

# ВРВ

№ 8 (20) 2005

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ





# Целевой проект по решению проблем повышения качества питьевой воды на очистных сооружениях предприятий «Водоканал», а также воды для технологических целей, очищаемой в водоподготовительных цехах промышленных предприятий.

## Концепция программы «Вода питьевая – чистая вода»

С. Штернер - к. ф.-м. н.,  
директор ООО «НВЦ УНИТОК»  
г. Екатеринбург

### Наименование:

Непрерывный контроль и управление технологическим процессом реагентной очистки поверхностных вод для питьевого водоснабжения на N-ской фильтровальной станции или для технологических целей в водоподготовительном цехе предприятия контрольно-измерительными и управляющими модулями автоматического дозирования коагулянта (АДК), автоматического дозирования щелочного реагента (АДЩР), «Коагулянт-осветлитель» и «Хлор-мониторинг», разработки и изготовления ООО «Научно-внедренческий центр УНИТОК», Россия, г. Екатеринбург.

Сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.31.005.A № 19924.

### 1. Характеристика технологической проблемы, решаемой в рамках данного целевого проекта.

На большинстве предприятий России и стран СНГ при очистке поверхностных вод для питьевого водоснабжения или для технологических нужд используются реагенты: коагулянты, флокулянты, хлор, реагенты, регулирующие величину pH воды и т.д.

При проведении технологического процесса реагентной очистки воды часто создаются условия, при которых происходит отклонение доз (концентраций) применяемых реагентов от оптималь-

ных, определённых для конкретной воды в технологических лабораториях фильтровальных станций или водоподготовительных цехов. При этом дискретный, периодический контроль основных параметров технологического процесса, а именно: дозы коагулянта, величины pH, концентрации активного хлора в воде, мутности очищаемой воды на различных этапах её очистки (после отстойников, фильтров...) не оперативен, т.к. проводится 1 раз в 1 час, что может привести к поступлению к потребителю некачественной воды (повышенное содержание алюминия, железа, активного хлора, хлорорганических и иных примесей).

Причинами, которые приводят к вышеуказанным последствиям, являются не только технические неисправности, но и природные условия, приводящие к резким изменениям свойств исходной воды (паводок, ливни) и требующие оперативного реагирования диспетчерской службы.

Решить задачу оперативного контроля технологического процесса можно только при его автоматическом контроле. Для его осуществления необходимы надёжные автоматические приборные комплексы, непрерывно или дискретно определяющие дозы коагулянта, хлора, величину pH, мутность проб воды на различных этапах её очистки, расходы реагентов, скорость осветления коагулированной взвеси.

В настоящее время отечественное приборостроение испытывает

известные трудности. На ведущих фильтровальных станциях страны предпочитают зарубежные средства контроля. Однако ни один из известных нам приборов не решает той совокупности задач по автоматическому контролю ранее названных параметров технологического процесса реагентной очистки воды, которые решают контрольно-измерительные модули (КИМ) автоматического дозирования коагулянта (АДК), автоматического дозирования щелочного реагента (АДЩР), «Коагулянт-осветлитель» и «Хлор-мониторинг».

Контрольно-измерительные модули АДК, АДЩР, «Коагулянт-осветлитель» и «Хлор-мониторинг» успешно работают на 18-ти крупных очистных сооружениях предприятий «Водоканал» России: в Апатитах, Архангельске, Новодвинске, Ижевске, Кирове, Перми, Набережных Челнах, Екатеринбурге, Новоуральске, Тюмени, Нижневартовске, Пятигорске, Хабаровске, Комсомольске-на-Амуре, Новосибирске и других.

### 2. Цель проекта и перечень решаемых задач.

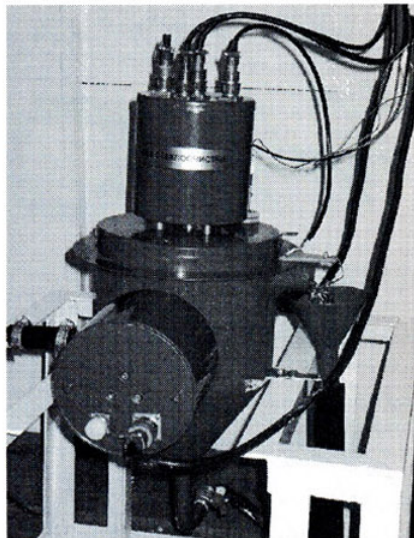
Целью проекта является обеспечение надёжного автоматического компьютерного контроля и управления технологическим процессом реагентной очистки поверхностных вод для снижения производственных затрат и повышения качества очищаемой воды.

