





Компьютерные программы для технологического расчета канализационных очистных сооружений и моделирования процессов биологической очистки сточных вод в аэротенках

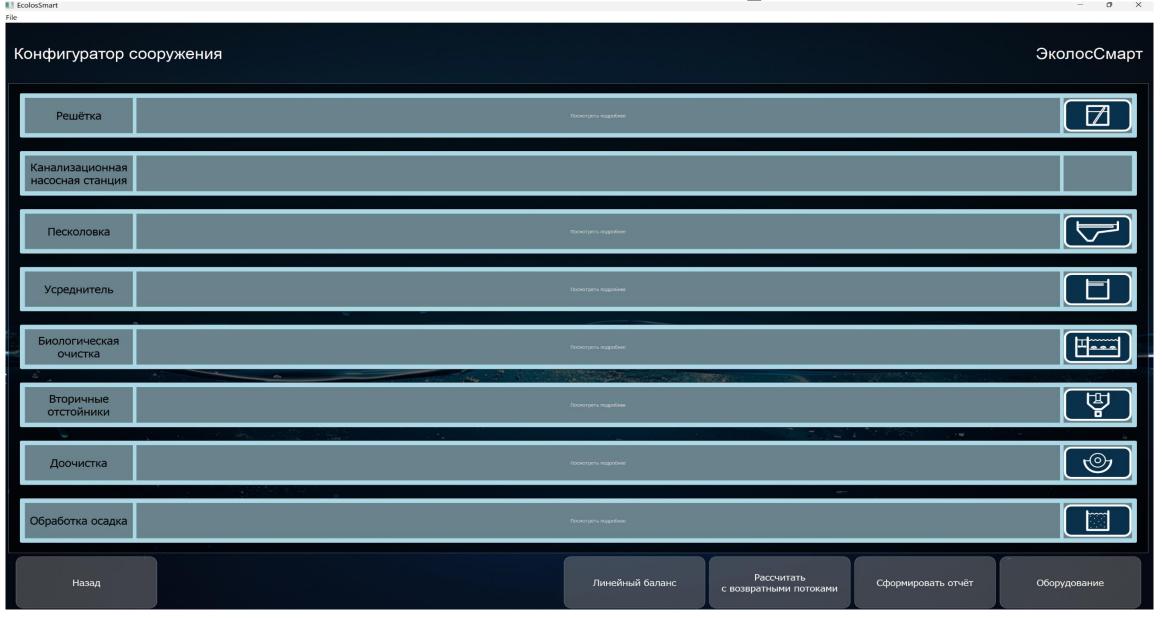
Исследование выполнено в рамках Договора № 4951ГС1/85526 между ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» и ООО «ЭкоСмарт»

Докладчик: к.т.н. Авдеенков П.П.

Соавторы: Степанов С.В., Лазунин М.В.,

Семенов В.Н.

