

ПОТЕНЦИАЛ

Программное обеспечение для моделирования процессов
биологической очистки.

Результаты внедрения ООО «Самарские коммунальные системы»

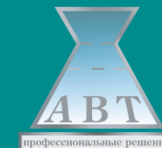
Потенциал – *ПО*мощник
*TE*x*HO*лога:
*ЦИ*фровая
*АЛ*тернатива

Авдеенков П.П. , к.т.н., доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение», СамГТУ
Степанов С.В. , д.т.н., профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение», СамГТУ
Харькина О.В., к.т.н., главный технолог ООО «Архитектура Водных Технологий»



EcoSmart

ООО «ЭкоСмарт»



Архитектура
Водных
Технологий

ПРОБЛЕМА

Руководители водоканалов и промышленных предприятий, в т.ч. НПЗ, НХК и др., эксплуатирующих очистные сооружения, сталкиваются со следующими **проблемами**:

- Опасность недостижения целей государственных программ при реконструкции КОС по НДТ ($\approx 500-4200$ млн.₽);
- Высокие платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду ($\approx 3-30$ млн.₽/год);
- Он-лайн фиксация качества очищенных сточных вод и передача данных в Росприроднадзор;
- Высокая себестоимость очистки сточных вод (тариф $19-40$ ₽/м³, для г. Самары ≈ 4 млрд. ₽/год).

!!! Руководителям необходимы верные технологические решения, принимаемые персоналом в условиях непрерывно меняющегося состава исходных сточных вод, в т.ч. при внештатных ситуациях.

?!

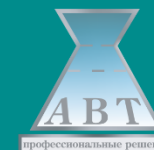


Это иногда оказывается невозможным из-за недостаточной квалификации технологов в области новых технологий.



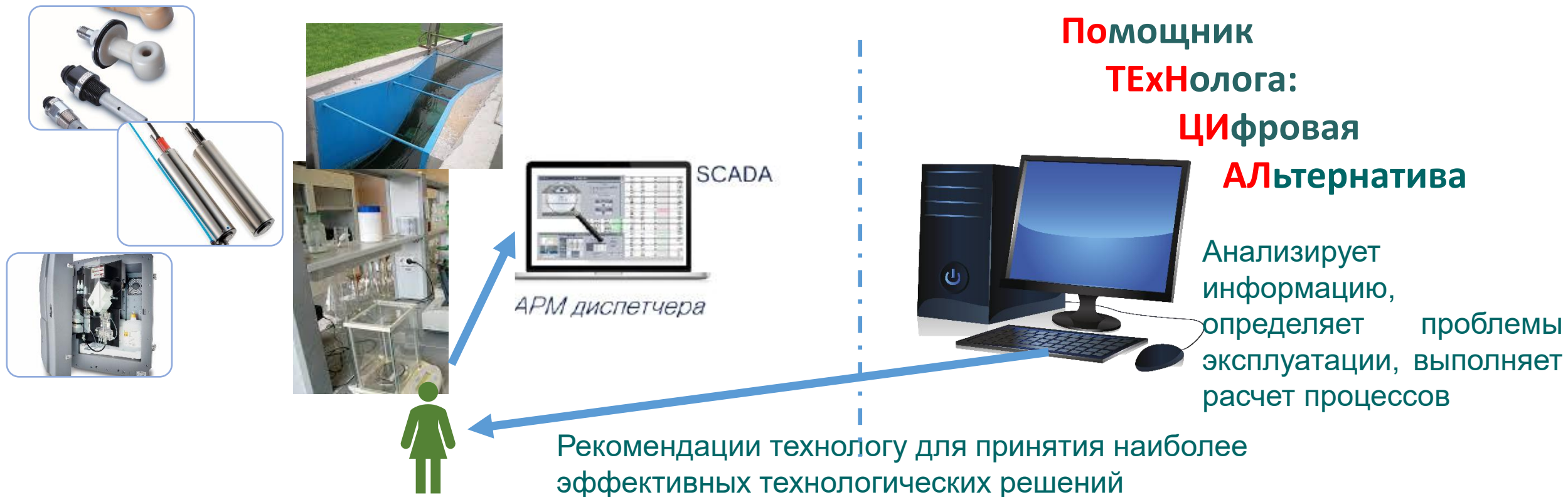
EcoSmart

ООО «ЭкоСмарт»



**Архитектура
Водных
Технологий**

Решение: ПО «Потенциал»

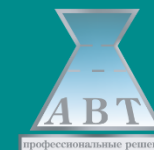


Soft устанавливается на компьютер заказчика, получает информацию от существующих баз данных. Дополнительное оборудование устанавливать не требуется. Ожидаемый эффект - уменьшение себестоимости очистки на 0,5-1 $\text{Р}/\text{м}^3$ за счет снижения затрат электроэнергии, реагентов и платежей за загрязнения окружающей среды.



EcoSmart

ООО «ЭкоСмарт»



**Архитектура
Водных
Технологий**

Математическая модель Потенциал (на базе моделей ВОДГЕО/СамГТУ и ASM2d)

На примере нитрификации: расчет аэробной зоны для обеспечения требуемого качества по N-NH4 и N-NO2.

