

# ОБЗОР хроматографических **МЕТОДОВ АНАЛИЗА,** ИСПОЛЬЗУЕМЫХ для определения (контроля) НЕФТЕПРОДУКТОВ в воде

**В работе представлены распространенные на сегодняшний день методы анализа нефтепродуктов, основанные на тонкослойной, высокоэффективной жидкостной и газовой хроматографии. Проанализированы их особенности, достоинства и недостатки. Предложены к рассмотрению новые подходы к идентификации нефтепродуктов в воде, а также определению времени их контакта с водой.**

**В**о многих районах Земного шара нефтяное загрязнение приобрело хронический характер и достигло масштабов, при которых нарушается естественный круговорот веществ и энергии, что подрывает экологическое равновесие и наносит огромный ущерб водным и наземным экосистемам. Нефть и нефтепродукты (НП) являются опасными и распространенными загрязнителями поверхностных и грунтовых вод. Они вызывают изменение физических, химических и биологических свойств и характеристик среды обитания, нарушают ход естественных процессов [1]. Основными источниками загрязнения воды нефтью и нефтепродуктами являются добыча на шельфе, смыв с берегов, попадание через атмосферу, в результате различных техногенных инцидентов и аварийных ситуаций. Под действием физических, химических и биологических факторов НП, содержащиеся в воде, претерпевают изменения, которые могут привести к образованию более токсичных соединений, чем исходные компоненты НП [2-4].

НП отличаются от многих других загрязнителей окружающей среды тем, что это не индивидуальное вещество, а сложная смесь множества различных соединений, которая не только не имеет определенного состава и постоянно трансформируется, но и зависит от источника происхождения. Поликомпонентный состав как исходных органических

соединений, так и образующихся в процессе их трансформации в природных геосистемах создает определенные трудности в организации мониторинговых наблюдений за уровнем органического загрязнения гидросферы [5]. Поэтому для надежной идентификации НП определение какого-либо одного компонента, как правило, недостаточно и требуется определять множество компонентов и их соотношения.

Большая часть аттестованных и временно допущенных к использованию методик регистрации НП в природных и сточных водах основана на выделении НП из воды, сорбционной очистке экстракта и дальнейшем количественном определении НП с использованием различных методов измерения их содержания. Это методы колоночной хроматографии с гравиметрическим, ИК- и УФ-спектрофотометрическим окончанием, флуоресцентный, газохроматографический [6].

Методики определения НП в воде, основанные на гравиметрии, флуориметрии и ИК-спектрометрии, позволяют получить информацию о суммарном содержании в воде неполярных и малополярных углеводородов нефтяного происхождения, однако с их помощью невозможно установить их состав [7-10].

Задачу определения компонентного состава НП позволяют решить хроматографические методики. По углеводородному составу можно сказать, к каким именно НП (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут и т.п.) принадлежит данное загрязнение.

Существует ряд методик, основанных на тонкослойной, высокоэффективной жидкостной и газовой хроматографии.

**А.Р. Холова\***,  
инженер-химик  
центральной химико-  
бактериологической  
лаборатории Центра  
аналитического  
контроля качества  
воды, МУП  
«Уфаводоканал»

**М.Ю. Вожаева,**  
кандидат химических  
наук, начальник  
отдела мониторинга  
органических  
загрязнителей воды  
Центра  
аналитического  
контроля качества  
воды, МУП  
«Уфаводоканал»

**Л.И. Кантор,**  
кандидат технических  
наук, технический  
директор,  
МУП «Уфаводоканал»

\* Адрес для корреспонденции: al-pochta@mail.ru

*Тонкослойная хроматография (ТСХ)* полезна для идентификации масел и смазок в сбросах очистных заводов, в воде водоемов, а также при исследовании тяжелых смазочных масел и топлив.

Пробы воды экстрагируют петролейным эфиром или хлористым метиленом и, после омыления входящих в состав стоков жиров (мешающих определению), экстракт хроматографируют на ТСХ-пластинке, покрытой слоем кизельгура, оксида алюминия или силикагеля. В качестве элюента используют смесь петролейного эфира с ацетоном или этанолом. Для идентификации соединений пробы пластинки облучают УФ-светом при 254 и 350 нм, степень флуоресценции пятен и рассчитанные величины  $R_f$  сравнивают со стандартами [11]. Данный метод не позволяет определить летучие компоненты анализируемой смеси.

