

Автоматизированная система контроля и управления технологическим процессом реагентной очистки воды на водоочистной станции «Кама-Ижевск» г. Ижевска.

26 июня 2014 г.

9 месяцев проходят промышленные испытания автоматизированной системы контроля и управления ТП реагентной очистки воды на базе модулей «Коагулянт-Осветлитель», автоматического дозирования коагулянта КИМ АДК и промывки фильтров КИМ ПФ. Все модули активно задействованы диспетчерской службой станции.

1. Автоматическое измерение дозы коагулянта и автоматическое дозирование его рабочего раствора контрольно-измерительным и управляющим модулем автоматического дозирования коагулянта КИМ АДК.

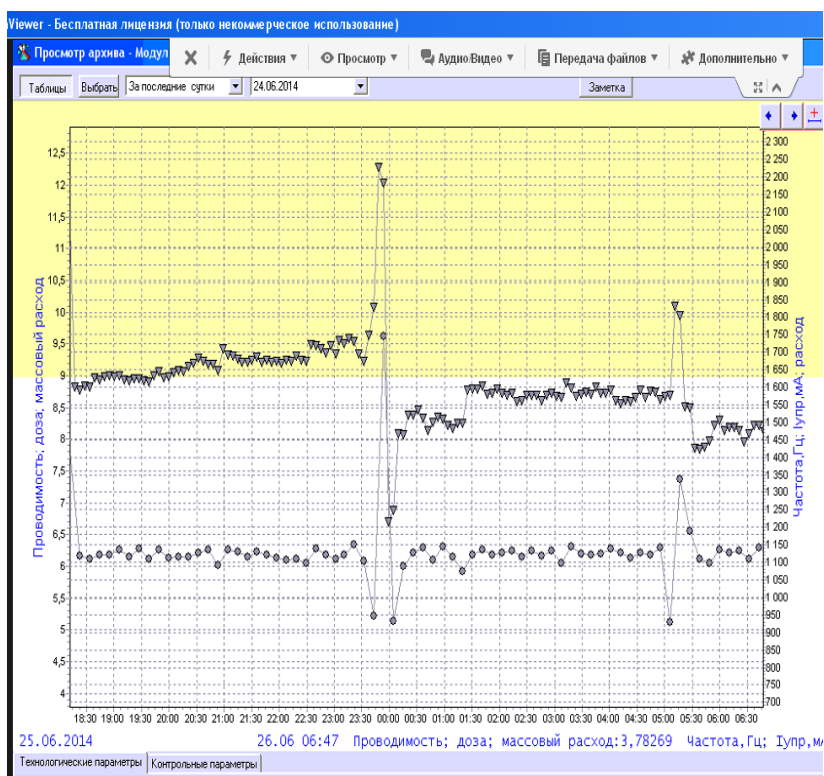
КИМ АДК обеспечивает автоматическое дозирование коагулянта (сульфата алюминия) в количестве, обеспечивающем автоматическое поддержание заданной его дозы независимо от расхода сырой воды и концентрации применяемого рабочего раствора.

Метод измерения дозы коагулянта в очищаемой воде – дифференциальная кондуктометрия.

На рис. 1А - стойка с оборудованием КИМ АДК, а рис.1Б представляет временные зависимости дозы и расхода коагулянта на секции Л4 станции.



А



Б

Рис.1: А-стойка с оборудованием КИМ АДК, Б - графики временных зависимостей расхода (верхний график) и дозы коагулянта на секции Л4.

Из рис.1 видно, что изменение расхода сырой воды вызывает при поддержании заданной дозы коагулянта соответствующее изменение расхода его рабочего раствора.

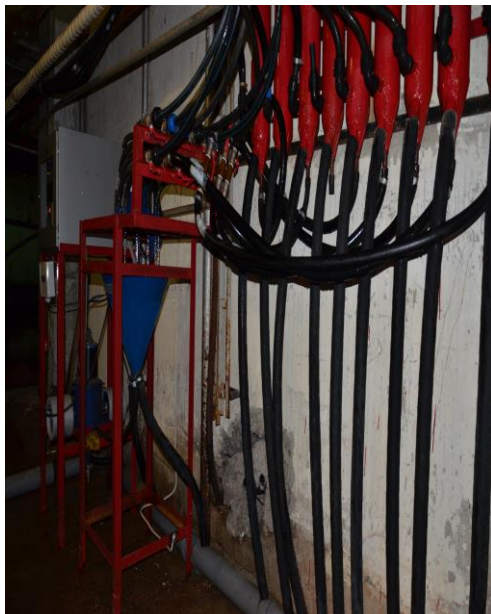
Периодические резкие изменения величин расхода и дозы коагулянта происходят при переходе «с бака на бак» и связаны с производимыми переключениями.

2. Автоматический контроль технологического процесса реагентной очистки воды левой и правой секций ВОС контрольно-измерительным модулем «Коагулянт-Осветлитель»

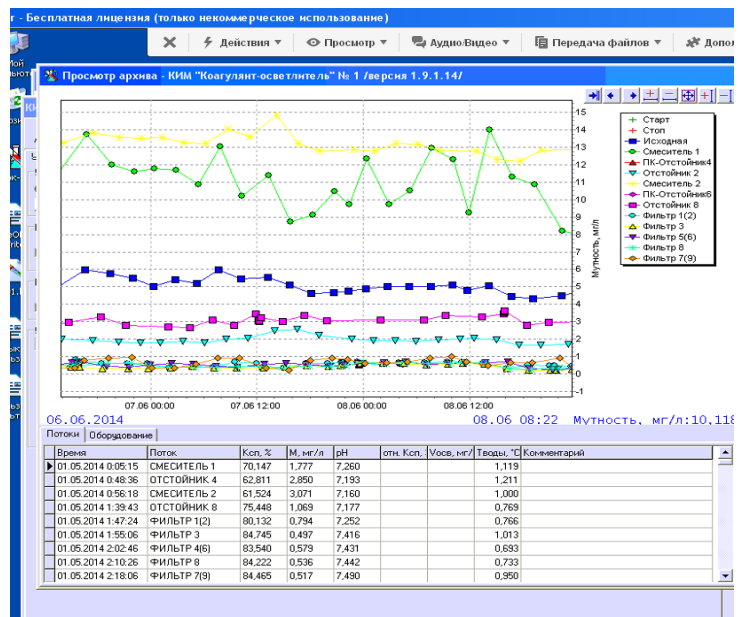
КИМ «Коагулянт-Осветлитель» контролирует 12 проб очищаемой воды, Рис.2А, отобранных с разных участков технологического процесса: исходную, пробы, отобранные на выходе смесителей 1 и 2, отстойников №№ 2, 4, 6, 8, фильтров №№1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9.