1. Расчет объема через значения аэробных возрастов AI, обеспечивающих требуемое качество очищенной воды по N-NH4 и N-NO2. Значения аэробных возрастов определяется по формулам ASM2d:

$$\theta_{A1} = \frac{1}{\frac{\mu_{max,A1} N_{NH_4,вых}}{N_{NH_4,вых} + K_{S,A1}} \cdot \frac{C_0}{C_0 + K_{S,O_2A1}} \cdot \frac{\Pi_H}{\Pi_H + K_{S,A1k}} - b_{A1}}$$

$$\theta_{A2} = \frac{1}{\frac{\mu_{max,A2} N_{NO_2,вых}}{N_{NO_2,вых} + K_{S,A2}} \cdot \frac{C_0}{C_0 + K_{S,O_2A2}} - b_{A2}}$$

$$W_{aэр,\theta} = \frac{\theta_{aэр} \cdot a_i \cdot Q_i}{a_i}$$

2. Расчет через удельную скорость нитрификации (по формуле модели ВОДГЕО/СамГТУ):

$$\rho_{нитр} = \rho_{max,нитр} \frac{N_{NH_4,вых}}{N_{NH_4,вых} + K_{m,нитр}} \cdot \frac{e^{\chi_{нитр}(t-20)}}{1 + \varphi a_i} \cdot \frac{C_0}{C_0 + K_{S,O_2A1}}$$

$$T_{нитр} = \frac{N_{TKN,вх} - N_{NH_4,вых} - N_{пр}}{\rho_{нитр} \cdot a_i \cdot (1 - s)}$$

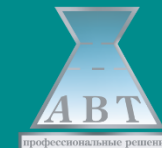
$$W_{aэр,\rho} = \frac{Q_{сут} \cdot T_{aэр(нитр)}}{24}$$

$$W_{aэр} = \max(W_{aэр,\rho}; W_{aэр,\theta})$$



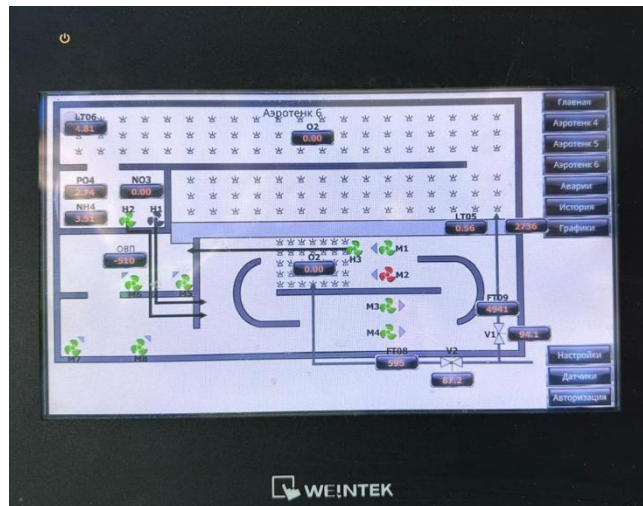
EcoSmart

ООО «ЭкоСмарт»



Архитектура
Водных
Технологий

Приборы учета



EcoSmart
ООО «ЭкоСмарт»

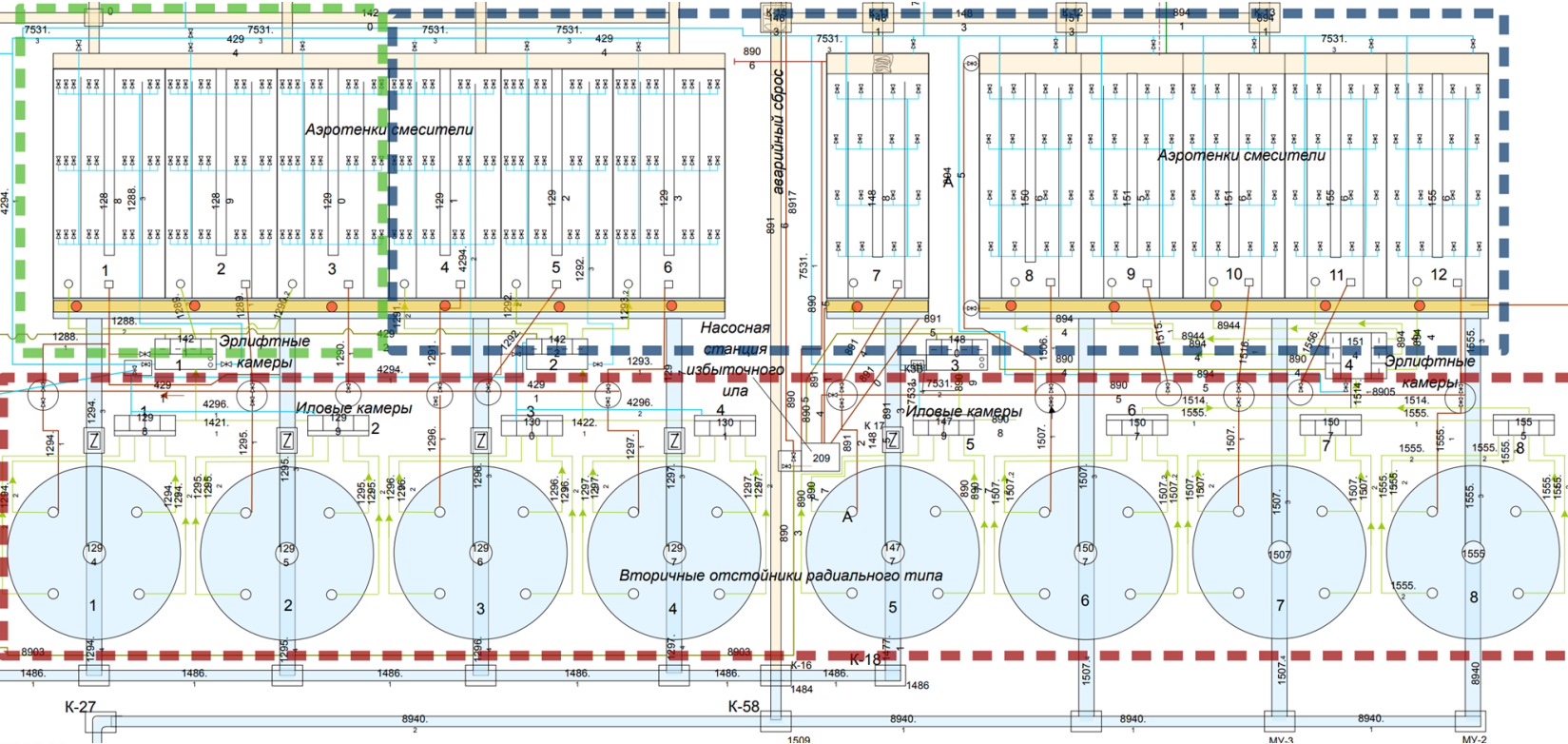
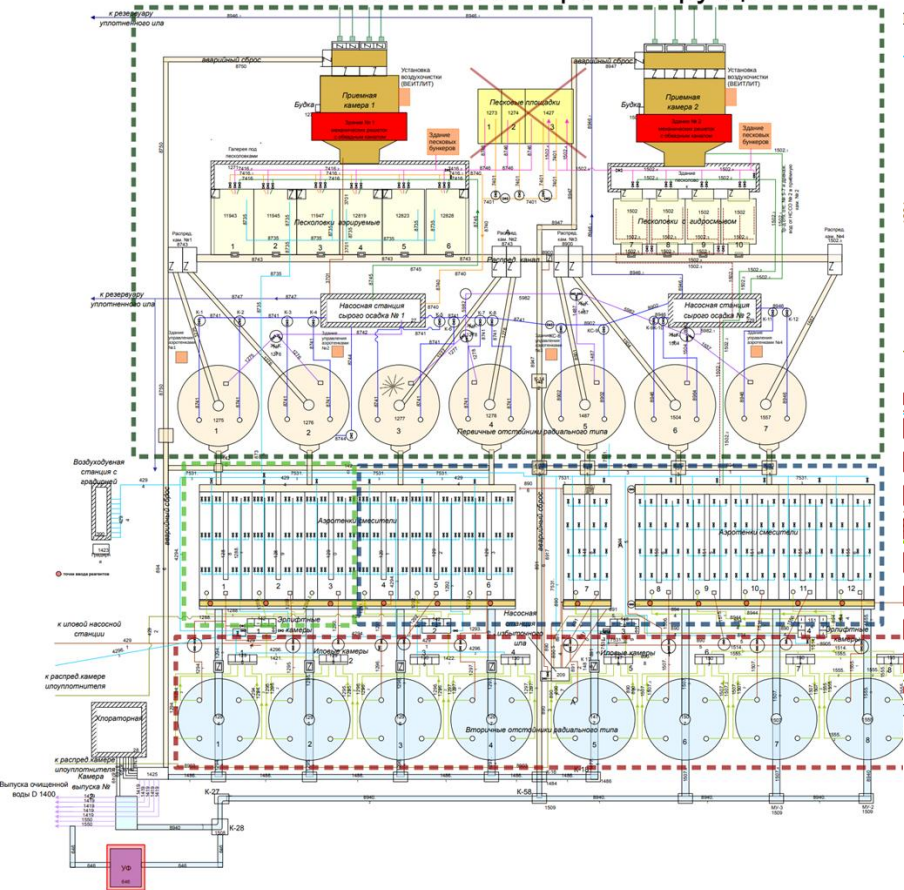