Решаемые задачи:

1. Автоматический компьютерный контроль:

- дозы коагулянта, вводимого в воду;





- скорости и глубины осветления коагулируемой взвеси в отстойниках;
- фильтроцикла фильтрующего оборудования;
- температуры и величины pH анализируемых проб воды;
- концентрации активного хлора в воде при первичном и вторичном хлорировании;
- расхода коагулянта и флокулянта.

2. Автоматическое управление дозированием коагулянта, щелочного и иных реагентов.

3. Экспрессная оптимизация доз коагулянта и флокулянта путём проведения автоматической пробной коагуляции в рабочей ёмкости модуля «Коагулянт-осветлитель».

4. Образование АРХИВА экспериментальных данных в течение 10 лет непрерывной работы оборудования.

5. Образование компьютерной сети для передачи информации о ходе технологического процесса очистки воды руководителям служб очистных сооружений.

Конечные результаты проекта:

1. Непрерывный, оперативный, компьютерный контроль технологического процесса реагентной очистки воды и адекватности действий диспетчерской службы.

2. Автоматическое дозирование реагентов.

3. Экономия коагулянта не менее 15%.

4. Снижение осадков не менее 10%.

5. Снижение затрат воды на собственные нужды не менее 10%.

6. Исключение проскоков оста-

точного алюминия в очищенной воде, а также снижение содержания в ней железа (в среднем на 30%), хлорорганических (в среднем на 30%), остаточного алюминия и иных примесей.

7. Создание условий для полной автоматизации и компьютеризации технологического процесса.

### 3. Сущность и содержание целевого проекта.

Для решения задач автоматического контроля основных параметров технологического процесса реагентной очистки воды нами выбраны оптические методы исследования анализируемых проб в сочетании с электрохимическими методами определения величин pH и дифференциальной электропроводности.

Необходимость непрерывного ведения измерений в широком интервале влажности и температуры окружающей среды, а также значительных электромагнитных помех от силового оборудования фильтровальных станций, ставит перед разработчиками модулей специальные требования.

В модулях реализовано:

1. Самодиагностика исправности основных узлов электронных блоков

2. Автоматическая, механическая очистка световодов, индикаторного электрода pH-метра, электродов кондуктометрических датчиков.

3. Термостатирование ряда элементов электронных схем.

4. Стабилизация питания оборудования и защита его от электромагнитных помех.

5. Используются два компьютера: промышленный - для управления работой функциональных узлов, и центральный - для внесения корректив в программу промышленного компьютера, отображения и архивирования получаемой информации.

6. Программное обеспечение модуля предоставляет:

а) технологу - возможность принятия решений, задание режимов автоматического управления дозированием реагентов с учётом опыта, ранее полученных результатов очистки воды на данном сооружении в предыдущие годы;

б) руководителям служб - информацию о ходе технологического процесса.

Измеряемыми параметрами являются:

- коэффициент светопропускания, температура воды, Э.Д.С. электродной системы, электропроводность.

Расчётные параметры:

- мутность воды, относительный коэффициент светопропускания, доза коагулянта, концентрация активного хлора, скорость осветления коагулированной взвеси, величина pH.

Количество анализируемых проб воды с различных этапов технологического процесса равно: 12-ти - модулем «Коагулянт-осветлитель», 6-ти - модулем «Хлор-мониторинг», 3-м - модулем АДК. Применены центральные комплексные датчики, что упрощает техническое обслуживание модулей службами КИП и АСУ ТП.

Пробы анализируются последовательно, время контроля одной пробы определяет Пользователь.

Особый режим работы модуля «Коагулянт-осветлитель» - режим «пробной коагуляции», который предназначен для экспрессного, автоматического и дистанционного изучения кинетики осветления коагулируемой взвеси. Объектом проведения «пробной коагуляции» в датчике модуля является проба воды, отобранная после смесителя, т.е. реальная вода с реальными, «рабочими» дозами реагентов.