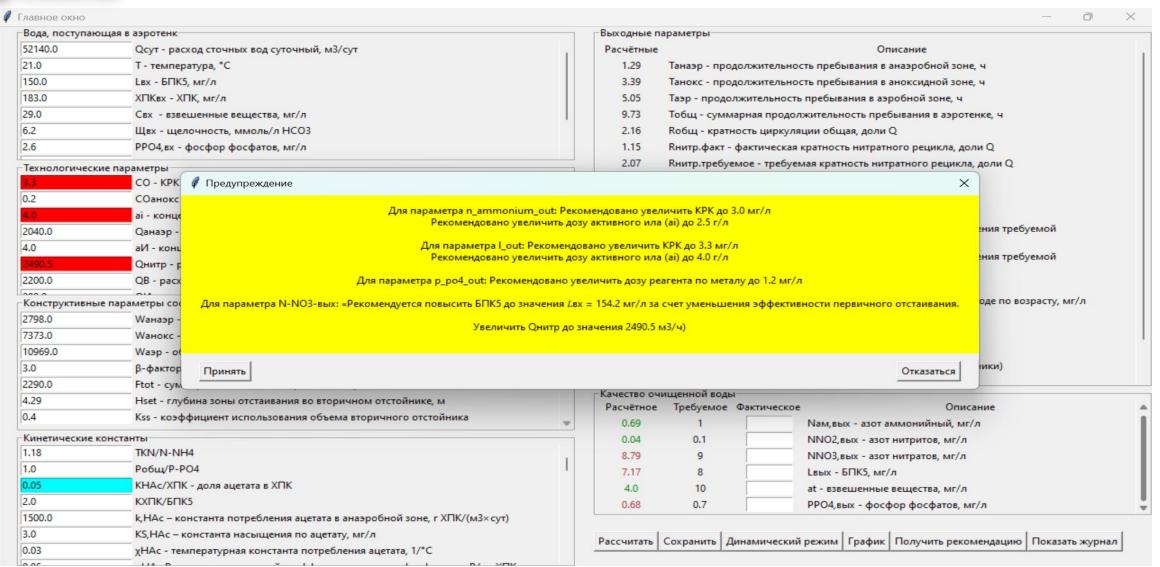
EcolosSmart ЭколосСмарт Ввод исходных данных Введите требования к очищенной воде Введите параметры поступающей воды 1091.2 Осут - суточный расход сточных вод 85-го процентиля, м3/сут БПКоч - БПКполн, мг/л 1000.0 Оср.сут - среднесуточный расход сточных вод 85-го процентиля, м3/сут NNH4,оч - азот аммонийный, мг/л 105.1 От Омах.ч - максимально часовой расход сточных вод 85-го процентиля, м3/ч NNO3,оч - азот нитратов, мг/л 168.72 Свв.исх - взвешенные вещества, мг/л NNO2,оч - азот нитритов, мг/л 170.75 БПКполн.вх.исх - БПКполн исходной воды, мг/л РРО4,оч - фосфор фосфатов, мг/л 142.29 БПК5.вх.исх - БПК5 исходной воды, мг/л Св.в.оч - взвешенные вещества, мг/л Выбери тип сооружения 41.01 NNH4,вх.исх - азот аммонийный, мг/л Nopr,вх.исх - азот органический, мг/л NNO3, вх.исх - азот нитратов, мг/л Блочно-модульные (При суточном расходе не более 2000 м3/сут) Железобетонные сооружения (При любом суточном расходе) NNO2, вх.исх - азот нитритов, мг/л 3.61 РРО4,вх.исх - фосфор фосфатов, мг/л Рорг, вх.исх - фосфор органический, мг/л 6.0 Щисх - щелочность, мг-экв/л Тз - расчетная температура сточных вод в зимний период, °С 12.0 Тл - расчетная температура сточных вод в летний период, °C Твл - среднемесячная температура воздуха наиболее теплого месяца °C Z – высота площадки над уровнем моря, м Назад Далее