Измеряемые параметры: мутность, величина pH, температура, скорость осветления коагулированной взвеси проб воды, отобранных с выхода смесителей 1 и 2.

В течение суток модуль предоставляет сменному технику-технологу более 2000 значений названных параметров.



А



Б

Рис.2: А- Контрольно-измерительный модуль «Коагулянт-Осветлитель».

Пробы фильтрованной воды подаются через сосуды постоянного уровня.

Б-Временные зависимости мутности анализируемых проб воды 07 и 08 июня 2014 г.

Временные зависимости мутности контролируемых проб воды, рис.2Б, позволяют диспетчерской службе оперативно реагировать на изменяющиеся условия проведения технологического процесса: учитывать изменение свойств исходной воды, состояние технологических аппаратов (отстойников, фильтров), корректировать рабочие дозы коагулянта и флокулянта по результатам автоматического проведения пробных коагуляций в рабочей ёмкости модуля, рис.3.

Как видно на рис.2Б, в отражаемый период мутность исходной воды составляла ~ 4,5 мг/л, мутность воды на выходе отстойников 2 и 8, соответственно, 2 и 3 мг/л, а мутность фильтрованной воды ~0,2 мг/л.

Информационные параметры пробной коагуляции - скорость осветления $V_{осв}$, мг/л, и конечное значение мутности осветляющейся взвеси - $M_{кон}$, мг/л.

Как видно на рис. 3, конечные значения мутности $M_{кон}$ пробы воды смесителя 1 ~3, 5 мг/л, а то же смесителя 2~ 4 мг/л, что согласуется со значениями мутности проб воды на выходе отстойников 1-го блока (отстойник 2 правой секции) и 2-го блока (отстойник 8 левой секции). Графики осветления коагулированных взвесей имеют 2 участка: 1-й характеризуется скоростью осветления ~ 0,6мг/л/мин, а 2-й, для смесителя 1 ~0,025мг/л/мин, а для смесителя 2 ~ 0,2 мг/л/мин

Алгоритм использования результатов пробных коагуляций КИМ «Коагулянт-Осветлитель» описан ниже.

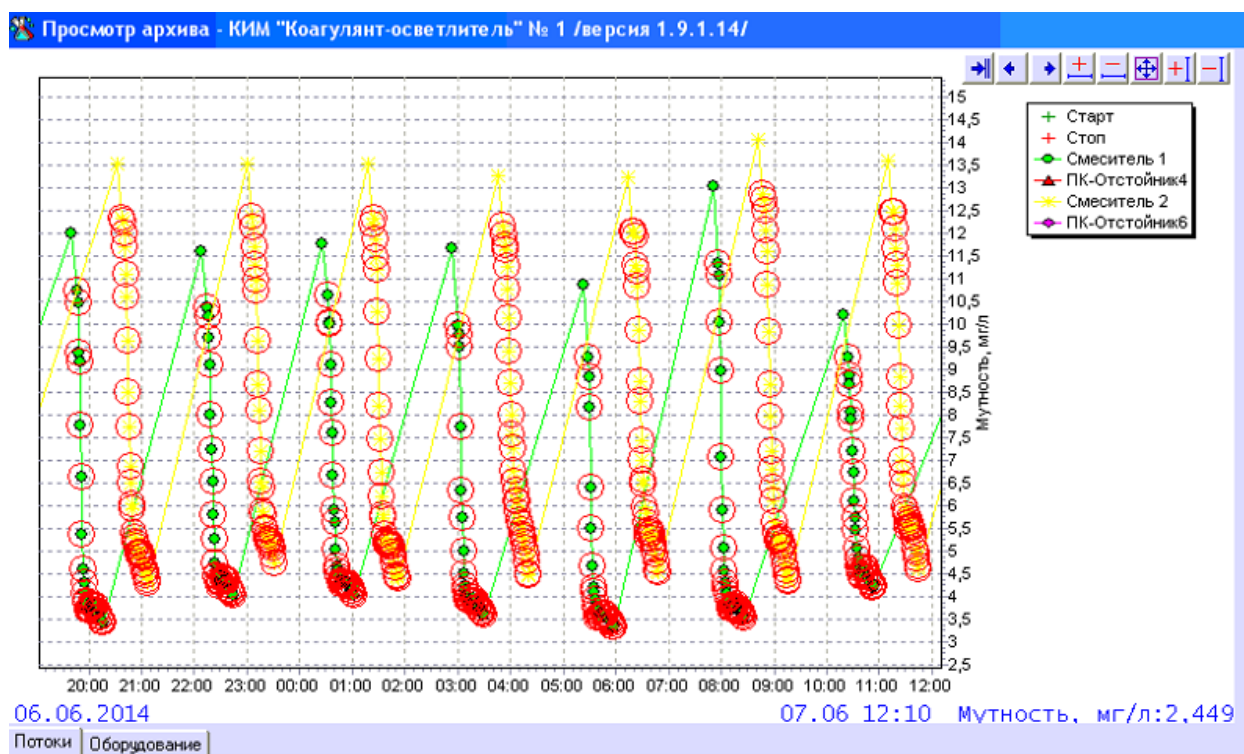


Рис.3. Временные зависимости мутностей проб воды с реагентами смесителей 1 и 2 в процессе проведения автоматических пробных коагуляций в рабочей ёмкости КИМ «Коагулянт-Осветлитель».

3. Автоматический контроль промывки фильтров правой секции станции КИМ ПФ.

Контрольно-измерительный модуль КИМ ПФ контролирует процесс промывки фильтров №№1,2,3,4 и 5 правой секции.

Блок распределения потоков и первичный преобразователь (датчик) расположены под блоком фильтров, а блок интерфейсный – на блоке фильтров, рис.4.



