

Экспертная компьютерная система автоматизации хроматографических измерений и обработки данных “ЮниХром-97”

Приведены основные технические характеристики экспертной компьютерной многоканальной системы автоматизации хроматографических измерений и обработки данных “ЮниХром-97”. Дан анализ выполнения измерений с её применением на конкретных примерах при эксплуатации на промышленных предприятиях Беларуси и России.

Main technical features of the expert computer-aided control system for chromatography measurement and the data processing UniChrom 97 are described. There is given an analysis of the measurement procedure applying the UniChrom 97 system with examples of its operation at industrial enterprises of Belarus and Russia

Введение

Система “ЮниХром-97” представляет собой комплекс аппаратного и программного обеспечения, предназначенный для автоматизации хроматографических исследований, разработки хроматографических методик, проведения серийных и отдельных исследовательских анализов любой сложности [1,2].

Название ЮниХром происходит от английского Universal Chromatography.

Команда разработчиков системы “ЮниХром-97” в слово “универсальная” вкладывает следующий смысл:

- работа с любым отечественным и зарубежным хроматографом,
- возможность выполнения любых цепочек сложных измерений, какие только могут присутствовать в отечественных ГОСТ и зарубежных стандартах на методики выполнения хроматографических измерений,
- мощное математическое обеспечение для обсчета измеренных данных,
- спектральная арифметика,
- визуальное программирование хроматографических методик для автоматической работы системы “ЮниХром-97” с каждым конкретным хроматографом, что необходимо в случае серийных анализов на производстве,
- автоматический режим работы системы “ЮниХром-97” отличается тем, что для каждого конкретного случая алгоритм настраивается и может быть всегда изменен. Кроме этого для пользователя всегда существует возможность вмешаться в запрограммированную методику в момент ее выполнения, изменить ее ход или откорректировать обнаруженные системой “ЮниХром-97” пики и любые другие характеристики спектра. Спектром в системе “ЮниХром-97” является измеренная хроматограмма со всеми ее атрибутами,
- взаимодействие с такими приложениями как Windows, MS Word, MS Excel и MS Access для создания отчетов.

На сегодняшний день программное обеспечение системы “ЮниХром-97” является стандартным 32-разрядным MDI (multiple document interface) приложением для Windows 95, 98 и Windows NT.

Аппаратное обеспечение

Система “ЮниХром-97” является конструктивно независимой от источника сигнала хроматографа системой регистрации, обработки и хранения хроматографической информации и включает в себя два функциональных модуля: входной интегрирующий преобразователь аналогового сигнала в цифровой код и персональный компьютер с программным обеспечением системы, предоставляющим различные сервисные функции для регистрации и обработки хроматографических данных.

Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) система “ЮниХром-97” выполнен в виде автономного блока. Питание осуществляется от стандартной сети переменного напряжения 220 В. Блок имеет два независимых входа. Один вход является потенциальным с входным сопротивлением 50 Ком. Высокий динамический диапазон регистрации входного напряжения от - 3 В до + 3 В с шагом квантования 20 мВ и уровнем приведенных шумов 0.3 мкВ позволяет регистрировать сигнал как с выхода базового усилителя, входящего в комплект с хроматографом, так и осуществлять подключение АЦП непосредственно к электрическому выходу детектора, в данном случае детектора по теплопроводности. Второй вход является токовым и обеспечивает измерение входного сигнала от - 0.25 мкА до + 0.25 мкА с шагом квантования 2 фА при уровне приведенных шумов 5 фА. Это достигнуто благодаря имеющемуся встроенному в блоке АЦП прецизионному высокоточному усилителю малых токов. Столь низкий уровень приведенного к входу шума и высокий динамический диапазон регистрации входного тока позволяет регистрировать сигнал как с выхода базового усилителя, входящего в комплект вместе с хроматографом, так и осуществлять подключение АЦП непосредственно к электрическому выходу ионизационного детектора, будь-то пламенно-ионизационный детектор (ПИД), детектор электронного захвата (ДЭЗ), термоионный детектор (ТИД) или пламенно-фотометрический детектор (ПФД).

Подключение непосредственно к детектору хроматографа позволяет отказаться от усилителей малых токов, например ИМТ-05 или БИД-36, БИД-39, БИД-45. Высокий динамический диапазон регистрации входного тока обеспечивает регистрацию величин концентраций компонентов смеси от 100 % до 0.00001 % без ручного переключения диапазонов, т. е. без вмешательства оператора. Как следствие, появляется возможность выполнять хроматографические измерения с использованием метода внутренней нормализации для количественного анализа смесей с большим диапазоном величин концентраций исследуемых компонентов. Насколько известно из публикаций, аналогов такого технического решения нет.

При биполярном режиме работы АЦП проводить измерения можно без предварительной установки нуля и полярности сигнала с помощью ручек регулировки на подключенном хроматографе.