**Архитектура
Водных
Технологий**

ПО для оптимизации работы аэротенков

Пример. ОСК г. Самары

Поэтапная схема реконструкции ГОКС



EcoSmart
ООО «ЭкоСмарт»



Архитектура
Водных
Технологий

ПО для оптимизации работы аэротенков

Пример. ОСК г. Самары

Главное окно

Выберите вариант | Вы выбрали: Вторичный отстойник 1

Очередь 1 | Аэротенки
Очередь 2 | Вторичные отстойники | Вторичный отстойник 1
Вторичный отстойник 2
Вторичный отстойник 3
Вторичный отстойник 4

Сооружения

Вода, поступающая в аэротенк:

110000.0	Qсут - расход сточных вод суточный, м³/сут
4583	Qч - расход сточных вод часовой, м³/ч
2.0	Cвх - взвешенные вещества, мг/л
57.0	Ji - иловый индекс, мл/г

Технологические параметры

Конструктивные параметры сооружения

2290	Ftot - суммарная площадь поверхности вторичных отстойников, м²
4.29	Hset - глубина зоны отстаивания во вторичном отстойнике, м
0.4	Kss - коэффициент использования объема вторичного отстойника

Кинетические константы

Выходные параметры

29.0	Cвх - взвешенные вещества, мг/л
------	---------------------------------

Рассчитать | Сохранить | Динамический режим | График | Получить рекомендацию | Показать журнал



EcoSmart
ООО «ЭкоСмарт»



**Архитектура
Водных
Технологий**

ПО для оптимизации работы аэротенков

Пример. ОСК г. Самары

Главное окно

Выбрать сооружение

Выбранное сооружение: ...

☒ Сооружение работает

Вода, поступающая в аэротенк

50904.0	Qсут - расход сточных вод суточный, м3/сут
18.0	T - температура, °C
180.0	Lвх - БПК5, мг/л
280.0	XПКвх - ХПК, мг/л
170.0	Cвх - взвешенные вещества, мг/л
6.0	Щвх - щелочность, ммоль/л HCO3
2.6	PPO4,вх - фосфор фосфатов, мг/л
42.0	Аммоний-ион, мг/л
0.14	Нитрит-ион, мг/л
0	Нитрат-ион, мг/л

Технологические параметры

2.0	CO - КРК в аэробной зоне, мг/л
0.2	COанокс - КРК в анаэробной зоне, мг/л
2.2	ai - концентрация активного ила, г/л
4040.0	Qанаэр - расход анаэробного рецикла, м3/ч
4.0	ai - концентрация избыточного и возвратного АИ, г/л
4700.0	Qанаэр - расход анаэробного рецикла, м3/ч

конструктивные параметры сооружения

2798.0	Wанаэр - объем анаэробной зоны, м3
8373.0	Wанокс - объем анаэробной зоны, м3
10969.0	Wаэр - объем аэробной зоны, м3
3.0	β-фактор для реагентного удаления фосфора
2290.0	Ftot - суммарная площадь поверхности вторичных отстойников, м2
4.29	Hset - глубина зоны отстаивания во вторичном отстойнике, м
0.4	Kss - коэффициент использования объема вторичного отстойника