Рис.4. Блок интерфейсный на блоке фильтров ВОС «КАМА-ИЖЕВСК»

Оператор фильтров при проведении их промывки руководствуется текущими значениями мутности промывной воды, прекращая её подачу при заданном значении М кон.

Информация с блока интерфейсного передаётся на ПК в диспетчерскую, рис.5.

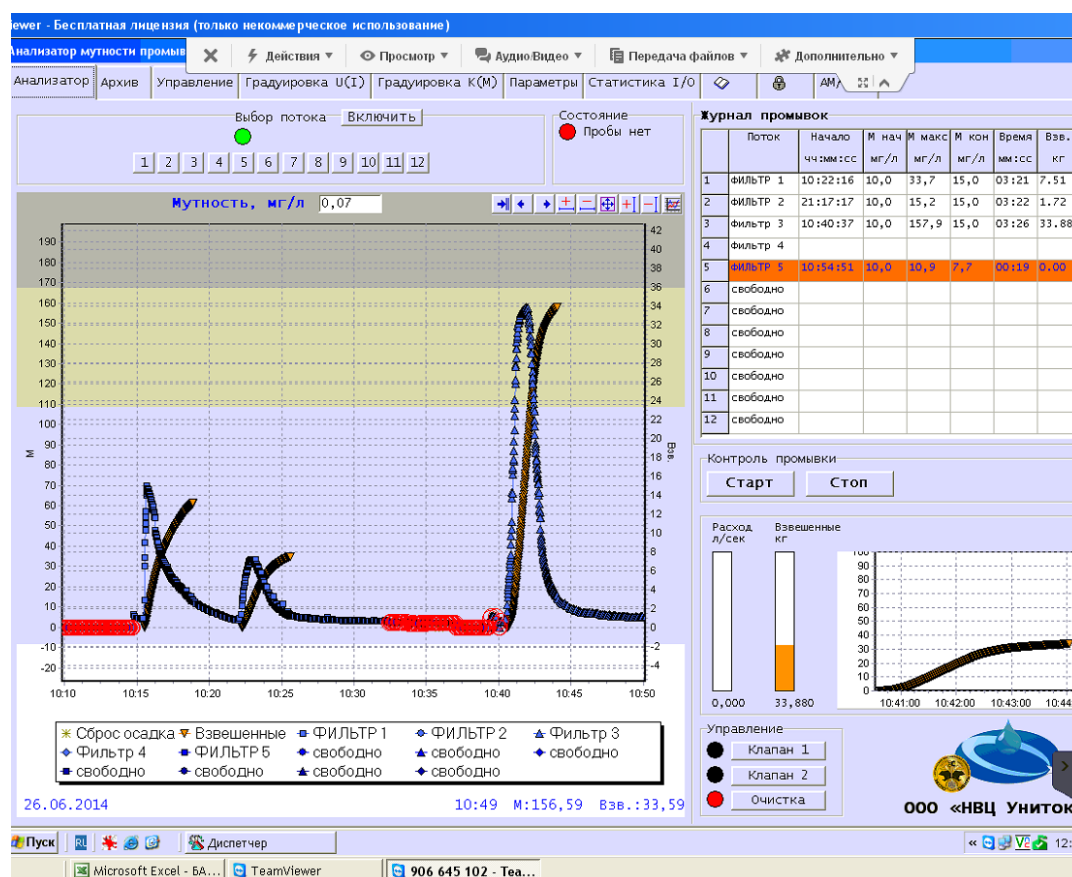


Рис.5. Временные зависимости мутности промывной воды фильтров 1,2 и 3 и количества взвешенных веществ, удаляемых при их промывке. Журнал промывок фильтров.

В журнале промывки фильтров (таблица на рис.5) отображается момент начала промывки, максимальное значение мутности промывной воды, время, затрачиваемое на промывку до достижения заданной мутности M конечное, количество взвешенных веществ, удаляемых из фильтра во время его промывки.

По предварительным данным, экономия расхода воды на промывку фильтров правой секции составляет величину $\sim 30\%$.

Автоматизированная система контроля и управления технологическим процессом реагентной очистки воды на Западной фильтровальной станции г. Екатеринбурга. 30 июня 2014 г

В настоящее время на ЗФС функционируют 2 модуля: КИМ «Хлор-мониторинг» и КИМ ПФ.

1. Контрольно-измерительный и управляющий модуль «Хлор-мониторинг»

КИМ «Хлор-мониторинг» введён в эксплуатацию 27 июля 2013 года. Он установлен в помещении насосной станции 2-го подъёма, рис.6. Контролируются 8 проб:

1. Вход РЧВ 1(1-я очередь). 2.Вход РЧВ 2 (2-я очередь).
3. Выход РЧВ 1. 4. Выход РЧВ 2.
5. Выход РЧВ 3(3-я очередь). 6. Выход РЧВ 4(4-я очередь).
7. Водовод «левый». 8. Водовод «правый».

Достоверность результатов измерения концентрации активного хлора (свободного или суммарного) контролируется лабораторией станции. Воспроизводимость результатов измерений выше 0,05 мг/л. Особый интерес представляет контроль проб воды непосредственно после первичного и вторичного хлорирования, т.к. при этом можно своевременно вносить коррективы в количество вводимого активного хлора.

В настоящее время контролируются пробы воды со входа РЧВ 1 и РЧВ 2 (после вторичного хлорирования) и ведутся работы по подведению проб воды со смесителей 1-й и 2-й очередей (первичное хлорирование).



Рис.6. КИМ «Хлор-Мониторинг». Насосная станция 2-го подъёма.

На рис.7 представлено основное окно программы «КИМ «Хлор-Мониторинг».