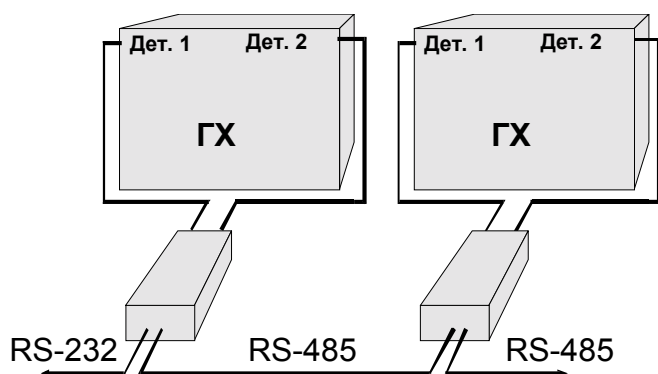


Рис. 1. Конфигурация построения лабораторной сети устройств LabNet:

ГХ - хроматографы; Дет. 1, Дет. 2- детекторы

Связь блоков АЦП нового устройства с компьютером осуществляется по стандартной линии RS-232 через последовательный порт компьютера. В блоке АЦП линия RS-232 преобразуется в линию RS-485. К одной линии RS-485 может быть подключено до 16 устройств, которые образуют так называемую "лабораторную сеть" устройств – LabNet. Схематическая конфигурация построения такой сети представлена на рис.1. Именно такое сетевое решение соединения нескольких блоков АЦП, разнесенных на расстояние более 30 метров, позволило подключить по 12 хроматографов к одному персональному компьютеру в контрольных лабораториях «Циклогексанон-1»,

«Циклогексанон-2» и "Метанол" Гродненского ПО «Азот», ЦОТК Могилевского ПО "Химволокно", ОАО "Невинномысский Азот", ОАО "Новгородский Азот" (АКРОН) и ЦЗЛ Новополоцкого ПО "Нафтан".

Программное обеспечение

Пакет программного обеспечения системы "ЮниХром-97" состоит из основного исполняемого модуля UWin32 и драйверов поддержки различных типов хроматографического оборудования. Модуль Uwin32 является стандартным 32-разрядным приложением для Windows 95 и Windows NT. Это означает, что вся работа с программой и ее компонентами сводится к стандартным для Windows 95 действиям по работе с окнами, файлами, другими программами и устройствами.

Идеология программы "ЮниХром-97" проста и состоит в следующем. Каждому измерению отводится свое окно. Через это окно происходит управление процессом измерения, отображается хроматограмма и вся дополнительная информация о ней. Многооконный режим работы позволил пойти дальше. Стало возможным помимо окон ведущихся измерений на рабочем столе основной программы открывать окна для обработки измеренных и сохраненных ранее хроматограмм. Таким образом, система "ЮниХром-97" позволяет одновременно вести измерения и обработку сохраненных ранее хроматограмм в разделенных окнах. Общее число открываемых окон при этом ограничивается лишь памятью компьютера. Для управления столь большим количеством окон основная программа имеет

