



И. Панова, гл. технолог ООО "ВОДАКО"

### Содержание

- Введение
- Исходные данные / Техническое задание
- Принципиальная схема очистки
- Биологическая очистка / Расчет
- Биологическая очистка / Схемы



Введение

Сточные воды

Производственные / Хозяйственно-бытовые / Поверхностные Смешанные

Объекты

Предприятия

Коммунальные сооружения





Объем **проектирования** 

Раздел ТХ (Технологические решения)

Текстовая часть (ПЗ, расчеты, спецификации оборудования и КИП) Графическая часть (схема, планировочные решения, привязки) Задания смежным разделам (КЖ, КМ, АР, ВК, ОВ, АТХ и т.д.)



Объемы

**Концентрации загрязнений** 

Степень очистки

Дополнительно

#### Исходные данные / Составление Т3

м³/сут, м³/ч, пиковые нагрузки, режим сброса, перспективы, очередность

#### Основные показатели

Орг. загрязнения (БПК, ХПК) Взвешенные вещества Соединения азота ( $N_{o6щ}$ ,  $N_{opr}$ ,  $NH_4$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$ ) Фосфор ( $P_{o6щ}$ ,  $PO_4$ ) Нефтепродукты Жиры СПАВ, тяжелые металлы, соли pH, температура

#### Специфические

Обусловлены выпускаемой продукцией или особенностями произв. процесса

#### Точка сброса

Сеть городской канализации
Водоем
Повторное использование

Ограничения по площади

Существующие емкости, здания, сооружения

Предпочтительное исполнение (наземное, заглубленное и т.д.)



#### Стадии очистки

Механическая

Физико-

Биологическая

Доочистка

Обработка осадка

Удаление крупных частиц, посторонних включений, плавающих веществ, песка

Удаление специфических загрязнений, нефтепродуктов, жира, органических загрязнений и взвешенных веществ

Удаление растворенных орг. загрязнений, соединений азота, фосфора

Удаление остаточных загрязнений

Снижение влажности





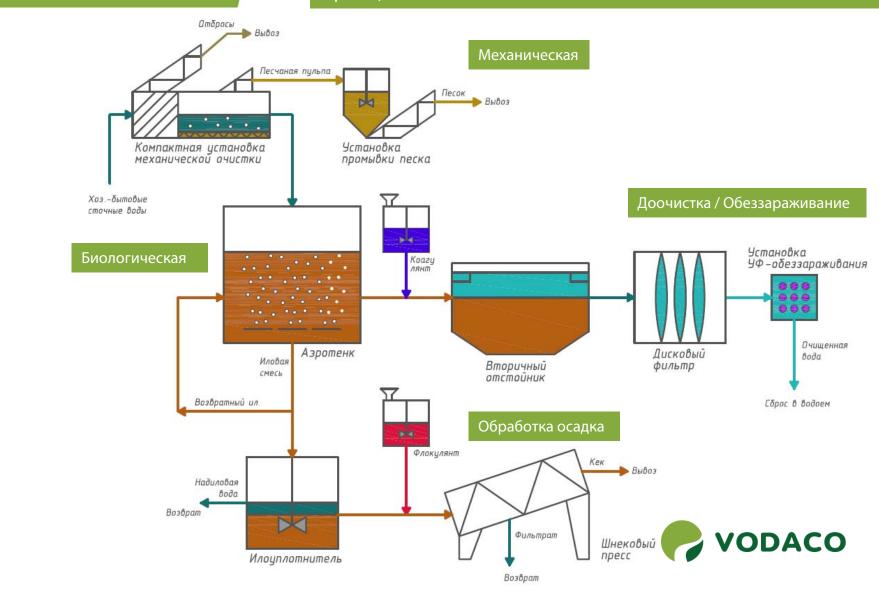




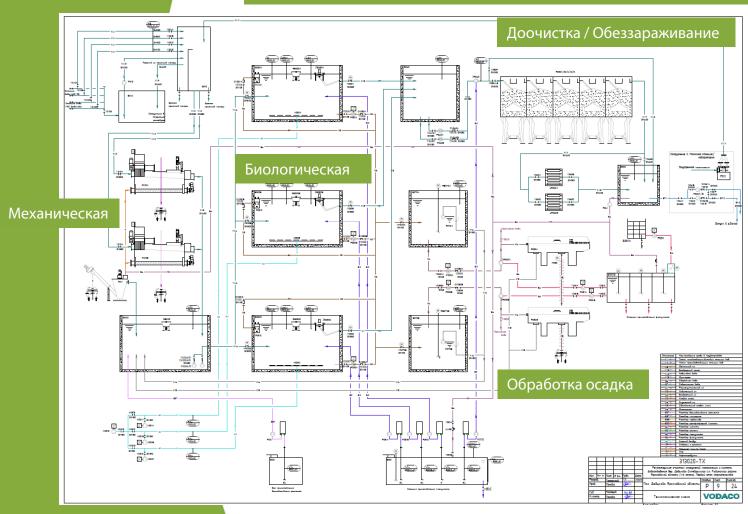




#### Принципиальная схема



#### Технологическая схема





Биологическая очистка / Расчет

**Технологический** расчет

Реакционный объем (общий, зоны)