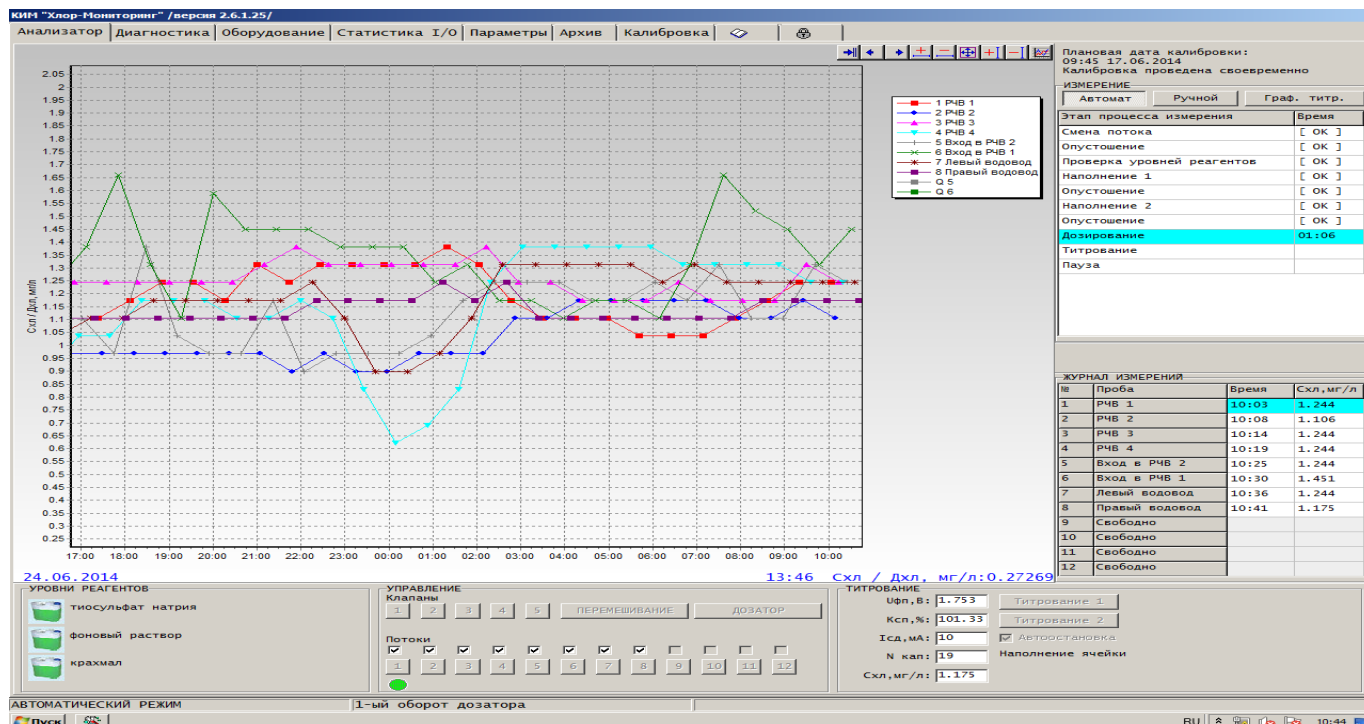


Рис.7. Основное окно программы КИМ «Хлор-Мониторинг». Графики временных зависимостей концентраций хлора 8-ми проб воды.

2. Автоматический контроль промывки фильтров 3-й очереди ЗФС. КИМ ПФ.

С мая 2014 года ведутся плановые испытания режимов промывки фильтров 3-й очереди с целью сокращения количества их промывных вод. Эта работа актуальна в связи с пуском в 2013 году на ЗФС цеха по очистке промывных вод фильтров. Испытания проводятся по следующей схеме:

- 1). Проводится автоматический контроль промывки фильтров №№ 11-15.
- 2). Контролируется мутность фильтрованной воды 3-й очереди до и после промывки фильтров.
- 3). С периодичностью 1 раз в месяц отбираются пробы фильтрующей загрузки для определения количества трудноудаляемых загрязнений.
- 4). Мутность промывной воды, при которой фильтр начинает выводиться из состояния промывки М конечное (Мкон), задаётся на протяжении месяца 5 мг/л, затем в течение месяца 10 мг/л, и далее - 15 мг/л.
- 5). Ведётся карта фильтра, на которой отмечаются зоны загрязнения и их рисунок.

КИМ ПФ установлен на нулевой отметке около фильтра №13, рис.8.



А



Б

Рис.8: А- стойка с оборудованием КИМ ПФ, Б- анализатор мутности АМПВ-1.

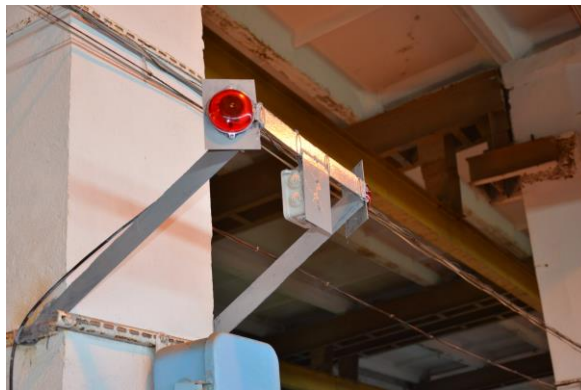


Рис.9. КИМ ПФ: А-блок интерфейсный, Б- блок сигнализации.

На рис.10 – основное окно программы КИМ ПФ с графиками, отражающими промывку фильтров (временные зависимости мутности и количества удаляемых при промывке взвешенных веществ) и журналом регистрации основных параметров промывок.