Кинетические константы

1.18	TKN/N-NH4
1.0	Pобщ/P-PO4
0.05	KHAc/XПК - доля ацетата в ХПК
2.0	KXПК/БПК5
1500.0	kHAc - константа потребления ацетата в анаэробной зоне, г ХПК/(м3×сут)
3.0	KSHAc - константа насыщения по ацетату, мг/л
0.03	χHAc - температурная константа потребления ацетата, 1/°C
0.05	nHAc,P - стехиометрический коэффициент удаления фосфора, мг P/мг ХПК а
0.6	γ - коэффициент прироста биомассы, кгБВАИ/кгДБПК
0.05	b - коэффициент распада биомассы, 1/сут
6.0	kP - содержание фосфора в БВАИ, %

Выходные параметры

1.32	Танаэр - продолжительность пребывания в анаэробной зоне, ч
3.95	Танокс - продолжительность пребывания в анаэробной зоне, ч
5.17	Таэр - продолжительность пребывания в аэробной зоне, ч
10.44	Тобш - суммарная продолжительность пребывания в аэротенке, ч
3.25	Робш - общая кратность рециркуляции, доли единицы
2.22	Рнитр. факт - фактическая кратность нитратного рецикла, доли единицы
2.05	Рнитр. треб - требуемая кратность нитратного рецикла, доли единицы
1.9	Ранаэр - фактическая кратность анаэробного рецикла, доли единицы
1.04	Рi - фактическая кратность рецикла БВАИ, доли единицы
12.28	Θаэр - фактический аэробный возраст активного ила, сут
7.95	ΘA1 - расчетное значение аэробного возраста активного ила для достижения требуемой концентрации N-NH4, сут
12.45	ΘA2 - расчетное значение аэробного возраста активного ила для достижения требуемой концентрации N-NO2, сут
2.65	ЩN - щелочность после нитрификации, мг-экв/л
0.7	N-NH4,Θ, вых - концентрация азота аммонийного в очищенной воде по аэробному возрасту активного ила, мг/л
1.39	N-NH4,p, вых - концентрация азота аммонийного в очищенной воде по скорости окисления, мг/л
289.41	qi - нагрузка по БПК5 на беззольное вещество активного ила, г БПК/(г×сут)
7.37	N-NO3, p, вых - концентрация азота нитратов в очищенной воде по скорости окисления, мг/л
6.54	N-NO3, R, вых - концентрация азота нитратов в очищенной воде по рецирку, мг/л
0.04	N-NO3, БПК, вых - концентрация азота нитратов в очищенной воде по наличию органических веществ, мг/л

Качество очищенной воды

1.39	1		N-NH4,вых - азот аммонийный, мг/л
0.1	0.1		N-NO2,вых - азот нитритов, мг/л
7.37	9		N-NO3,вых - азот нитратов, мг/л
23.85	8		Lвых - БПК5, мг/л
0.43	0.7		P-PO4,вых - фосфор фосфатов, мг/л



EcoSmart
ООО «ЭкоСмарт»



**Архитектура
Водных
Технологий**

Рабочее окно ПП ПОТЕНЦИАЛ

Главное окно

Выбрать сооружение

Выбранное сооружение: ...

Сооружение работает

Вода, поступающая в аэротенк

50904.0	Qсут - расход сточных вод суточный, м3/сут
18.0	T - температура, °C
180.0	Lвх - БПК5, мг/л
280.0	XПКвх - ХПК, мг/л
170.0	Sвх - взвешенные вещества, мг/л
6.0	Щвх - щелочность, ммоль/л HCO3
2.6	PPO4,вх - фосфор фосфатов, мг/л
42.0	Аммоний-ион, мг/л
0.14	Нитрит-ион, мг/л
0	Нитрат-ион, мг/л

Технологические параметры

3.0	CO - КРК в аэробной зоне, мг/л
0.2	COанокс - КРК в анаэробной зоне, мг/л
2.5	ai - концентрация активного ила, г/л
4040.0	Qанаэр - расход анаэробного рецикла, м3/ч
4700.0	aiи - концентрация избыточного и возвратного АИ, г/л
	Qанаэр - расход анаэробного рецикла, м3/ч

Кинетические константы

1.18	μN4
1.0	μPO4

0.66

N-NH4,вых - концентрация азота аммонийного, мг/л

ОКИСЛ. зона, г ХПК/(м3×сут)

концентрация азота аммонийного, мг/л

концентрация азота нитритов, мг/л

концентрация азота нитратов, мг/л

концентрация азота нитратов в очищенной воде по скорости окисления, мг/л

концентрация азота нитратов в очищенной воде по рециклу, мг/л

концентрация азота нитратов в очищенной воде по наличию органических веществ, мг/л

0.66

1

0.08

6.82

7.27

0.33

0.1

9

8

0.7

N-NH4,вых - азот аммонийный, мг/л

N-NO2,вых - азот нитритов, мг/л

N-NO3,вых - азот нитратов, мг/л

Lвых - БПК5, мг/л

P-PO4,вых - фосфор фосфатов, мг/л

Входные параметры

1.32	Танаэр - продолжительность пребывания в анаэробной зоне, ч
3.95	Таноокс - продолжительность пребывания в анаэробной зоне, ч
5.17	Таэр - продолжительность пребывания в аэробной зоне, ч
10.44	Тобш - суммарная продолжительность пребывания в аэротенке, ч
3.25	Робш - общая кратность рециркуляции, доли единицы
2.22	Рнитр. факт - фактическая кратность нитратного рецикла, доли единицы
2.19	Рнитр. треб - требуемая кратность нитратного рецикла, доли единицы
1.9	Ранаэр - фактическая кратность анаэробного рецикла, доли единицы
1.04	Рi - фактическая кратность рецикла ВАИ, доли единицы
13.15	Θаэр - фактический аэробный возраст активного ила, сут
7.06	ΘА1 - расчетное значение аэробного возраста активного ила для достижения требуемой концентрации N-NH4, сут
10.82	ΘА2 - расчетное значение аэробного возраста активного ила для достижения требуемой концентрации N-NO2, сут
2.63	ЩН - щелочность после нитрификации, мг-экв/л
0.52	N-NH4,Θ, вх - концентрация азота аммонийного в очищенной воде по аэробному возрасту активного ила, мг/л
0.66	N-NH4,р, вх - концентрация азота аммонийного в очищенной воде по скорости окисления, мг/л