Конфигурация емкостных сооружений

Количество кислорода Количество избыточного ила Степень рециркуляции

Подбор оборудования

Расчетные **инструменты** 

**Нормативные документы** 

СНиП 2.04.03-85

СП 32.13330.2012

- Удаление механических включений
- Разложение органических соединений
- Глубокое удаление соединений азота (нитри-денитрификация)
- Удаление фосфора



Биологическая очистка / Расчет

**Технологический** расчет

Реакционный объем (общий, зоны)

Конфигурация емкостных сооружений

Количество кислорода Количество избыточного ила Степень рециркуляции и т.д.

Подбор оборудования

**Расчетные инструменты** 

Алгоритмы ATV-DVWK Союз немецких инженеров водного хозяйства



А131 Расчет сооружений биологической очистки



Программные средства статического моделирования и расчета



Биологическая очистка / Расчет

Программные средства статического моделирования и расчета



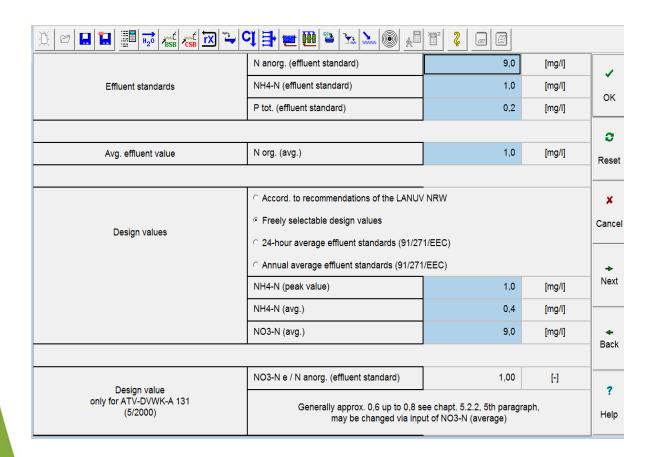
- Учет возвратных потоков
- Эффективность предварительных стадий
- Нитри-денитрификация (варианты)
- Биолого-реагентное удаление фосфора
- Дозирование внешнего источника углерода
- Вариативный расчет, подбор параметра