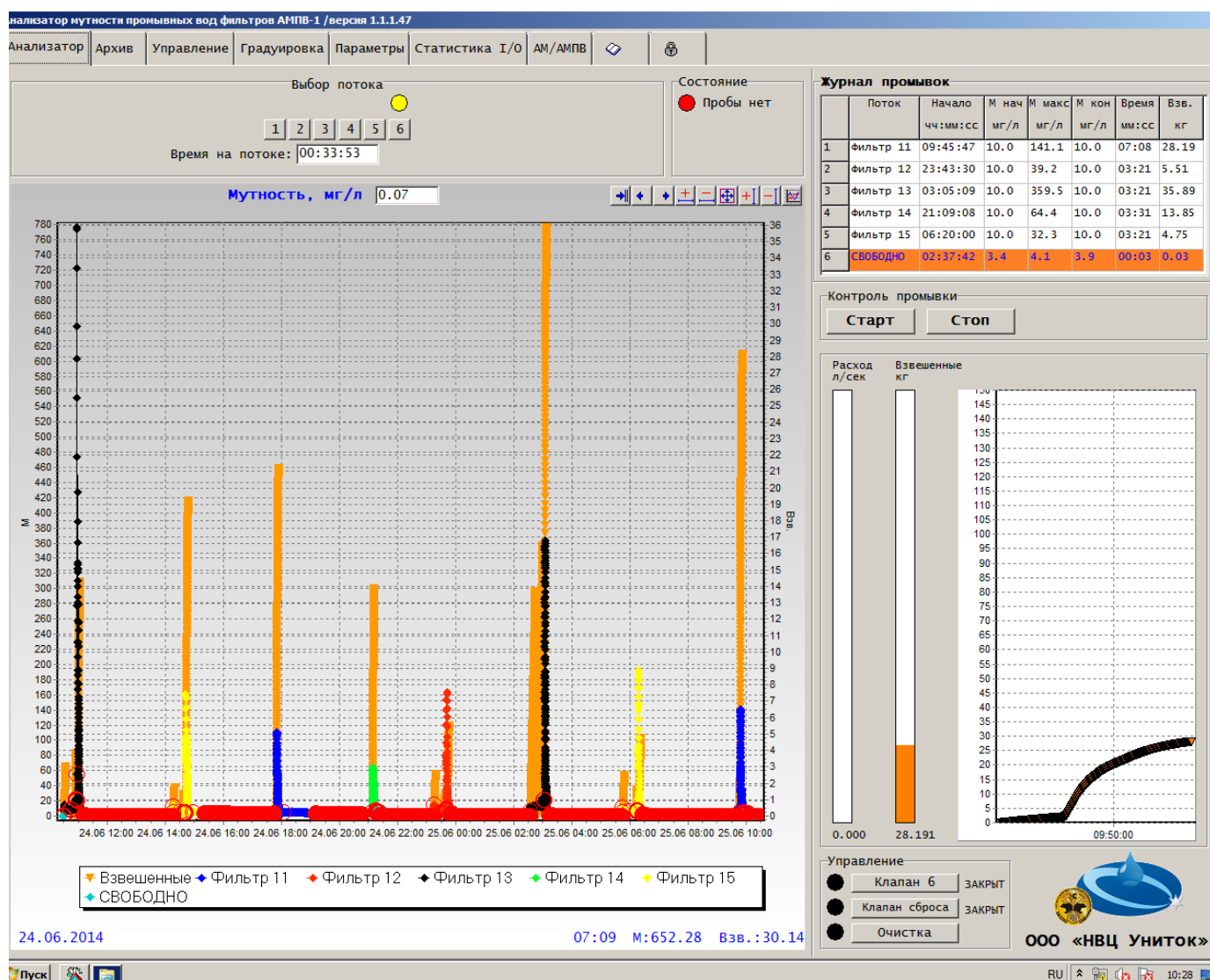
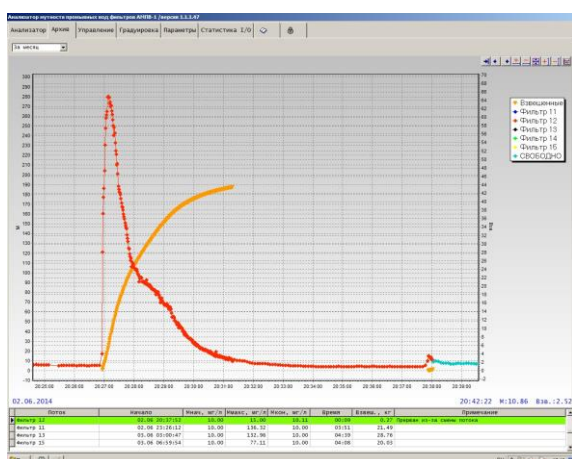
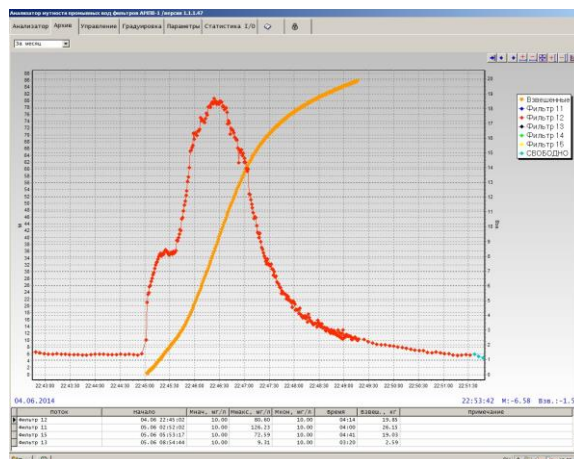


Рис.10. ЗФС г. Екатеринбурга. Основное окно программы КИМ ПФ.

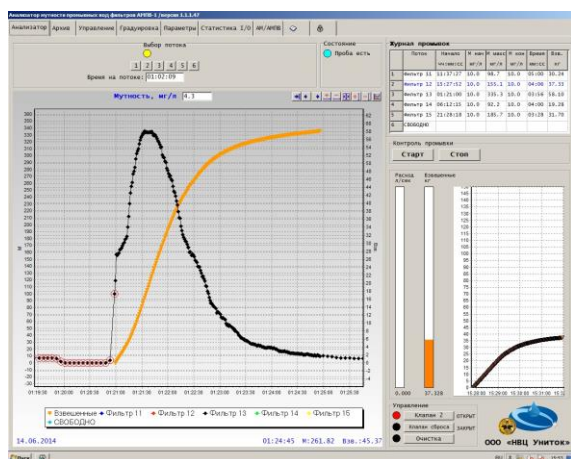
На рис.11 приведены графики, отражающие промывки фильтров №№11, 12 и 13. Определяемые параметры - мутность отработанной промывной воды и количество удаляемых при промывке взвешенных веществ.



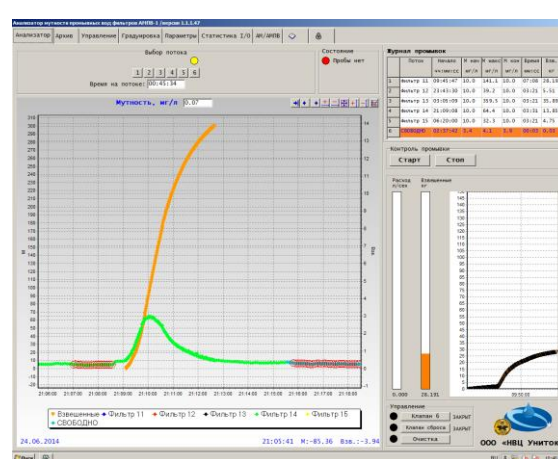
А



Б



В



Г

Рис.11. Графики промывки фильтров: А, Б –№11, В- №12, Г- № 13.

