

0- 7'72281

На правах рукописи



**ПЕРИКОВА ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ЛЕТУЧИХ  
ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ**

**05.11.13. – Приборы и методы контроля природной среды,  
веществ, материалов и изделий**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Казань – 2008**

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Казанский государственный энергетический университет».

Научный руководитель: доктор химических наук, профессор  
Новиков Вячеслав Федорович

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,  
профессор  
Козлов Владимир Константинович

кандидат химических наук,  
старший научный сотрудник  
Лапин Анатолий Андреевич

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет

Защита состоится « 7 » ноября 2008 г. в 16.00 часов на заседании диссертационного Совета Д 212.082.01 в ГОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет по адресу: 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51.

С диссертацией можно ознакомиться  
«Казанский государственный энергетиче-  
сайте: <http://www.kgeu.ru>

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000438538

ГОУ ВПО  
ератом – на

Автореферат разослан « 5 » октября 2008 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Н.Л. Батанова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность работы:**

В последнее время в нашей стране стала широко развиваться индустрия туризма, и большое влияние уделяется спортивно-оздоровительной работе. Наблюдается интенсивное строительство современных плавательных бассейнов, которые относятся к объектам коллективного пользования и требуют особенно тщательного соблюдения технологических и санитарно-гигиенических требований.

Для обеззараживания воды в плавательных бассейнах наиболее широко применяется процесс хлорирования, в результате которого образуются легколетучие хлорпроизводные, которые загрязняют окружающую природную среду.

Контроль за содержанием легколетучих хлорорганических соединений в воздушной среде практически не проводится, так как известные методики анализа являются достаточно сложными, поскольку требуют наличия прецизионной аппаратуры, современных методик анализа и высокой квалификации обслуживающего персонала. Дозировка хлорирующих препаратов в воду плавательных бассейнов часто проводится без учета концентрации выделившегося газообразного хлора и других веществ, что приводит к перерасходу химических реагентов и неоптимальной работе системы дозирования в целом.

Разработка современных методов контроля экологического состояния объектов окружающей природной среды осуществляется в основном с целью снижения требуемых пределов обнаружения загрязняющих веществ. Применение современной хроматографической аппаратуры с различными высокочувствительными детекторами позволяет расширить номенклатуру определяемых компонентов, одновременно присутствующих в анализируемых пробах. Количественная интерпретация полученных данных обычно базируется на сопоставлении результатов анализа с нормируемыми концентрациями стандартных веществ. В случае определения концентрации примесных соединений в большинстве случаев необходима система предварительного концентрирования определяемых компонентов, что позволяет снизить предел их обнаружения, но в то же время вносит дополнительную погрешность анализа за счет введения предварительной стадии подготовки пробы.

Существующие в настоящее время методики анализа не всегда обеспечивают достоверный контроль за концентрацией загрязняющих веществ в водной и воздушной среде объектов культурно-бытового назначения. В этой связи разработка и совершенствование приборов и методов, позволяющих осуществлять контроль за содержанием загрязняющих веществ в зоне влияния объектов культурно-бытового назначения является актуальной задачей. Решение этой проблемы позволит создать автоматизированную схему комплексного анализа загрязняющих веществ, на базе которой можно проводить локальный экологический мониторинг плавательных бассейнов и других объектов культурно-бытового назначения.

**Цель работы.** Целью настоящей работы является совершенствование приборов и методов контроля летучих химических соединений загрязняющих водную и воздушную среду плавательных бассейнов.

### **Основные задачи диссертационной работы:**

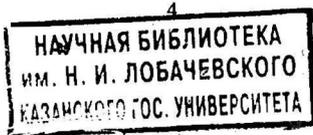
- усовершенствовать методы анализа органических веществ, выделяющихся из хлорирующих препаратов и их водных растворов в атмосферный воздух, с использованием современных приборов;
- разработать экспрессный метод анализа окислительных свойств химических продуктов для обеззараживания воды;
- провести исследования новых сорбентов для газохроматографического анализа легколетучих хлорорганических соединений;
- усовершенствовать пневматическую схему газохроматографической аппаратуры, систему отбора газовых и жидких проб;
- разработать автоматизированную схему комплексного анализа загрязняющих веществ в водной и воздушной среде плавательных бассейнов.

### **Научная новизна:**

- на основании исследования химического состава различных вод с использованием, разработанных хроматографических, масс-спектрометрических и линейно-колористических методик анализа выявлены приоритетные загрязнители окружающей среды и установлен их перечень, подлежащий обязательному контролю;
- теоретически обоснован выбор приборов и методик анализа для селективного определения химического состава загрязняющих веществ в водах плавательных бассейнов;
- на основе кулонометрического метода анализа проведена оценка окислительных свойств хлорирующих препаратов и выявлена закономерность их дезинфицирующей способности;
- с использованием линейно-колористического метода установлена корреляционная зависимость концентрации хлора и его производных от температуры, выделяющихся в атмосферный воздух из твердых образцов и их водных растворов;
- проведена оценка селективных характеристик новых сорбентов для газовой хроматографии и найдены закономерности удерживания приоритетных загрязнителей окружающей среды на этих сорбентах;
- разработана автоматизированная схема комплексного контроля загрязняющих веществ в водной и воздушной среде плавательного бассейна.