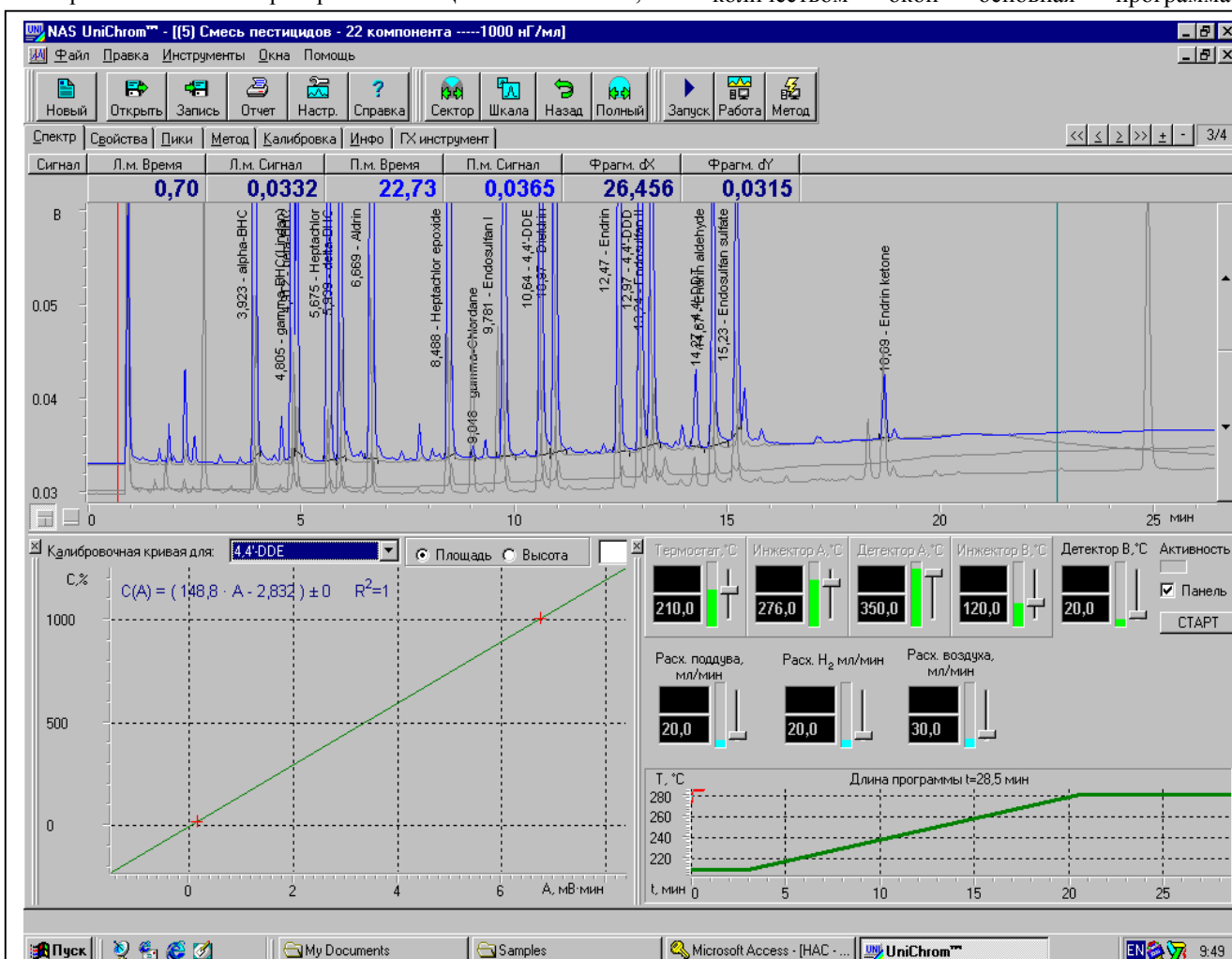


Рис.2. Характерный вид рабочего окна системы "ЮниХром-97".

соответствующие элементы управления на своем рабочем столе. Характерный вид рабочего окна системы "ЮниХром-97" представлен на рис. 2.

В процессе создания ПО "ЮниХром-97" разработчики учитывали многочисленные пожелания пользователей системы, работавших с, так называемыми, бета-версиями программного обеспечения. В результате в словаре для системы "ЮниХром-97" появилось такое основополагающее понятие как **Окно спектра** или, просто, **Спектр**. Данная структура представляет собой окно, содержащее набор хроматограмм с соответствующими им пиками, общие свойства хроматограмм (название, длительность измерения, измерительный канал и другие параметры, вводимые пользователями), калибровочные данные и сценарий обработки хроматограмм. Благодаря структуре **Спектр** удалось реализовать возможность выполнения любых цепочек сложных измерений, спектральную арифметику, визуальное программирование хроматографических методик для автоматической работы системы "ЮниХром-97". Оказалось возможным выполнять расчеты не только методом внутренней нормализации и внутреннего стандарта, но и методом внешнего стандарта (абсолютная калибровка). Наличие в спектре более одной хроматограммы позволило рассматривать эту структуру как универсальную библиотеку хроматографических пиков и, соответственно, в системе "ЮниХром-97" появилась возможность идентификации пиков по таким гибким библиотекам. Именно наличие структуры **Спектр** позволило реализовать выполнение в автоматическом режиме методики газохроматографического детального углеводородного анализа и определения параметров автомобильных бензинов /3/.

Естественным желанием разработчиков было предоставить пользователю возможности управлять основными параметрами измерительного прибора непосредственно от компьютера, не выходя из системы "ЮниХром-97". Например, задавать температурные параметры инжектора, термостата колонок, переходной камеры, детектора, контролировать расход газов и давления в газовых магистралях. Управление установками хроматографа производится в едином стиле для различных типов приборов, что позволяет унифицировать пользовательский интерфейс. В настоящее время система "ЮниХром-97" укомплектована драйверами, позволяющими управлять работой таких распространенных приборов, как НР4890, НР5890, НР6890, Кристалл-2000М, Кристаллюкс-4000, Стайер и Цвет-800.

Методики выполнения хроматографических измерений с применением системы "ЮниХром-97"

Количественное определение содержания примесей с использованием основного компонента (растворителя) в качестве внутреннего стандарта.

Такая ситуация возникает всякий раз, когда необходимо выполнять количественные измерения содержания примесей в основном веществе. Доля основного вещества может составлять 95% и более, в то время как содержание отдельных примесей необходимо контролировать на уровне 0.00001% и менее. Вводить добавку в виде внутреннего стандарта не всегда представляется возможным. Часто бывает, что количество примесей достаточно много и возможности колонки не позволяют отделить вводимую добавку от искомым примесей. К тому же процесс введения добавки