Классический вид графиков промывки приведён на рис. 11Г. Появление нескольких максимумов на графике временной зависимости мутности обусловлено изменением интенсивности подачи промывной воды в процессе промывки фильтра.

График временной зависимости количества удаляемых при промывке фильтра взвешенных веществ имеет 2 характерных участка: участок резкого возрастания и участок насыщения.

Среднее время промывки фильтра «до чистой воды» составляет на 3-й очереди станции ~ 8 минут. Прекращение промывки при $M_{кон}=10\text{мг/л}$ сокращает это время до 3-х-4-х минут. Налицо экономия расхода воды на собственные нужды пропорционально сокращению времени промывки фильтров.

Полученные результаты согласуются с результатами, полученными на ВОС городов Новодвинска, Ижевска, Каменск-Уральского, Перми.

Исследование трудноудаляемых примесей фильтрующей загрузки будет выполнено лабораторией ЗФС до 15.07.14 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ
проведения ПК КИМ «Коагулянт-Осветлитель»
25 апреля 2014 г

1. Процедуре «Пробная коагуляция» (сокращённо ПК) в модуле «К-О» может подвергаться проба воды с реагентами (как правило, отобранная после смесителя) или проба воды исходной, в которую реагенты вводятся ручным способом, дозированием в рабочую ёмкость.
2. Контролируемые параметры - мутность M , мг/л и время t .
Результатом проведения ПК являются:
 - Временная зависимость мутности $M(t)$ пробы воды с реагентами в рабочей ёмкости модуля.
 - Скорость осветления $V_{осв}$, мг/л/мин. пробы воды с реагентами в рабочей ёмкости модуля.
 $V_{осв} = (M_0 - M(t))/t$, где t - время, прошедшее от начала ПК.
 - Конечное значение мутности пробы воды в рабочей ёмкости КИМ «К-О» при завершении ПК- $M(T_{пк})$.
3. Параметрами проведения ПК являются время перемешивания T перем. пробы воды с реагентами в рабочей ёмкости КИМ «К-О» и время наблюдения ПК - $T_{пк}$.
4. Опытные результаты:
 - если дозы реагентов в очищаемой воде стабильны во времени и её свойства скачком не изменяются, то результаты проведения ПК идентичны: скорость $V_{осв}$, глубина осветления коагулированной взвеси $M(T_{пк})$ и вид зависимости $M(t)$ не изменяются.
 - любое изменение картины протекания ПК свидетельствует об изменении или свойств воды, или её гидродинамики в смесителе (скорость прохождения воды через смеситель влияет на скорость образования хлопьев $Al_2(OH)_3$ и их размеры), или доз применяемых реагентов, или типов применяемых реагентов;
5. Интерпретация и использование результатов ПК:
 - **ПК в модуле «Коагулянт-Осветлитель» - моделирование реального процесса осветления коагулированной взвеси в отстойниках ВОС;**
 - **при проведении ПК в модуле «Коагулянт-Осветлитель» на пробе вод с реагентами, прошедшей смеситель станции, мы имеем дело с реальными хлопьями $Al_2(OH)_3$. При этом мы наблюдаем процесс коагуляции в свободном объёме, который ближе к реальному процессу осветления в отстойниках, чем при проведении пробных коагуляций в лабораторных условиях;**
 - если коагулированная взвесь осветляется в рабочей ёмкости КИМ «К-О», то она будет осветляться и в отстойниках ВОС;
 - прогнозирование мутности на выходе отстойников: M (на выходе отстойника) = M (на выходе смесителя) - $V_{осв} \cdot T$ (время нахождения воды в отстойнике).

Какая $V_{осв}$ приемлема для реализуемого процесса? Как выбрать эту скорость?

- 1) Произвести оценку M (на выходе отстойников). Если оценка удовлетворительна, то дожидаться реального прохождения воды через отстойники, затем проверить остаточный алюминий, мутность, цветность...
Если результаты удовлетворительные, то принимается решение о снижении рабочих доз (об экономии реагентов), или продолжают работать на прежних дозах, придерживаясь при этом найденного значения $V_{осв}$.
- 2) Если коагулированная взвесь не осветляется при ПК в рабочей ёмкости модуля, то, скорее всего, не произойдёт осветления и в отстойниках. Разумно изменить дозы реагентов и добиться увеличения $V_{осв}$.

6. Рассмотрение результатов ПК совместно с остальными результатами, предоставляемыми КИМ «Коагулянт-Осветлитель».

