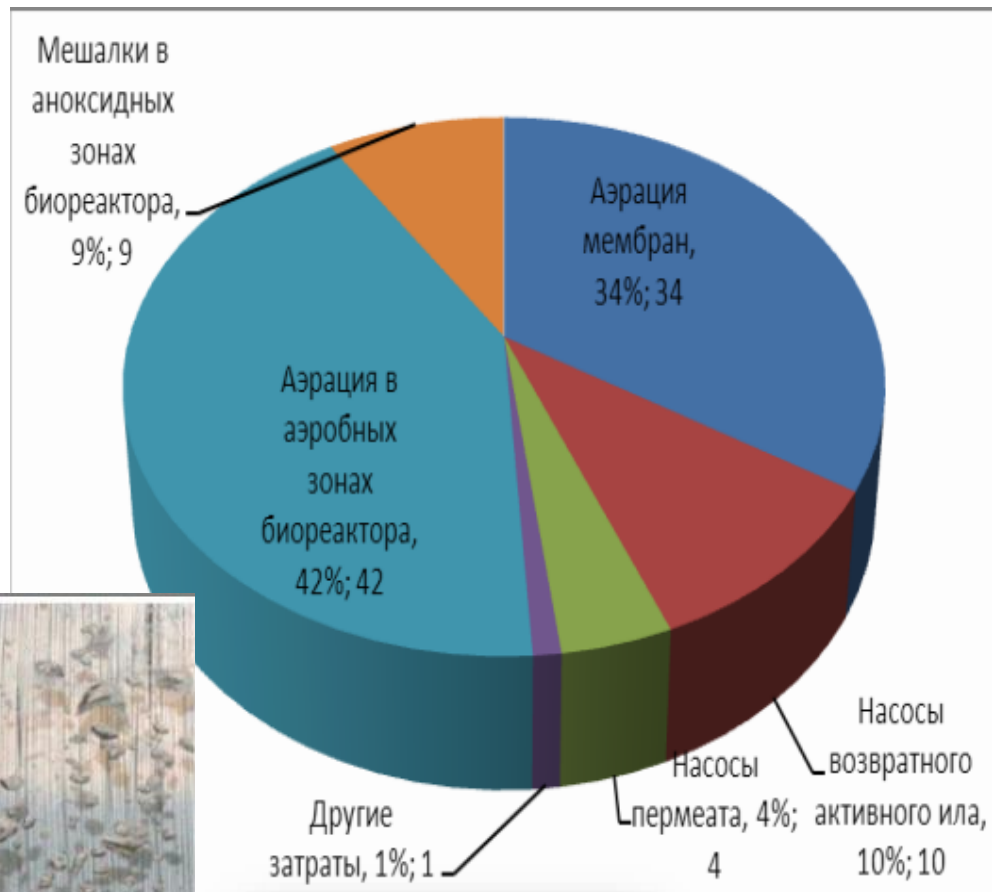


Мембранный биореактор с аэротенками из железобетона (справа), мембранными модулями в контейнерах из стали и контейнерным блоком управления (слева сверху)