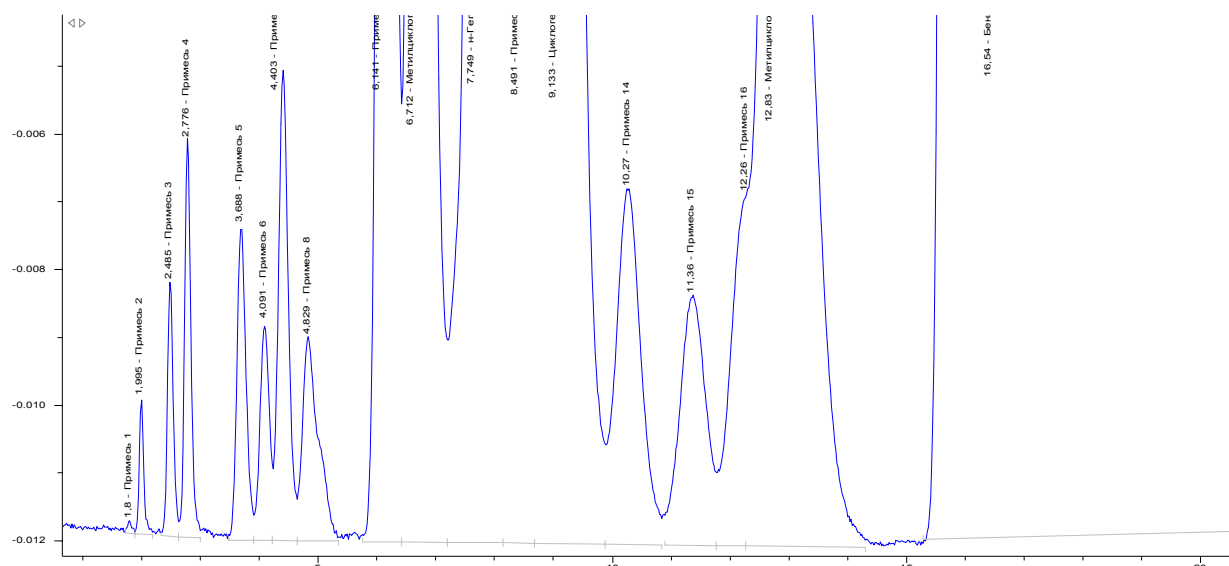
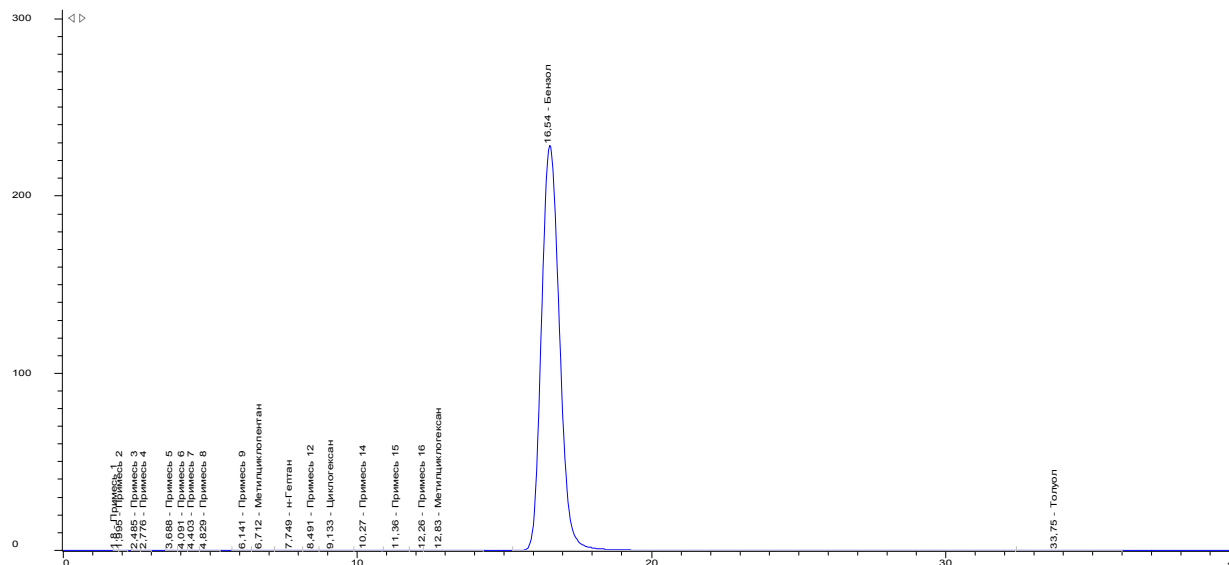
часто сопряжен со значительным увеличением суммарной погрешности измерений. В качестве примера реализации измерений содержания примесей в основном веществе методом внутренней нормализации можно привести контрольные лаборатории ЦОТК Гродненского ПО "Азот" и ОАО "Невинномысский Азот", а также газокаталитическую лабораторию ЦЗЛ ПО "НАФТАН". Из 19 регламентных методик выполнения хроматографических измерений 12 непосредственно связаны с определением чистоты основного вещества, будь-то входное сырье или готовая товарная продукция. Проведение хроматографического анализа с измерением концентраций в динамическом диапазоне более 7 десятичных порядков требовало неотрывного присутствия операторов для своевременного переключения диапазонов чувствительности приборов. Для автоматизации измерений была выбрана система "ЮниХром-97". Входы блоков АЦП системы были подключены непосредственно к ПИД имеющихся хроматографов 3700, Цвет-100 и Цвет-500. Типичная хроматограмма регламентных измерений содержания примесей в исходном сырье бензоле приведена на рис. 3.

Установка и ввод в промышленную эксплуатацию систем "ЮниХром-97" в контрольных лабораториях служб контроля качества крупнейших химических предприятий Беларуси и России позволил перевести все хроматографические измерения полностью в автоматический режим.

Методика газохроматографического определения этилового спирта в жидких биологических средах организма.

Уникальные возможности системы "ЮниХром-97" по автоматическому созданию сложных отчетов средствами Microsoft Word и Microsoft Excel можно наглядно продемонстрировать на примере выполнения методики № МН 1329-2000 /4/ хроматографического определения остаточного содержания этилового спирта в крови, моче и слюне. Перед началом измерений лаборант вносит в соответствующие поля раздела «Свойства» формальные данные из направления на проведение анализа: Ф.И.О. г-на, г.р., кто направил, дата и время, и т.д. После выполнения хроматографического анализа программа по заранее созданному шаблону ToxEtanol.xlt на основании выполненного измерения и введенных формальных данных подготавливает итоговый отчет и выдает его в формате Excel. Пример получаемого документа приведен на рис. 4. Распечатанный протокол полностью соответствует утвержденной официальной форме химико-токсикологического анализа. Одновременно данные итогового документа заносятся в базу архива с помощью технологии, названной "расширения ЮниХром". С помощью модулей расширения можно реализовать связь практически с любой информационной системой масштаба подразделения или предприятия. Система управления базой данных всех выполненных анализов написана на Borland Delphi 4.0 и реализована в виде самостоятельного приложения программы-редактора "Журнал учета выполненных анализов химико-токсикологической лаборатории".