В ходе проведения «пробной коагуляции» определяются скорость и глубина осветления (минимальное значение мутности в опыте) анализируемой пробы. При этом моделируется процесс осветления коагулированной воды в отстойнике.

В циклограмму измерений КИМ «Коагулянт-осветлитель» можно включить проведение «ПРОБНОЙ КОАГУЛЯЦИИ», задав предварительно основные параметры этого режима.

### 4. Технико-экономическое обоснование целевого проекта.

Контрольно-измерительные модули АДК, АДЦР, «Коагулянт-осветлитель» и «Хлор-мониторинг» - компьютерные измерительные системы, в



которых сочетаются центральные оптические датчики для измерения мутности и концентрации активного хлора в воде и электрохимические датчики для измерения величины pH и доз коагулянта и хлора при первичном хлорировании с автоматическим устройством приёма и распределения анализируемых потоков, общее количество которых равно, соответственно, 3-м, 12-ти и 6-ти.

Возможно построение указанных измерительных и управляющих систем с использованием специализированных приборов: pH-метров, мутномеров, кондуктометров отечественных и зарубежных производителей.

В настоящее время нам неизвестны компьютерные многофункциональные измерительные системы, ориентированные на решение задач технологии реагентной очистки воды, подобные описываемым модулям.

Использование центральных датчиков с автоматическим устройством приёма и распределения анализируемых потоков дешевле не менее чем в 3 раза любого решения: N-потоков – N-датчиков. Кроме этого наличие только одного, комплексного, датчика упрощает техническое обслуживание, предоставляет возможность сравнения характеристик разных проб воды одним средством измерения, повышая тем самым достоверность результатов измерений.

Программное обеспечение модулей позволяет оперативно отображать на мониторе компьютера параметры технологического процесса, осуществлять автоматическое дозирование реагентов, диагностику оборудования, предоставлять информацию о ходе технологического процесса по компьютерной сети руководителям служб.

4.1 КИМ «Коагулянт-осветлитель» - измерительная система, в которой реализованы не только методики измерений, но и осуществлены решения, способствующие продолжительной, безаварийной работе оборудования при высокой достоверности получаемых результатов:

- самодиагностика ряда электрических параметров с их компьютерной обработкой;

- термостатирование ряда элементов электронных схем;

- стабилизация ряда электрических параметров измерительных схем;

- автоматическая, механическая очистка световодов оптической системы и индикаторного электрода ячейки pH-метра.

Особая функция модуля – режим «Пробная коагуляция» – предоставляет технологу возможность экспрессной оптимизации доз используемых реагентов (коагулянта и флокулянта), не прибегая к помощи химической лаборатории.

Эту задачу, из известного нам оборудования, решает «монитор поточного тока» – автоматический прибор фирмы «Кемтрак», США, в котором производится измерение электрокинетического потенциала на границе раздела «взвешенная частица-вода». Однако мы считаем, что скорость и глубина осветления коагулируемой взвеси (параметры, определяемые в ходе проведения «пробной коагуляции» в датчике модуля) полнее характеризуют процесс коагуляции, т.к. отражают воздействие конкретных доз реагентов на конкретный технологический процесс, в то время как известно влияние на электрокинетический потенциал ионов факторов: температуры, ионного состава воды, величины pH и т.д.

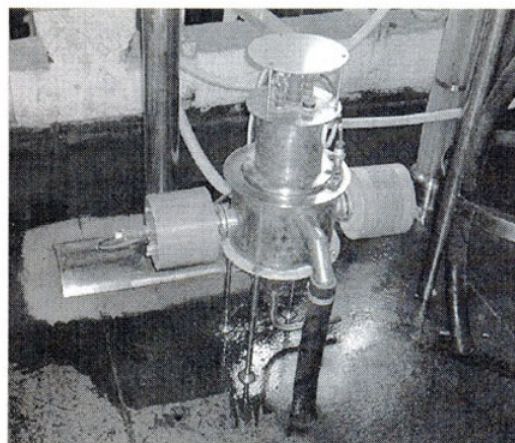
Контрольно-измерительный модуль «Коагулянт-осветлитель» предоставляет технологу возможность проведения опытных работ с новыми реагентами, работ, предшествующих использованию новых реагентов на сооружениях станции. При этом в датчик модуля набирается исходная вода и ручным способом производится дозирование в него расчётного количества реагентов, далее следует имитация смешения воды с реагентами в смесителе (включение перемешивающего устройства в датчике) и наблюдение кинетики

осаждения коагулируемой взвеси с отображением на мониторе результатов измерений в виде графиков и таблиц.