Программные средства статического моделирования и расчета

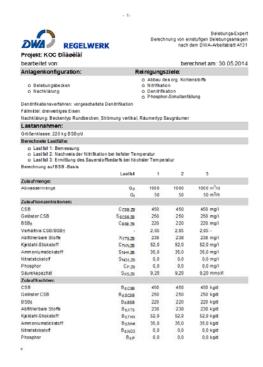
#### Биологическая очистка / Расчет





#### Биологическая очистка / Расчет

Программные средства статического моделирования и расчета



- 2-		
Belebungsbecken, Lastfall 1:		
Temperatur im Belebungsbecken	т	12.0 Grad C
Stickstoffbilanz:		
Zulauf, C Tron + S Non	CN	52.0 mg/l
im Schlamm gebunden	XoraNBM	11,0 mg/l
Ammonium im Ablauf	SNH AN	0,4 mg/l
organischer Stick stoff im Ablauf	SpraNAN	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3.N</sub>	39,6 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3-AN</sub>	9,0 mg/l
zu denitrifzierendes Nitrat	SN03.D	30,6 mg/I
erforderliche Den trifikation skapazität	SNO3.p/CB98	0,139 kg/kg
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D</sub> /V <sub>BB</sub>	0.34 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	SNO3D/Case	0,135 kg/kg
den krifizierte s Nitrat	SNO3,D	29,7 mg/I
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	SN03.AN	9,9 mg/l
Minimal erbrderliche Rückführung	RF	3,40 -
Phosphorelimination:		
Phosphor im Zulauf	Cp.28	0,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufhahme)	X <sub>P,DM</sub>	0,0 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufhahme)	X <sub>P,BaP</sub>	0,0 mg/I
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	SP04AN	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	SPOLAN	0,2 mg/l
gefällter Phosphor	Xp.pat.	0,0 mg/l
Fällmittel: Dreivertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	0.0 kgMeld
Schlammtrockensubstanz im Belebungsbecken:		
Zulässige Schlammtrockensubstanz im Ablauf BB	TSAB	4,02 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammtrockensubstanz im Ablauf BB	TSAB	3,00 kg/m <sup>3</sup>
Schlammalter und Belastungskennwerter		
Erforderliches Schlammalter	erttrs	12,5 d
Erforderliche Schlamm-Masse	ertMTS	3300 kg
Erforderliches Volumen	Vas	932 m <sup>3</sup>
Gewähltes Volumen	VBB	1100 m <sup>3</sup>
Vorhandenes Schlammater	trs	15,1 d
Vomandenes serobes Schlammalter	TIS.aet	10,0 d
Vorhandener Sicherheitsfaktor	SF	2.18 -
BSBs-Raumbelastung	BRESS	0,20 kg/(m <sup>3</sup> *d)
BSB <sub>5</sub> -S chlammbe lastung	B <sub>TS,BSB</sub>	0,07 kg/(kg*d)
Schlammproduidion:		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	0Sec	219 kgd
Schlamm aus Dosierung von ext. C	0.5 dated	0 kgd
Schlamm aus biol P-Elimination	0Samor	0 kg/d
Schlamm aus P-Fallung	ÛS <sub>d</sub> ,F	0 kg/d
S chiamm produktion gesamt	USd	219 kg/d
Sauerstoffverbrauch:		



Реакционный объем

Возраст ила

#### Биологическая очистка / Расчет

$$V_{AT} = \frac{M_{SS,AT}}{SS_{AT}} = \frac{t_{SS, Dim} \cdot SP_d}{SS_{AT}}$$

$$t_{SS, aerob, dim} = SF \cdot 3.4 \cdot 1.103$$
 (15-T) cyt

$$t_{SS,dim} = t_{SS,aerob} \cdot \frac{1}{1 - (V_D/V_{AT})}$$
 cyr

	Цель очистки		< 1200 кг БПК₅/сут		> 6000 кг БПК <sub>5</sub> /сут		
	T∘C		10	12	10	12	
	Без нитрификации		5		4		
	С денитрификацией		10	8,2	8	6,6	
	$V_D/V_{AT} =$	0,2	12,5	10,3	10,0	8,3	СУТ
	2 7	0,3	14,3	11,7	11,4	9,4	•
		0,4	16,7	13,7	13,3	11,0	
		0,5	20,0	16,4	16,0	13,2	
Аэробная стабилизация		25	;	не рекоме	ндуется		



Реакционный объем

Возраст ила

#### Биологическая очистка / Расчет

$$V_{AT} = \frac{M_{SS,AT}}{SS_{AT}} = \frac{t_{SS, Dim} \cdot SP_d}{SS_{AT}}$$

$$t_{SS, aerob, dim} = SF \cdot 3.4 \cdot 1.103$$
 (15-T)

$$t_{SS,dim} = t_{SS,aerob} \cdot \frac{1}{1 - (V_D/V_{AT})}$$
 cyt

	$S_{NO3,D}/C_{BOD,IAT}$				
$V_D/V_{AT}$	пре- денитрификация в и	симультанная и периодическая			
	сравнимые процессы	денитрификация			
0,2	0,11	0,06			
0,3	0,3	0,09			
0,4	0,4	0,12			
0,5	0,5	0,15			

$$S_{NO3,D} = C_{N,IAT} - S_{orgN,EST} - S_{NH4,EST} - S_{NO3,EST} - X_{orgN,BM}$$
 Mr/л



Биологическая очистка / Расчет

Реакционный объем

Прирост ила

$$V_{AT} = \frac{M_{SS,AT}}{SS_{AT}} = \frac{t_{SS, Dim}}{SS_{AT}} SP_d$$

$$M^3$$

$$SP_{d,C} = B_{d,BOD} \cdot (0.75 + 0.6 \cdot \frac{X_{SS,IAT}}{C_{BOD,IAT}} \quad (1-0.2) \cdot 0.17 \cdot 0.75 \ t_{SS} \cdot F_{T}$$

$$+0.17 \cdot t_{SS} \cdot F_{T}$$

$$\kappa \Gamma/\text{CyT}$$

$$F_T = 1.072^{(T-15)}$$

кгСВ/кгБПК<sub>5</sub>

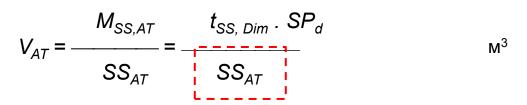
$X_{SS,IAT}/C_{BOD,IAT}$	Возраст ила, сут					
	4	8	10	15	20	25
0,4	0,79	0,69	0,65	0,59	0,56	0,53
0,6	0,91	0,81	0,77	0,71	0,68	0,65
0,8	1,03	0,93	0,89	0,83	0,80	0,77
1,0	1,15	1,05	1,01	0,95	0,92	0,89
1,2	1,27	1,17	1,13	1,07	1,04	1,01

