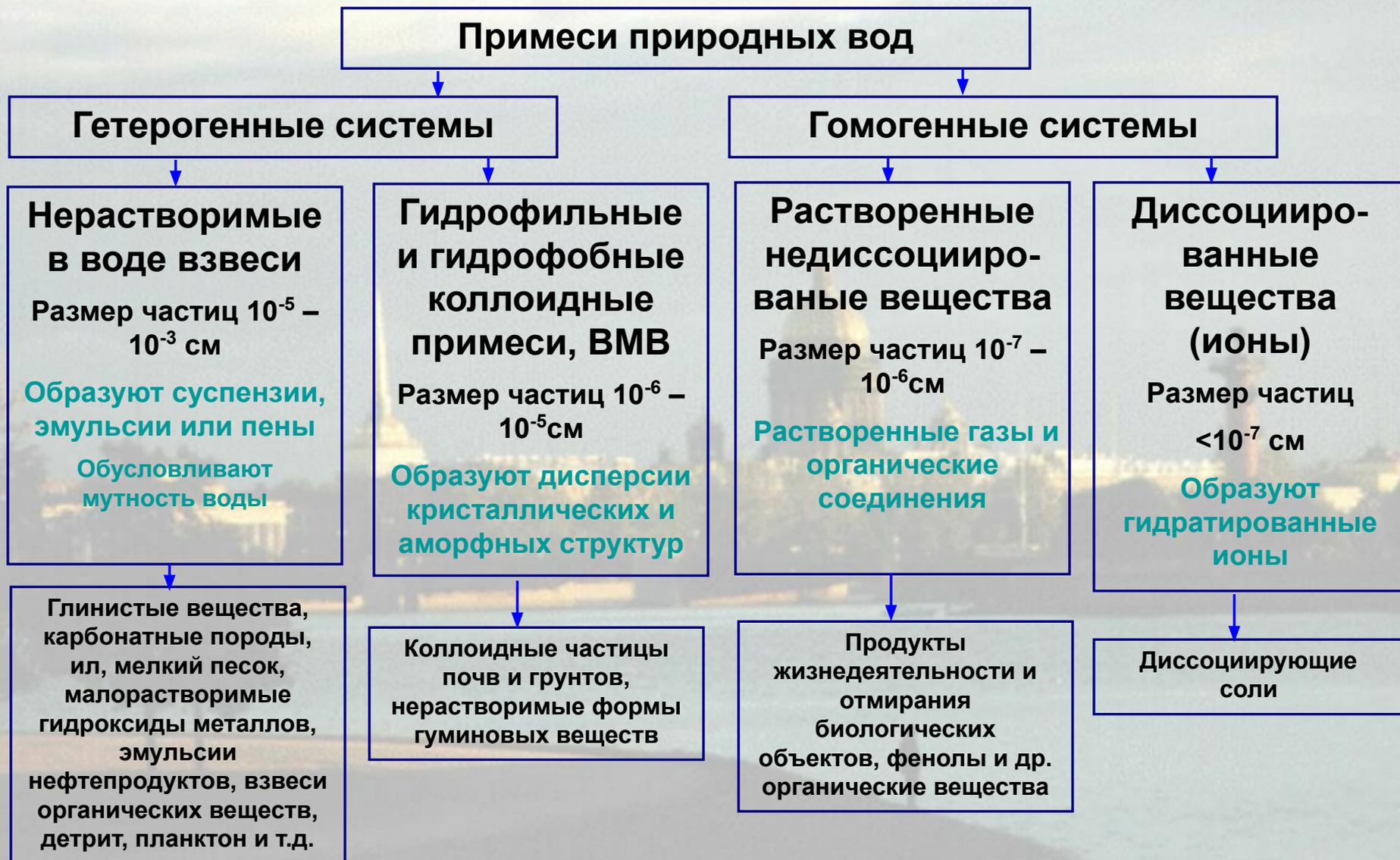




Основные физико-химические процессы очистки воды.

**Опыт исследования коагулянтов и флокулянтов.
Применение новых химических реагентов.**

Физико-химическая характеристика различных групп примесей воды по фазово-дисперсному состоянию





Виды неорганических коагулянтов

Общий вид формулы неорганических коагулянтов

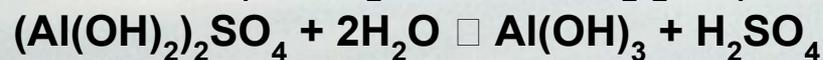


Me	K	Коэффициенты	Химическая формула	Наименование
Fe	-	a=0, c=0, d=0	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	железо (III) хлорид, хлорное железо
Fe	-	a=0, b=0, d=0	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	железо (III) сернокислое, железа (III) сульфат
Fe	-	a=0, d=0	$Fe(SO_4)Cl$	железа (III) хлор-сульфат, хлорированный железный купорос
Fe	-	b=0, d=0	$[Fe(OH)_a(SO_4)_c]_n$	оксисульфат железа (III), полиоксисульфат железа
Fe	-	c=0, d=0	$[Fe(OH)_aCl_b]_n$	оксихлорид железа (III), полиоксихлорид железа
Fe	-	a=0, b=0, d=0	$Fe(SO_4) \cdot 7H_2O$	железо (II) сернокислое, железный купорос
Al	-	a=0, b=0, d=0	$Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$	алюминия сульфат, сернокислый алюминий
Al	-	a=0, c=0, d=0	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	алюминия хлорид, хлористый алюминий
Al	-	a=0, b=0, c=0	$Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	алюминия нитрат, азотнокислый алюминий
Al	-		$[Al_2(OH)_aCl_b(SO_4)_c(NO_3)_d]_n$	оксихлорсульфатонитрат алюминия, полиоксихлорсульфатонитрат алюминия
Al	-	c=0, d=0	$[Al_2(OH)_aCl_b]_n$	оксихлорид алюминия, полиоксихлорид алюминия
Al	-	b=0, d=0	$[Al_2(OH)_a(SO_4)_c]_n$	оксисульфат алюминия, полиоксисульфат алюминия
Al	-	d=0	$[Al_2(OH)_aCl_b(SO_4)_c]_n$	оксихлорсульфат алюминия, полиоксихлорсульфат алюминия
Al	-	b=0	$[Al_2(OH)_a(SO_4)_c(NO_3)_d]_n$	оксисульфатонитрат алюминия, полиоксисульфатонитрат алюминия
Al	K	a=0, b=0, d=0	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	алюмокалиевые квасцы
Al	-	a=0, b=0, d=0	$NH_4KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	алюмоаммониевые квасцы
Al	-	a=0, b=0, d=0	$NaAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	алюмонатриевые квасцы
Al	-	b=0, c=0, d=0	$NaAl(OH)_4$	алюминат натрия



Коагуляция с использованием сульфата алюминия

Гидролиз сульфата алюминия



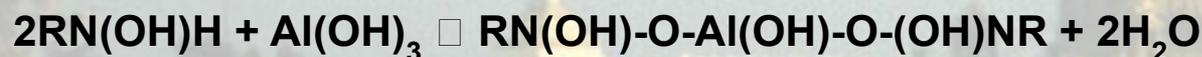
Механизм удаления взвешенных веществ силикатной природы при коагуляции сульфатом алюминия



Механизм удаления гуминовых веществ (цветности) при коагуляции сульфатом алюминия



Механизм взаимодействия катионного флокулянта с продуктами гидролиза сульфата алюминия

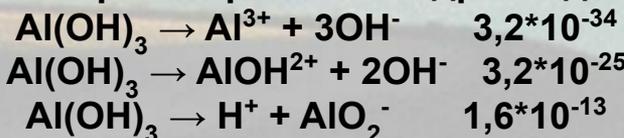


Свойства соединений алюминия:

Растворимость сульфата алюминия (г $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ на 100 г воды):

Температура, °C	0	10	20	40	50	60
	31,2	33,5	36,4	40,4	45,7	57,2

Произведения растворимости гидроксида алюминия:



Молекулярное строение гуминовых веществ

Блок-схема гуминовой кислоты по Мистерски и Логинову

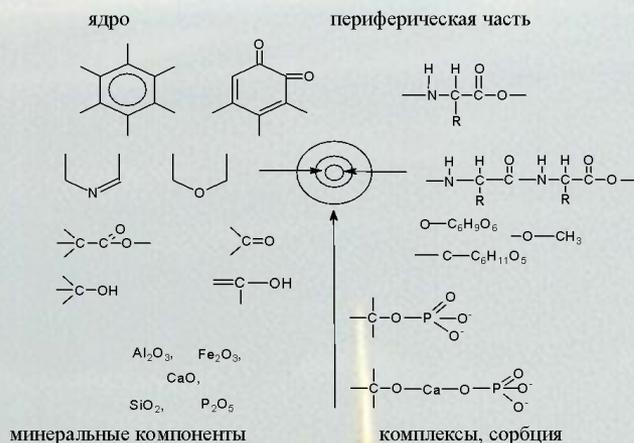
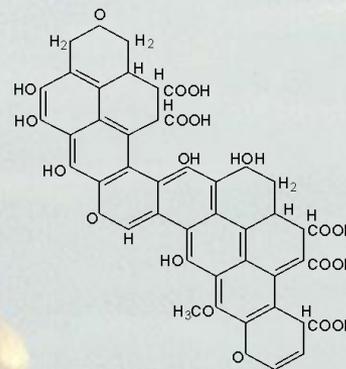
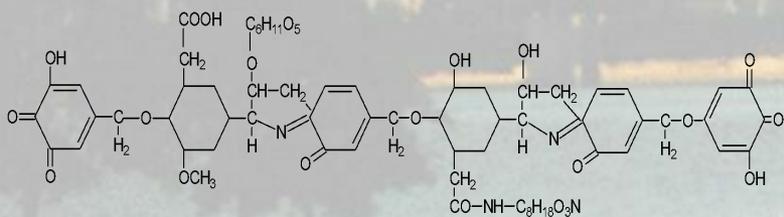


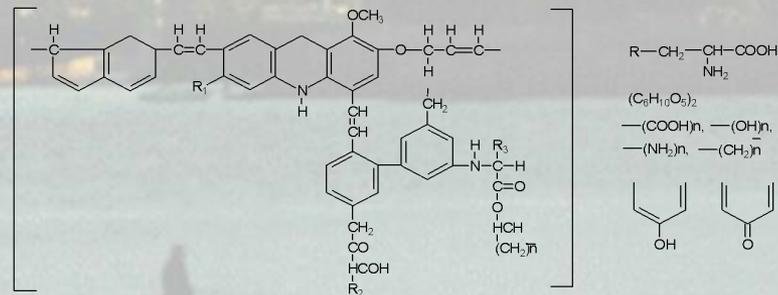
Схема строения гуминовых кислот по Фуксу