Разработана методика для экспрессной хроматографической идентификации сложных смесей НП в природных водах на основе равновесной проточной тонкослойной хроматографии (ПТСХ) [12]. В ПТСХ скорость элюента постоянна. Проба вводится в равновесный поток элюента и происходит «самосканирование» разделяемых компонентов пробы при движении их по слою сорбента в потоке элюента через зону оптического детектирования (ИК-, УФ- и флуориметрическое детектирование). Пробы растворяют в четыреххлористом углероде и анализируют на пластинке Silufol при элюировании смесью гексан-четырёххлористый углерод (96:4). С помощью ПТСХ можно определять не только содержание НП в поверхностных водах, но и их вид (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут и т.п.) по относительной интенсивности флуоресценции или поглощения УФ-излучения, что делает возмож-

**И.А. Мельницкий,**  
доктор химических наук, главный специалист по контролю качества воды, МУП «Уфаводоканал»

**Н.В. Труханова,**  
кандидат химических наук, начальник центральной химико-бактериологической лаборатории, МУП «Уфаводоканал»

**Е.А. Кантор,**  
доктор химических наук, профессор, Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ)

ным установить источник загрязнения. ПТСХ позволяет анализировать летучие компоненты смеси, что не возможно при ТСХ. Это делает методику ПТСХ почти такой же информативной, как и газохроматографическое определение НП в воде, когда возможно установление их вида.

Для повышения точности определения углеводов предлагается методика, основанная на одновременном фотометрировании в ИК- и УФ-областях спектра углеводов, выделенных методом ТСХ. Это позволяет учитывать как парафино-нафтеновую, так и ароматическую фракции углеводов независимо от их соотношения в пробе. Метод не требует стандартного образца для построения градуировочного графика, т.к. количество углеводов рассчитывается по формуле, установленной по результатам исследований образцов различных сортов нефти и НП [13]. Достоинством метода ТСХ является высокая чувствительность вследствие меньшей необратимой сорбции, что позволяет получить дополнительную информацию о присутствии в воде окисленных гетероциклических и других соединений, входящих во фракции смол, асфальтов, которые на хроматограмме представлены в виде отдельных зон [14].

*Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ)* применяют для группового фракционирования нефтяных фракций. Существует методика полного анализа тяжелых нефтяных остатков, основанная на ВЭЖХ.

Пробу растворяют и наносят на 2 г силикагеля, выпаривают растворитель, помещают силикагель с пробой в предколону, которую присоединяют к аналитической колонке с активированным силикагелем и элюируют



последовательно различными растворителями. Полученные фракции анализируют на хромато-масс-спектрометре. Основным ограничением данного метода является трудность количественного анализа выделенных фракций. Преимущество метода ВЭЖХ при определении НП в воде заключается в том, что при использовании жидкостного хроматографа не надо предварительно отделять полярные соединения [15].

В основе метода ASTM D 5186 лежит суперкритическая флюидная хроматография, позволяющая разделять и проводить групповую идентификацию насыщенных углеводородов, моно- и диароматических соединений, а также следовых количеств полиароматических углеводородов. При попадании в окружающую среду дизельного топлива его присутствие можно обнаружить, установив содержание последних. При этом насыщенные углеводороды и производные бензола регистрируют с помощью пламенно-ионизационного детектора (ПИД), а производные нафталинов и полиароматические углеводороды фиксируются УФ-детектором при длине волны 254 нм. [16, 17]. Метод применим для определения свежих загрязнений НП в воде.