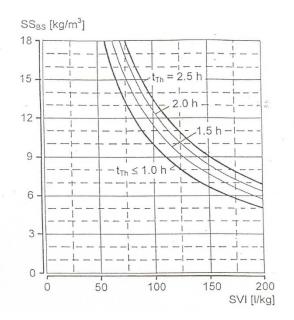


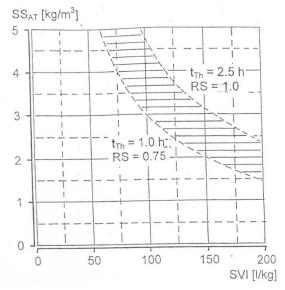
Биологическая очистка / Расчет

Реакционный объем

Доза ила







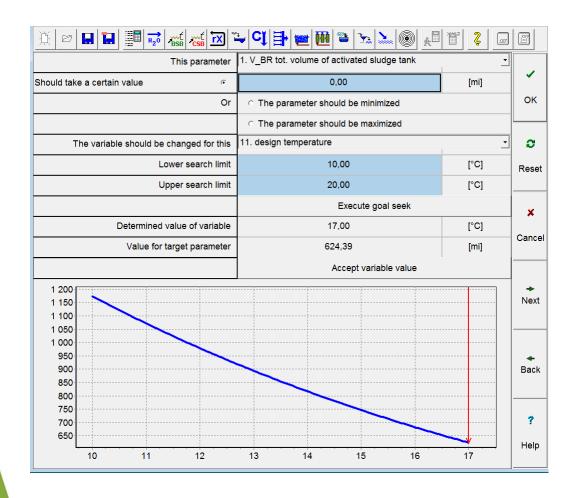
$$SS_{AT} = \frac{RS \cdot SS_{RS}}{1 + RS}$$
 KΓ/M<sup>3</sup>

 $SS_{RS} \sim$  от 0.5 до 0.7  $\cdot$   $SS_{BS}$ 



Зависимость реакционного объема от температуры

#### Биологическая очистка / Расчет





Количество кислорода

Часовой расход с учетом пиковых нагрузок

#### Биологическая очистка / Расчет

$$OV_{d,C} = B_{d,BOD} \cdot (0.56 + \frac{0.15 \cdot t_{SS} \cdot F_T}{1 + 0.17 \cdot t_{SS} \cdot F_T})$$

кг  $O_2$ /сут

 $kгO_2/kгБПК_5$ 

T°C	Возраст ила, сут					
	4	8	10	15	20	25
10	0,85	0,99	1,04	1,13	1,18	1,22
12	0,87	1,02	1,07	1,15	1,21	1,24
15	0,92	1,07	1,12	1,19	1,24	1,27
18	0,96	1,11	1,16	1,23	1,27	1,30
20	0,99	1,14	1,18	1,25	1,29	1,32

$$OV_{d,N} = Q_d \cdot 4.3 \cdot (S_{NO3,D} - S_{NO3,IAT} + S_{NO3,EST})/1000$$

кг O<sub>2</sub>/сут

$$OV_{d,D} = Q_d \cdot 2.9 \cdot S_{NO3,D} / 1000$$

кг О₂/сут

$$OV_h = \frac{f_C \cdot (OU_{d,C} - OU_{d,D}) + f_N \cdot OU_{d,I}}{24}$$

кгО<sub>2</sub>/ч

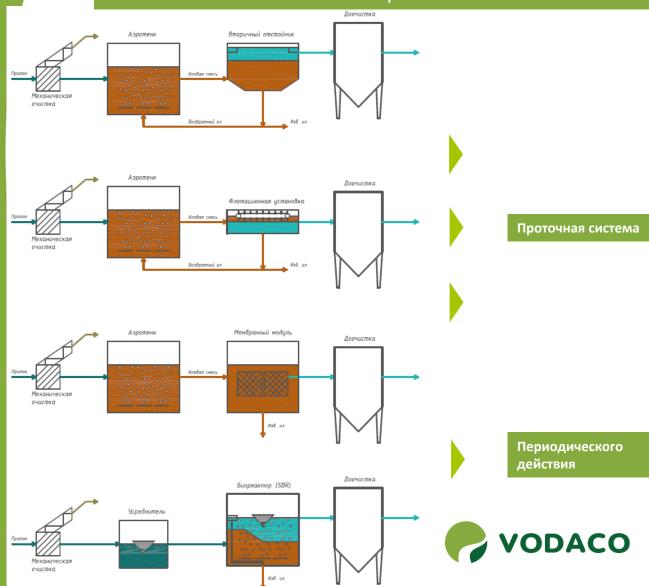
Альфа-фактор!