### **Практическая значимость работы:**

- экспериментально исследованы опытные образцы установки для отбора пробы газа из водной среды с последующим анализом линейно-колористическим методом с использованием индикаторных трубок различной селективности;
- разработана экспресс-методика анализа содержания примесных соединений в хлорирующих препаратах и даны рекомендации по их экологически безопасному хранению и использованию;
- разработан и опробован в реальных условиях экспрессный метод анализа окислительных свойств хлорирующих реагентов и озона;
- разработана методика газохроматографического анализа легколетучих хлорированных соединений с использованием нового сорбента;



- предложенная автоматизированная схема анализа может найти практическое применение для контроля экологического состояния окружающей природной среды на объектах культурно-бытового назначения (аквапарки, общественные и частные плавательные бассейны, спортивно-оздоровительные комплексы).

**На защиту выносятся следующие положения:**

- результаты исследования инструментальными методами анализа примесных соединений, выделяющихся в атмосферный воздух из хлорирующих препаратов и их водных растворов;
- результаты сравнительной оценки применения различных приборов и методик для анализа загрязняющих веществ;
- усовершенствованная методика газохроматографического анализа природной среды с использованием более селективных сорбентов, чем известные аналоги;
- автоматизированная схема комплексного анализа загрязняющих веществ водной и воздушной сред плавательного бассейна с использованием газохроматографических и линейно-колористических методов анализа.

**Апробация результатов:**

Основные материалы диссертационной работы представлялись на:

- III и VIII Международной научно-практической конференции «Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики», г. Новочеркасск, 2006, 2007 г.г.;
- IX Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики», г. Москва, 2006г.;
- VII Международная научно-практической конференции «Проблемы экологии: наука, промышленность, оборудование», г. Белгород, 2006 г.;
- VI Международной научно-практической конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности», г. Пенза, 2006 г.;
- VII Молодежной Международной научной конференции «Тинчуринские чтения», г. Казань, КГЭУ, 2007 г.;
- Международной научно-практической конференции «Энергетика 2008: инновация, решения, перспективы», 15-19 сентября 2008 г., КГЭУ, г. Казань.

**Публикации:**

Результаты диссертационной работы отражены в 15 публикациях и защищены двумя патентами РФ, из них 1 монография, 1 учебное пособие (с грифом «Рекомендовано Министерством по делам молодежи, спорту и туризму Республики Татарстан»), 2 статьи в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК.

**Структура и объем диссертации:**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Работа выполнена на 148 страницах машинописного текста, содержит 28 рисунков, 19 таблиц и 163 наименования источников используемой литературы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Введение** посвящено общей характеристике работы. В нем обоснована актуальность решаемой задачи, сформулирована цель и определено общее направление научно-исследовательской работы, приводится краткое её содержание и научные положения, выносимые на защиту. Сформирована и обоснована практическая значимость научного исследования, а также приведена структура и содержание глав диссертации, основные сведения о научных публикациях и апробация работы.

**В первой главе** проведен детальный обзор литературных источников, где приводятся сведения по изучению проблем определения концентрации химических компонентов инструментальными методами, присутствующих в качестве примесных соединений в водной среде предприятий культурно-бытового и хозяйственного назначения. Особое внимание уделяется проблеме вторичного загрязнения водной среды органическими соединениями, к числу которых в частности относятся диоксины, пестициды, гербициды, фенолы. Наличие в воде таких загрязняющих веществ значительно повышает её токсичность. Показано, что качество вод объектов культурно-бытового назначения определяется, как химическим составом воды источника водоснабжения, так и разнообразием поступающих в неё минеральных и органических соединений, являющихся метаболитами организма человека. Рассмотрены задачи инструментальных методов контроля водной среды, точность и достоверность полученных результатов, и их предел обнаружения.

**Во второй главе** обсуждаются экспериментальные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы. Приводятся общие сведения по оптимизации качества водной и воздушной среды плавательных бассейнов на основе результатов экологического мониторинга.

Показано, что эта система должна характеризовать состояние водной и воздушной среды плавательных бассейнов на основе разовых и среднесуточных наблюдений за концентрацией загрязняющих веществ, поступающих от внутренних источников и мигрирующих с наружным воздухом через вентиляционную систему здания. Проанализированы проблемы загрязнения воздушной среды плавательных бассейнов и разработана блок-схема их анализа. Показана важность контроля состава примесных соединений с использованием инструментальных методов анализа. Разработана схема анализа факторов внутренней среды плавательных бассейнов, влияющих на организм человека, а также алгоритм организации системы локального экологического мониторинга.