4.2. КИМ АДК и АДЦР – неотъемлемая часть АСУТП реагентной очистки воды, позволяющие с компьютера задавать требуемые дозы коагулянта и щелочного реагента и автоматически их поддерживать не зависимо от расхода воды через сооружение, концентрации растворов коагулянта и щелочного реагента в растворных баках, а также типа коагулянта. КИМ АДК осуществляет измерение дозы хлора при первичном хлорировании, контроль расхода коагулянта в щелочных дозаторах и отображает этот параметр, измеренный штатными расходомерами, контроль циркуляции контролируемой пробы через измерительное устройство и автоматическую очистку электродов электрохимической системы.

4.3. КИМ «Хлор-мониторинг» производит автоматический контроль суммарного активного или свободного активного хлора в 6-ти пробах очищенной воды (вторичное хлорирование). Метод измерения – фотокolorиметрический.

Опыт эксплуатации описываемого оборудования на фильтровальных станциях Архангельска, Екатеринбурга, Хабаровска и других городов свидетельствует о том, что интуитивное ведение технологического процесса реагентной очистки воды при использовании модулей становится зримым и предсказуемым в любое время суток и года, а параметры очищаемой воды становятся стабильнее и лучше.





Реально достижение экономии коагулянта не менее 15-20%, снижение количества осадков и расхода воды на собственные нужды на 10%, а также содержания железа, остаточного алюминия, хлорорганических и иных примесей в очищаемой воде.

## 5. Пользователи результатов работ по целевому проекту.

Пользователями результатов работ по настоящему проекту могут являться фильтровальные станции и станции очистки воды предприятий «ВОДОКАНАЛ», цеха водоподготовки ТЭЦ и иных предприятий России и стран ближнего зарубежья.

Срок использования модулей - не менее 10-ти лет.

## 6. Гарантии достижения поставленных в проекте целей и получения требуемых результатов.

КИМ «Коагулянт-осветлитель» разработан в 1995 году, КИМ «Хлор-мониторинг» - в 1997 году, КИМ АДК и АДЦР - в 2000 году коллективом сотрудников ООО «Научно-внедренческий центр «УНИТОК» при Уральском научно-исследовательском химическом институте «УНИХИМ» г. Екатеринбурга.

Руководитель работ - ведущий научный сотрудник лаборатории физической химии института «УНИХИМ», директор ООО «НВЦ УНИТОК», к.ф.-м.н., Штернер Семён Романович.

Коллектив сотрудников Научно-внедренческого центра «УНИТОК» включает научных сотрудников, технологов и конструкторов 1-й категории по изготовлению радиоаппаратуры, а также квалифицированных программистов.

Изготовление и настройка электронных блоков модулей производится в лаборатории центра «УНИТОК», а изготовление механических узлов - на опытном заводе института «УНИХИМ».

В 1996 году НВЦ «УНИТОК» был награжден дипломом III-й степени «За лучший экспонат международной выставки-ярмарки «ИНТЕРСИТИ-96» - автоматический корректор технологии водоподготовки - контрольно-измерительный модуль «Коагулянт-осветлитель», г. Новокузнецк.

В 1997 году в журнале «Водоснабжение и санитарная техника» (№7, с.21-23) опубликована статья Штернера С.Р. и др. «Автоматический корректор технологии водоподготовки...», в которой приводятся основные результаты, полученные при проведении испытаний модуля на Западной фильтровальной станции г. Екатеринбурга и на Среднеуральской ГРЭС.

К настоящему времени выше-названные модули внедрены на фильтровальных станциях предприятий «Водоканал» 17-ти городов России: Апатитов, Архангельска, Новодвинска, Ижевска, Кирова, Перми, Набережных Челнов, Тюмени, Нижневартовска, Пятигорска, Хабаровска, Екатеринбурга, Новоуральска, Комсомольска-на-Амуре, Новосибирска.

Контрольно-измерительные и управляющие модули автоматического дозирования коагулянта (АДК), «Коагулянт-осветлитель» и «Хлор-мониторинг» можно объединить в автоматический контрольно-аналитический комплекс «УНИТОК-1», который зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 28667-05.