0.66

1

0.08

6.82

7.27

0.33

0.1

9

8

0.7

N-NH4,вых - азот аммонийный, мг/л

N-NO2,вых - азот нитритов, мг/л

N-NO3,вых - азот нитратов, мг/л

Lвых - БПК5, мг/л

P-PO4,вых - фосфор фосфатов, мг/л

Предупреждение

Для параметра n_ammonium_out: Рекомендовано увеличить КРК до 2.9 мг/л

Для параметра n_no2_out: Рекомендовано увеличить КРК до 3.0 мг/л

Для параметра l_out: Рекомендовано увеличить дозу активного ила (ai) до 2.5 г/л

Принять

Отказаться

Предупреждение

Для параметра n_ammonium_out: Рекомендовано увеличить КРК до 2.9 мг/л

Для параметра n_no2_out: Рекомендовано увеличить КРК до 3.0 мг/л

Для параметра l_out: Рекомендовано увеличить дозу активного ила (ai) до 2.5 г/л

Принять

Отказаться

Предупреждение

Для параметра n_ammonium_out: Рекомендовано увеличить КРК до 2.9 мг/л

Для параметра n_no2_out: Рекомендовано увеличить КРК до 3.0 мг/л

Для параметра l_out: Рекомендовано увеличить дозу активного ила (ai) до 2.5 г/л

Принять

Отказаться

ПО для оптимизации работы аэротенков

Пример. ОСК г. Самары

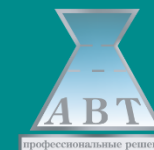
Результаты применения ПОТЕНЦИАЛА

Показатель	Дата					
	13.11.2023		14.11.2023		15.11.2023	
	расчет	факт	расчет	факт	расчет	факт
Азот аммонийный	0,68	0,73	0,62	0,61	0,63	0,64
Азот нитритов	0,02	< 0,02	0,02	< 0,02	0,02	0,02
Азот нитратов	8,7	8,9	9,1	9,8	6,61	6,6
Фосфор фосфатов	1,63	1,59	0,28	0,29	0,53	0,55
БПК ₅	3,79	4	7,52	8	5,59	5,5



EcoSmart

ООО «ЭкоСмарт»



Архитектура
Водных
Технологий

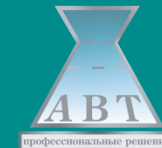
ПО для оптимизации работы аэротенков

1. Разработано новое программное обеспечение «Потенциал – ПОмощник ТExНолога - ЦИфровая АЛьтернатива», которое в статическом и динамическом режимах моделирует работу аэротенков с определением расчетных концентраций загрязнений в очищенной воде по ХПК, БПК₅, взвешенным веществам, соединениям азота и фосфора. При наличии превышений этих значений по сравнению с нормативными показателями, производится выдача рекомендаций по изменению технологических параметров работы очистных сооружений – концентрации растворенного кислорода, дозы ила, расхода нитратного рецикла, расхода избыточного и возвратного активного ила, дозы реагента.
2. В результате 18-ти месячного использования ПО «Потенциал» на городских очистных канализационных сооружениях (ГОКС) г. Самары удалось определить причины недостижения стабильного качества очищенных сточных вод на первой очереди сооружений. Стабильное качество очищенных сточных вод по $N-NH_4$ – менее 1 мг/л и $N-NO_2$ – менее 0,1 мг/л достигалось при фактическом аэробном возрасте активного ила 22,9-28,3 сут и температуре иловой смеси в аэротенке 19,1-24,8 °С.
3. В результате калибровки и верификации были подобраны значения кинетических констант и коэффициентов для отдельной технологической линии аэротенк № 5 – вторичный отстойник №7. Относительная погрешность расчетов в ПО «Потенциал» качества очищенных сточных вод в сравнении с фактическими анализами составила менее 8%, что подтвердило корректность разработанной авторами математической модели «Потенциал».



EcoSmart

ООО «ЭкоСмарт»



**Архитектура
Водных
Технологий**

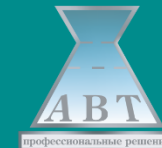
ПОТЕНЦИАЛ ПОЗВОЛИЛ на ООО «Самарские Коммунальные Системы»

- 1 Достичь минимальных эксплуатационных затрат**
при максимальной эффективности → Оптимальный режим эксплуатации сооружений
- 2 Оперативно решать возникающие проблемы**
Выявление причины недостижения показателей очистки и своевременные рекомендации
- 3 Достигать максимальной эффективности очистных**
в том числе при нештатных и аварийных ситуациях



EcoSmart

ООО «ЭкоСмарт»



*Архитектура
Водных
Технологий*

ПОТЕНЦИАЛ ПОДДЕРЖИВАЮТ КРУПНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

МУП г. Новосибирска
«Горводоканал»

Министерство ЖКХ
Московской обл.

МУП «Водоканал»
г. Подольска, МО

Муниципальное Унитарное
Предприятие г. Новосибирска

№ 19-11392 от 22 АПР 2022
На № от

Директору ООО «ЭкоСмарт»,
Степановой Е.Е.
Директору ООО «Архитектура Водных Технологий»
Харькину С.В.

Уважаемые Елена Евгеньевна и Сергей Валерьевич!