Детально описана методика проведения исследований с использованием экспериментального плавательного бассейна закрытого типа, входящего в структуру спортивно-оздоровительного комплекса. Приведена схема плавательного бассейна с системой очистки воды и электронного управления его работой.

На основе рекомендаций СНИПа нами разработана методика расчета производительности фильтров, используемых для очистки воды в зависимости от её объёма и времени циркуляции. Приведена технологическая схема дозирования хлорсодержащих препаратов в воду плавательных бассейнов.

С использованием инструментальных методов анализа проведено санитарно-гигиеническое исследование воды, поступающей в плавательный бассейн из артезианской скважины.

Приведены сравнительные характеристики хлорсодержащих препаратов, применяемых для обработки воды объектов культурно-бытового назначения и определены их дозировочные значения.

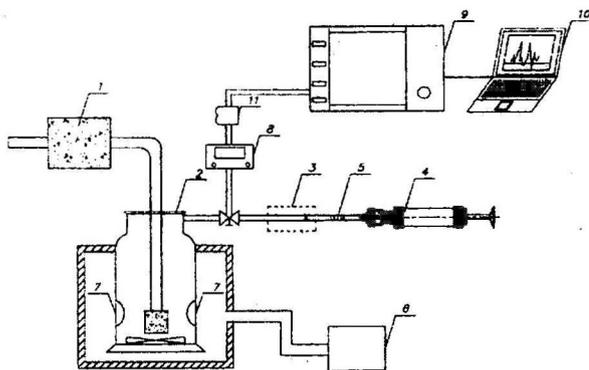
Найдены корреляционные зависимости, связывающие ежедневную дозировку хлорирующих реагентов от объема плавательных бассейнов. Приведены схемы процесса образования хлораминов в воде плавательных бассейнов и обсуждены химические реакции различных стадий их возникновения. Разработана экспериментальная установка и методика исследования для определения содержания свободного хлора при его миграции в воздушную среду в результате твердофазной экстракции.

Исследования показали, что наиболее сильное выделение в окружающую среду хлора наблюдается для препарата «СТХ-250», а более слабое для «Хлоритекс» и «Хлорификс». При этом во всех случаях просматривается линейная зависимость выделения газообразного хлора от температуры. Таким образом, по экологической безопасности наиболее предпочтительным для обработки воды плавательных бассейнов можно рекомендовать «Хлоритекс» (Россия) и «Хлорификс» (Германия), у которых с повышением температуры концентрации анализируемого хлора изменяются незначительно.

Третья глава посвящена методам контроля окружающей природной среды с использованием инструментальных методов анализа.

К одним из основных представителей побочных продуктов, образующихся при дезинфекции воды хлорирующими препаратами, относится хлороформ, который встречается в воде наиболее часто и в более высоких концентрациях, чем остальные летучие хлорорганические соединения

Для определения концентрации хлороформа и его миграции в окружающую среду была сконструирована и изготовлена модельная экспериментальная установка, схема которой приведена на рис. 1



**Рис.1** Экспериментальная установка для определения содержания хлороформа в воздушной среде:

1-фильтр; 2-емкость для экстракции; 3-переходник для подсоединения индикаторной трубки; 4-насос-аспиратор; 5-индикаторная трубка; 6-термостат; 7-система аэрации; 8-электрический аспиратор; 9-хроматограф; 10-компьютер; 11-дозировочная петля; 12-кран переключения.

В емкость для экстракции заливали дистиллированную воду, в которой предварительно растворяли хлорсодержащие препараты, широко используемые для дезинфекции воды в плавательных бассейнах: «Хлорификс» (Германия), стабилизирующий хлор «СТХ-250» (Испания) и «Хлоритекс» (Россия). Концентрацию исследуемого хлороформа определяли с помощью индикаторной трубки по изменению цвета индикаторного порошка, когда длина изменившего окраску столбика зависит не только от скорости химической реакции, но также от скорости диффузии газа через слой продуктов реакции к свежей поверхности реактива. Для более детального анализа использовали газовый хроматограф «Кристаллюкс – 4000 М» оборудованный электронно-захватным детектором.

Обработка экспериментальных данных осуществлялась на персональном компьютере с использованием программы MS Office "Excel".

Основываясь на результатах эксперимента, было получено уравнение, описывающее зависимости динамики процесса миграции хлороформа, с водной поверхности в воздушную среду, от температуры воды.