Опыт, накопленный сотрудниками НВЦ «УНИТОК» при разработке, изготовлении и внедрении контрольно-измерительных модулей АДК, АДЦР, «Коагулянт-осветлитель» и «Хлор-мониторинг», позволяет с уверенностью сказать: «Работы по осуществлению целевого проекта будут проведены в срок и на современном уровне».

## 7. Этапность выполнения проекта.

Длительность выполнения работ по целевому проекту - 3-8 месяцев. Количество этапов - 1.

## 8. Стоимость финансирования проекта.

Стоимость финансирования проекта:  
- КИМ автоматического дозирования коагулянта - 805 000 рублей при одном канале управления;

- КИМ автоматического дозирования щелочного реагента - 850 000 рублей;

- КИМ «Коагулянт-осветлитель» - 1 250 000 рублей;

- КИМ «Хлор-мониторинг» - 750 000 рублей.

Цены приводятся с учётом налоговых отчислений и стоимости проведения пуско-наладочных работ.

## 9. Эффективность проекта.

Эффективность проекта рассматривается в двух направлениях:

А) Производственная эффективность, определяемая экономией средств предприятия.

Б) Удовлетворение требований населения по обеспечению экологической безопасности.

А) Для расчёта эффективности проекта рассматривается фильтровальная станция производительностью 200 000 кубических метров воды в сутки. Ориентировочный (средний) расход коагулянта-сульфата алюминия или оксихлорида алюминия - 15 000 кг/сутки при дозе коагулянта (15-20) мг/л по  $Al_2O_3$ .

При 10%-й экономии коагулянта его расход снизится до 13 500 кг/сутки, что определит суточную экономию денежных средств около 5 000 рублей (при стоимости тонны коагулянта около 3 300 рублей), а годовую - более 1 миллиона рублей.

Снижение затрат воды на собственные нужды достигается при выводе фильтрующего оборудования на промывку не по времени эксплуатации, как это делается в настоящее время, а в связи с его реальным загрязнением, непрерывный контроль которого осуществляется модулем «Коагулянт-осветлитель».

10%-я экономия воды на промывку фильтрующего оборудования составляет около 2 000 кубических метров в сутки (производительность станции - 200 000 м<sup>3</sup>/сутки, затраты на промывку фильтрующего оборудования - 20 000 м<sup>3</sup>/сутки), что в денежном выражении может составить 150 000-200 000 рублей в месяц (при низкой себестоимости 1 кубического метра воды около 2,5 рублей) или более 2-х миллионов рублей в год.

Таким образом, общая экономия финансовых средств за 1 год определяется величиной более 3-х миллионов рублей, что сравнима с затратами по включению в технологический процесс 2-х контрольно-измерительных модулей АДК и модуля «Коагулянт-осветлитель».



# ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ РЕАГЕНТНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ СРЕДСТВАМИ АСУ ТП



Директор ООО "НВЦ УНИТОК", к. ф.-м. н. С.Р. Штернер,  
инженер-конструктор ООО "НВЦ УНИТОК" С.Л. Лузгин, г. Екатеринбург

Технологический процесс реагентной очистки воды на фильтровальных станциях реализуется в технологических сооружениях (смесителях, отстойниках, контактных осветлителях, фильтрах) с использованием реагентов (коагулянты, флокулянты, хлор и т.д.).

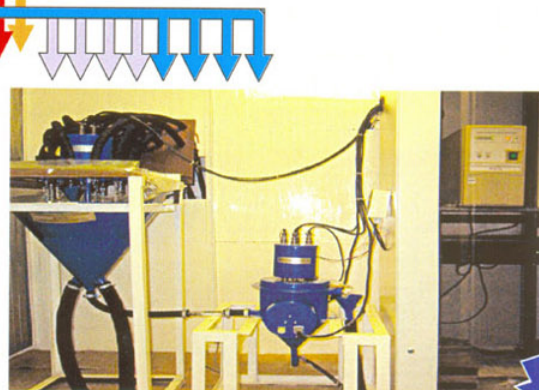
Изменяющиеся условия проведения технологического процесса (ТП), такие как биологические и физико-химические параметры исходной воды, типы, марки реагентов, концентрации рабочих растворов, состояние дозирующего оборудования, нагрузка очистных сооружений, техническое состояние их технологических сооружений требуют для получения необходимой глубины очистки воды непрерывного автоматического контроля ряда его параметров, который определяется всеми вышеназванными факторами.

