

**Санкт-Петербургский государственный технологический университет
растительных полимеров**

Кафедра ИИТСУ

**Диссертация на тему:
Разработка экспертно-диагностической
системы для управления процессом
биологической очистки сточных вод**

Выполнил:

Курашов С.В.

студент

539 группы

Руководитель:

Дятлова Е.П.

к.т.н.

Санкт-Петербург
2015 г.

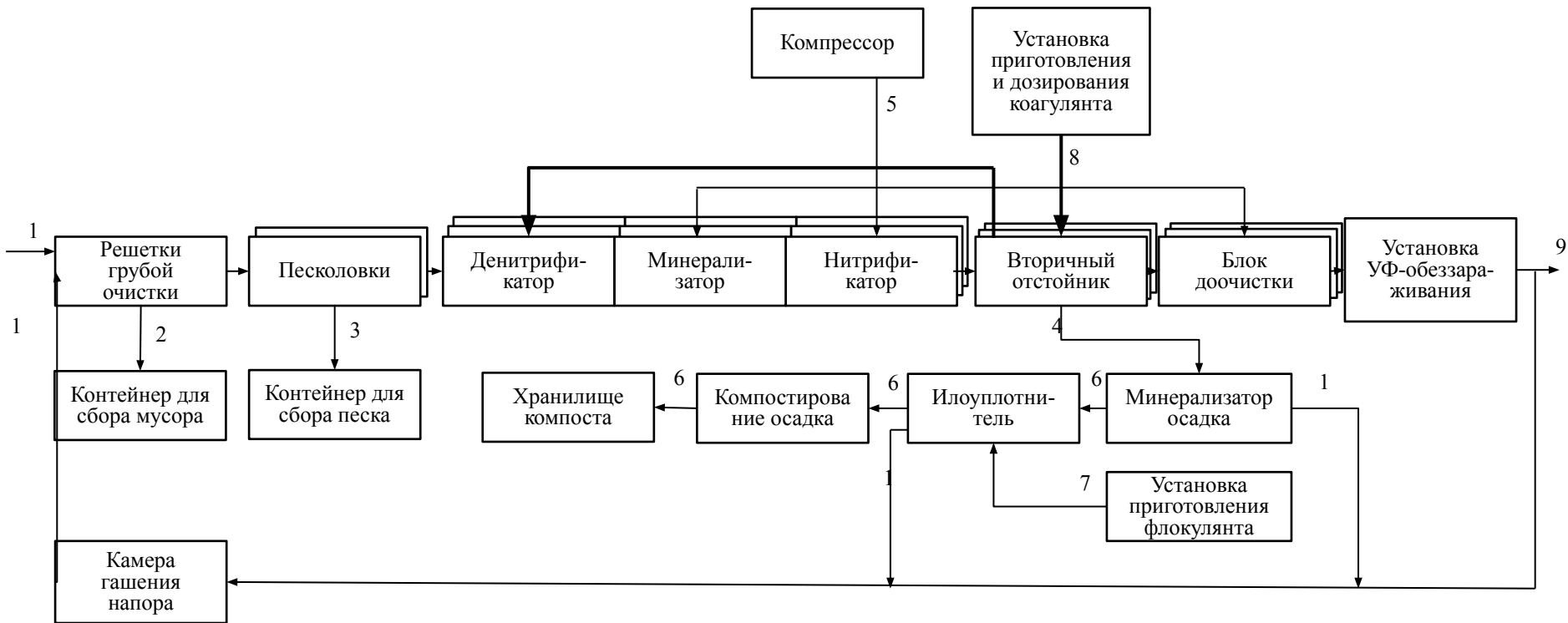
Цель работы:

- Модернизация системы автоматизации технологического процесса биологической очистки сточных вод с дополнением ее функцией диагностики нештатных ситуаций

Задачи:

- Провести анализ технологического процесса биологической очистки сточных вод.
- Разработать систему автоматизации и выполнить подбор комплекса технических средств для данного процесса.
- Разработать диагностическую модель процесса и экспертную систему для диагностики нештатных ситуаций на процессе
- Разработать алгоритм работы системы диагностики и провести его тестирование.