Тесноту линейной связи оценивали с использованием коэффициентов корреляции:

$$R_{\text{СТХ 200}} = 0,988; R_{\text{хлорификс}} = 0,991; R_{\text{хлоритекс}} = 0,990$$

Так как значения коэффициента корреляции больше 0,7, то это говорит о наличии весьма тесной линейной зависимости между признаками.

Качество построенных моделей можно характеризовать, как хорошее, так как ошибка аппроксимации  $\bar{A}$ , не превышает 10% отн.

Для выдачи практических рекомендаций по использованию исследуемых дезинфектантов, дополнительно экспериментально была установлена их оксидантная активность. Оценку суммарной оксидантной активности (ОА) ХП проводили на кулонометре «Эксперт-006», разработанным нами методом. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1.

**Оксидантная активность хлорирующих препаратов**

Хлорирующий препарат	Оксидантная активность в г рутина/100 г хлорирующего препарата	S <sub>κ</sub>	S	E % отн.
Хлорификс	62.50 ± 1.27	0.008	0.51	2.04
СТХ-250	61.21 ± 1.13	0.007	0.46	1.85
Хлоритекс	47.61 ± 0.07	0.001	0.03	0.15

Из данных табл. 1 следует, что самым активным хлорирующим препаратом является «Хлорификс» производства Германии, наиболее низкую активность (на 24 % отн.) проявил «Хлоритекс» Российского производства, поэтому у него и наблюдается более слабое выделение хлора в окружающую среду. Таким образом,

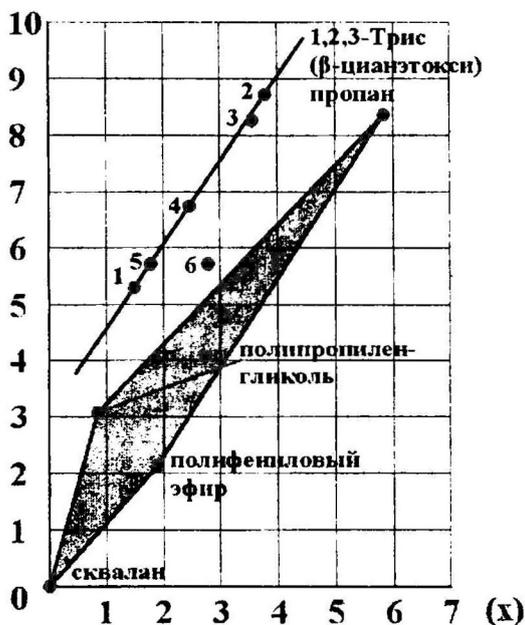
основываясь на полученные данные нами к использованию рекомендован «Хлорификс» (Германия), так как он имеет оптимальные характеристики.

С целью более полного определения состава загрязняющих веществ, присутствующих в водной и воздушной среде плавательных бассейнов применяли газохроматографический метод анализа, с использованием новых сорбентов, обладающих достаточно высокой полярностью, что определяет их высокую селективность.

Ассортимент органических сорбентов, ежегодно пополняется новыми соединениями, имеющими близкие селективные характеристики с уже имеющимися веществами. Поэтому проблема выбора оптимальных по селективности сорбентов и их систематизация является достаточно важной задачей, требующей своего решения.

Для решения этой задачи нами были изучены сорбционные свойства фосфорорганических соединений. Были определены хроматографические факторы полярности для изученных новых сорбентов. Селективность изученных сорбентов была оценена на основе предложенной методики профессора М.С. Вигдергауза, которая базируется на многомерном пространстве.

(y)



**Рис.2** Зависимость хроматографического фактора полярности бензол (x) от этанола (y)

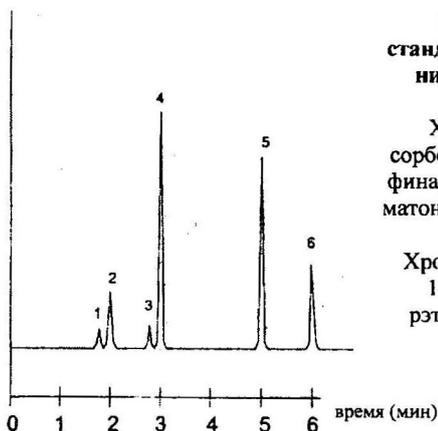
Заштрихованная область соответствует стандартным сорбентам.