В настоящее время на большинстве водоочистных станций России отсутствует автоматический контроль ТП, а его управление основывается на результатах лабораторных химических анализов, периодичность которых, нередко недостаточна для его оптимальной реализации.

Для оптимизации действующих технологий реагентной очистки воды средствами АСУ ТП нами разработаны контрольно-измерительные модули (КИМ) автоматического дозирования коагулянта (АДК), "Коагулянт-осветлитель", "Хлор-мониторинг" и модуль автоматического дозирования щелочного реагента (АДЩР). Они в совокупности образуют контрольно-аналитический комплекс "УНИТОК-1". СЕРТИФИКАТ об утверждении типа средств измерений RU.C.31.005.A № 19924.

**Контрольно-аналитический комплекс "УНИТОК-1" реализует следующее:**

- Автоматическое дозирование коагулянта.
- Автоматический контроль **дозы** коагулянта и хлора при первичном хлорировании.
- Автоматический контроль мутности, pH, температуры, скорости осветления коагулированной взвеси на **всех** этапах ТП.
- Автоматический контроль концентрации активного хлора при вторичном хлорировании.
- Автоматическое проведение **пробных коагуляций**.
- Автоматическая очистка датчиков.
- Автоматическая самодиагностика оборудования.



НОВОСИБИРСК, НФС-1

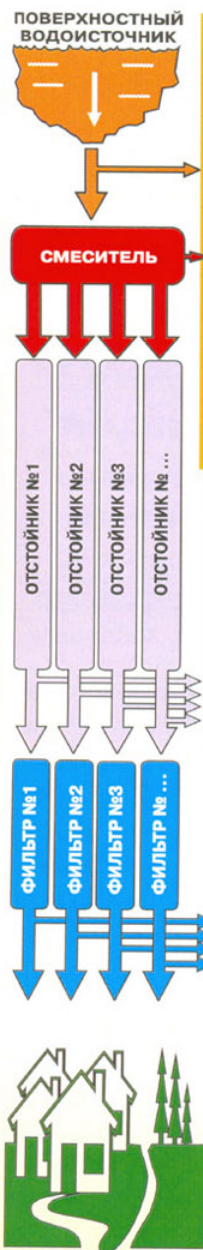
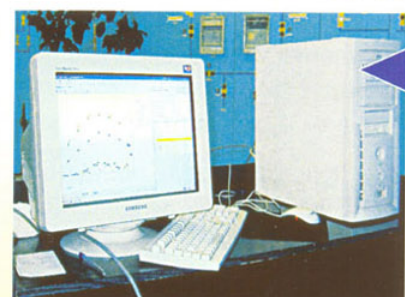
**Результатом функционирования комплекса УНИТОК-1" являются:**

- Оперативный контроль хода технологического процесса.
- Диспетчеризация технологического процесса.
- Экономия коагулянта на 15-20%.
- Экономия расхода воды на собственные нужды на 10%.
- Снижение количества осадков.
- **Снижение содержания остаточного алюминия, хлорорганических и иных примесей.**
- Полная отчётность эксплуатационного персонала.
- Повышение культуры производства.



ХАБАРОВСК, ГОСВ

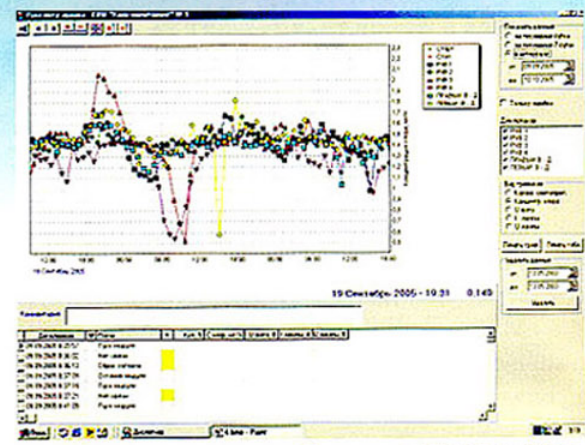
На рис. А-Е представлены копии экранов мониторов компьютеров, отображающих ход ТП в рамках программы "УНИТОК-ДИСПЕТЧЕР". Рис. А представляет автоматический контроль доз коагулянта на 4-х смесителях СОВ и автоматическое управление дозированием его рабочего раствора. С 17:30 до 19:30 осуществлялся ручной режим управления. На рис.Б приводятся графики временных зависимостей концентраций суммарного активного хлора в воде 6-ти независимых проб воды с разных участков технологического процесса.