Формула гуминовой кислоты по С. С. Драгунову



Формула структурной ячейки гуминовой кислоты по Д. С. Орлову



Молекулярное строение гуминовых веществ

Блок-схема гуминовой кислоты по Мистерски и Логинову

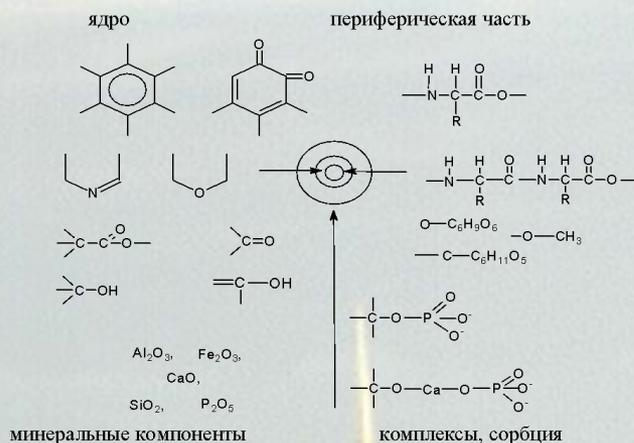
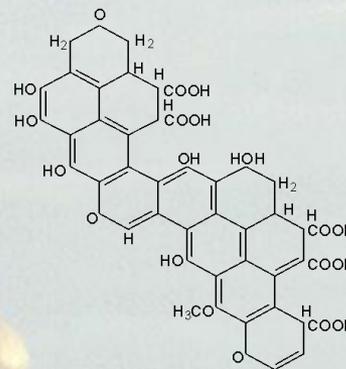
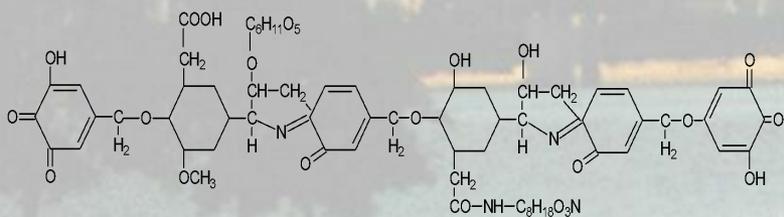


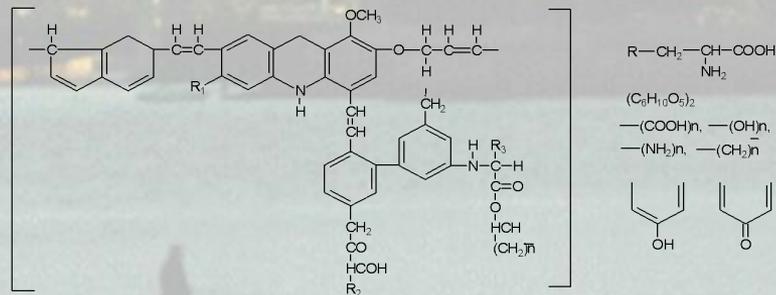
Схема строения гуминовых кислот по Фуксу



Формула гуминовой кислоты по С. С. Драгунову



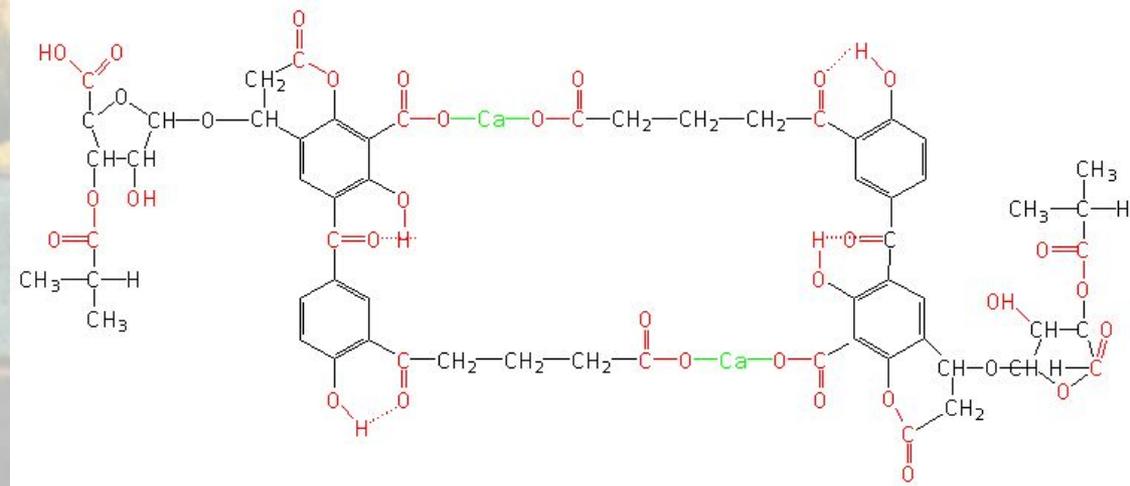
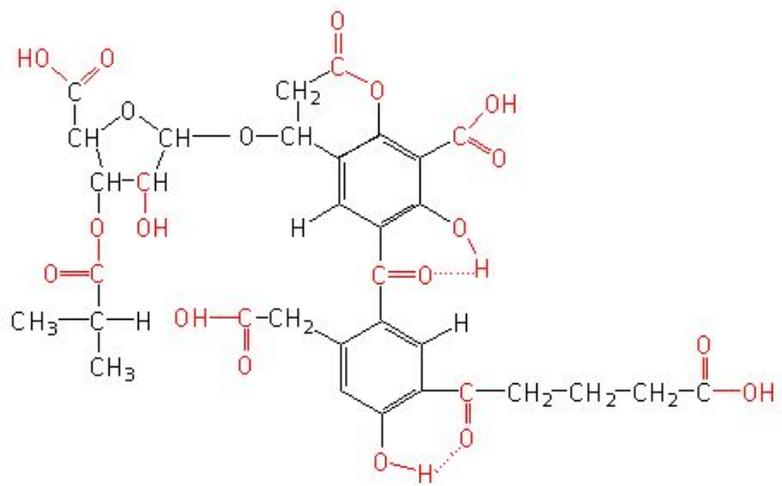
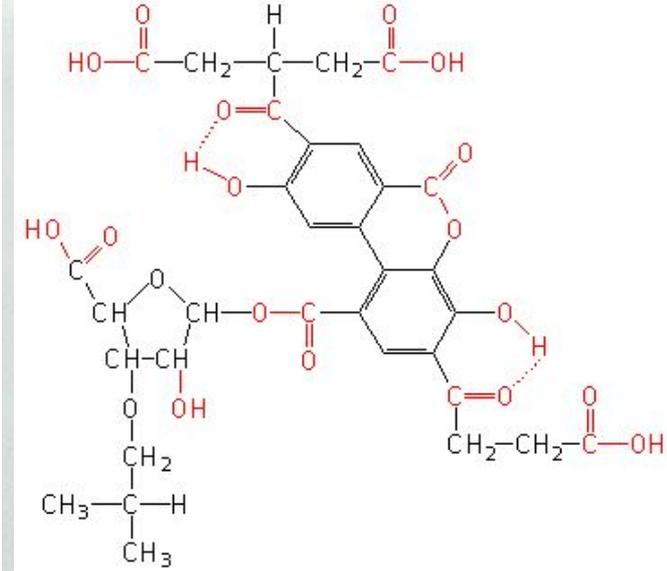
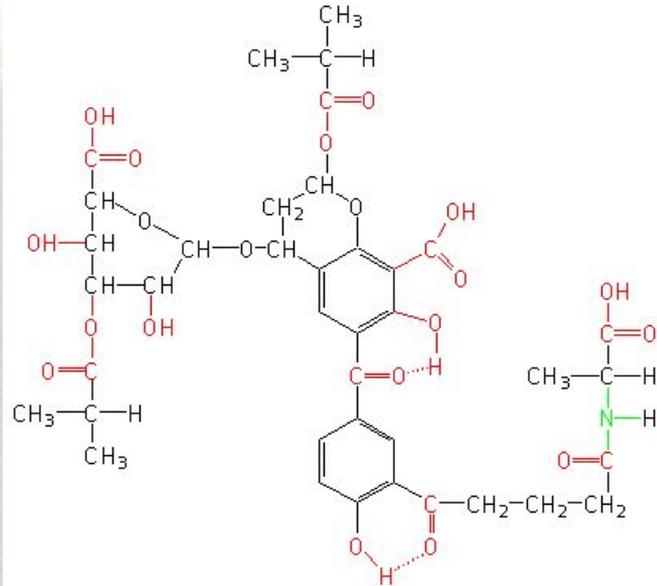
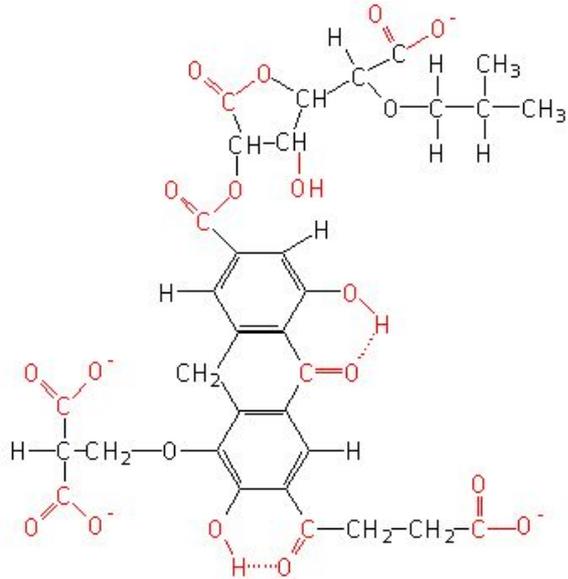
Формула структурной ячейки гуминовой кислоты по Д. С. Орлову