- 1-дифениловый эфир
- α-метилвиниловой кислоты;
- 2- окись диэтил цианэтил фосфина;
- 3-окись диэтил (1-метил-2-карбометоксизтил) фосфина; 4-окись диэтил (1-метил-3-карбоаминоксизтил) фосфина;
- 5-дифениловый эфир циклогексен-1-илфосфиновой кислоты; 6-диэтиловый эфир циклогексен-1-илфосфиновой кислоты

На рис.2 приведена зависимость хроматографического фактора полярности (x) от (y), которая является плоскостным изображением проекций экспериментальных точек, соответствующих исследованным сорбентам из пятимерного пространства. Контур на графике ограничивает весь известный ассортимент сорбен-

тов, применяемый в газовой хроматографии (литературные данные получены профессором Вигдергаузом М.С.). Как видно из рисунка, точки, соответствующие исследуемым нами сорбентам выходят за границы контура, соответствующего стандартным сорбентам и по сравнению с известными аналогами предлагаемые они обладают более высокой групповой селективностью при разделении ароматических и гидроксил содержащих соединений, например, спиртов от ароматических углеводородов. При этом наиболее высокая гидроксильная селективность наблюдается для сорбента 2 (рис. 2), что связано с тем, что в молекуле указанного сорбента имеется циан-группа, обладающая высокой полярностью. На основе этого подхода нами были выбран сорбент в качестве предпочтительного, который использовали в дальнейшем для разработки методики анализа легколетучих хлорорганических соединений, мигрирующих из воды плавательных бассейнов (окись диэтил 2-(цианэтил) фосфина).

На рис. 3 приведена хроматограмма разделения стандартной смеси легкокипящих хлорорганических соединений на колонке с использованием нового сорбента.



**Рис.3** Хроматограмма разделения стандартной смеси легкокипящих хлорорганических соединений с использованием рекомендованного сорбента

Хроматографическая колонка, заполнена сорбентом: (окись диэтил 2-(цианэтил) фосфина, нанесенного в количестве 10% на Хроматон. Скорость газа-носителя гелия 24 мл/мин, температура анализа 60 °С

Хроматографические пики соответствуют:  
 1 – хлорметан; 2 – хлорэтан; 3 – 1,2 дихлорэтан;  
 4 – хлороформ; 5 – дихлорпропан;  
 6 – четыреххлористый углерод

Обработку полученных экспериментальных данных приводили на основе компьютерной программы, алгоритм которой был разработан в процессе выполнения настоящей работы. По результатам газохроматографического анализа состава загрязняющих веществ в воздушной среде плавательных бассейнов полученные результаты сравнивали со значением базы данных по ПДК для определенных компонентов в компьютерной программе.

Для идентификации индивидуального состава хлорорганических соединений нами был использован метод масс-спектрометрии, позволяющий проводить надежную идентификацию исследуемых смесей веществ по библиотеке масс-спектров индивидуальных соединений.

В таблице 2 приведены результаты масс спектрометрического анализа воды плавательного бассейна до обработки хлорирующими препаратами и после.

Таблица 2.

**Результаты масс-спектрометрического анализа воды плавательного бассейна до обработки хлорирующими препаратами и после**

№ п.п.	Вещество	Структура	Концентрация компонентов, мг/л			
			Вода	Хлорификс	Хлоритекс	СТХ-250
1	Сероводород	H <sub>2</sub> S	0,008	0,011	0,008	0,011
2	Соляная кислота	HCl	не обнар.	0,010	0,013	0,040
3	Диоксид углерода	CO <sub>2</sub>	0,038	0,279	0,574	0,536
4	Хлороформ	CHCl <sub>3</sub>	0,043	0,045	0,034	0,022
5	Хлор	Cl <sub>2</sub>	не обнар.	0,005	0,001	0,258
6	Дихлорметан	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	не обнар.	0,002	0,070	0,091
7	Дихлорпропан	(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub>	не обнар.	0,019	0,012	0,024
8	Тетрахлорметан	CCl <sub>4</sub>	не обнар.	0,002	0,002	0,018

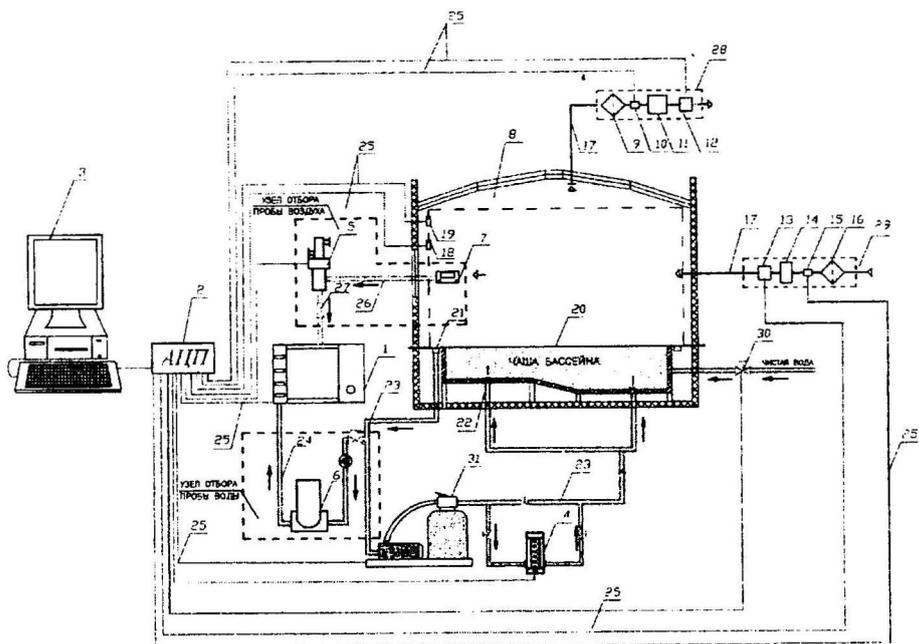
Необходимо отметить, что при использовании предлагаемого подхода в экстракте был идентифицирован ряд соединений, не идентифицированных при использовании только одной газовой хроматографии. Полученные данные, подтвердили наличие легких хлорированных углеводородов, а также дополнительно были обнаружены: соляная кислота, диоксид углерода, сероводород.