$$reg_{a}^{C_{S}} = \frac{C_{S}}{C_{S} - C_{X}} \cdot OV_{h}$$
 $reg_{a}^{C_{S}} = \frac{C_{S}}{C_{S} - C_{X}} \cdot OV_{h}$ 



Биологическая очистка / Выбор схемы

Разделение иловой смеси

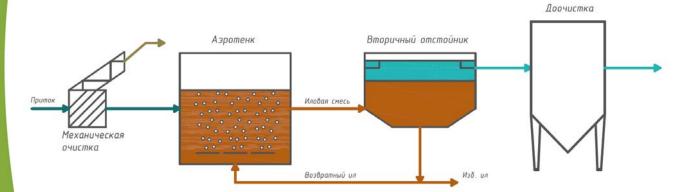


Биологическая очистка / Выбор схемы

Аэротенк – вторичный отстойник

Проточная система

от 1 000 до 500 000 м³/сут



- Классическая технология
- Широкое распространение
- Без ограничений по максимальной производительности

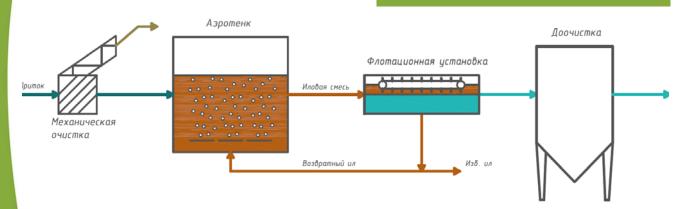


Биологическая очистка / Выбор схемы

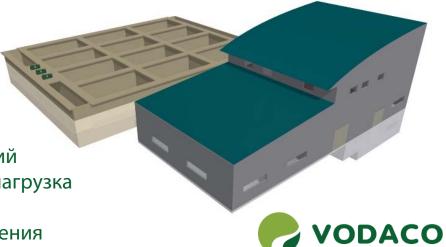
Разделение ила и воды флотацией

Проточная система

от 200 до 10 000 м³/сут



- Повышенная доза ила до 5-6 г/л
- Оптимизация существующих сооружений
- Повышенная удельная поверхностная нагрузка
- Размещение внутри здания
- Избыточный ил 3% СВ не требует сгущения

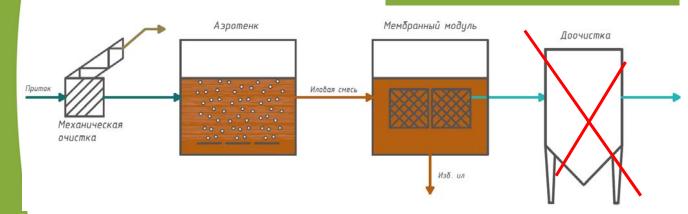


Биологическая очистка / Выбор схемы

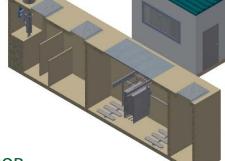
**Мембранное** разделение

Проточная система

от 25 до 10 000 м³/сут



- Доза ила до 12 г/л
- Не требует доочистки
- Не требует возврата ила
- Компактное решение для небольших объемов
- Оптимизация существующих сооружений

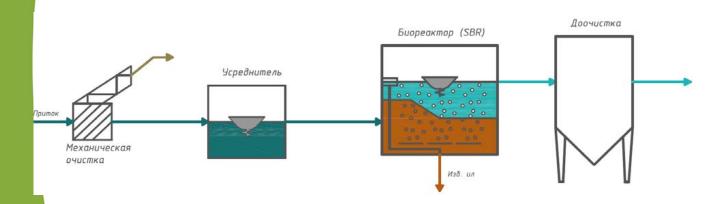




Биологическая очистка / Выбор схемы

**SBR** 

Периодического действия от 100 до 10 000 м³/сут



- Разделение ила и воды в объеме биореактора
- Возможность оперативного изменения продолжительности фаз
- Идеальные условия для седиментации
- Принцип модульного расширения







Спасибо за внимание!