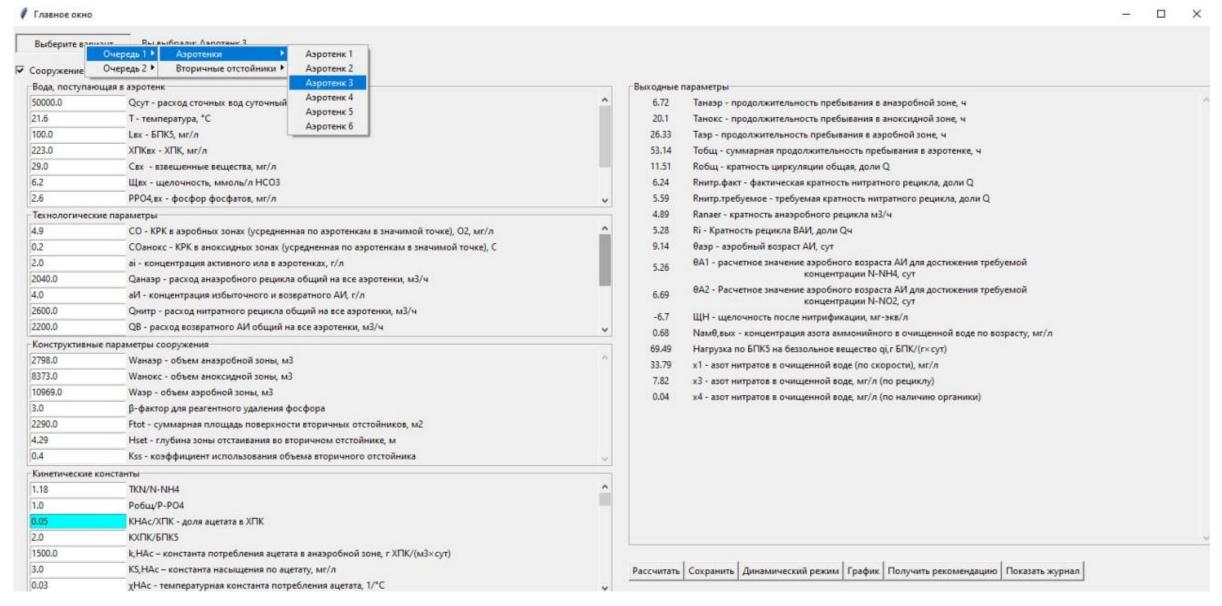


N	0,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
Этчёт	ЭколосСм
Сооружение	Аэротенк
ПКб - БПКполн воды после вторичных отстойников, мг/л	12
INH4,6 - азот аммонийный после вторичных отстойников, мг/л	1
INO3,6 - азот нитратов после вторичных отстойников, мг/л	8.32
INO2,6 - азот нитритов после вторичных отстойников, мг/л	0.1
орг,б - азот органический после вторичных отстойников, мг/л	0
РО4,6 - фосфор фосфатов после вторичных отстойников, мг/л	0.2
орг,6 - фосфор органический после вторичных отстойников, мг/л	0
t - взвешенные вещества после вторичных отстойников, мг/л	10
і - Иловый индекс, мл/г	140
і — доза ила в аэротенке, г/л;	3
- зольность ила, доли ед.	0.25
о - средняя концентрация растворенного кислорода в аэробной зоне, мг/л	2
анаэр - продолжительность пребывания в анаэробной зоне, час	0
аі - рециркуляция возвратного ила, доли единицы Q	0.72
нитр - нитратный рецикл, доли единицы Q	3.21
ден - удельная скорость денитрификации, мгN/(г·ч)	1.73
анокс.рден - продолжительность пребывания в аноксидной зоне по удельной скорости д	енитрификации, ч 8.4
 Цден – увеличение щелочности за счет денитрификации, мг-экв/л 	2
БПК удельная скорость окисления органических веществ, мгБПКполн/(г×ч)	5.22
БПК - продолжительность окисления органических веществ, ч	4
нитр - удельная скорость нитрификации, мгN/(г·ч)	1.06
нитр - продолжительность нитрификации, ч	17.2
Цвых — щелочность на выходе из аэротенка, мг-экв/л	2.1
А1 - минимальный аэробный возраст 1-й ступени, сут	19.9
А2 - минимальный аэробный возраст 2-й стадии, сут	13.77
аэр,min - минимальный аэробный возраст активного ила, сут	19.9
/аэр,θ - объем аэробной зоны по возрасту ила, м3	683.11
аэр, θ - минимальная продолжительность нитрификации по возрасту ила, ч	14.9
	17.3