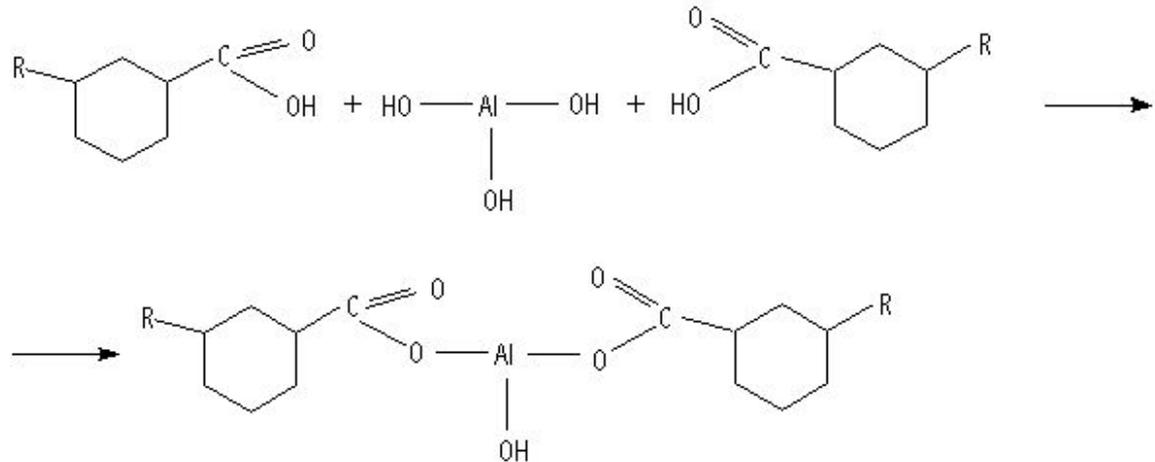
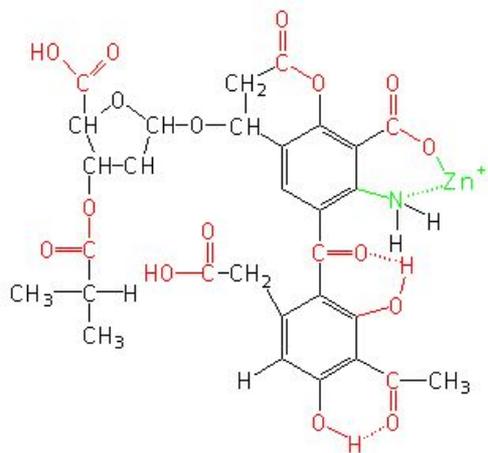
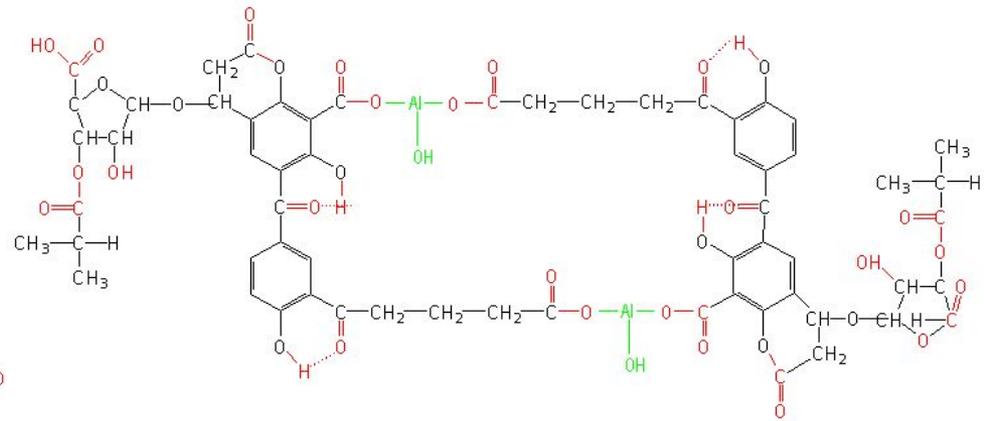
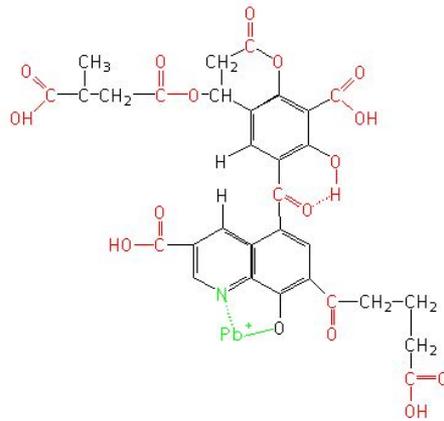
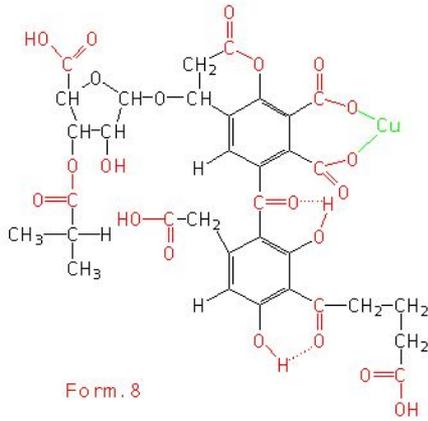


Структурные формулы гуминовых веществ (по данным из

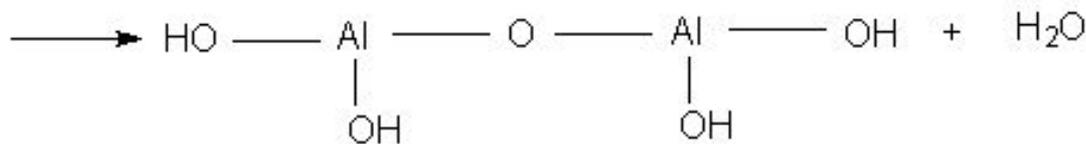
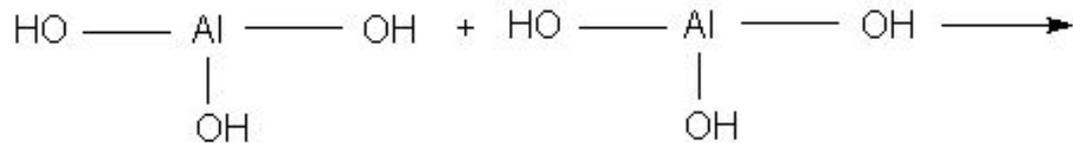
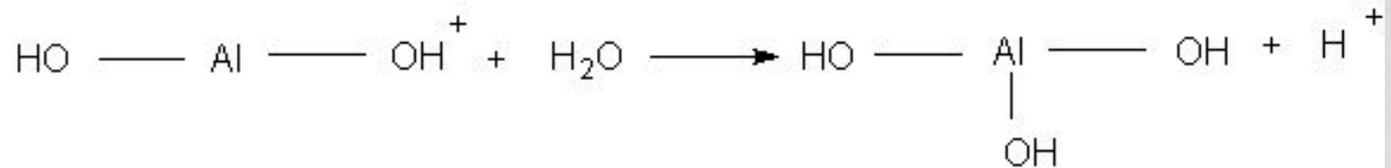
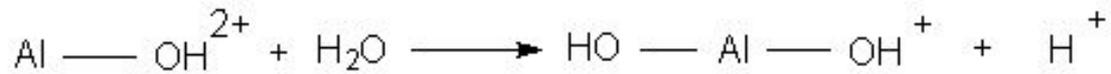
Structural components and proposed structural models of fulvic acid from the Suwannee River /
J.A. Leenheer, D.M. McKnight, E.M. Thurman, P. McCarthy // Humic Substances in the
Suwannee River, Georgia: Interactions, Properties, and Proposed Structures – Washington,
1995. – P. 195-211)



Структурные формулы гуминовых веществ

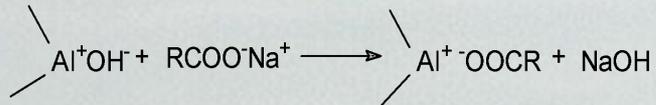


Процесс полимеризации при гидролизе сульфата алюминия

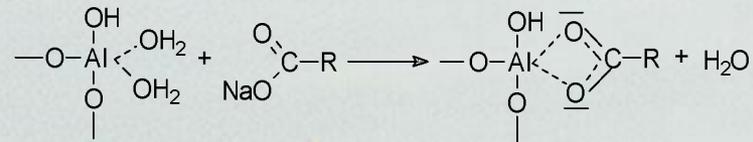


Механизмы взаимодействия гуминовых веществ с коагулянтами

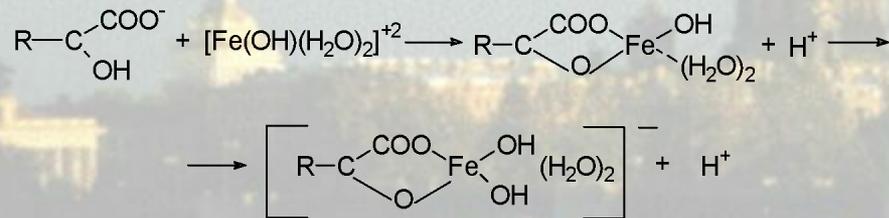
механизм анионного обмена:



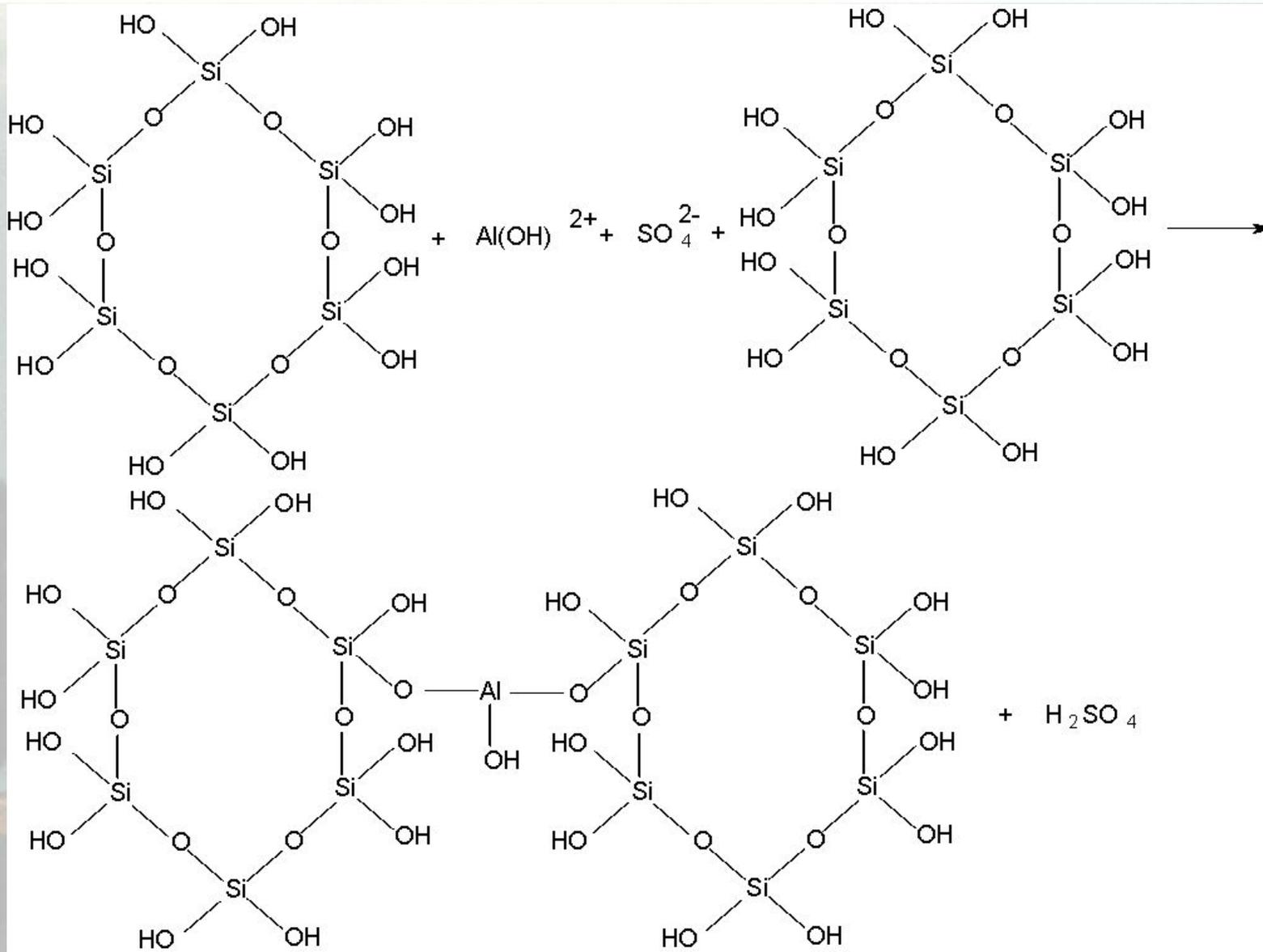
взаимодействие ФК с координационно ненасыщенными ионами с помощью одной карбоксильной группы:



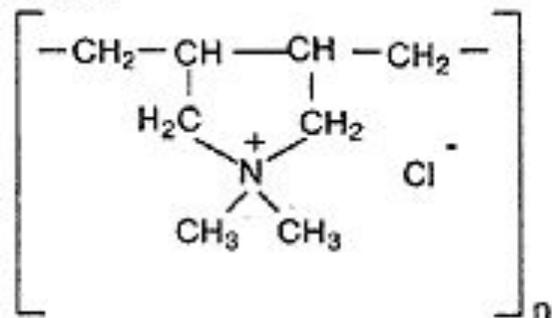
Взаимодействие гидросокомплексов алюминия и железа с гуматом натрия по механизму лигандного обмена:



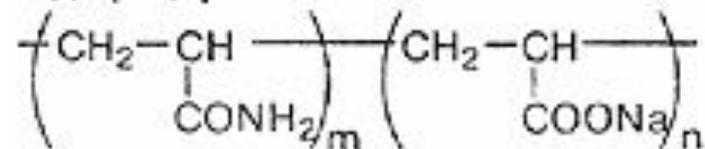
Взаимодействие сульфата алюминия с кремниевой кислотой



ВПК-402, ВПК-402а, полидиметилдиаллиламмоний хлорид



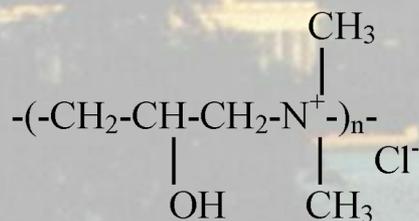
Полиакриламид частично гидролизованый АК-618, сополимер акрилата натрия и акриламида модифицированный



циклогексан — 0.05%,
вода — 10%

Тип флокулянта: полиДАДМАХ

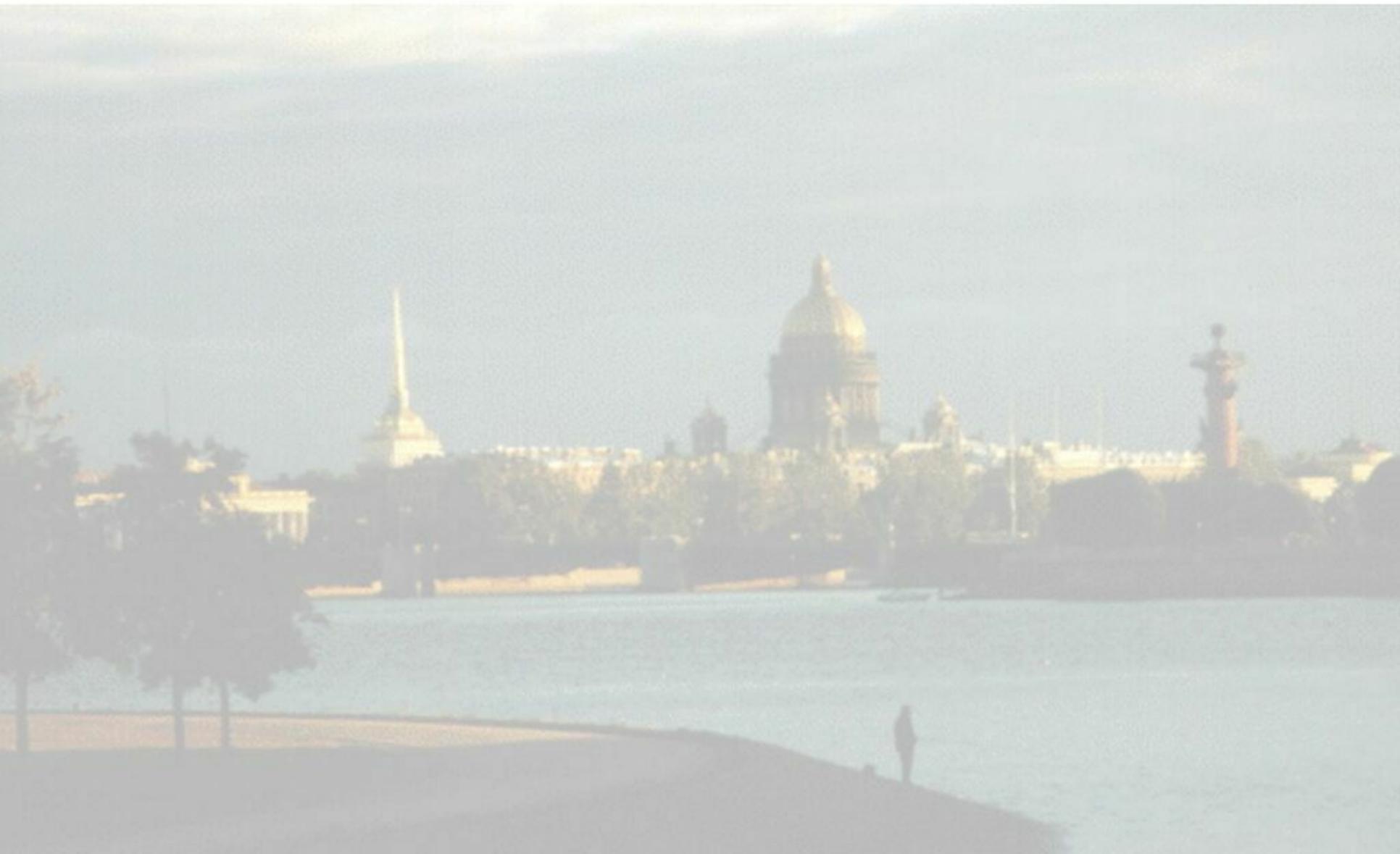
Тип катионного флокулянта: полиакриламид