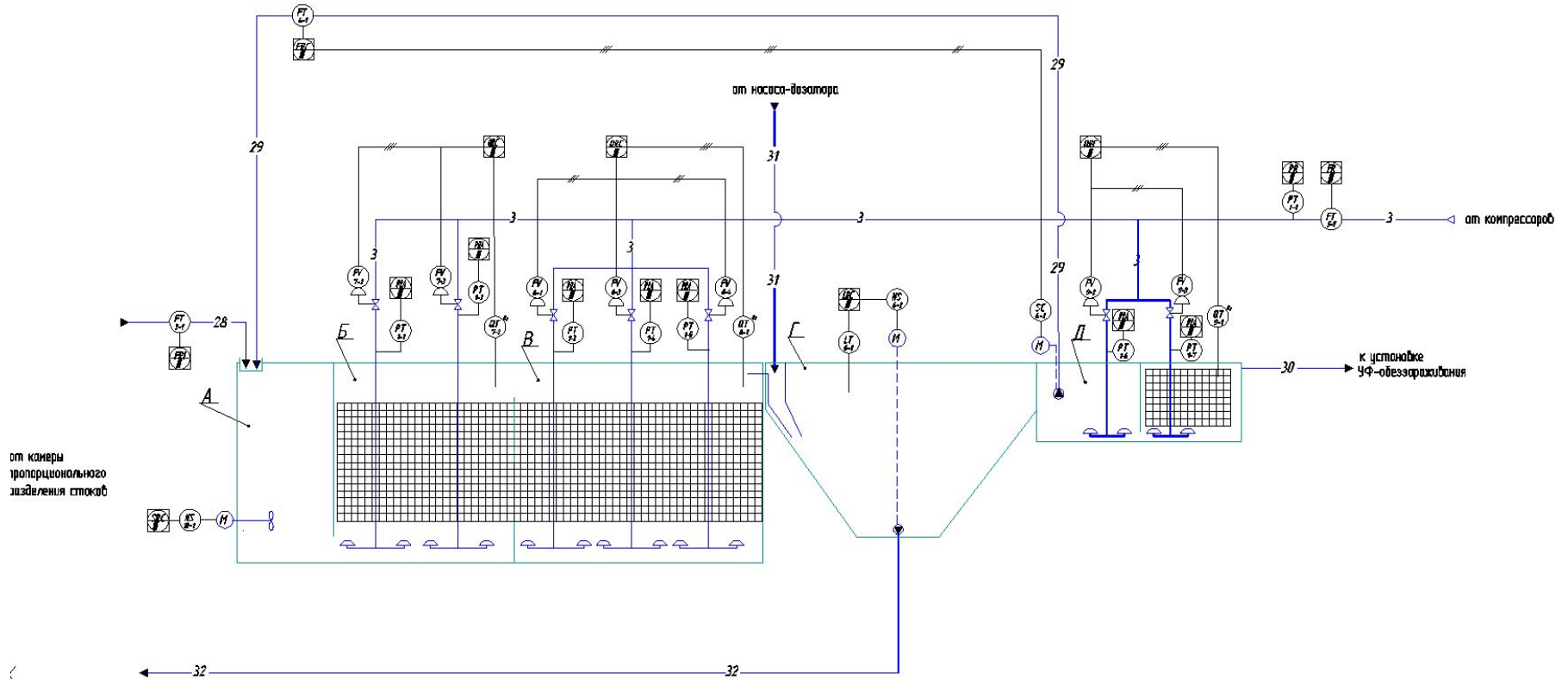
Технологическая схема процесса



Обозначение потоков веществ:

- 1 – загрязненная вода
- 2 – отбросы
- 3 – песок
- 4 – осадок
- 5 – воздух

Функциональная схема автоматизации



Существующие системы

Название. Разработчик	Основные функции и характеристики
ЭС реального времени. (Baeza,J)	Регулирование работы очистных сооружений. Управление процессом очистки сточных вод через Интернет.
ЭС для определения состояния очистных сооружений. (Riano)	Система автоматического построения правил, используемых для идентификации состояния очистных сооружений.
ЭС для управления очистными сооружениями.(Yang)	Экспертная система для определения последовательности стадий очистки воды на очистных сооружениях
ЭС для управления ОС.(Wiese, J., Stahl, A., Hansen,J.) [Экспертная система для определения вредных микроорганизмов в системе активного ила
ЭС по сокращению ущерба от загрязнения водных ресурсов. (Университет Сев. Каролины)	Оценка потенциальных воздействий для управления рассеянными источниками загрязнения в бассейне рек, основанная на информации и решениях, поступающих от пользователя.
ЭС реального времени для управления очистными сооружениями, (Sanchez-Marre)	ППР при наблюдении, комплексном контроле и управлении работой очистных сооружений. Комбинирует во фреймовую структуру: обучение, рассуждение, приобретение знаний, распределенное принятие решений. Правила вывода частично моделируют данные и экспертные знания. Система на прецедентах моделирует эмпирические знания.
Управление системой активного ила. (Comas ,J.)	Система контроля и управления системой активного ила на биологических очистных сооружениях. Ядро и основные модули разработаны на основе объектно-ориентированной оболочки, реализующей механизм логического вывода. Управляет получением данных, БД, системой правил и прецедентов.

Продукционные правила

№	Если		то	
	Параметр	Значение	Состояние процесса	Рекомендации
1	Уровень ила в отстойнике	высокий	Вымывание ила вследствие повышенной гидравлической нагрузки	Увеличить расход рецикла Уменьшить аэрацию
	Расход поступающей воды	высокий		
2	Уровень ила в отстойнике	высокий	Вымывание ила вследствие нарушения состава ила («вспухание»)	Увеличить аэрацию Увеличить периодичность откачки ила из отстойника
	БПК воды на входе	высокое		
3	Давление от компрессора	высокое	Идёт продувка системы аэрации	-
4	Давление в аэраторе №n	высокое	Засорение аэратора №n	Включить продувку системы аэрации
	Давление от компрессора	нормальное		
5	БПК воды на входе	низкое	Дефицит питательных для ила веществ	Увеличить расход рецикла
	БПК воды на выходе	высокое		
6	БПК воды на входе	высокое	Недостаток кислорода в зоне аэрации № n	Увеличить аэрацию зоны № n
	БПК воды на выходе	высокое		
	Концентрация растворённого кислорода в зоне № n	высокая		