МУП г. Новосибирска «ГОРВОДОКАНАЛ» заинтересован в программном обеспечении «Моделирование процессов биологической очистки сточных вод с применением искусственного интеллекта» (далее ПО). Считаем, что данное программное обеспечение должно стать основой цифровизации канализационных очистных сооружений для технолога, так как позволяет решать целый комплекс задач эффективной эксплуатации:

- эксплуатировать сооружения в оптимальном режиме, а это достижение максимальной эффективности при минимальных эксплуатационных затратах;
- оперативно выявлять причину недостижения требуемого качества очистки и оперативно давать рекомендации по решению проблемы;
- эксплуатировать очистные сооружения на максимальной эффективности их работы при нештатных и аварийных ситуациях (своевременное и оптимальное регулирование работы сооружений);
- сократить платежи за недостижение качества очищенных вод;
- определять наиболее значимые эксплуатационные составляющие затрат, которые можно уменьшить;
- рассчитывать качество очищенной воды при минимальных эксплуатационных затратах (вводимых в расчет технологом).

МУП г. Новосибирска «ГОРВОДОКАНАЛ» готов поддержать проект разработки ПО информационного, начиная с обеспечения взаимного обмена рабочей информацией по работе сооружений и мнению специалистов, в том числе на открытых площадках конференций и семинаров.

В последующем МУП г. Новосибирска «ГОРВОДОКАНАЛ» высказывает заинтересованность в приобретении и внедрении вышеуказанного ПО «Моделирование процессов биологической очистки сточных вод с применением искусственного интеллекта» на ОСК г. Новосибирска.