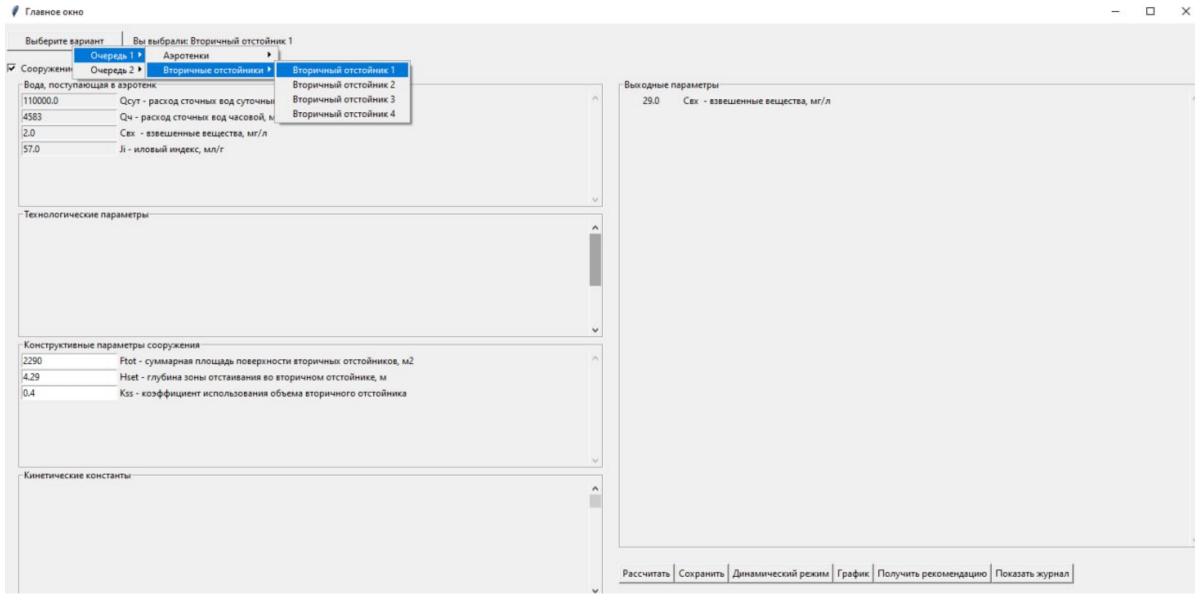




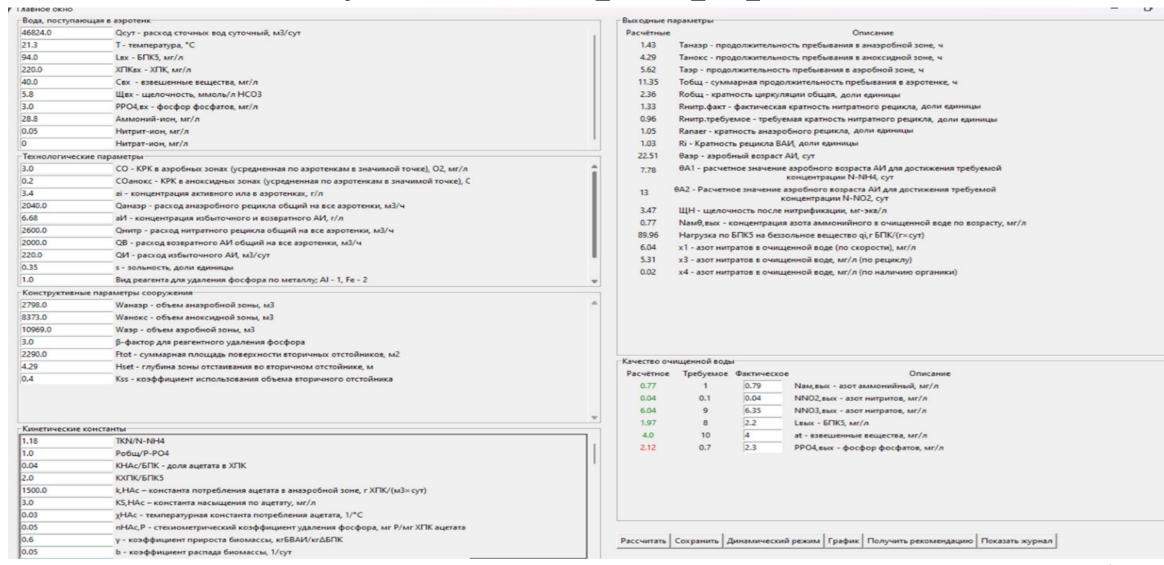
ПО для оптимизации работы аэротенков



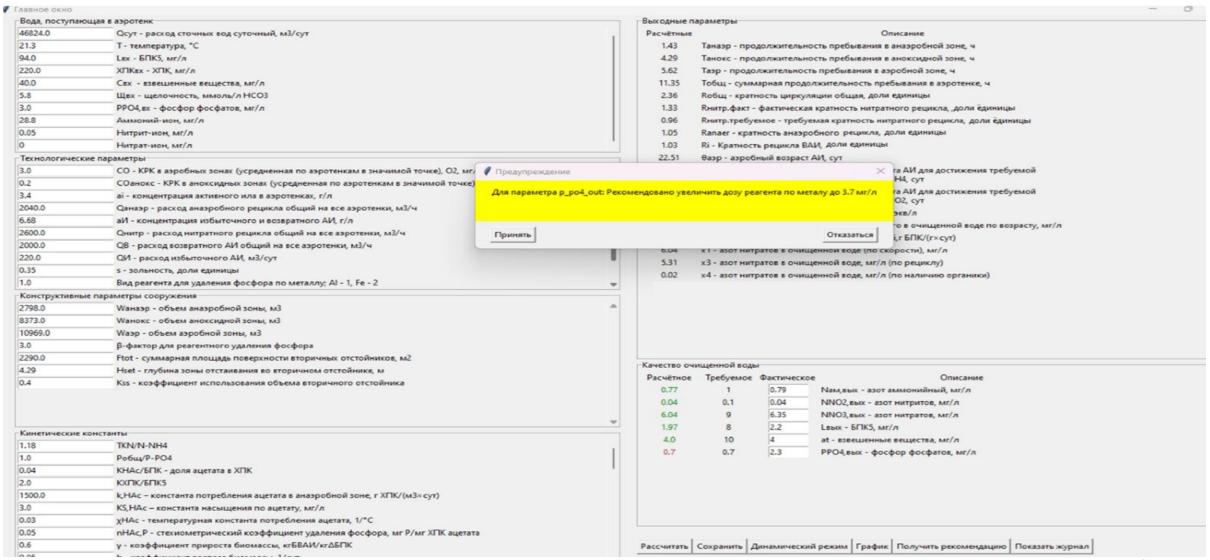
ПО для оптимизации работы аэротенков



Определение дозы коагулянта для химического удаления фосфора



Определение дозы коагулянта для химического удаления фосфора



Результаты работы ПО «ПОТЕНЦИАЛ

Месяц	Расход сточных вод, м ³ /сут	Объем аэробных зон, м ³	Продолжи- тельность пребывания в аэробной зоне, ч	Доза ила в аэротенке, г/л	Изменение дозы ила в аэротенке, г/(л·сут)	Концентрация взвешенных веществ в очищенной воде, мг/л	Расход избыточног о ила, м ³ /сут	Доза избыточного ила, г/л	Прирост активного ила, кг/сут	Темпера- тура, °С	Аэробный возраст, сут
1 очередь											
апрель	348 749	57195	3,9	3,4	-0,008	6,9	2066	11,7	26 119	19,1	7,5
май	318 362	57195	4,3	4,1	0,022	8,1	2140	12,0	29 636	19,6	7,9
июль	329 902	45756	3,3	5,1	-0,008	6,9	2383	11,2	28 591	24,8	8,1
2 очередь											
апрель	243 766	65837	6,5	6,5	0,038	6,9	1042	13,8	18 568	19,1	22,9
май	178 324	65837	8,9	7,5	0,033	8,1	1271	13,2	20 368	19,6	24,2
июль	136 282	54868	9,7	6,3	-0,038	6,9	1142	11,7	12 246	24,8	28,3

Результаты работы ПО «ПОТЕНЦИАЛ

TT.	Окисление		Нитрификация		
Наименование кинетических констант и коэффициентов	органических	Денитрификация	1-я стадия	2-я стадия	
	веществ				
Максимальная скорость окисления,	15	-	6,2-8,5	-	
мг/(г·ч)					
Константа Михаэлиса, мг/л	10	-	0,5	-	
Коэффициент ингибирования	0,07	-	0,09	-	
продуктами метаболизма активного ила,					
л/г					
Температурная константа, °С⁻¹	0,09	0,06	0,08	0,07	
Максимальная скорость роста для 20°C,	-	1,9-3	0,5	1	
cyt ⁻¹					
Vovotouto no tuvo or mound and t	-	30 (по БПК ₅)	0,9 (no $N - NH_4$)	0,22-0,7*	
Константа полунасыщения, мг/л		$0.5 \text{ (no } N - NO_3)$		$(\operatorname{no} N - NO_2)$	
Константа полунасыщения по	0,625	0,17	1,1	0,8	
кислороду, мг/л					
Константа полунасыщения по	-	-	0,5	-	
щелочности, ммоль/л					
Скорость распада микроорганизмов для	-	0,05	0,08	0,03	
20°C, cyt ⁻¹					

Выводы