Это объясняется тем, что источник поступления воды из артезианской скважины находится вблизи отстойника фекальной канализации. Значительные количества сероводорода и сульфидов могут поступать со сточными водами данного отстойника. Появление сероводорода в воде служит признаком острого дефицита кислорода в данном источнике.

Как видно из данных, приведенных в таблице, общее число идентифицированных соединений несколько превосходит соответствующее число, полученное при использовании только одного метода извлечения примесей из матрицы. Это свидетельствует о необходимости использования комплексного подхода к исследованию объектов неизвестного состава, включающего несколько методов извлечения и концентрирования примесей и различных методик анализа.

**В главе четвертой** приведена разработанная нами автоматизированная схема комплексного контроля загрязняющих веществ в водной и воздушной среде плавательного бассейна с использованием газовой хроматографии и линейно-колористического метода анализа с индикаторными трубками.

Контролируемыми параметрами в рабочих помещениях плавательных бассейнов являются температура, относительная влажность воздуха, интенсивность испарений с водной поверхности чаши плавательного бассейна, а также концентрация загрязняющих веществ, содержащихся в воздушной и водной среде.



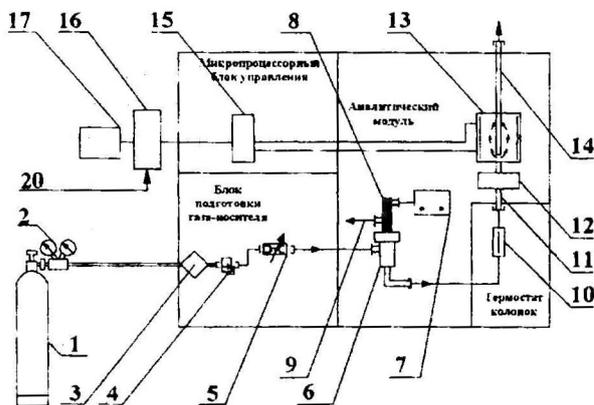
**Рис.4 Автоматизированная схема комплексного анализа загрязняющих веществ водной и воздушной сред плавательного бассейна**

1-газовый хроматограф; 2-АИП; 3-компьютер; 4-система хлорирования воды; 5-термодесорбер (устройство ввода пробы воздуха); 6-дозатор жидких проб; 7-автоматический аспиратор; 8-помещение плавательного бассейна; 9-фильтр вытяжного воздуха; 10-газовый счетчик; 11-охладитель вытяжного воздуха; 12-вытяжной вентилятор; 13-приточный вентилятор; 14-водяной калорифер; 15-счетчик расхода приточного воздуха; 16-фильтр наружного воздуха; 17-воздуховод; 18- датчик контроля влажности; 19-датчик контроля температуры; 20-чаша плавательного бассейна; 21-система забора воды из бассейна; 22-форсунки подачи воды; 23-трубопровод; 24-гидравлическая связь; 25-электрическая связь; 26-пневматическая связь; 27-автоматический кран-дозатор; 28-вытяжная вентиляционная установка; 29-приточная вентиляционная установка; 30-эл.задвижка подачи водопроводной воды; 31-система фильтрации воды.

Комплекс приборов, оптимально реализующий функцию непрерывного контроля загрязняющих веществ можно разбить на три группы:

- аналитическое оборудование: газовый хроматограф, датчики контроля влажности, температуры, анализа хлора, соляной кислоты и диоксида углерода.
- вспомогательное оборудование, к которому относится: система пробоотбора воздушной среды, система дозирования проб, оборудование для регулирования параметров микроклимата.
- технические средства для сбора, управления, обработки и передачи данных.