Главный инженер Ю.Г. Баган

МУП г. Новосибирска «ГОРВОДОКАНАЛ»
КОНТ. г. Новосибирск, ул. Кирова 141/120-75 6301147-75 6301148-75 6301149-75 6301150-75 6301151-75 6301152-75 6301153-75 6301154-75 6301155-75 6301156-75 6301157-75 6301158-75 6301159-75 6301160-75 6301161-75 6301162-75 6301163-75 6301164-75 6301165-75 6301166-75 6301167-75 6301168-75 6301169-75 6301170-75 6301171-75 6301172-75 6301173-75 6301174-75 6301175-75 6301176-75 6301177-75 6301178-75 6301179-75 6301180-75 6301181-75 6301182-75 6301183-75 6301184-75 6301185-75 6301186-75 6301187-75 6301188-75 6301189-75 6301190-75 6301191-75 6301192-75 6301193-75 6301194-75 6301195-75 6301196-75 6301197-75 6301198-75 6301199-75 6301200-75 6301201-75 6301202-75 6301203-75 6301204-75 6301205-75 6301206-75 6301207-75 6301208-75 6301209-75 6301210-75 6301211-75 6301212-75 6301213-75 6301214-75 6301215-75 6301216-75 6301217-75 6301218-75 6301219-75 6301220-75 6301221-75 6301222-75 6301223-75 6301224-75 6301225-75 6301226-75 6301227-75 6301228-75 6301229-75 6301230-75 6301231-75 6301232-75 6301233-75 6301234-75 6301235-75 6301236-75 6301237-75 6301238-75 6301239-75 6301240-75 6301241-75 6301242-75 6301243-75 6301244-75 6301245-75 6301246-75 6301247-75 6301248-75 6301249-75 6301250-75 6301251-75 6301252-75 6301253-75 6301254-75 6301255-75 6301256-75 6301257-75 6301258-75 6301259-75 6301260-75 6301261-75 6301262-75 6301263-75 6301264-75 6301265-75 6301266-75 6301267-75 6301268-75 6301269-75 6301270-75 6301271-75 6301272-75 6301273-75 6301274-75 6301275-75 6301276-75 6301277-75 6301278-75 6301279-75 6301280-75 6301281-75 6301282-75 6301283-75 6301284-75 6301285-75 6301286-75 6301287-75 6301288-75 6301289-75 6301290-75 6301291-75 6301292-75 6301293-75 6301294-75 6301295-75 6301296-75 6301297-75 6301298-75 6301299-75 6301300-75 6301301-75 6301302-75 6301303-75 6301304-75 6301305-75 6301306-75 6301307-75 6301308-75 6301309-75 6301310-75 6301311-75 6301312-75 6301313-75 6301314-75 6301315-75 6301316-75 6301317-75 6301318-75 6301319-75 6301320-75 6301321-75 6301322-75 6301323-75 6301324-75 6301325-75 6301326-75 6301327-75 6301328-75 6301329-75 6301330-75 6301331-75 6301332-75 6301333-75 6301334-75 6301335-75 6301336-75 6301337-75 6301338-75 6301339-75 6301340-75 6301341-75 6301342-75 6301343-75 6301344-75 6301345-75 6301346-75 6301347-75 6301348-75 6301349-75 6301350-75 6301351-75 6301352-75 6301353-75 6301354-75 6301355-75 6301356-75 6301357-75 6301358-75 6301359-75 6301360-75 6301361-75 6301362-75 6301363-75 6301364-75 6301365-75 6301366-75 6301367-75 6301368-75 6301369-75 6301370-75 6301371-75 6301372-75 6301373-75 6301374-75 6301375-75 6301376-75 6301377-75 6301378-75 6301379-75 6301380-75 6301381-75 6301382-75 6301383-75 6301384-75 6301385-75 6301386-75 6301387-75 6301388-75 6301389-75 6301390-75 6301391-75 6301392-75 6301393-75 6301394-75 6301395-75 6301396-75 6301397-75 6301398-75 6301399-75 6301400-75 6301401-75 6301402-75 6301403-75 6301404-75 6301405-75 6301406-75 6301407-75 6301408-75 6301409-75 6301410-75 6301411-75 6301412-75 6301413-75 6301414-75 6301415-75 6301416-75 6301417-75 6301418-75 6301419-75 6301420-75 6301421-75 6301422-75 6301423-75 6301424-75 6301425-75 6301426-75 6301427-75 6301428-75 6301429-75 6301430-75 6301431-75 6301432-75 6301433-75 6301434-75 6301435-75 6301436-75 6301437-75 6301438-75 6301439-75 6301440-75 6301441-75 6301442-75 6301443-75 6301444-75 6301445-75 6301446-75 6301447-75 6301448-75 6301449-75 6301450-75 6301451-75 6301452-75 6301453-75 6301454-75 6301455-75 6301456-75 6301457-75 6301458-75 6301459-75 6301460-75 6301461-75 6301462-75 6301463-75 6301464-75 6301465-75 6301466-75 6301467-75 6301468-75 6301469-75 6301470-75 6301471-75 6301472-75 6301473-75 6301474-75 6301475-75 6301476-75 6301477-75 6301478-75 6301479-75 6301480-75 6301481-75 6301482-75 6301483-75 6301484-75 6301485-75 6301486-75 6301487-75 6301488-75 6301489-75 6301490-75 6301491-75 6301492-75 6301493-75 6301494-75 6301495-75 6301496-75 6301497-75 6301498-75 6301499-75 6301500-75 6301501-75 6301502-75 6301503-75 6301504-75 6301505-75 6301506-75 6301507-75 6301508-75 6301509-75 6301510-75 6301511-75 6301512-75 6301513-75 6301514-75 6301515-75 6301516-75 6301517-75 6301518-75 6301519-75 6301520-75 6301521-75 6301522-75 6301523-75 6301524-75 6301525-75 6301526-75 6301527-75 6301528-75 6301529-75 6301530-75 6301531-75 6301532-75 6301533-75 6301534-75 6301535-75 6301536-75 6301537-75 6301538-75 6301539-75 6301540-75 6301541-75 6301542-75 6301543-75 6301544-75 6301545-75 6301546-75 6301547-75 6301548-75 6301549-75 6301550-75 6301551-75 6301552-75 6301553-75 6301554-75 6301555-75 6301556-75 6301557-75 6301558-75 6301559-75 6301560-75 6301561-75 6301562-75 6301563-75 6301564-75 6301565-75 6301566-75 6301567-75 6301568-75 6301569-75 6301570-75 6301571-75 6301572-75 6301573-75 6301574-75 6301575-75 6301576-75 6301577-75 6301578-75 6301579-75 6301580-75 6301581-75 6301582-75 6301583-75 6301584-75 6301585-75 6301586-75 6301587-75 6301588-75 6301589-75 6301590-75 6301591-75 6301592-75 6301593-75 6301594-75 6301595-75 6301596-75 6301597-75 6301598-75 6301599-75 6301600-75 6301601-75 6301602-75 6301603-75 6301604-75 6301605-75 6301606-75 6301607-75 6301608-75 6301609-75 6301610-75 6301611-75 6301612-75 6301613-75 6301614-75 6301615-75 6301616-75 6301617-75 6301618-75 6301619-75 6301620-75 6301621-75 6301622-75 6301623-75 6301624-75 6301625-75 6301626-75 6301627-75 6301628-75 6301629-75 6301630-75 6301631-75 6301632-75 6301633-75 6301634-75 6301635-75 6301636-75 6301637-75 6301638-75 6301639-75 6301640-75 6301641-75 6301642-75 6301643-75 6301644-75 6301645-75 6301646-75 6301647-75 6301648-75 6301649-75 6301650-75 6301651-75 6301652-75 6301653-75 6301654-75 6301655-75 6301656-75 6301657-75 6301658-75 6301659-75 6301660-75 6301661-75 6301662-75 6301663-75 6301664-75 6301665-75 6301666-75 6301667-75 6301668-75 6301669-75 6301670-75 6301671-75 6301672-75 6301673-75 6301674-75 6301675-75 6301676-75 6301677-75 6301678-75 