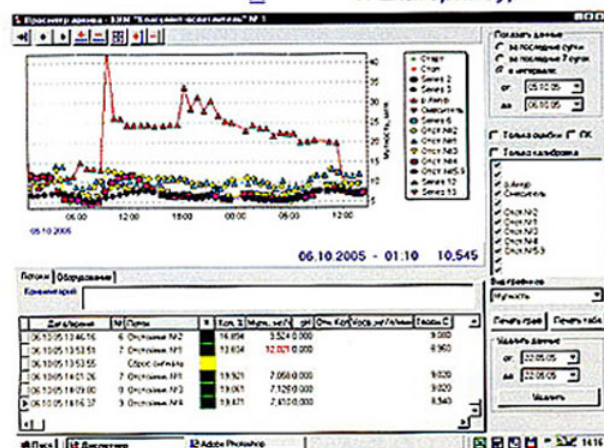




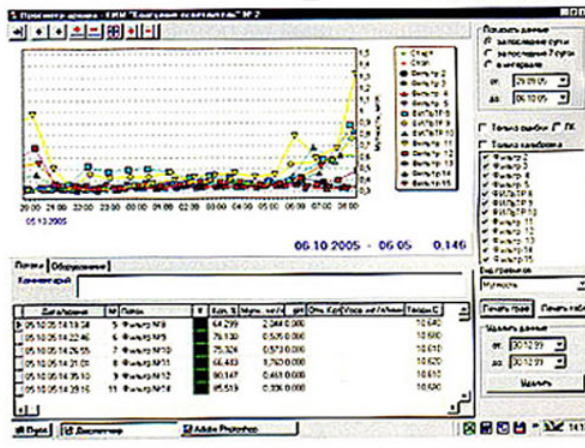
г. Екатеринбург



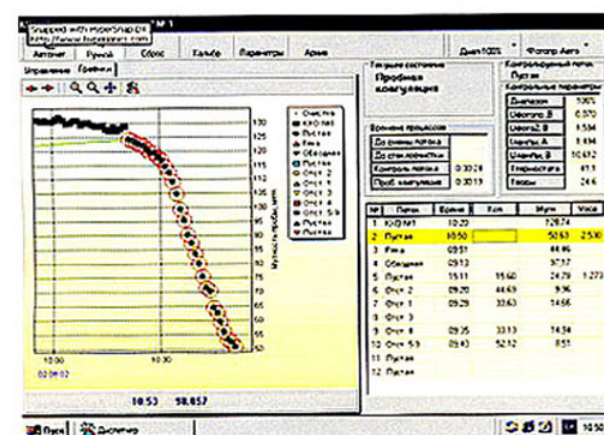
г. Екатеринбург



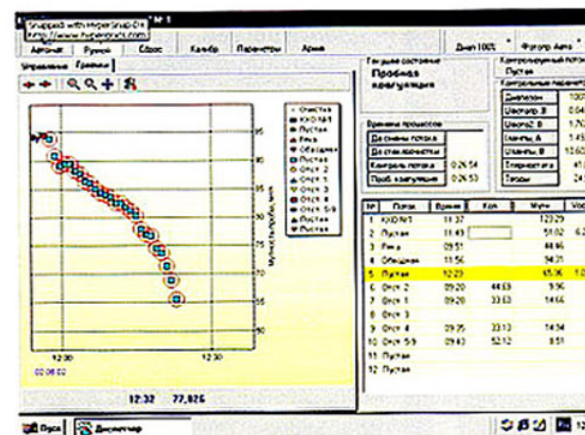
г. Хабаровск



г. Хабаровск



г. Хабаровск



г. Хабаровск

На ГОСВ г. Хабаровска 2 модуля "Коагулянт-осветлитель" контролируют 24 пробы воды с разных участков ТП: исходная вода реки Амур, после смесителей, отстойников (рис.В) и фильтров (рис.Г). Оперативная информация о мутности и величине pH названных проб позволяет начальнику смены своевременно реагировать на изменяющиеся условия реализуемого процесса (сбои в дозировании реагентов, вынос взвесей из отстойников, фильтров, своевременная реализация промывок фильтрующего оборудования, перераспределение между ними нагрузок и т.д.), а возможность автоматического и экспрессного проведения пробных коагуляций - **оптимизировать рабочие дозы реагентов в любое время суток и года**, добиваясь устойчивого и высокого качества очищаемой воды. Рис. Д и Е отражают процесс осветления коагулированных взвесей в рабочей ёмкости модуля "Коагулянт-осветлитель" при разных дозах (9 и 7 мг/л по окиси алюминия) коагулянта. При этом в таблице текущих значений, наряду с результатами измерения величин pH и мутности, приводятся значения скорости осветления коагулированной взвеси, являющиеся результатом моделирования модулем "Коагулянт-осветлитель" процесса осветления в отстойниках очистных сооружений.

К настоящему времени наше оборудование награждено Дипломом международной ярмарки-выставки "ИНТЕРСИТИ-97" "За лучший экспонат выставки", установлено на 19-ти станциях России.



Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, 61, оф. 308  
 тел./факс: +7 (343) 375-94-76, 261-10-11  
 e-mail: unitok@tpark.ustu.ru, unitok@mail.ru



Б) Непрерывный контроль технологического процесса реагентной очистки воды для питьевого водоснабжения модулями автоматического дозирования коагулянта (АДК), автоматического дозирования щелочного реагента (АДЩР), «Коагулянт-осветлитель» и «Хлор-мониторинг» исключает продолжительные, неконтролируемые сбои в дозировании коагулянта, флокулянта, хлора, которые приводят к загрязнению питьевой воды используемыми реагентами.