В качестве базового прибора для выявления загрязняющих веществ предлагается газовый хроматограф, позволяющий одновременно анализировать большое количество веществ в различных диапазонах концентраций. Для автоматизации процесса дозирования проб пневматическая схема хроматографа была усовершенствована за счет модернизации конструкции термодесорбера, добавления дополнительных штуцеров. Эта схема приведена на рис.5



**Рис.5** Усовершенствованная схема хроматографа для автоматизированного анализа загрязняющих веществ

- 1-баллон с газом носителем;
- 2-газовый редуктор; 3-газовый фильтр; 4-регулятор давления;
- 5-регулятор расхода газа-носителя; 6-испаритель;
- 7-автоматический аспиратор;
- 8- термодесорбер; 9-штуцер;
- 10-хроматографическая колонка; 11,12-камера детектора;
- 13-ЭЗД; 15- контролер (АЦП); 16-ПК; 17-принтер.

Отбор пробы образца перед подачей его в газовый хроматограф осуществляется с помощью электрического аспиратора.

При концентрациях загрязняющих веществ в анализируемой пробе, превышающих диапазоны рекомендуемых нормативными документами, в работу вступает вспомогательное оборудование. Если повышена концентрация химического средства дезинфекции воды в плавательных бассейнах, то с информационно-измерительного центра поступает сигнал на гидравлический трубопровод и происходит, долив чистой воды. Если повышена концентрация загрязняющих веществ в воздушной среде, то аналогичным образом подается команда на принудительную систему вентиляции, и подается необходимое количество свежего воздуха. Система подачи воды и система вентиляции через сетевой

кабель подключены к блоку управления. Количество удаляемого воздуха отслеживает датчик расхода вытяжного воздуха, количество необходимого приточного воздуха регламентируется с помощью датчика расхода приточного воздуха. Микроклимат в помещении плавательного бассейна, контролируется с помощью датчика температуры и датчика влажности, которые с помощью электрической связи подсоединяются к блоку управления.

Для контроля выбросов в нескольких точках объекта с помощью одного газоанализатора предусмотрена установка многоходового автоматически управляемого крана-переключателя.

Все приборы разработанной схемы работают в автоматическом режиме, параметры которого задаются системой управления с программным обеспечением. Аналоговые или цифровые сигналы о значениях измеряемого параметра обрабатываются с помощью аналогового цифрового преобразователя (АЦП) и передаются на пульт оператора.

Данная система мониторинга позволяет не только анализировать состав воздушной среды помещения закрытого плавательного бассейна, но и контролировать процессы обеззараживания воды и воздухообмена данного объекта.

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ:**

1. Созданы экспериментальные установки для исследования легколетучих веществ, выделяющихся в атмосферный воздух из хлорирующих препаратов и их водных растворов с использованием современных приборов, включая газовый хроматограф в сочетании с индикаторными трубками;
2. Установлены закономерности выделения различных химических веществ из хлорирующих препаратов в зависимости от температурных условий, что позволило дать практические рекомендации по их оптимальному технологическому применению
3. Разработан экспрессный метод анализа окислительных свойств хлорирующих препаратов с использованием серийного прибора кулометра «Эксперт – 006» и сертифицированной методики анализа;
4. Проведено исследование ряда сорбентов для газохроматографического анализа легколетучих хлорорганических соединений и выявлена новая группа веществ, обладающая более высокими селективными характеристиками чем известные аналоги;
5. С использованием предложенного сорбента и усовершенствованной системы отбора газовых и жидких проб, разработана новая методика хроматографического анализа приоритетных загрязнителей окружающей среды, идентификация которых проведена с помощью масс-спектрометрии по библиотеке масс-спектров;
6. На основе разработанных методик создана автоматизированная схема комплексного контроля загрязняющих веществ в водной и воздушной среде плавательных бассейнов, которую можно использовать для экологического мониторинга водных экосистем.

## ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ

1. Каратаев, О.Р. Плавательные бассейны. Проектирование, строительство, оборудование и эксплуатация/ О.Р. Каратаев, А.Д. Волоцкой, Е.С. Перикова - Казань: Каз. гос. энерг.ун-т, 2006.- 132 с.
2. Синкевич, А.В. Система контроля окружающей среды в зоне промышленных предприятий / А.В. Синкевич, Е.С. Перикова, О.Р. Каратаев //«Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики» Материалы VII Международной научно-практической конференции (27-29 сентября 2006 г.). Новочеркасск, ЮРГТУ, 2006. – С. 58-62.
3. Гиззатуллин, А.Р. Приборы и устройства контроля промышленных выбросов предприятий строительного комплекса / А.Р. Гиззатуллин, О.Р. Каратаев, Е.С. Перикова //«Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики» Материалы IX Международной научно-практической конференции (02-04 октября 2006г.), Москва: Изд-во: Моск. гос. ун-т приборостроения и информатики, 2006. – С.24-28.
4. Гиззатуллин, А.Р. Экологический мониторинг промышленного предприятия/ А.Р. Гиззатуллин, О.Р. Каратаев О.Р., Е.С. Перикова //Проблемы экологии: наука, промышленность, оборудование» Материалы VII Международная научно-практической конференции (25-27 октября 2006 г.), Белгород: Изд-во Белгородский гос. технолог. ун-т им. В.Г. Шухова, 2006 – С.101-105.
5. Каратаев, О.Р. Автоматизированная система контроля и регулирования параметров воды плавательного бассейна / О.Р. Каратаев О.Р., Е.С. Перикова, С.В. Славнин //«Социально-экономические и технические системы» №16, 2006г., <http://kampi.ru/sets>.
6. Каратаев, О.Р. Компьютер как средство контроля и регулирования экологического состояния водной среды плавательного бассейна / О.Р. Каратаев, Е.С. Перикова, С.В. Славнин //Экология и безопасность жизнедеятельности: Сборник статей VI Международной научно-практической конференции. – Пенза (5-6 декабря 2006г.). – Пенза: Изд-во ПДЗ. 2006 – С.131-135.
7. Перикова, Е.С. Линейно-колористические методы анализа органических загрязнителей водной среды / Е.С. Перикова, О.Р. Каратаев, А.В.Танеева, В.Ф.Новиков //Тинчуринские чтения» Материалы VII Молодежной международной научной конференции (26-27 апреля 2007 г.), Казань: Изд-во Каз.гос.энерг.ун-т, 2007. – С.200-201.
8. Перикова, Е.С. Гигиеническая оценка загрязнения сточных вод плавательных бассейнов/ Е.С. Перикова, О.Р. Каратаев, В.Ф. Новиков // «Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики» Материалы VIII Международной научно-практической конференции ( 28 сентября 2007г.), Новочеркасск: Изд-во: Южно-Российский гос.техн. ун-т, 2007. – С.78-83.
9. Перикова, Е.С. Оценка загрязнения сточных вод с промышленной площадки Казанского домостроительного комбината/ Е.С. Перикова, О.Р. Каратаев, А.В.Танеева, В.Ф.Новиков //Известия вузов. Проблемы энергетики. № 11-12, 2007. – С.145-149.

10. Каратаев, О.Р. Спортивные сооружения // О.Р. Каратаев, В.Ф. Новиков, Е.С. Перикова, Р.В. Шипилов - Казань: Учебное пособие. Казан. гос. энерг. ун-т, 2008-236 с.
11. Патент России на полезную модель ПМ № 53183 Российская Федерация, МПК В 01J 4/02. Устройство экологического мониторинга / О.Р. Каратаев, А.Р. Гиззатуллин, Е.Г. Чикляев, Р.Н. Каратаев, В.Ф. Новиков, А.В. Танеева, Е.С. Перикова [и др.]; заявитель и патентообладатель О.Р. Каратаев - № 2006100385/22; заявл. 10.01.06; опубл. 10.05.06, Бюл. № 13. -- 2 с.: ил.
12. Патент России на полезную модель ПМ № 62838 Российская Федерация, МПК В 01J 4/02. Устройство контроля содержания озона / О.Р. Каратаев, Е.С. Перикова, С.В. Славнин, Р.Н. Каратаев / заявитель и патентообладатель О.Р. Каратаев - № 2006142882/22; заявл. 04.12.06; опубл. 10.05.07 БИ № 13. -- 2 с.: ил.
13. Перикова, Е.С. Проблемы аналитического определения водной среды предприятий культурно-бытового и хозяйственного назначения / Е.С. Перикова, В.Ф. Новиков // Каз. гос. энерг. ун-т, 2007. - Деп. в ВИНТИ № 2893/В01. - 21 с.
14. Перикова, Е.С. Проблема обеззараживания воды закрытых плавательных бассейнов / Е.С. Перикова, О.Р. Каратаев, А.В. Танеева, В.Ф. Новиков // Научно-теоретический журнал «Теория и практика физической культуры» - № 2, 2008. - С. 87-90.
15. Перикова, Е.С. Экологические проблемы загрязнения атмосферного воздуха на промышленном предприятии / Е.С. Перикова, О.Р. Каратаев, В.Ф. Новиков // «Энергетика 2008: инновация, решения, перспективы» Материалы докладов Международной научно-практической конференции (15-19 сентября 2008 г.), Казань: Изд-во Каз. гос. энерг. ун-т, 2008 - С. 73-77.

Подписано к печати  
Гарнитура «Times»  
Физ. печ. Л. 1.0  
Тираж 100 экз.

02.10.2008 г.  
Вид печати РОМ  
Усл. печ. Л. 0,94  
Заказ 3240

Формат 60x84/16  
Бумага офсетная  
Уч.-изд. л. 1.0

---

Типография КГЭУ  
420066, Казань, Красносельская, 51