Бензол из цистерны (поставщик ПО "НАФТАН")

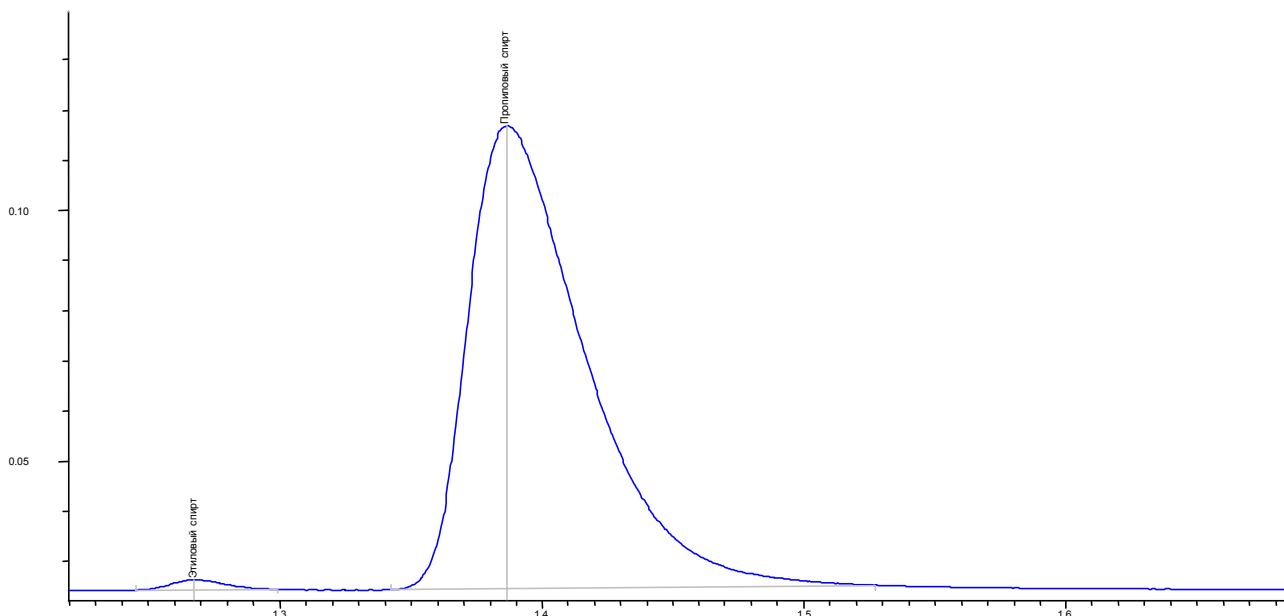


Имя пика	Время выхода, мин	Площадь, мВ·мин	Концентрация, об. %
Примесь 1	1,800	0,01692	0,00001
Примесь 2	1,995	0,17258	0,00011
Примесь 3	2,485	0,42850	0,00026
Примесь 4	2,776	0,73053	0,00045
Примесь 5	3,688	0,84110	0,00052
Примесь 6	4,091	0,58988	0,00036
Примесь 7	4,403	1,38468	0,00086
Примесь 8	4,829	0,94460	0,00058
Примесь 9	6,141	11,54775	0,00713
Метилциклопентан	6,712	24,76129	0,01529
н-Гептан	7,749	36,76245	0,02271
Примесь 12	8,491	8,87329	0,00548
Циклогексан	9,133	30,99220	0,01914
Примесь 14	10,267	2,60147	0,00161
Примесь 15	11,363	1,87776	0,00116
Примесь 16	12,261	1,50891	0,00093
Метилциклогексан	12,827	21,69016	0,01340
Бензол	16,536	161754,05000	99,90352
Толуол	33,747	10,49359	0,00648

Рис. 3. Пример регистрации хроматограммы с динамическим диапазоном концентраций компонентов более семи порядков. Хроматограф Цвет-800, система "ЮниХром-97", регистрация прямо с пламенно-ионизационного детектора.

ФИО гр-на(ки)
 Анализ
 года рождения 19...
 Врачу
 тов.
 Направление от
 № Анализа
 час.
 мин.
 Тангенс

Кашиной Александры Петровны
 крови
 46
 10 ГКБ
 Ивановой
 08.09.98
 12345
 13
 30
 3



Компонент	S, мВ·мин	T, мин	Конц-трация %о
Этиловый спирт	0,4491	12,677	0,026922535
Пропиловый спирт	47,5414	13,869	4



Минский городской
 наркологический диспансер

**ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ
 ЛАБОРАТОРИЯ**

№12345

от 18 Сентябрь 1998

Врачу 10 ГКБ

тов. Ивановой

Направление от 08.09.98

в 13 час. 30 мин.

На основании результатов химико-токсикологического анализа

гр-на (ки) Кашиной Александры Петровны 19 46 крови
г.р. следует,
что в крови этиловый спирт не обнаружен

Примечание :

Врач-токсиколог

(подпись)

Фельдшер-лаборант

(подпись)

8 Сентябрь 1998

Рис.4. Вид итогового отчета в формате MS Excel химико-токсикологического определения остаточного содержания этилового спирта в крови, моче и слюне

За время эксплуатации систем в химико-токсикологических лабораториях Минского городского и Гродненского областного наркодиспансеров, а также Управления Белорусской государственной службы судмедэкспертизы по Витебску и Витебской области выполнено более 100000 официальных анализов.

Методика газохроматографического определения параметров автомобильных бензинов.