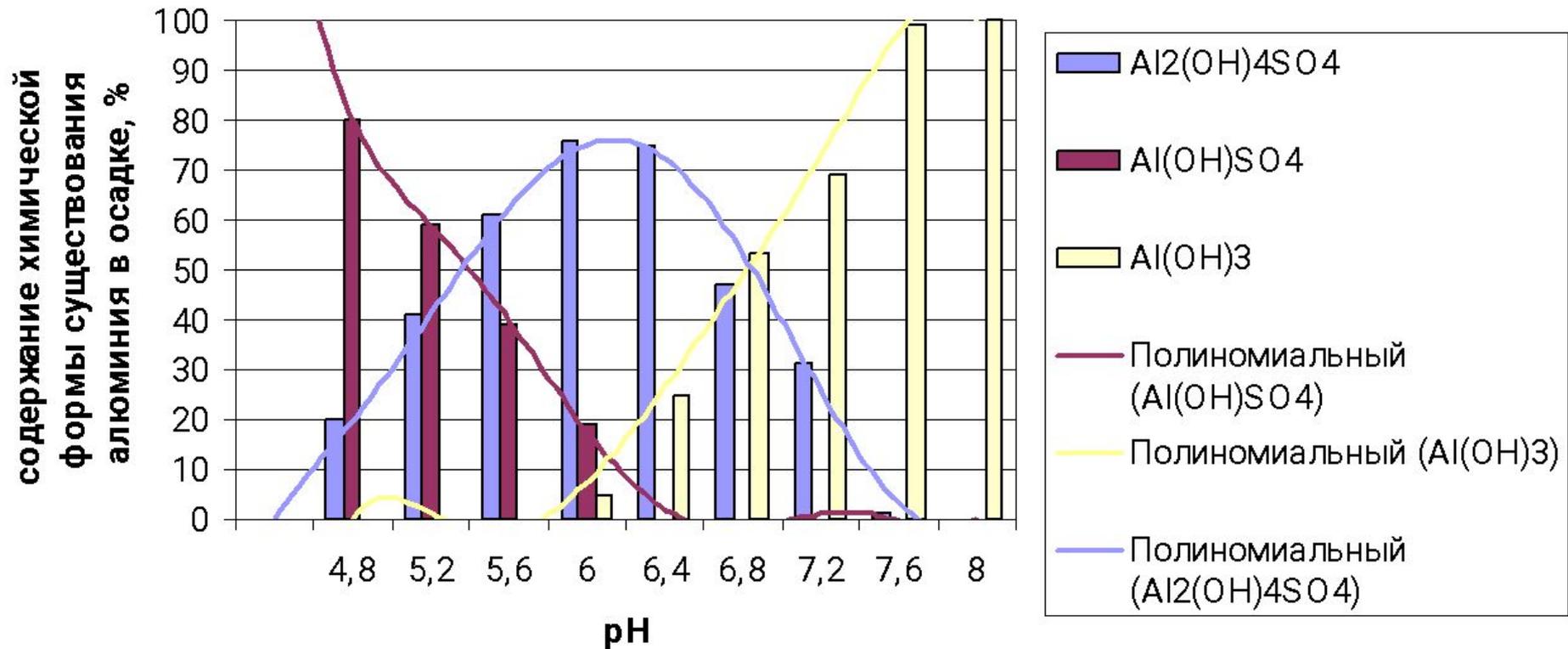
Тип флокулянта: полиамин



Типы органических флокулянтов

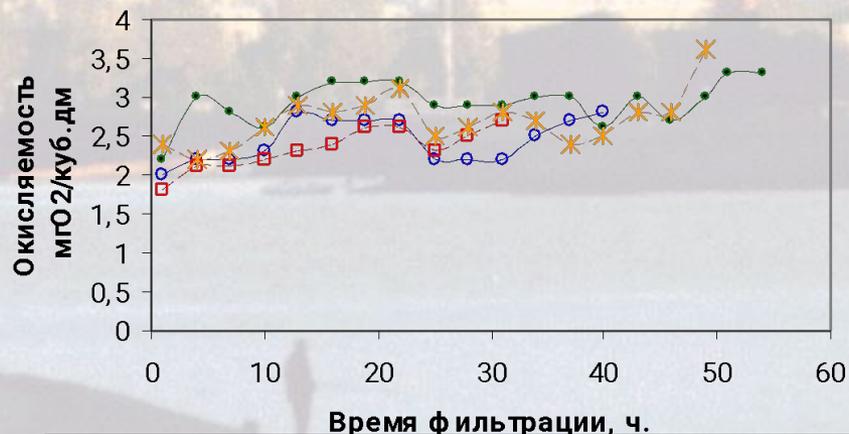
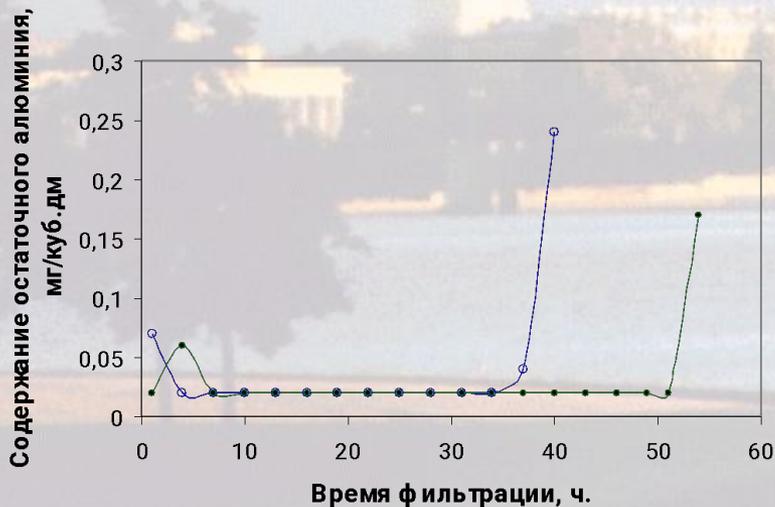
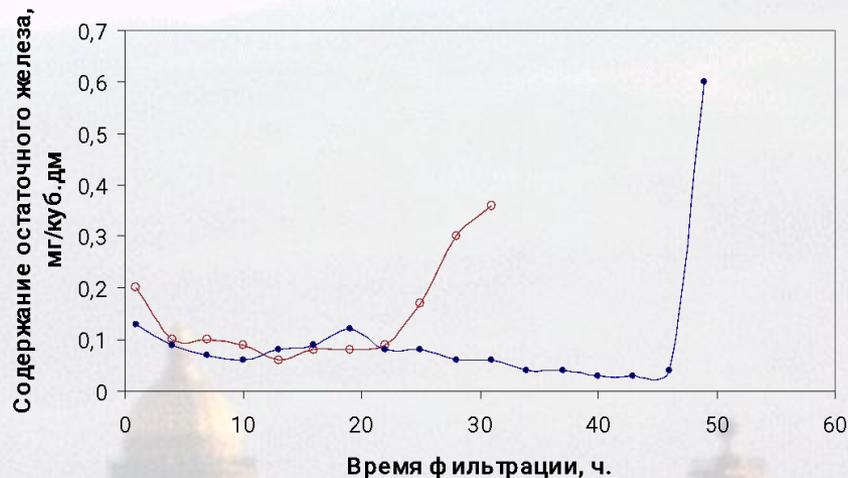
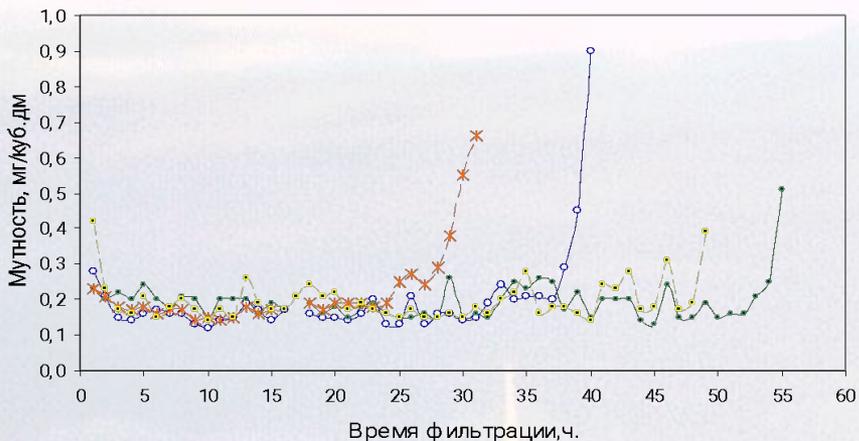


Содержание различных форм существования алюминия в продуктах гидролиза в зависимости от pH равновесного раствора



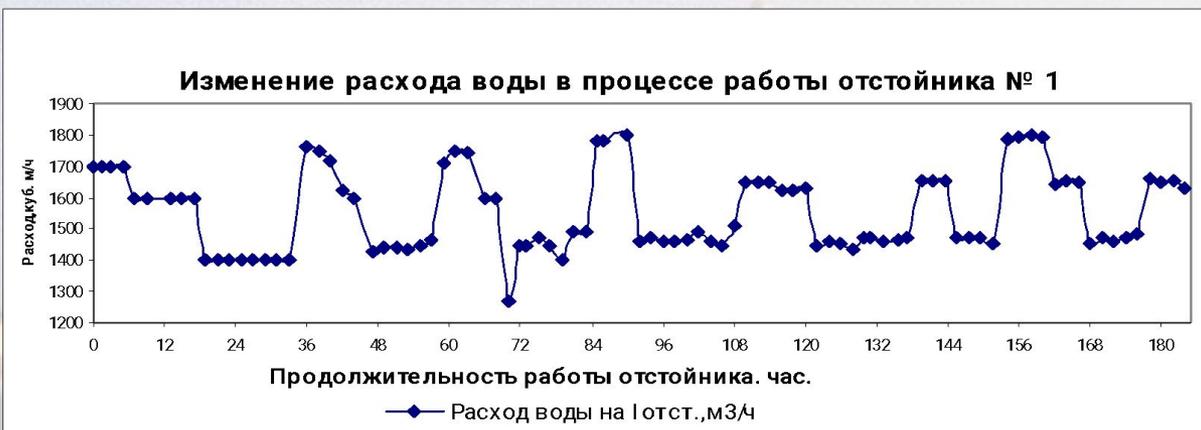


Сравнение показателей качества очистки воды в течение фильтроциклов при пилотных испытаниях с использованием сульфата алюминия и железного коагулянта производства фирмы Кемира без флокулянта и в сочетании с флокулянтом LT-31



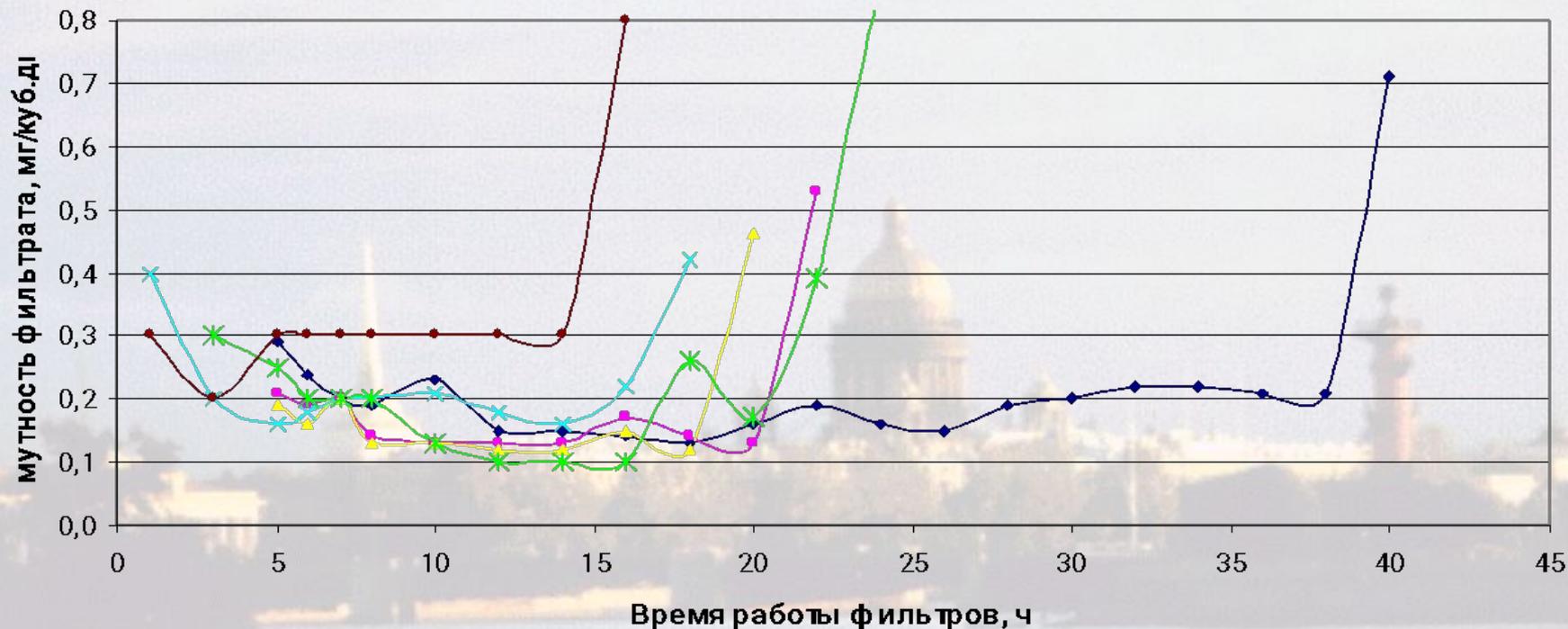


Сравнение показателей качества очистки воды в течении фильтроциклов при пилотных испытаниях с использованием сульфата алюминия и железного коагулянта производства фирмы Кемира без флокулянта и в сочетании с флокулянтом LT-31





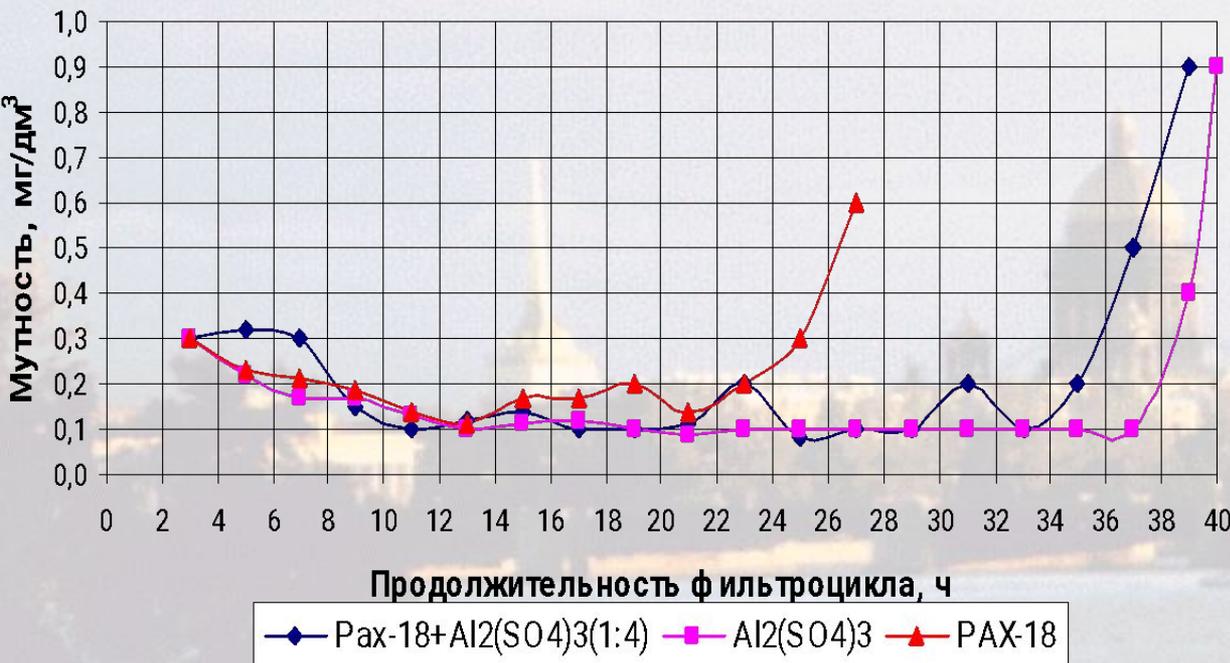
Сравнение показателей качества очистки воды в течении фильтроциклов при пилотных испытаниях с использованием сульфата алюминия и железного коагулянта производства фирмы Кемира без флокулянта и в сочетании с флокулянтом LT-31