6301679-75 6301680-75 6301681-75 6301682-75 6301683-75 6301684-75 6301685-75 6301686-75 6301687-75 6301688-75 6301689-75 6301690-75 6301691-75 6301692-75 6301693-75 6301694-75 6301695-75 6301696-75 6301697-75 6301698-75 6301699-75 6301700-75 6301701-75 6301702-75 6301703-75 6301704-75 6301705-75 6301706-75 6301707-75 6301708-75 6301709-75 6301710-75 6301711-75 6301712-75 6301713-75 6301714-75 6301715-75 6301716-75 6301717-75 6301718-75 6301719-75 6301720-75 6301721-75 6301722-75 6301723-75 6301724-75 6301725-75 6301726-75 6301727-75 6301728-75 6301729-75 6301730-75 6301731-75 6301732-75 6301733-75 6301734-75 6301735-75 6301736-75 6301737-75 6301738-75 6301739-75 6301740-75 6301741-75 6301742-75 6301743-75 6301744-75 6301745-75 6301746-75 6301747-75 6301748-75 6301749-75 6301750-75 6301751-75 6301752-75 6301753-75 6301754-75 6301755-75 6301756-75 6301757-75 6301758-75 6301759-75 6301760-75 6301761-75 6301762-75 6301763-75 6301764-75 6301765-75 6301766-75 6301767-75 6301768-75 6301769-75 6301770-75 6301771-75 6301772-75 6301773-75 6301774-75 6301775-75 6301776-75 6301777-75 6301778-75 6301779-75 6301780-75 6301781-75 6301782-75 6301783-75 6301784-75 6301785-75 6301786-75 6301787-75 6301788-75 6301789-75 6301790-75 6301791-75 6301792-75 6301793-75 6301794-75 6301795-75 6301796-75 6301797-75 6301798-75 6301799-75 6301800-75 6301801-75 6301802-75 6301803-75 6301804-75 6301805-75 6301806-75 6301807-75 6301808-75 6301809-75 6301810-75 6301811-75 6301812-75 6301813-75 6301814-75 6301815-75 6301816-75 6301817-75 6301818-75 6301819-75 6301820-75 6301821-75 6301822-75 6301823-75 6301824-75 6301825-75 6301826-75 6301827-75 6301828-75 6301829-75 6301830-75 6301831-75 6301832-75 6301833-75 6301834-75 6301835-75 6301836-75 6301837-75 6301838-75 6301839-75 6301840-75 6301841-75 6301842-75 6301843-75 6301844-75 6301845-75 6301846-75 6301847-75 6301848-75 6301849-75 6301850-75 6301851-75 6301852-75 6301853-75 6301854-75 6301855-75 6301856-75 6301857-75 6301858-75 6301859-75 6301860-75 6301861-75 6301862-75 6301863-75 6301864-75 6301865-75 6301866-75 6301867-75 6301868-75 6301869-75 6301870-75 6301871-75 6301872-75 6301873-75 6301874-75 6301875-75 6301876-75 6301877-75 6301878-75 6301879-75 6301880-75 6301881-75 6301882-75 6301883-75 6301884-75 6301885-75 6301886-75 6301887-75 6301888-75 6301889-75 6301890-75 6301891-75 6301892-75 6301893-75 6301894-75 6301895-75 6301896-75 6301897-75 6301898-75 6301899-75 6301900-75 6301901-75 6301902-75 6301903-75 6301904-75 6301905-75 6301906-75 6301907-75 6301908-75 6301909-75 6301910-75 6301911-75 6301912-75 6301913-75 6301914-75 6301915-75 6301916-75 6301917-75 6301918-75 6301919-75 6301920-75 6301921-75 6301922-75 6301923-75 6301924-75 6301925-75 6301926-75 6301927-75 6301928-75 6301929-75 6301930-75 6301931-75 6301932-75 6301933-75 6301934-75 6301935-75 6301936-75 6301937-75 6301938-75 6301939-75 6301940-75 6301941-75 6301942-75 6301943-75 6301944-75 6301945-75 6301946-75 6301947-75 6301948-75 6301949-75 6301950-75 6301951-75 6301952-75 6301953-75 6301954-75 6301955-75 6301956-75 6301957-75 6301958-75 6301959-75 6301960-75 6301961-75 6301962-75 6301963-75 6301964-75 6301965-75 6301966-75 6301967-75 6301968-75 6301969-75 6301970-75 6301971-75 6301972-75 6301973-75 6301974-75 6301975-75 6301976-75 6301977-75 6301978-75 6301979-75 6301980-75 6301981-75 6301982-75 6301983-75 6301984-75 6301985-75 6301986-75 6301987-75 6301988-75 6301989-75 6301990-75 6301991-75 6301992-75 6301993-75 6301994-75 6301995-75 6301996-75 6301997-75 6301998-75 6301999-75 6302000-75 6302001-75 6302002-75 6302003-75 6302004-75 6302005-75 6302006-75 6302007-75 6302008-75 6302009-75 6302010-75 6302011-75 6302012-75 6302013-75 6302014-75 6302015-75 6302016-75 6302017-75 6302018-75 6302019-75 6302020-75 6302021-75 6302022-75 6302023-75 6302024-75 6302025-75 6302026-75 6302027-75 6302028-75 6302029-75 6302030-75 6302031-75 6302032-75 6302033-75 6302034-75 6302035-75 6302036-75 6302037-75 6302038-75 6302039-75 6302040-75 6302041-75 6302042-75 6302043-75 6302044-75 6302045-75 6302046-75 6302047-75 6302048-75 6302049-75 6302050-75 6302051-75 6302052-75 6302053-75 6302054-75 6302055-75 6302056-75 6302057-75 6302058-75 6302059-75 6302060-75 6302061-75 6302062-75 6302063-75 6302064-75 6302065-75 6302066-75 6302067-75 6302068-75 6302069-75 6302070-75 6302071-75 6302072-75 6302073-75 6302074-75 6302075-75 6302076-75 6302077-75 6302078-75 6302079-75 6302080-75 6302081-75 6302082-75 6302083-75 6302084-75 6302085-75 6302086-75 6302087-75 6302088-75 6302089-75 6302090-75 6302091-75 6302092-75 6302093-75 6302094-75 6302095-75 6302096-75 6302097-75 6302098-75 6302099-75 6302100-75 6302101-75 6302102-75 6302103-75 6302104-75 6302105-75 6302106-75 6302107-75 6302108-75 6302109-75 6302110-75 6302111-75 6302112-75 6302113-75 6302114-75 6302115-75 6302116-75 6302117-75 6302118-75 6302119-75 6302120-75 6302121-75 6302122-75 6302123-75 6302124-75 6302125-75 6302126-75 6302127-75 6302128-75 6302129-75 6302130-75 6302131-75 6302132-75 6302133-75 6302134-75 6302135-75 6302136-75 6302137-75 6302138-75 6302139-75 6302140-75 6302141-75 6302142-75 6302143-75 6302144-75 6302145-75 6302146-75 6302147-75 6302148-75 6302149-75 6302150-75 6302151-75 6302152-75 6302153-75 6302154-75 6302155-75 6302156-75 6302157-75 6302158-75 6302159-75 6302160-75 6302161-75 6302162-75 6302163-75 6302164-75 6302165-75 6302166-75 6302167-75 6302168-75 6302169-75 6302170-75 6302171-75 6302172-75 6302173-75 6302174-75 6302175-75 6302176-75 6302177-75 6302178-75 6302179-75 6302180-75 6302181-75 6302182-75 6302183-75 6302184-75 6302185-75 6302186-75 6302187-75 6302188-75 6302189-75 6302190-75 63021

Спасибо за внимание!

Авдеенков Павел Павлович

avdeenkovpp@mail.ru

+7-927-608-34-86

Степанов Сергей Валериевич

stepanovsv3@yandex.ru

+7-927-692-36-54

Харькина Оксана Викторовна

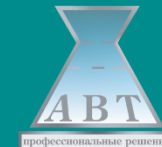
okh@watertec.ru

+7-926-140-59-60



EcoSmart

ООО «ЭкоСмарт»



*Архитектура
Водных
Технологий*