Возможность программного обеспечения системы "ЮниХром-97" проводить идентификацию сложных хроматограмм, содержащих несколько сотен пиков, в том числе и не полностью разрешенных, позволило автоматизировать хроматографические измерения детального углеводородного анализа и показателей качества бензинов и бензиновых фракций. По результатам только одного газохроматографического измерения образца бензина по МВИ № МН 998-99 /3,5,6/, длящегося порядка 70 минут, можно определить в комплексе такие важные его характеристики, как:

- детальный углеводородный и групповой состав, соответствует ASTM D5134,
- содержание ароматических соединений, соответствует ГОСТ 6994 и ASTM D5580,
- содержание непредельных углеводородов, соответствует ГОСТ 8997 и ГОСТ 2070,
- фракционный состав, соответствует ГОСТ 2177,
- октановое число по исследовательскому методу, соответствует ГОСТ 8226 и ASTM D2699,
- октановое число по моторному методу, соответствует ГОСТ 511 и ASTM D2700,
- давление насыщенных паров, соответствует ГОСТ 1756 и ASTM D2889,
- плотность, соответствует ГОСТ 3900 и ASTM D4052.

На рис. 5 приведена краткая форма протокола анализа бензина, полученная с помощью системы "ЮниХром-97".

Сравнительный анализ параметров бензинов, измеренных газохроматографическим методом в исследовательских лабораториях трех организаций: Государственный экспертно-криминалистический центр (ГЭКЦ) МВД РБ, НИИ ядерных проблем Белгосуниверситета и ЦЗЛ ОАО «Мозырского НПЗ» показал, что воспроизводимость параметров, рассчитанных по хроматограмме, превосходит воспроизводимость соответствующих методов по ГОСТ. В настоящее время газохроматографическая методика определения детального углеводородного состава и основных параметров бензинов и бензиновых фракций внедрена и успешно эксплуатируется в ЦЗЛ Мозырского НПЗ, в государственном экспертно-криминалистическом центре МВД РБ, в лаборатории аналитических исследований НИИ ядерных проблем Белгосуниверситета. Стабильность воспроизводимости результатов позволяет четко выявлять несоответствие продуктов ГСМ их сертификатам, когда имеются факты фальсификации смешения и разбавления ГСМ.

Потребителями данной методики анализа основных параметров бензинов могут быть любые производители, поставщики, переработчики или получатели нефтепродуктов или нефтяных фракций, а также контрольные лаборатории и организации по исследованию нефти и нефтепродуктов.

Методика выполнения измерений компонентного состава, определение теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе природного горючего газа.

На сегодняшний день теплотворная способность природного горючего газа измеряется двумя методами. Это прямой калориметрический метод и косвенный расчетный метод, основанный на определении компонентного состава газа с последующим расчетом его теплоты сгорания. При этом калориметрию применяли и применяют теплоэнергетики, т.е. потребители газа, а поставщики газа - газодобывающие и газотранспортирующие предприятия - определяют состав газа и, основываясь на нем, рассчитывают такие параметры газа, как теплота сгорания, плотность, относительная плотность и число Воббе.

В настоящее время на Западе результаты определения теплоты сгорания, полученные двумя этими методами, согласуются в пределах 0.1 %. В России и Беларуси расхождения нередко достигают 1 - 1.5 %, что приводит к конфликтным ситуациям при взаимозачетах за газ. Исследование причин расхождений показало, что оно связано с рядом моментов, среди которых: класс точности применяемых приборов и настройка их на соответствующие границы (поставщик завышает, а потребитель занижает свой результат в пределах нормированной погрешности), некорректная градуировка хроматографа и, как правило, неграмотная, неграмотная интерпретация результатов; отсутствие или несоблюдение методики выполнения измерений, разработанной для данного типа хроматографа, недостоверность и непредставительность отобранной для анализа пробы газа; сравнение результатов, полученных на приборах поставщика и потребителя, разнесенных на значительное расстояние; значительная влажность газа. С целью решения указанных выше противоречий по заданию ГП "Белтрансгаз" была разработана и аттестована в Госстандарте методика выполнения измерений компонентного состава, определение теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе природного горючего газа № МН 1140-99 /7/. Погрешность определения теплотворной способности газа не превосходит 0.2% (см. рис.6). Данная методика внедрена и успешно используется в центральной химической лаборатории ГП "Белтрансгаз", в ЦОТК Гродненского ПО "Азот", ОАО "Невинномысский Азот" и ОАО "Новгородский Азот" (АКРОН).

Метрологическое обеспечение системы

Система "ЮниХром-97" сертифицирована и занесена в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь под № РБ 03 09 7202 98 и под № 19675-00 в Госреестр Российской Федерации.

В соответствии с Техническими условиями ТУ РБ 14597800.001-98 необходимо 1 раз в год проводить метрологическую поверку системы "ЮниХром-97". Поверку системы проводят в соответствии с методикой поверки МП 330-97.

В качестве технических средств поверки системы используется генератор тестовых сигналов специальной формы ГТС-1. Прибор ГТС-1 выдает прецизионные гистограммы тока и напряжения определенной, задаваемой по программе, формы и амплитуды в широком динамическом диапазоне. Получаемые гистограммы имитируют реальные хроматограммы.