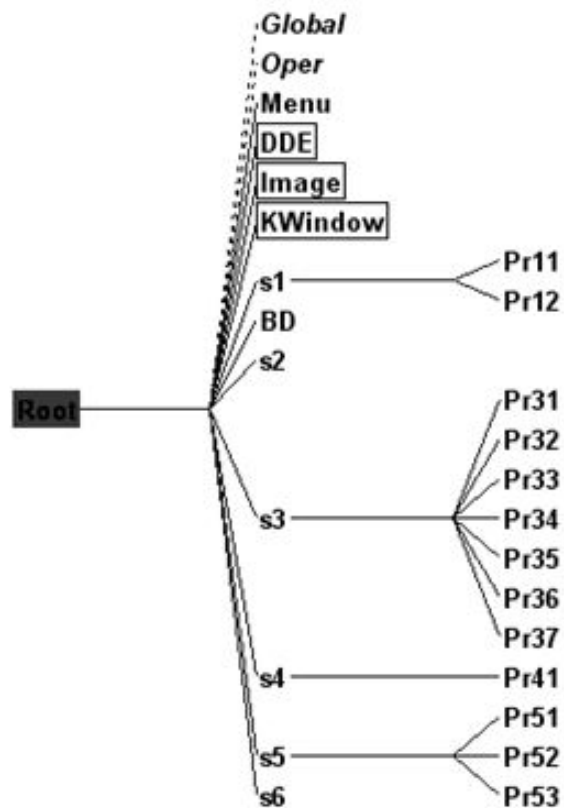
Структура экспертной системы



Основные технологические параметры

№	Обозначение параметра в базе данных	Наименование параметра	Ед. изм.	Аварийная зона	Эксплуатационная зона (пороги)		Аварийная зона
				мин	нижний	верхний	макс.
1	BODin	БПК на входе	гО ₂ /м ³	20	150	350	500
2	BODout	БПК на выходе	гО ₂ /м ³	0	5	17	20
3	Q1	Концентрация растворённого кислорода в зоне № 1 (минерализация)	г/м ³	2,5	4	6	10
4	Fin	Расход поступающей воды	м ³ /ч	250	350	790	830
5	Lil	Уровень ила в отстойнике	м	0	0,5	3,5	4
6	Q2	Концентрация растворённого кислорода в зоне № 2 (нитрификация)	г/м ³	2	2,5	4	5
7	Q3	Концентрация растворённого кислорода в зоне № 3 (доочистка)	г/м ³	2	2,5	4	5
8	P1	Давление в аэраторе №1	кПа	10	20	40	50
9	P2	Давление в аэраторе №2	кПа	10	20	40	50
...	Pn	Давление в аэраторе №n	кПа	10	20	40	50
14	P7	Давление в аэраторе №7	кПа	10	20	40	50
15	Pком	Давление от компрессора	кПа	10	30	50	100

Иерархическая структура базы знаний



Примеры заполнения базы данных и базы правил

Номер параметра в базе данных

Наименование параметра

Эксплуатационные пороги

Максимальный	<input type="text" value="3.5"/>
Минимальный	<input type="text" value="0.5"/>
Единицы измерения	<input type="text" value="м"/>

Рис. 4.6 – Пример заполнения базы данных

```
ie Editor - Int_5
e Edt Search Options

Patterns: _____ Priority: _____
0

If( Global:u #= int;
Then:
{
Global:u = end;
If( Oper:Lil > GetNthElem( BD:Max, 5 ) )
Then {
DisplayText( Transcript1, FormatValue( "%s\n", s1:text ) );
DisplayText( Transcript8, FormatValue( "%s\n", GetNthElem( BD:Name, 5 ) ) );
DisplayText( Transcript9, FormatValue( "%s\n", GetNthElem( BD:Eiz, 5 ) ) );
DisplayText( Transcript10, FormatValue( "%s\n", GetNthElem( BD:Min, 5 ) ) );
DisplayText( Transcript11, FormatValue( "%s\n", Oper:Lil ) );
DisplayText( Transcript12, FormatValue( "%s\n", GetNthElem( BD:Max, 5 ) ) );
s1:Sts1 = 1;
}
Else {
s1:Sts1 = 0;
};
If( Oper:Pkom > GetNthElem( BD:Min, 15 ) )
Then {
DisplayText( Transcript1, FormatValue( "%s\n", s2:text ) );
```

Результат работы одного из правил экспертной системы

SESSION

Align Image Edit Control Options Window Help

Ситуации

Возможен недостаток кислорода

Причины выявленные

недостаточная азотия в нитрификаторе Степень развития 0.80148

Причины возможные

недостаточная азотия в минерализаторе Степень развития 0.70292

Рекомендации

Увеличить азотию нитрификатора

Увеличить подачу воздуха в минерализатор

Промежуточные параметры

	Ед. изм.	MIN	Текущее значение	MAX
БПК на входе	г/л/м3	150	443.984	350
БПК на выходе	г/л/м3	5	42.24	17
Концентрация растворённого кислорода/зона1	г/л/м3	4	3.8152	6
Концентрация растворённого кислорода/зона2	г/л/м3	2.5	2.192	4

Тест Пуск

Эксплуатационные пороги Стоп

Заккрыть

Заключение

В результате выполнения проекта:

- Проанализирован технический процесс биологической очистки сточных вод;
- Модернизирована система автоматизации и выполнен подбор современных технических средств;
- Разработана диагностическая модель процесса и экспертная система для диагностики нештатных ситуации на процессе.

Спасибо за внимание!