- Al₂(SO₄)₃; 6 мг/куб. дм
- pix112:Al₂(SO₄)₃ 70%:30%; 8,7 мг/куб. дм
- pix112N3:Al₂(SO₄)₃ 70%:30%; 9,2 мг/куб. дм
- pix112:Al₂(SO₄)₃ 70%:30%; 8,5 мг/куб. дм
- pix112:Al₂(SO₄)₃ 50%:50%; 7,5 мг/куб. дм
- Ferix3:Al₂(SO₄)₃ 70%:30%; 8,5 мг/куб. дм



Сравнение показателей качества очистки воды и продолжительности фильтроциклов на пилотных испытаниях полиалюминийхлоридов, а также смеси полиалюминийхлорида с сульфатом алюминия. Полиалюминийхлорид РАХ-18 производства фирмы Кемира



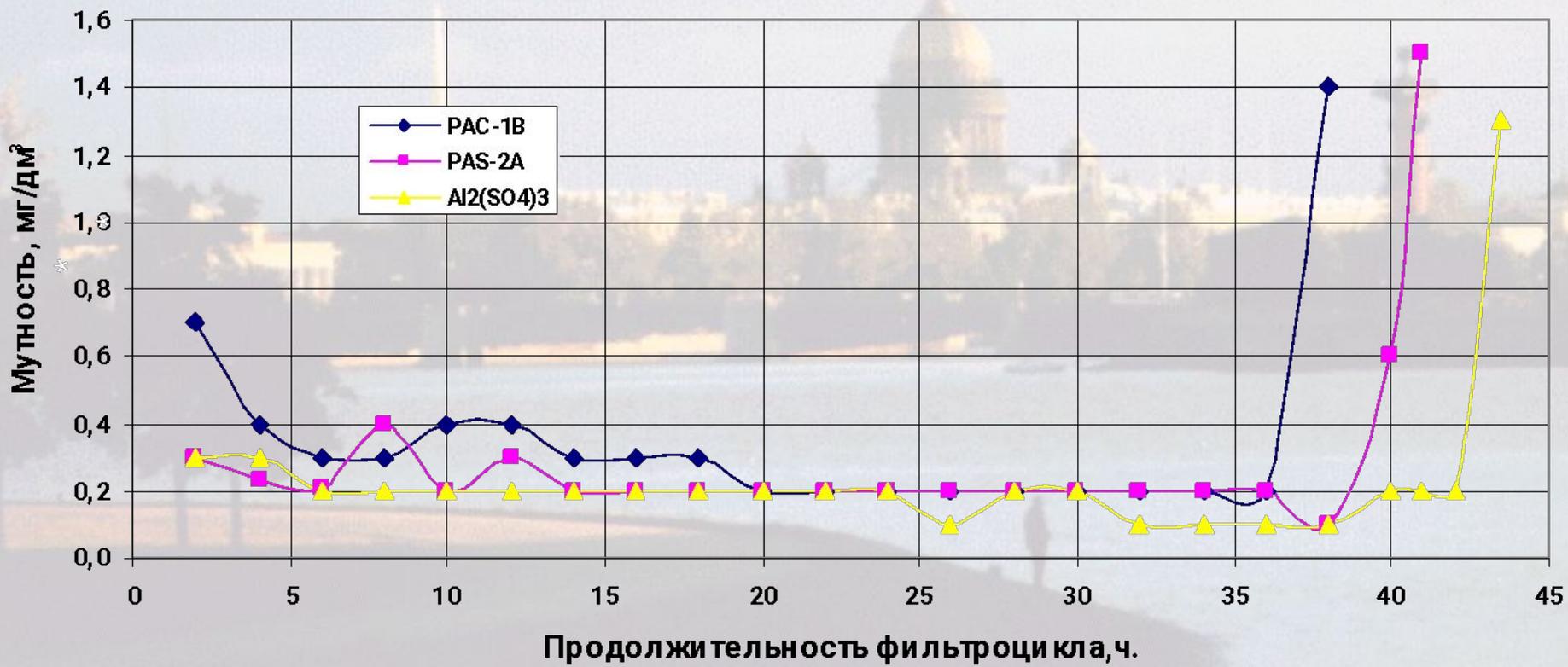
Качество фильтрата, средние значения	Al ₂ (SO ₄) ₃	Рax-18	РАХ-18+ Al ₂ (SO ₄) ₃
Цветность, град	6	9	6
рН	6,58	6,96	6,70
Щелочность, ммоль/дм ³	0,31	0,45	0,36
Окисляемость, мг O ₂ /дм ³	2,4	3,2	2,4
Остаточный алюминий, мг/дм ³	<0,04	0,07	<0,04



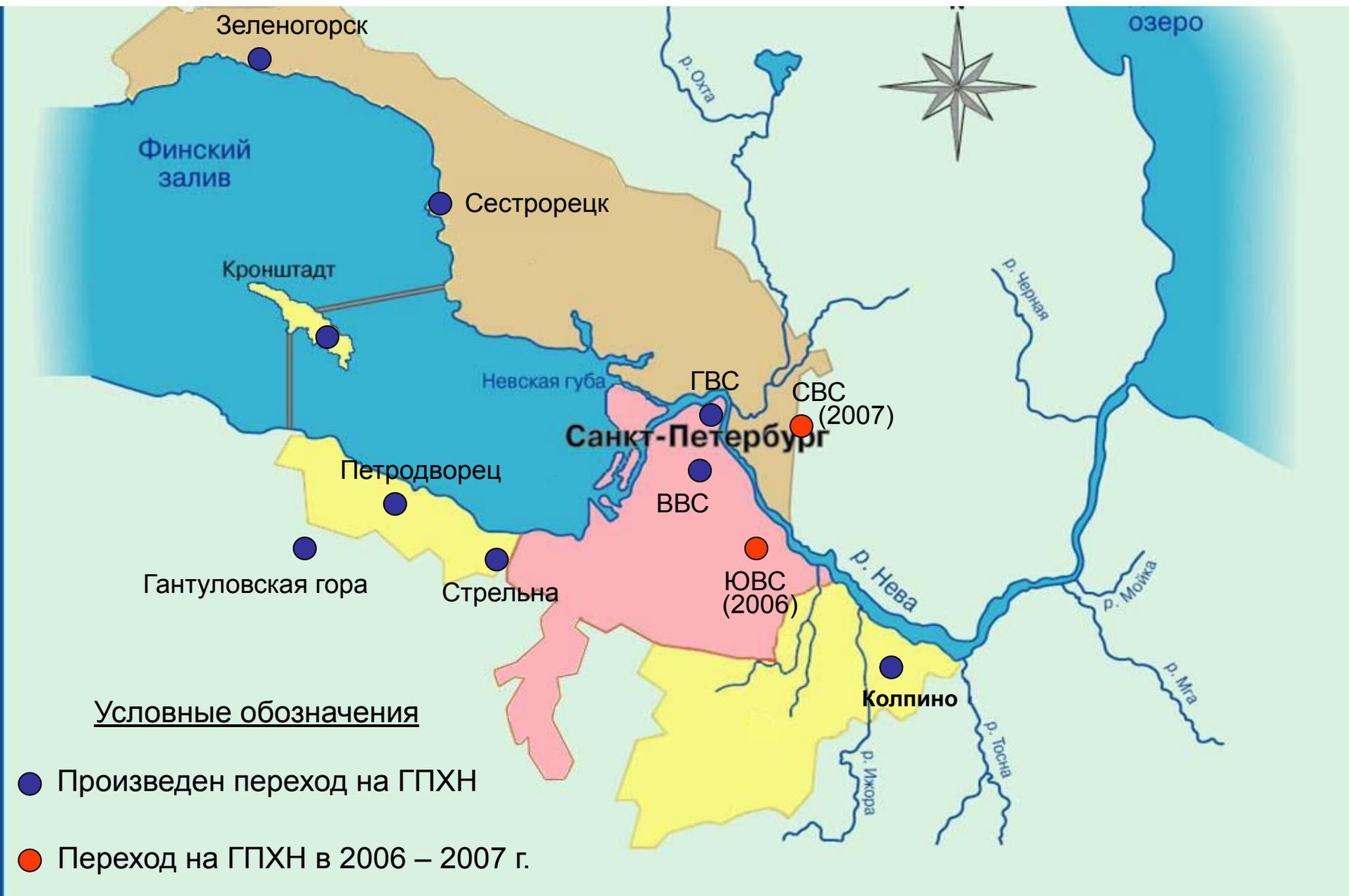
Изменение мутности фильтрата при проведении пилотных испытаний полиалюминийхлоридов, а также смеси полиалюминийхлорида с сульфатом алюминия. Полиалюминийхлорид РАХ-18 производства фирмы Кемира

Таблица 1.

Средние значения					
20-23.12.04г.					
Мутн.	Цветн.	pH	Щелоч.	Окисл.	Алюм.
I ф. PAC-1B					
0,3	7	6,48	0,33	3,0	0,07
III ф. PAS-2A					
0,2	6	6,46	0,31	2,7	0,05
V ф. Al ₂ (SO ₄) ₃					
0,2	6	6,35	0,28	2,8	<0,04



Применение гипохлорита натрия для обеззараживания на сооружениях водоподготовки ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»



Установка для приготовления и дозирования растворов из сухого материала KD 440 фирмы ALLDOS



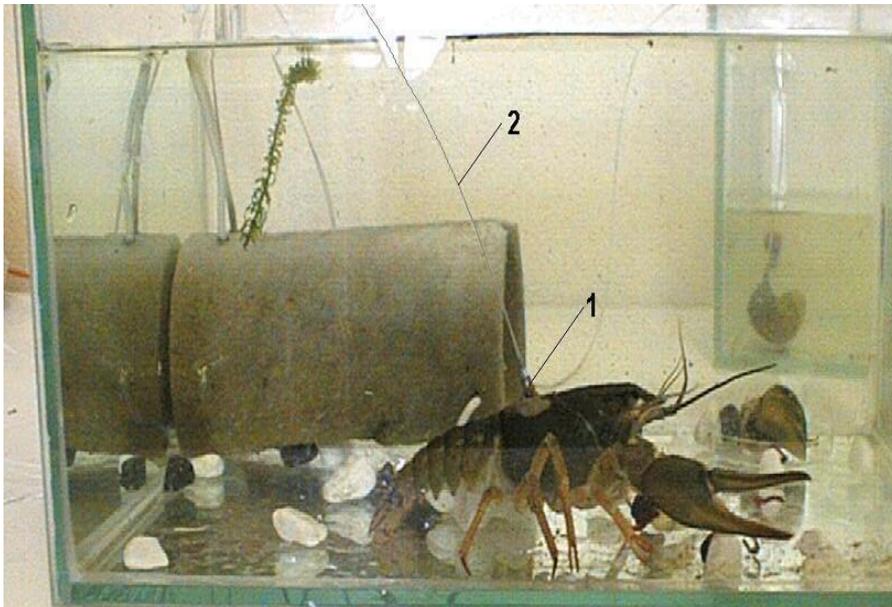
Характеристика ПАУ ® Hydraffin SC 14 FF (Гидраффин)

Порошкообразный древесный активированный уголь

Технические характеристики:

содержание воды при расфасовке, масс. %	<10
зольность, масс. %	<12
показатель pH	8-10
адсорбция йода, мг/г	600±50
внутренняя поверхность по BET-методу, м ² /г	600±50
показатель фенола (г/л)	3
тонкость измельчения, < 40 мкм, масс. %	>95

Применение станции производственного биологического мониторинга качества воды (СПБМКВ) водоисточника, на основе метода вариационной пульсометрии раков и моллюсков на сооружениях водоподготовки ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»



Речной рак с укрепленным на внешней части карапакса волоконно-оптическим датчиком.