Опыт эксплуатации модулей свидетельствует о снижении в очищаемой воде примесей железа, остаточного алюминия, хлорорганических и иных примесей. Показатели очищаемой воды становятся стабильнее, тем самым в ходе выполнения проекта достигается конкретный социальный эффект в удовлетворении требований населения по обеспечению экологической безопасности.

## 10. Сведения о головной организации.

ООО «Научно-внедренческий центр УНИТОК», РОССИЯ, 620100, г. Екатеринбург, ул. Мичурина, 231-61.  
ИНН 6662106930,  
р/с 40702810000030000068,  
к/с 30101810300000000780,  
ОАО «Уралвнешторгбанк»  
г. Екатеринбурга, БИК 046577780.  
Коды: ОКОНХ-95120, ОКПО-20625593.

Генеральный директор -  
Штернер Семён Романович,  
тел/факс: /343/-261-10-11,  
/343/-375-94-76.

E-mail: UNITOK@mail.ru

## 11. Комплекты поставки.

1. КИМ АДК и АДЩР (1 канал управления):

- Блок измерения и управления. Блок приёма и распределения потоков. Датчик кондуктометрический. Блок автоматической очистки электродов. Блок контроля расхода коагулянта. Программное обеспечение, в т.ч. сетевая версия. Руководство по эксплуатации. Альбом электрических схем. Методика проверки в условиях эксплуатации. Паспорт.

- Персональный (или промышленный) компьютер (по желанию Заказчика).

2. КИМ «Коагулянт-осветлитель»:

- Блок силовой. Блок интерфейсный. Блок приёма и распределения потоков. Автоматический фотоколориметр непрерывного действия. Преобразователь ЭДС электродной системы pH-метра. Программное обеспечение, в т.ч. сетевая версия. Персональный (или промышленный) компьютер (по желанию Заказчика). Руководство по эксплуатации. Альбом электрических схем. Методика проверки в условиях эксплуатации. Паспорт.

3. КИМ «Хлор-мониторинг»:

- Блок силовой. Блок управления (Промышленный компьютер №1) Блок приёма и распределения потоков. Автоматический фотоколориметр непрерывного действия. Программное обеспечение, в т.ч. сетевая версия. Персональный или промышленный компьютер №2 (по желанию Заказчика). Руководство по эксплуатации. Альбом электрических схем. Методика проверки в условиях эксплуатации. Паспорт. ■