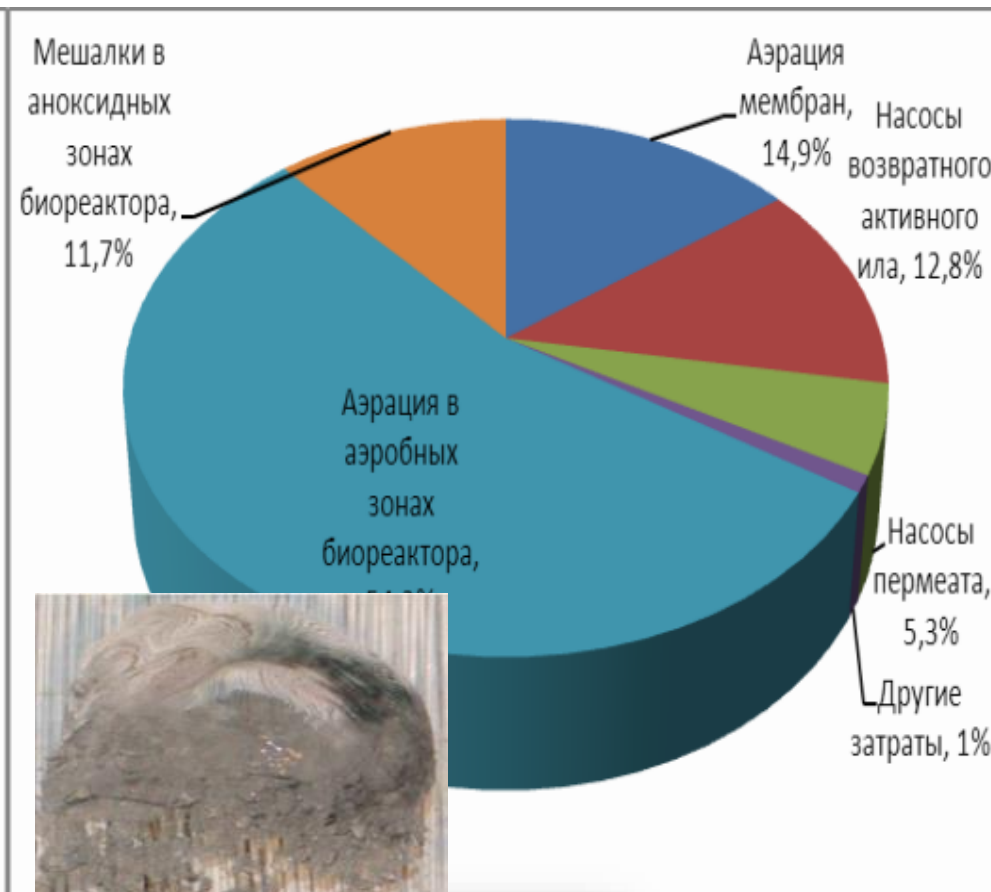


АО «МАЙПРОЕКТ»

Сокращение доли электроэнергии на обдувку мембран в 2000 и в 2012 гг.