Протокол анализа бензина №18

Файл: C:\Unichrom\DB - Petroleum Products\Column HP-1 19091Z-115\Товарный бензин. \$\$\$

Спектр: ТОВАРНЫЙ БЕНЗИН (DATE: 21.10.98. TIME: 15.43)

Хроматограмма: АЗС-IV г. Минск: Новополоцкий НПЗ RON 82,0 MON 77,0

Индивидуальный состав (обработано 322 пика)

№	Название	t'	I лин	I лог	об%	мас%	мол%	г/л	мол/л
1	Этан	0,05	200,00	200,00	0,023	0,017	0,054	0,130	0,004
2	Пропан	0,16	300,00	300,00	0,340	0,266	0,562	1,969	0,045
3	2-метилпропан	0,32	354,19	366,44	0,776	0,584	0,937	4,325	0,074
4	1-бутен	0,41	385,20	390,40	0,020	0,016	0,027	0,118	0,002
5	н-бутан	0,46	400,00	400,00	3,297	2,599	4,173	19,265	0,331
6	Транс-2-бутен	0,51	406,52	410,60	0,012	0,010	0,017	0,075	0,001
7	2,2-диметилпропан	0,53	409,19	414,63	0,024	0,020	0,025	0,146	0,002
8	Цис-2-бутен	0,59	416,56	425,01	0,013	0,011	0,018	0,079	0,001
9	3-метил-1-бутен	0,81	445,19	457,43	0,008	0,006	0,009	0,048	0,001
10	Циклобутан	0,85	450,11	462,07	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
11	2-метилбутан	0,96	464,74	474,76	7,571	6,381	8,253	47,296	0,656
12	1-пентен	1,11	483,76	489,15	0,018	0,016	0,021	0,115	0,002
13	2-метил-1-бутен	1,18	493,27	495,65	0,033	0,029	0,039	0,216	0,003
14	н-пентан	1,24	500,00	500,00	8,027	6,834	8,839	50,652	0,702
15	Транс-2-пентен	1,33	504,60	507,51	0,040	0,036	0,047	0,263	0,004
16	Цис-2-пентен	1,44	509,72	515,29	0,018	0,016	0,022	0,122	0,002
		
		
320	н-пентадекан	48,26	1500,00	1500,00	0,006	0,007	0,003	0,049	0,000
321	1-гексадекан	50,64	1590,71	1590,93	0,005	0,005	0,002	0,040	0,000
322	н-гексадекан	50,88	1600,00	1600,00	0,008	0,009	0,004	0,065	0,000
Total:					100,000	100,000	100,000	741,178	7,943

Групповой состав

Группа	об%	мас%	мол%	г/л	мол/л
Парафины	24,190	21,227	24,734	157,333	1,965
Изопарафины	32,484	29,333	30,100	217,411	2,391
Ароматика	32,548	38,412	34,363	284,700	2,729
Нафты	9,253	9,570	9,504	70,933	0,755
Олефины	0,992	0,931	0,963	6,897	0,076
Оксиданты	0,003	0,003	0,004	0,024	0,000
Неизвестные	0,530	0,524	0,332	3,880	0,026

Показатели качества

Количество вещества, мол/л:	7,94					
Содержание кислорода, мас%:	7,16E-04					
Содержание водорода, мас%:	1,35E+01					
Плотность, г/л:	741,18					
Октановое число по моторному методу:	77,10					
Октановое число по исследовательскому методу:	82,38					
Давление насыщенных паров (по фракциям):	59,949 кПа (449,66 мм рт ст)					
Давление насыщенных паров (по индивидуальным компонентам):	62,602 кПа (469,56 мм рт ст)					
Фракционный состав по ГОСТ 2177А	% отгона	н.к.	10	50	90	к.к.
	Т отгона	40,19	59,11	100,26	155,96	190,46