№	Качество воды после фильтров	Мутность проб воды на разных участках ТП, результаты проведения ПК, остаточный алюминий.	Рекомендации
1	Удовлетворит.	Мсмесит=Мотст= Мпк(Тпк) Vосв~0	Ситуация характерна для низких температур воды в зимнее время ($<4^{\circ}\text{C}$), когда в смесителе образуются мелкие хлопья $\text{Al}_2(\text{OH})_3$, которые практически не оседают в отстойниках и выходят на фильтры. При этом фильтрующая загрузка задерживает эти взвеси, тем самым обеспечивая очистку воды. В этих условиях, нередко, не удаётся подбором доз применяемых реагентов добиться осветления коагулированной взвеси в отстойниках, о чём свидетельствует $V_{\text{осв}} \sim 0$. Важен контроль Мотст, чтобы не происходил вынос взвесей из отстойников вследствие неоптимального гидродинамического режима или их загрязнения, что может привести к увеличению содержания остаточного алюминия в фильтрате.
2	Неудовлетворит.	Повышенное содержание остаточного алюминия. Мсмесит=Мотст= Мпк(Тпк) Vосв~0	Повышенное содержание остаточного алюминия в фильтрованной воде показывает, что часть взвесей проходит через фильтрующую загрузку фильтров. Ситуация характерна для низких температур воды в зимнее время ($<4^{\circ}\text{C}$), когда в смесителе образуются мелкие хлопья $\text{Al}_2(\text{OH})_3$. Возможно принятие следующего решения, апробированного С.Р.Штернером на ЗФС г. Екатеринбурга 29 декабря 2002 года: уменьшить количество вводимого коагулянта. При этом снизится общее количество хлопьев коагулянта, образующихся в смесителе, в том числе и тех, которые пройдут фильтры и внесут свой вклад в остаточный алюминий. Возможно, что увеличение дозы флокулянта увеличит размеры хлопьев, что отразится на увеличении $V_{\text{осв}}$.
3	Неудовлетворит.	Повышенное содержание остаточного алюминия. Мсмесит>Мотст.>М пк(Тпк) Vосв.>0.	Если $T_{\text{воды}} > 4^{\circ}\text{C}$, то причиной наблюдаемого может быть неправильный подбор доз коагулянта и (или) флокулянта или сбой в дозировании этих реагентов. Рекомендации: 1. Проверить правильность дозирования реагентов (исправность насосов, трубопроводов, подающих рабочие растворы реагентов, правильность их концентраций). 2. Изменить дозы реагентов в сторону увеличения или уменьшения и определить $V_{\text{осв}}$ и $M(\text{Тпк})$. Увеличение $V_{\text{осв}}$ при одновременном снижении $M(\text{Тпк})$ свидетельствует об увеличении размеров хлопьев и эффективности коагуляции. Содержание остаточного алюминия может понизиться. Снижение $V_{\text{осв}}$ и $M(\text{Тпк})$ при уменьшении дозы коагулянта также может снизить содержание остаточного алюминия в фильтрате. Однако значение цветности очищаемой воды при этом может возрасти.
4	Удовлетворит.	Мсмесит>Мотст>М пк(Тпк) Vосв.>0. Все показатели воды в норме	Если результаты проведения ПК при стабильных дозах коагулянта стабильны ($V_{\text{осв.}}$, $M(t)$, $M(\text{Тпк})$) и временные зависимости мутности проб воды после смесителей $M_{\text{смесит}}(t)$ и отстойников $M_{\text{отст}}(t)$ также стабильны во времени, то процесс реагентной очистки воды протекает подконтрольно и стабильно. Если при стабильных параметрах ПК происходит изменение $M_{\text{отст}}(t)$, то возможные причины: --- изменение гидродинамического режима отстойников (изменение расхода воды через сооружения); --- вынос взвесей из-за накопления осадка. Если параметры ПК не стабильны, то изменение $V_{\text{осв}}$, $M(t)$ и $M(\text{Тпк})$ вызывается: --- нарушениями в дозировании реагентов; --- изменением свойств исходной воды.

5	Удовлетворит.	Мсмесит>Мотст.>М пк(Тпк) Vосв.>0. Все показатели воды в норме	<u>Снижение расхода реагентов:</u> Если показатели воды в норме, Восв при этом ~ "а", то снижение доз применяемых реагентов приведёт к тому, что Восв<а. Если качество воды останется удовлетворительным при использовании новых доз реагентов, то возможны дальнейшие действия по снижению их расходов. В этих условиях пробная коагуляция в КИМ «Коагулянт-Осветлитель» является средством оптимизации расходов реагентов и контролем стабильности их дозирования, а Восв – одним из основных параметров реализуемого технологического процесса реагентной очистки воды.
---	---------------	---	--

ДОПОЛНЕНИЕ к документу
"ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ проведения ПК КИМ «Коагулянт-Осветлитель»
25 июня 2014 г.

Результаты исследования КИМ "Коагулянт-Осветлитель" проб воды, отобранных после смесителя 1 (Правая секция) и смесителя 2 (левая секция) показали:

1. Осаждение хлопьев происходит в подводящих к модулю "Коагулянт-Осветлитель" трубах.
2. Результат измерения мутности М пробы воды, отобранной после смесителя 1, со временем снижается, рис.1, что связано с накоплением осадка в подводящем к модулю "К-О" трубопроводе.