34% всех затрат



14,9% затрат

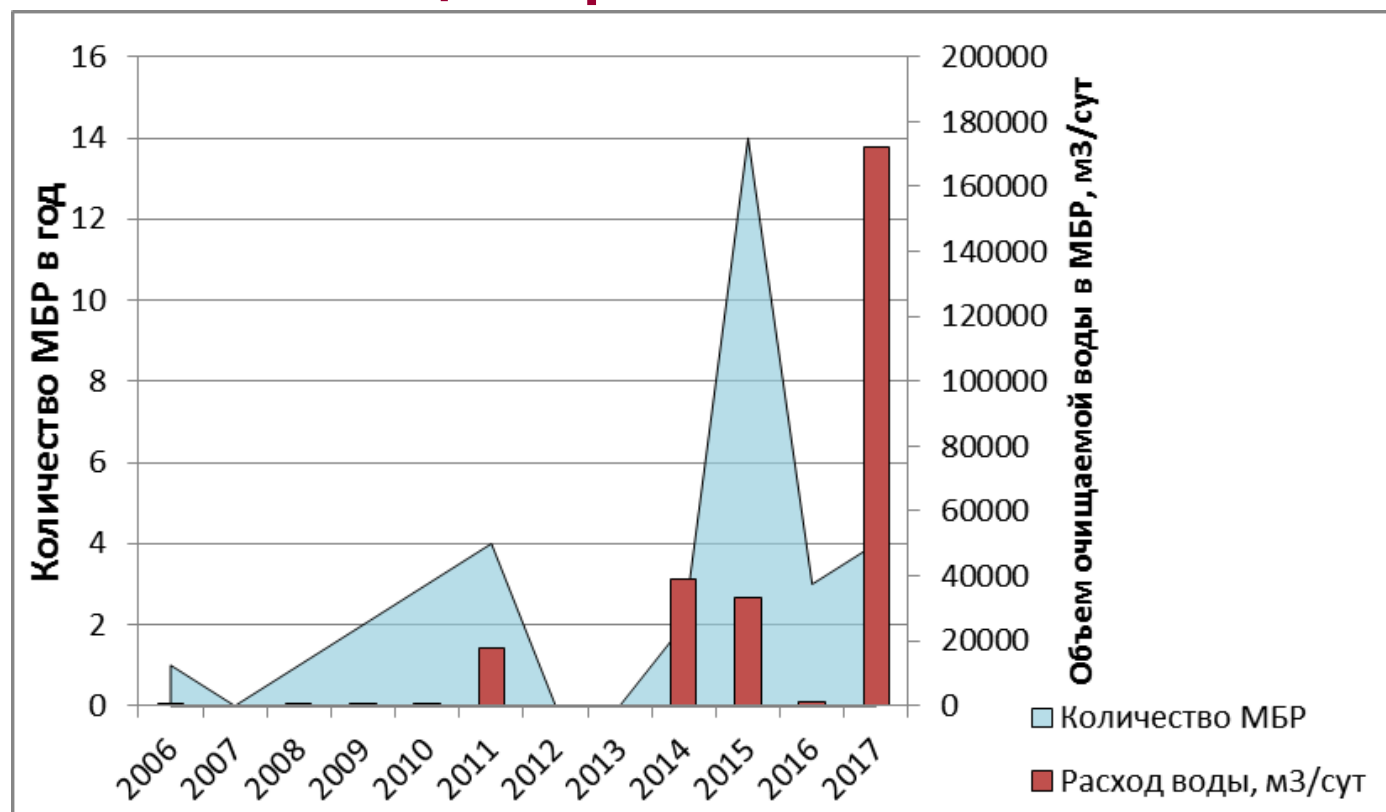


АО «МАЙПРОЕКТ»

Примеры реализации проектов с МБР компанией МАЙПРОЕКТ

- Проект муниципальных ОС в п. Минзаг, Первомайское 500 м³/сут.
- Комплекс по производству и переработке мяса птицы 1500 м³/сут.
- Завод по производству напитков, PepsiCo 3300 м³/сут.
- ОСК ХК «Щекиноазот» 24 000 м³/сут.

Реализация проектов с МБР





АО «МАЙПРОЕКТ»

Примеры реализации проектов с современными решениями

**Ежегодно выполняем более 20
комплексных проектов**



АО «МАЙПРОЕКТ»

Сооружения «под ключ» завода по убою и переработке птицы, 1500 м³/сут

Состав сооружений:

- Механическая очистка
- Узел усреднения
- Физико-химическая очистка (DAF)
- Узел тонкой фильтрации
- Биологическая очистка на базе МБР
- Узел обработки осадков

Сооружения «под ключ»:

- Инжиниринг
- Поставка и монтаж оборудования
- Ввод в эксплуатацию



Флотатор



АО «МАЙПРОЕКТ»

Сооружения «под ключ»



Решетки тонкой
очистки



Обезвоживание



АО «МАЙПРОЕКТ»

Монтаж мембранного блока на ОСК завода по убою и переработке птицы, 1500 м³/сут





АО «МАЙПРОЕКТ»

Узел МБР в работе





АО «МАЙПРОЕКТ»