- 1. Для технологического расчета современных канализационных очистных сооружений и их эксплуатации требуется высокая квалификация, как сотрудников проектных организаций и инжиниринговых компаний, так и эксплуатирующего персонала коммунальных предприятий. Разработаны два программных продукта для канализационных очистных сооружений: один позволяет выполнить комплексный технологический расчет с подбором всего необходимого оборудования; второй оптимизирует работу аэротенков таким образом, чтобы в существующих объемах сооружений добиться максимально возможной эффективности очистки.
- 2. Программное обеспечение для комплексного технологического расчета позволяет рассчитывать решетки, песколовки, усреднители, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники, сооружения доочистки и количество образующихся осадков. Для сооружений, выполняемых из железобетонных конструкций, работа ПО заканчивается технологическим расчетом с формированием отчета, а для сооружений заводского изготовления производительностью менее 2000 м³/сут подбирается всё необходимое оборудование: решетки и песколовки или комбинированные установки механической очистки, усреднители с насосами и мешалками, денитрификаторы с мешалками, нитрификаторы с аэраторами, воздуходувки, фильтрыбиореакторы, необходимые канализационные насосные станции и комплексы реагентного хозяйства коагулянта и флокулянта с насосами-дозаторами, шнековые фильтр-прессы или мешочные фильтры и ультрафиолетовое обеззараживание.

Выводы

- 3. Разработано новое программное обеспечение «Потенциал ПОмощник ТЕхНолога ЦИфровая АЛьтернатива», которое в статическом и динамическом режимах моделирует работу аэротенков с определением расчетных концентраций загрязнений в очищенной воде по ХПК, БПК $_5$, 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.
- 4. В результате 10 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 °C.
- 5. 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».

Спасибо за внимание!

```
Авдеенков Павел Павлович
```

avdeenkovpp@mail.ru

+7-927-608-34-86

Степанов Сергей Валериевич

 $\underline{step an ovsv3@y and ex.ru}$

+7-927-692-36-54

Харькина Оксана Викторовна

okh@watertec.ru

+7-926-140-59-60