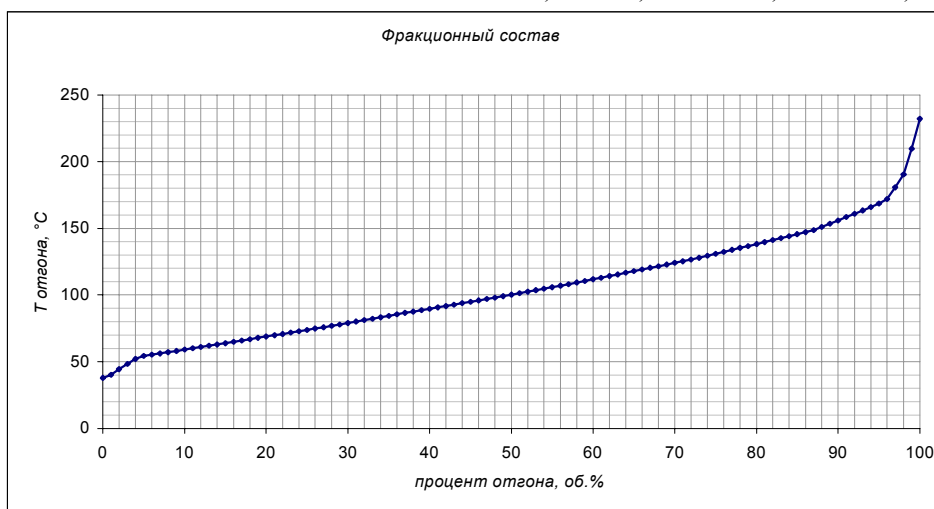


Рис.5. Краткая форма протокол анализа бензина с диаграммой фракционного состава



ГП "Белтрансгаз" Центральная химическая лаборатория



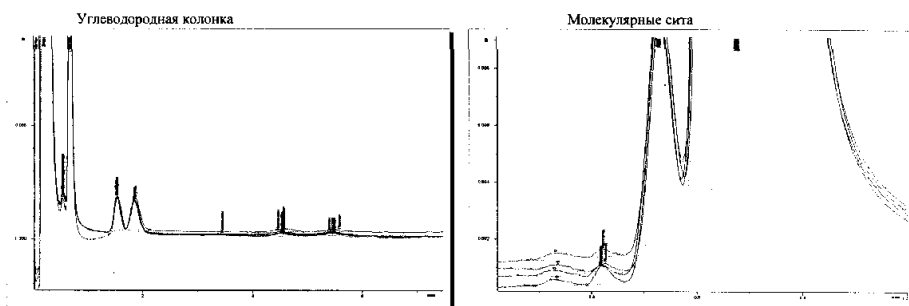
МВИ № МН 1140-99 (в соответствии с ГОСТ 23781-87 и ГОСТ 22667-82)

14 Апрель, 2000

14:31

Файл C:\Unichrom\DB - Natural Gas\Углеводородная колонка.SSS
Спектр Углеводородная колонка
Параметры измерения Инструм. (offline) Частота 10,000 Гц Автофильтр Выкл
Канал 6 Длит. изм. 15,0 мин Полярность +

Файл C:\Unichrom\DB - Natural Gas\Молекулярные сита.SSS
Спектр Молекулярные сита
Параметры измерения Инструм. (offline) Частота 10,000 Гц Автофильтр Выкл
Канал 6 Длит. изм. 2,0 мин Полярность -



Компонентный состав природного газа:

Название компонента	Отн. время вых. (сред. по измер.)	Содержание в эталоне, об. %	Содержание в пробе, об. %
Метан угл. кол.	0,07		99,853 ± 0,100
Этан	0,15	0,004	0,004 ± 0,027
Диоксид углерода	0,29	0,01	0,010 ± 0,006
Пропан	0,36	0,02	0,020 ± 0,020
Изобутан	0,83	0,03	0,029 ± 0,004
Бутан	1,00	0,04	0,041 ± 0,007
Изопентан	2,44	0,05	0,040 ± 0,007
Пентан	2,95	0,0001	0,000 ± 0,011
Кислород	0,62	0,004	0,002 ± 0,042
Азот	0,78	0,001	0,001 ± 0,050
Метан мол. сита	1,00		99,853 ± 0,100

Характеристики природного газа при 0 °С:

Наименование	Значение
Высшая теплота сгорания (Q_v^{20})	(9540 ± 14) ккал/м ³
Низшая теплота сгорания (Q_n^{20})	(8598 ± 14) ккал/м ³
Относительная плотность (d^{20})	(0,5571 ± 0,0012)
Высшее число Воббе (W_v^{20})	(12782 ± 25) ккал/м ³
Низшее число Воббе (W_n^{20})	(11520 ± 25) ккал/м ³

Характеристики природного газа при 20 °С:

Наименование	Значение
Высшая теплота сгорания (Q_v^{20})	(8888 ± 14) ккал/м ³
Низшая теплота сгорания (Q_n^{20})	(8006 ± 14) ккал/м ³
Относительная плотность (d^{20})	(0,5568 ± 0,0012)
Высшее число Воббе (W_v^{20})	(11910 ± 25) ккал/м ³
Низшее число Воббе (W_n^{20})	(10729 ± 25) ккал/м ³

Анализ провёл _____ Колесникова С.Н.

Рис. 6. Пример отчета по анализу параметров природного горючего газа.

Хроматографический комплекс в комплекте с системой "ЮниХром-97" в соответствии с ГОСТ 26703-93 и ГОСТ 8.485 может быть поверен в соответствии с разделом "Оперативный контроль погрешности" используемой методики.

Вывод

В настоящее время в контрольных и исследовательских лабораториях различных организаций и предприятий Республики Беларусь и Российской Федерации установлено и успешно эксплуатируется более 200 систем "ЮниХром-97". Применение данной системы при проведении хроматографических исследований позволяет существенно увеличить метрологические параметры имеющегося парка аналитического оборудования, автоматизировать процесс измерений, существенно ускорить обработку экспериментальных данных, подготовку итоговой отчетной документации и передачи аналитических данных в информационную систему предприятия.

Список литературы

1. ТУ РБ 14597800.001-98. Система регистрации, хранения и обработки спектрометрической информации "ЮНИХРОМ-97".
2. Соболев В.С. Программное обеспечение современных систем сбора и обработки измерительной информации. Приборы и системы управления, №1, 1998, С.55-63.
3. МВИ № МН 998-99. Методика газохроматографического определения параметров автомобильных бензинов.
4. МВИ № МН 1329-2000. Методика газохроматографического определения этилового спирта в жидких биологических средах организма.
5. Бычков С.М., Гациха С.В., Коваленко А.Н., Мазаник А.Л., Черепица С.В., Кузменков Д.Е., Лучинина Я.Л., Гремяко Н.Н. Автоматическое газохроматографическое определение углеводородного состава и показателей качества автомобильных бензинов. Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2000, Т. 66, № 2,3, С.58-66.
6. Charapitsa S.V., Bychkov S.M., Kavalenka A.N., Mazanik A.L., Gatsicha S.V., Gremyako N.N. The automatic gas chromatographic system for determination of petrol components and the basic petrol parameters. Proc. Int. Conf., Pittsburg, March 13-17, 2000, P.1621.
7. МВИ № МН 1140-99. Методика выполнения измерений компонентного состава, определение теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе природного горючего газа.