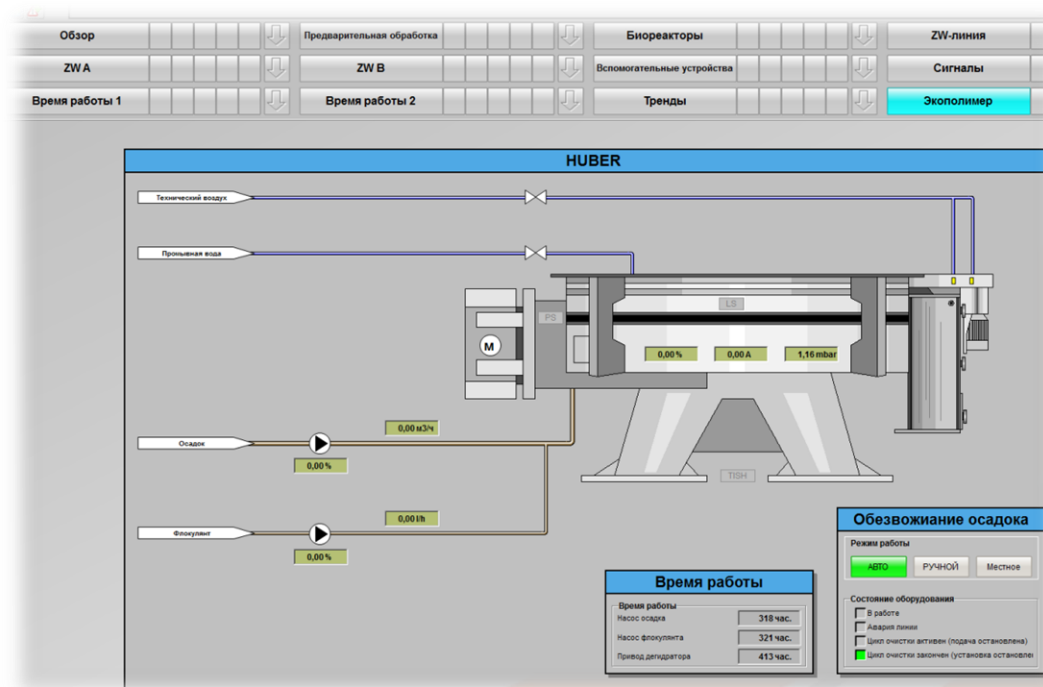
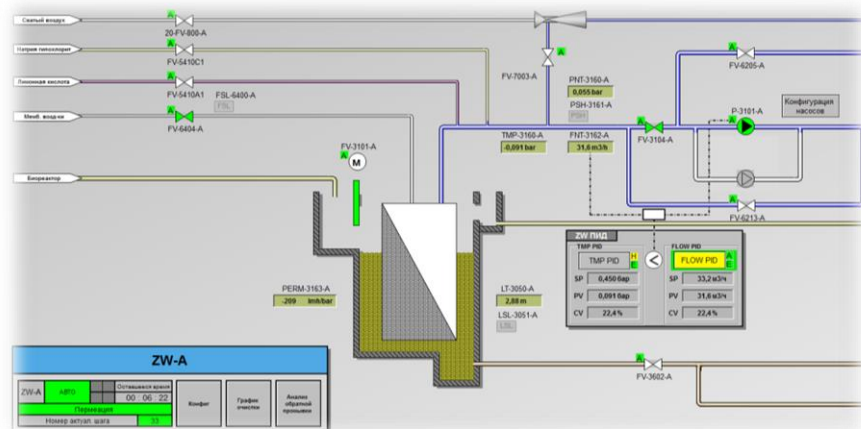
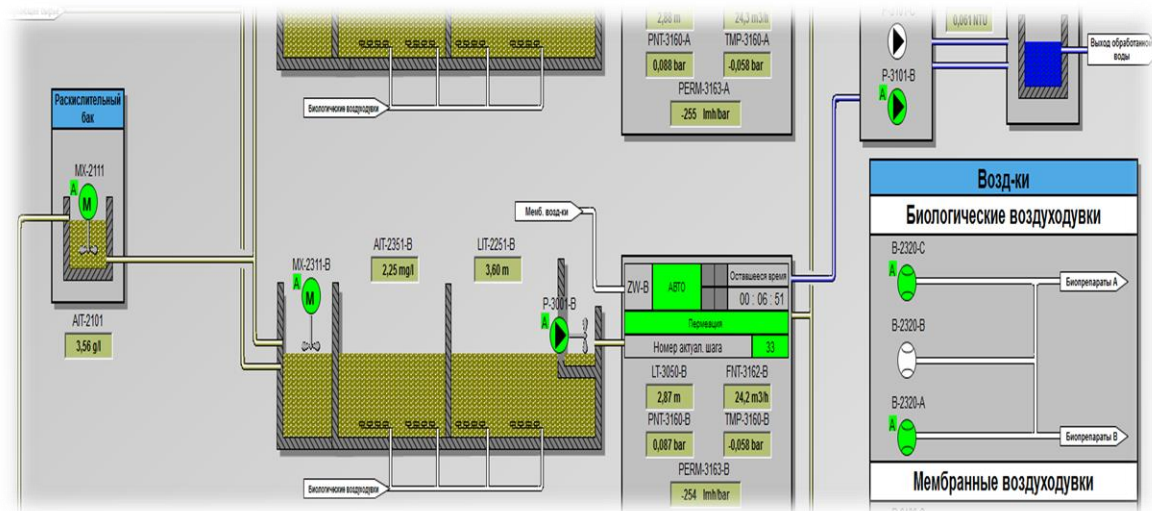
Узел откачки пермеата в работе