1-приклеенная к наружной поверхности панциря втулка –держатель зонда
2-волоконно-оптический зонд

Станция производственного биологического мониторинга качества воды (СПБМКВ) водоисточника, на основе метода вариационной пульсометрии раков и моллюсков на Главной водопроводной станции



Биосенсорная информационная система по определению загрязненности воды

Система биомониторинга воды основана на природной чувствительности организма речных раков к токсичным веществам. Сердечный ритм раков моментально меняется в зависимости от малейших изменений в окружающей среде, что позволяет провести раннюю диагностику загрязнения воды высокотоксичными веществами.

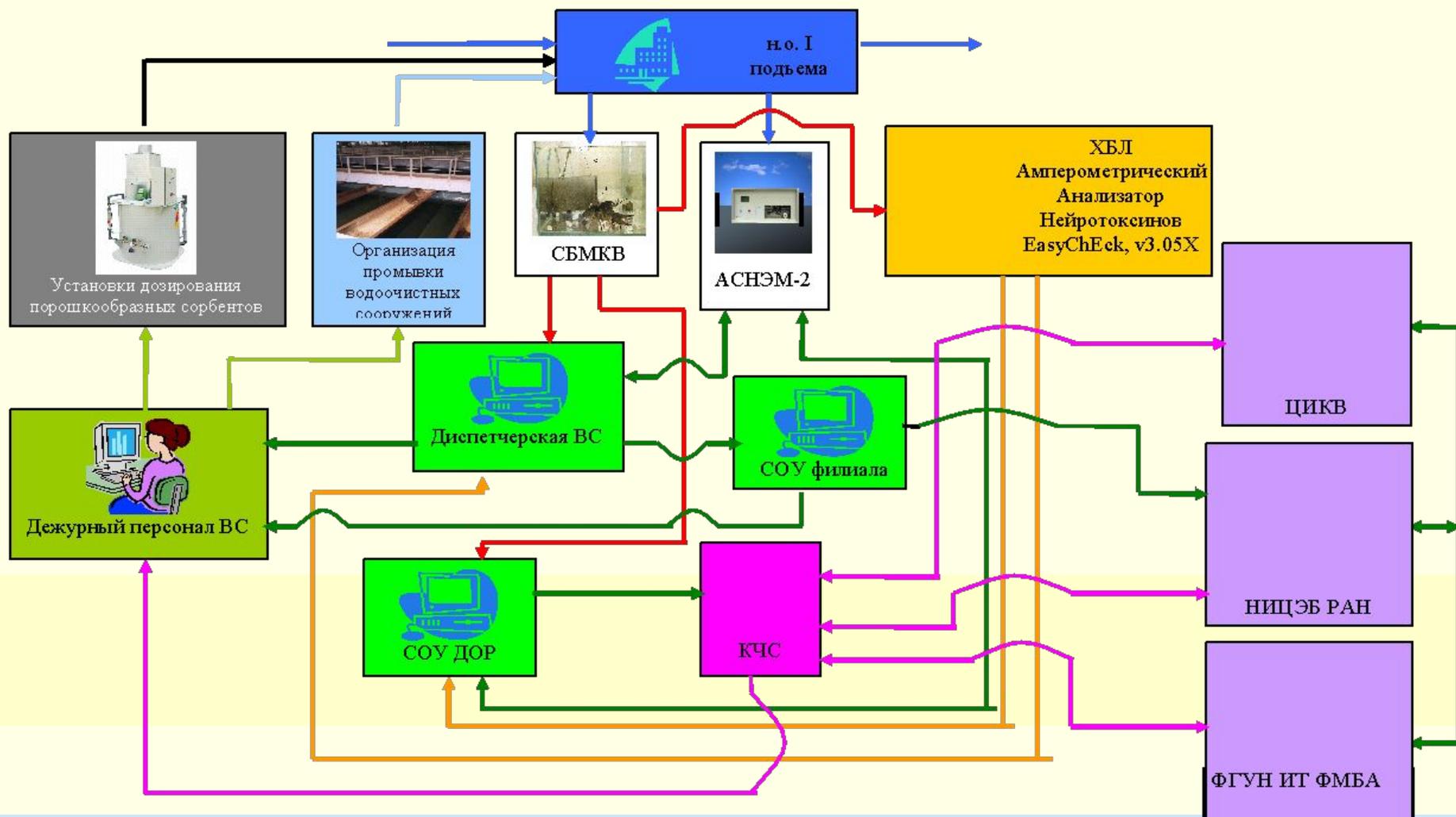




Сравнение окислительно-восстановительных потенциалов различных окислителей

•Окислитель	•Реакция	•E ⁰ , В
•Хлор	Хлор $\text{Cl}_2(\text{г})+2\text{e} \rightarrow 2\text{Cl}^-$	•1,36
•Гипохлорит	• $\text{ClO}^-+\text{H}_2\text{O}+2\text{e} \rightarrow \text{Cl}^-+2\text{OH}^-$	•0,88
•Диоксид хлора	• $\text{HClO}+\text{H}^++2\text{e} \rightarrow \text{Cl}^-+\text{H}_2\text{O}$	•1,50
•Перхлорат	• $\text{ClO}_2+4\text{H}^++5\text{e} \rightarrow \text{Cl}^-+2\text{H}_2\text{O}$	•1,50
•Озон	• $\text{ClO}_2+2\text{H}_2\text{O}+5\text{e} \rightarrow \text{Cl}^-+4\text{OH}^-$	•0,85
•Пероксид водорода	$\text{ClO}_4^-+8\text{H}^++8\text{e} \rightarrow \text{Cl}^-+4\text{H}_2\text{O}$	•1,38
•Перманганат	$\text{O}_3+2\text{H}^++2\text{e} \rightarrow \text{O}_2+\text{H}_2\text{O}$	•2,07
•Феррат	• $\text{H}_2\text{O}_2+2\text{H}^++2\text{e} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	•1,77
	• $\text{MnO}_4^-+4\text{H}^++3\text{e} \rightarrow \text{MnO}_2+2\text{H}_2\text{O}$	•1,69
	• $\text{MnO}_4^-+8\text{H}^++5\text{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+}+4\text{H}_2\text{O}$	•1,51
	• $\text{FeO}_4^{2-}+8\text{H}^++3\text{e} \rightarrow \text{Fe}^{3+}+4\text{H}_2\text{O}$	•2,20

Схема системы обеспечения безопасности водоснабжения ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» в условиях обнаружения токсичных веществ





Внедрение технологии использования сухого порошкообразного флокулянта Праестол 650 TR на водопроводных станциях

Преимущества использования:

- Снижение дозы полиэлектrolита, используемого для флокуляции: вместо доз 0,8-1,2 мг/дм³ при использовании флокулянтов «Магнофлок» и «Балтфлок» доза Праестола 650 TR составляет 0,2-0,4 мг/дм³
- Остаточная концентрация мономера акриламида в очищенной воде гарантированно ниже ПДК (0,0001 мг/дм³), установленного ГН 2.1.5.1316-03.
- Позволяет снизить остаточную концентрацию алюминия в очищенной воде
- Удобство транспортировки и дозирования реагента



ПРАЕСТОЛ 650 TR проверен и сертифицирован по стандарту ANSI/NSF-Standard 60 (NSF International, Ann Arbor, MI, USA).

ПРАЕСТОЛ 650 TR разрешен к применению отделом по контролю окружающей среды, питьевой воды („Department of the Environment, Drinking Water Inspectorate“), находящимся в Лондоне. Для обеспечения безопасности применения при подготовке питьевой воды ПРАЕСТОЛ 650 TR производится по специальной технологии, которая позволяет снизить содержание мономерного акриламида до величины менее 0,025 вес.%.



Контроль качества воды в системе водоснабжения Санкт-Петербурга

Контроль качества питьевой воды ГУП «Водоканал СПб» осуществляет по

Рабочей программе производственного контроля качества питьевой воды в СПб

Контроль качества воды производится в 570 контрольных точках по следующим показателям:

- физико-химическим – 47 показателей,
- микробиологическим показателям – 5 показателей
 - паразитологическим – 1 показатель
 - вирусологическим -3 показателя
 - гидробиологическим – 2 показателям
- показателям радиационной безопасности – 9 показателей



Контроль качества воды в системе водоснабжения Санкт-Петербурга

В аналитическую систему контроля состава вод «Водоканала Санкт-Петербурга», входят:

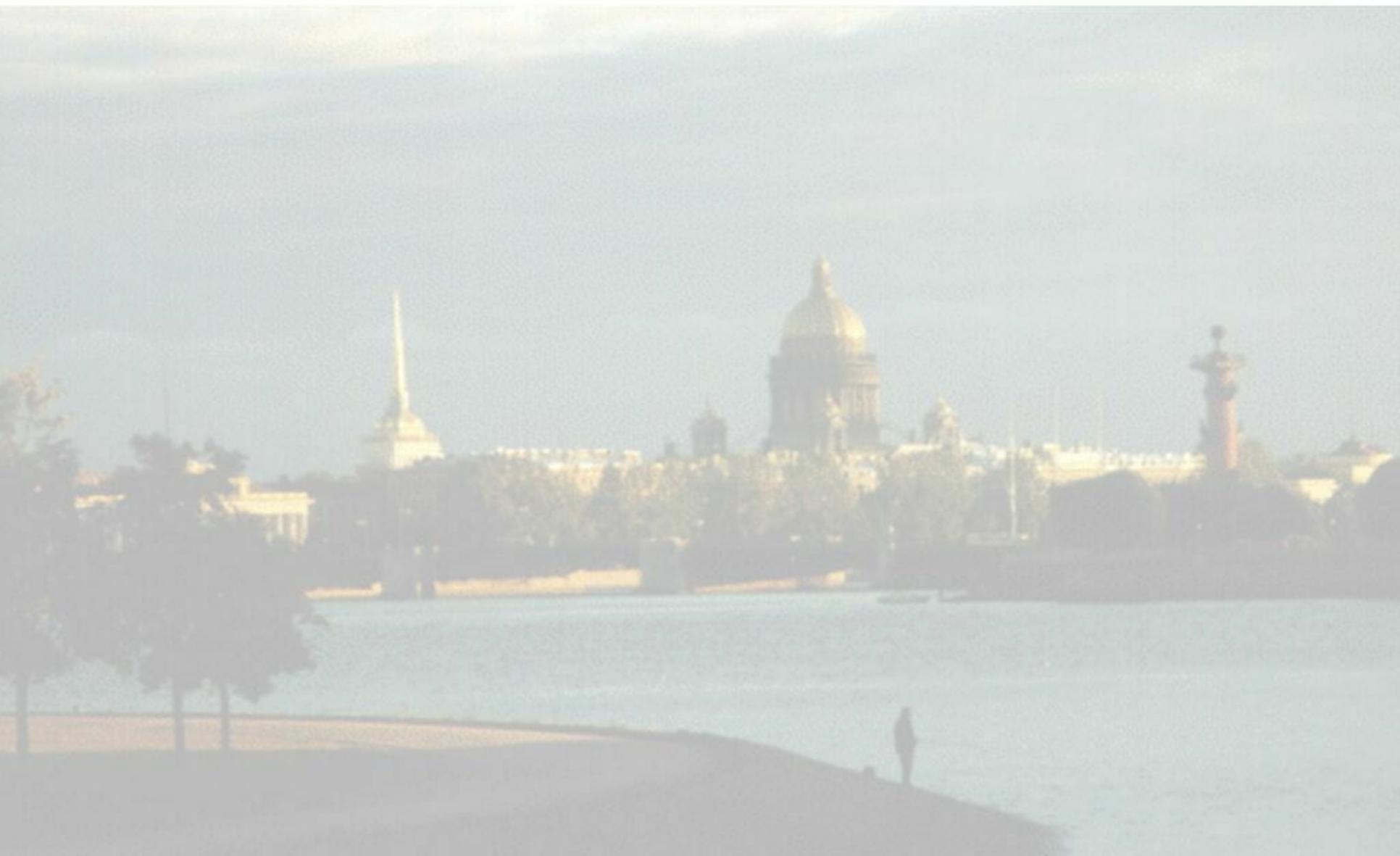
- аккредитованный аналитический ГУП «Центр исследования и контроля воды»,
- Департамент метрологического менеджмента
- химико-бактериологические лаборатории ВОС (ХБЛ)

Информация аккумулируется в единой базе данных о качестве воды на всех этапах производственного процесса подготовки питьевой воды – Favordata, которая позволяет решать следующие задачи:

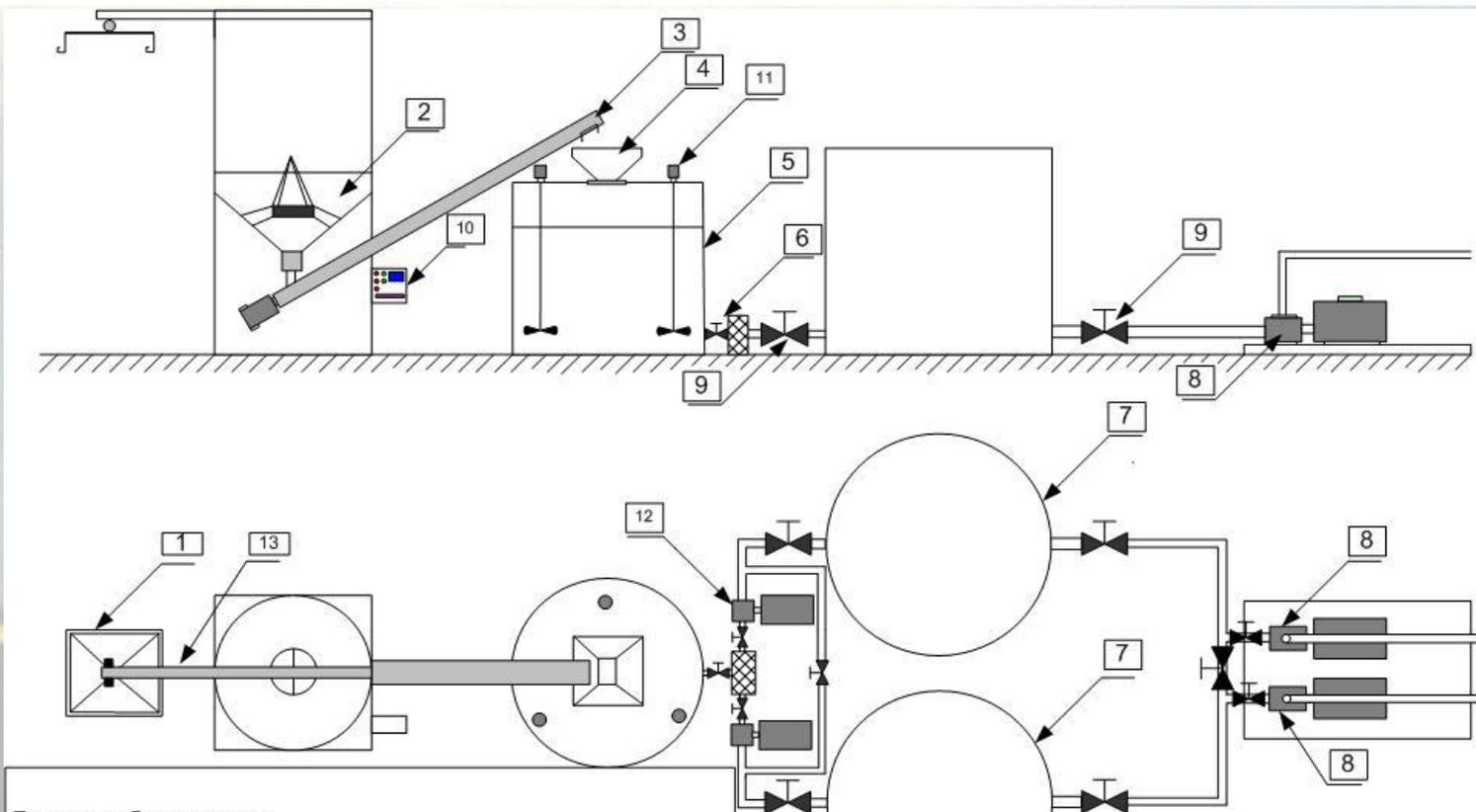
- - оперативное оповещение диспетчеров водопроводных станций о превышениях нормативов для корректировки режимов работы станций
- - оперативное оповещение районных диспетчеров о превышениях нормативов на водопроводных сетях
- - оперативная оценка качества питьевой воды, поставляемой филиалами населению, на основе аналитических карт
- - статистическая обработка результатов анализов воды для планирования капиталовложений и работ по ремонту водопроводных сетей
- - оперативное обеспечение руководства филиалов и ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» информацией о состоянии технологических процессов и качества питьевой воды на основе оперативных карт качества.



Статистическая карта качества г. Санкт-Петербурга по данным за период с 25-29.09.2006 г.



Узел растворения сульфата аммония



Перечень оборудования:

1. Траверса
2. Узел вскрытия
3. Транспортный шнек
4. Дозатор
5. Ёмкость растворения
6. Система фильтров
7. Ёмкости хранения
8. Насос закачки раствора в цистерну
9. Электромагнитная запорная арматура
10. Пульт управления
11. Мешалка
12. Насос перекачки раствора в ёмкости хранения
13. Монорельс с электроталью

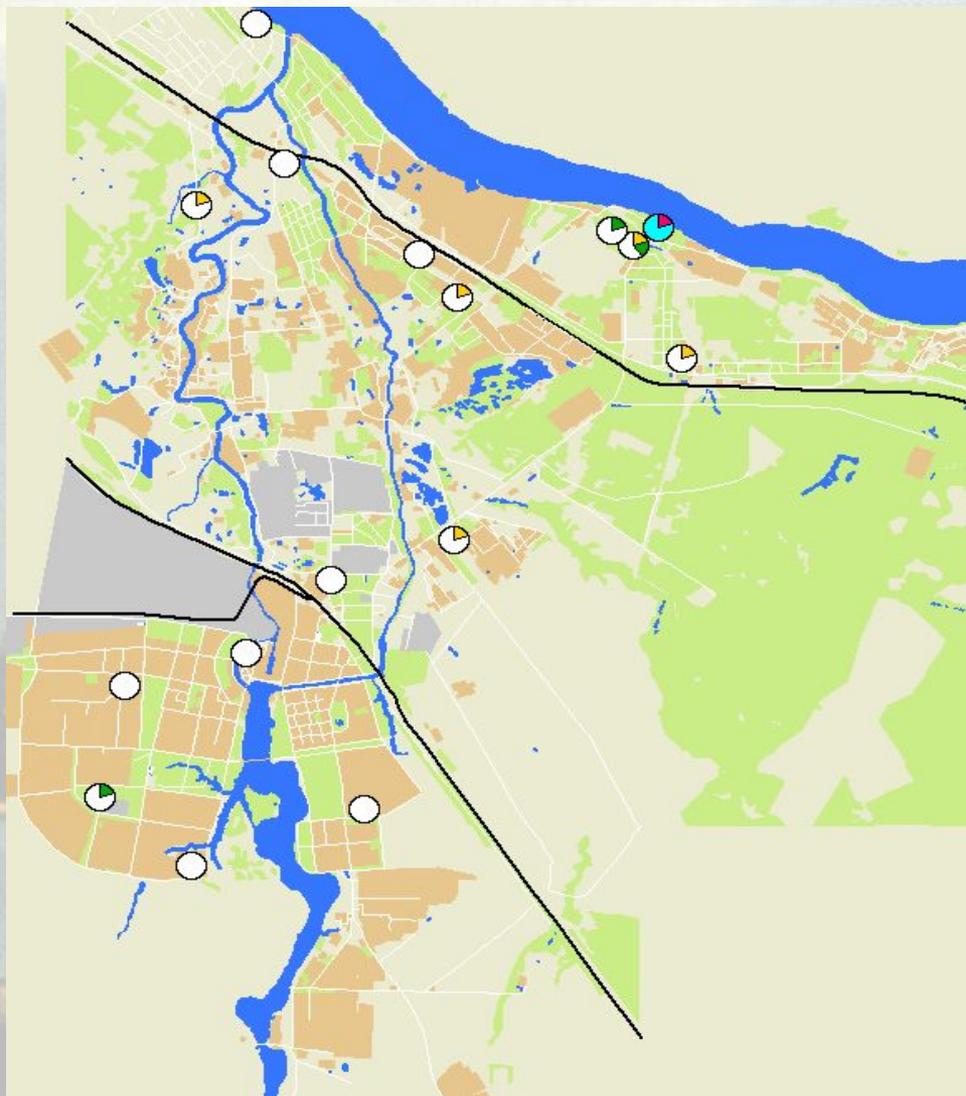


Статистическая карта качества Сестрорецкий район по данным за период с 25-29.09.2006 г.





Статистическая карта качества г. Колпино по данным за период с 25-29.09.2006 г.





Благодарю за внимание