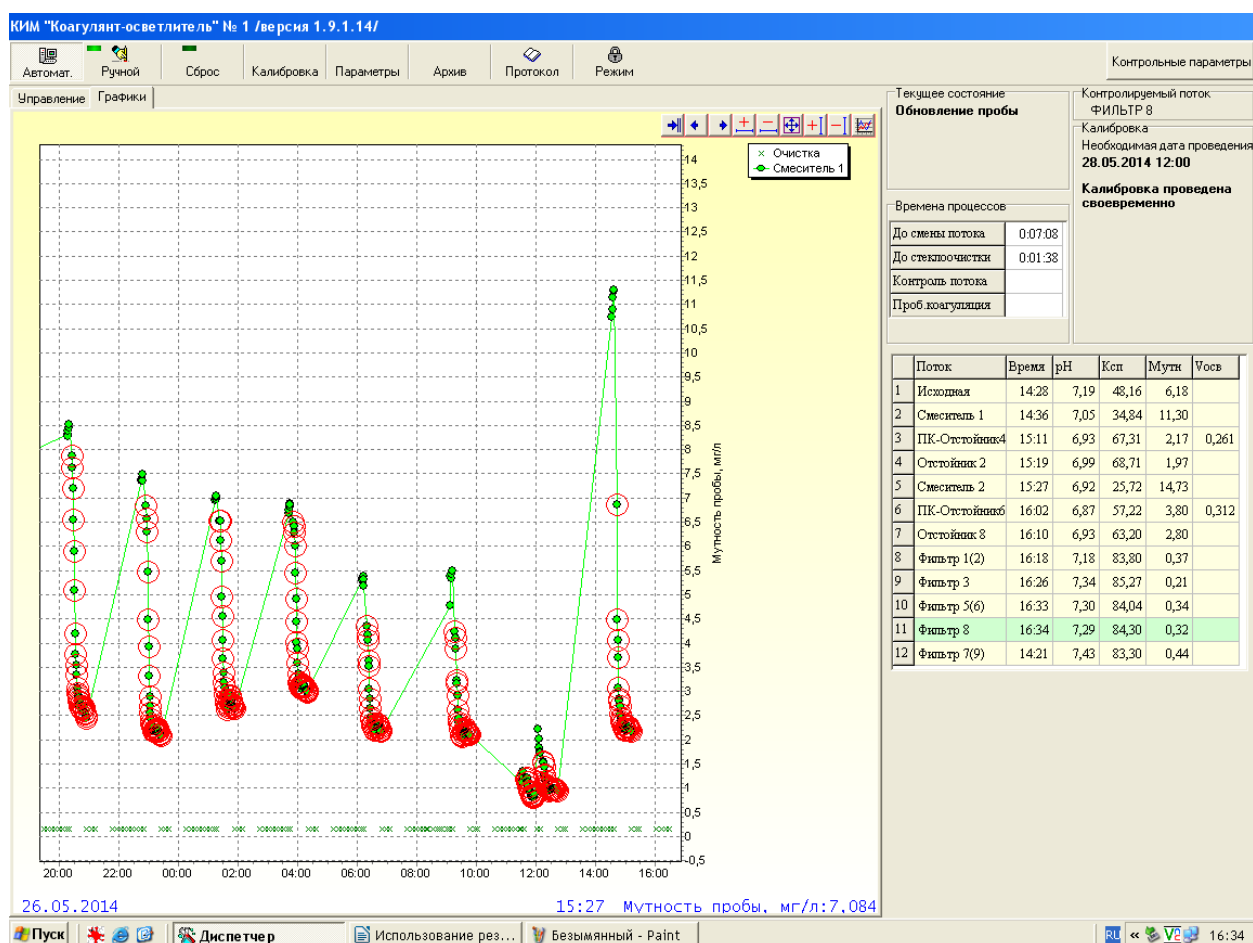


Рис.1. Снижение результата измерения мутности пробы воды, отобранной после смесителя 1, из-за накопления осадка в подводящей эту пробу к модулю "Коагулянт-Осветлитель" трубе. После 12 часов подводящую трубу прочистили.

3. Конечное значение мутности $M_{\text{кон}}$ в процессе проведения пробной коагуляции в модуле "К-О" при времени наблюдения ~30 минут обусловлено мелкодисперсной взвесью, рис.2, которая и в отстойниках оседает не полностью и, по наблюдениям С.Р.Штернера, выносится из них ($M_{\text{кон}}$ мутность воды на выходе отстойников $M_{\text{отст}} \sim M_{\text{кон}}$). Т.е. значение мутности $M_{\text{кон}}$ можно использовать для прогнозирования мутности воды на выходе из отстойников.

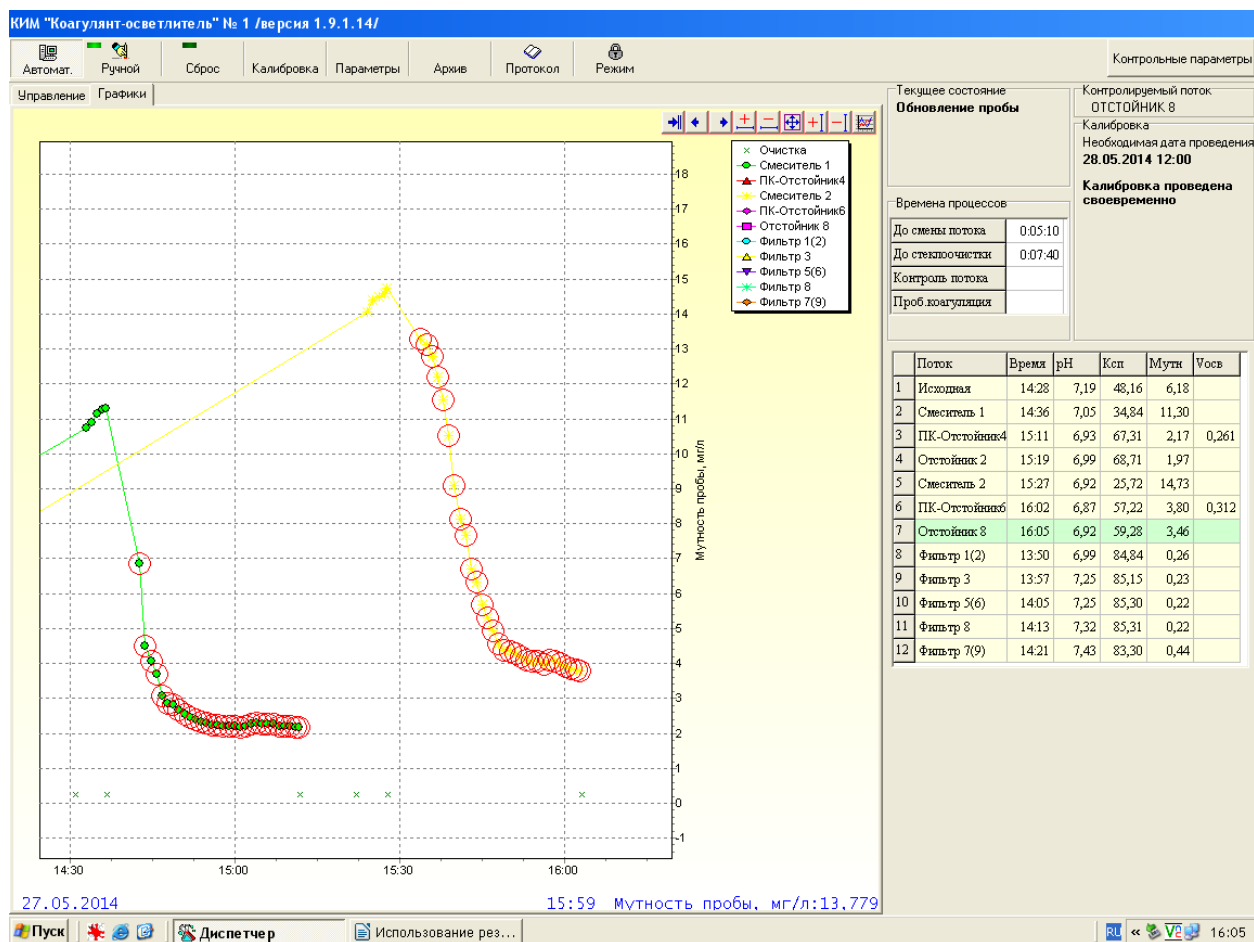


Рис.2. Временные зависимости мутности проб воды, отобранных на выходе смесителей 1 и 2 в режиме "Пробная коагуляция".

4. Скорость осветления коагулированной взвеси в режиме "пробная коагуляция" $V_{\text{осв}}$ определяет эффективность её осаждения в отстойниках. Её достаточное значение в мае 2014 года по наблюдениям С.Р.Штернера ~ 0,2 мг/л/мин.