АО «МАЙПРОЕКТ»

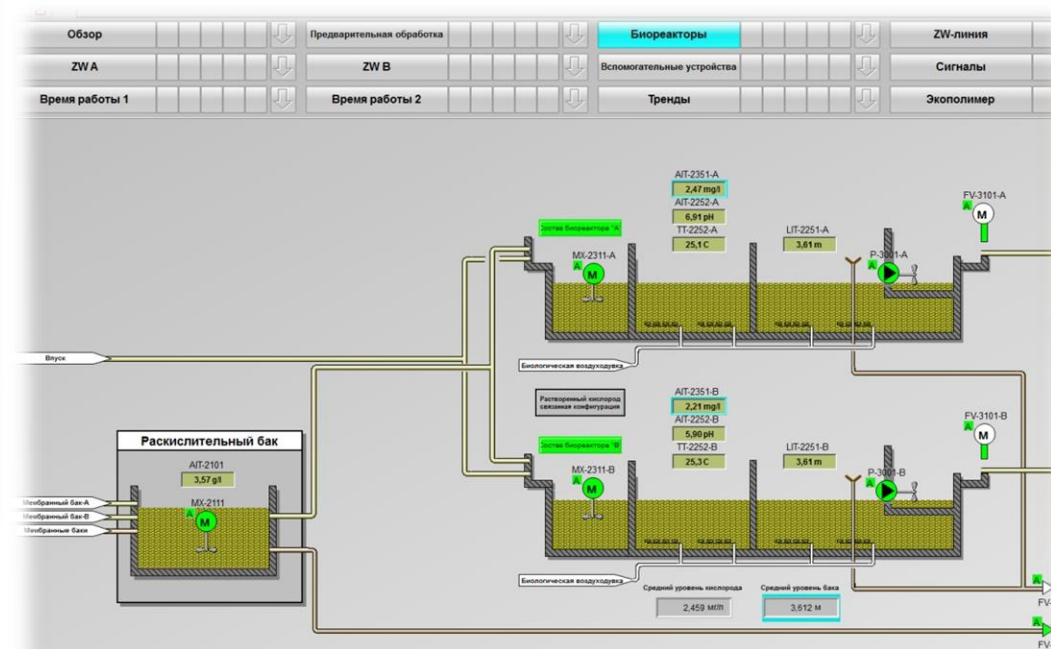
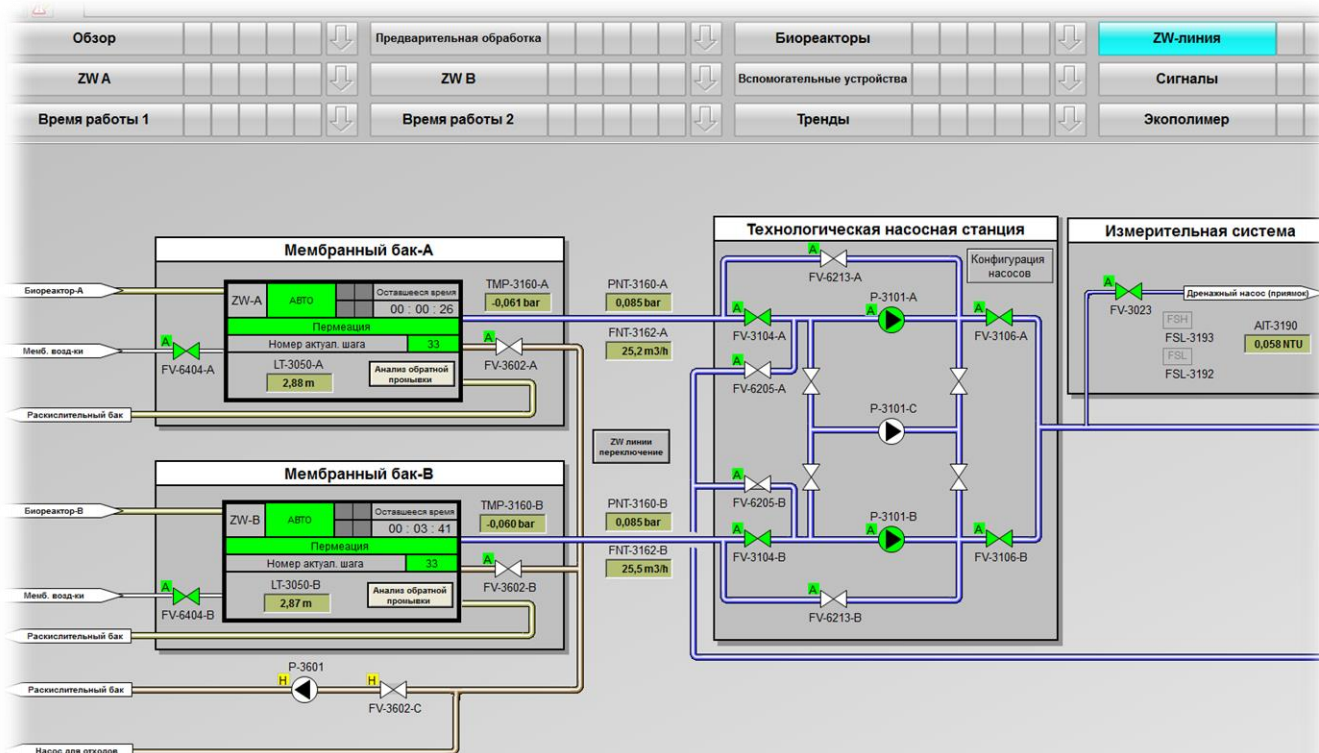
Автоматизированное рабочее место диспетчера





АО «МАЙПРОЕКТ»

Автоматизированное рабочее место диспетчера





АО «МАЙПРОЕКТ»

Вода по этапам очистки



Сточная вода с
добавлением
реагентов



Вода после
флотатора



Вода после очистки
(пермеат)



АО «МАЙПРОЕКТ»

Мембранные биореакторы – проектирование и строительство ОС

Производительность ОС - 3 300 m³/сут.

Сооружения «под ключ»:

- Инжиниринг
- Поставка и монтаж оборудования
- Ввод в эксплуатацию

*Биологическая очистка
реализована на базе
мембранного биореактора*

*крупнейший в завод в Европе
по производству напитков*





АО «МАЙПРОЕКТ»

Мембранные биореакторы – этапы строительства ОС





АО «МАЙПРОЕКТ»

Оборудование внутри корпуса





АО «МАЙПРОЕКТ»

Оборудование внутри корпуса





АО «МАЙПРОЕКТ»

Мембранные реакторы – ввод в эксплуатацию ОС





АО «МАЙПРОЕКТ»

Мембранные биореакторы – проектирование и строительство ОС

**Очистные сооружения промышленно-
ливневых сточных вод
ОАО «Щекиноазот»**

Производительность ОС - 24 120 м³/сут.

*Биологическая очистка реализована
на базе мембранного биореактора*





АО «МАЙПРОЕКТ»

Параметры поступающей воды и проектное качество воды

Параметр	Проектное качество поступающих вод		Проектное качество очищенных вод	Нормативы сброса
	Завод 1	Завод 2		
Суточный расход макс. месяца	24120	3000		
Часовой пиковый расход	1200	275		
pH	8.3 - 13.8	3.4 - 11.0	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
ХПК	1200	2000	30-60	30
БПК5	790	1172	< 2	2
Взвешенные вещества	50-75	380	3,5	5
N-NH ₄	14	0.15 (up to 17.8)	0,38	0,4
N-NO ₃	59,0	7,0	<6.8	9,1
N-NO ₂	0,10	4,67	0,02	0,02
TKN	41	15		
P-PO ₄	0,7	0,04	<0.2	0,2
Робщ	1,5	0,55		
Жиры		3,42	0	0
Метанол	490	-	< 0.05	0,05
Формальдегиды	40	-	<0.1	0,1
Площадь ОС	16600	3000		
Потребляемая мощность	2236	335		
Мембраны				
Размер пор мембран	0,04	0,04		
Доза ила проектная в мембранном рез-ре	7.7- 9.3	8.4-9.8		
Максимальная доза ила	12	12,7		



АО «МАЙПРОЕКТ»

Спасибо за внимание!

Наш многолетний успешный опыт проектирования и реализации проектов позволит решить любую задачу!

Наш опыт – лучшая гарантия качества!