Разработана методика определения следов НП, измененных в результате испарения и биodeградации, на основе нормально-фазовой ВЭЖХ. Методика основана на хроматографическом определении компонентного состава алкиларенов, который является специфичным для каждого вида НП. Детектирование ведут в УФ-области спектра на пяти длинах волн (210, 220, 230, 240, 254 нм). В качестве элюента применяют гексан. Колонки термически активируют при температуре 120-160 °С, в течение 20-45 мин. В условиях нормально-фазовой ВЭЖХ с термоактивированным сорбентом НП элюируются группами в виде неразделенных мультиплетов. Моноциклические арены обладают наибольшей интен-

сивностью при длине волны 210-212 нм. Мультиплет при 220 и 230 нм соответствует бициклическим аренам, а трициклические арены обладают наибольшим поглощением при 254 нм.

Использование этого метода предъявляет высокие требования к чистоте элюента и анализируемых образцов. Метод позволяет не только установить факт присутствия следов НП и определить их структурно-групповой состав, но и идентифицировать отдельные компоненты НП, а также установить вид НП, подвергшегося изменениям в результате действия на него окружающей среды [18].

Международный стандарт ИСО 9377-2:2000 «Определение индекса жидких нефтепродуктов в воде» основан на анализе НП в воде с использованием жидкостной экстракции и газовой хроматографии. Количественное определение НП данным методом связано с большими ошибками за счет потери летучих компонентов НП при пробоподготовке. Качественное определение возможно только при свежих загрязнениях воды НП [19].

Известен газохроматографический метод с использованием предварительной очистки экстракта с помощью колоночной хроматографии, который является более чувствительным благодаря удалению мешающих примесей из экстракта [14]. Образец подкисляют, дважды экстрагируют н-гексаном в течение 5 мин. Экстракт пропускают через колонку с оксидом алюминия, осушают сульфатом натрия и удаляют избыток растворителя упариванием в фарфоровой чашке при комнатной температуре до объема 1 мл. Аликвотную часть сконцентрированного экстракта (40 мкл) вводят микрошприцем в испаритель газового хроматографа с пламенно-ионизационным детектором. Разделение проводят на колонке из нержавеющей стали, заполненной насадкой, содержащей 3% Дексила 300 GC на хромосорбе WAW.

Идентификацию углеводородов нефти осуществляют методом «отпечатков пальцев», сравнивая полученную хроматограмму с хроматографическими спектрами НП различных видов, полученных в идентичных условиях. Количественное определение суммарного содержания НП проводится путем абсолютной калибровки используемого пламенно-ионизационного детектора смесью углеводородов известного состава [20]. Метод позволяет установить фракционный состав НП по виду хроматограмм. Метод применим для определения свежих загрязнений НП в воде.



В работе [21] описан способ обнаружения, хроматографической идентификации и определения нефтепродуктов в природных и минеральных водах на уровне их предельно-допустимых концентраций (ПДК) – 0.1 мг/дм<sup>3</sup> [22]. Анализ включает экстракционное выделение углеводородов из воды, сорбционную очистку экстракта, люминисцентное обнаружение, идентификацию и количественное определение НП газохроматографическим методом. В качестве внутреннего стандарта используют додекан, который вводят непосредственно в анализируемую пробу перед концентрированием. Предлагаемый подход позволяет надежно обнаружить и количественно определить НП в водных средах при концентрациях на уровне 0.5-10 ПДК (0.05-1.0 мг/дм<sup>3</sup>). Метод применим для установления сортовой принадлежности (фракционного состава) НП по внешнему виду хроматограмм (метод «отпечатков пальцев») в том случае, если диспергированная часть НП в воде близка по составу к исходной, что возможно только при свежих загрязнениях, когда НП не подвержены деградации.

В лаборатории хроматографических методов анализа ГУП «ЦИКВ» разработана методика определения НП, которая позволяет проводить измерение содержания НП в диапазоне от 0,02 до 0,4 мг/дм<sup>3</sup>, при этом предел обнаружения составляет 0,005 мг/дм<sup>3</sup>. Измерение основано на однократной экстракции НП из пробы воды четыреххлористым углеродом с последующей очисткой полученного экстракта силикагелем. Последующая отгонка не проводится. Хроматографический анализ экстракта осуществляется с использованием метода капиллярной газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием с прямым вводом в капиллярную колонку. Градуировка осуществляется по процедуре проведения анализа с использованием дизельного топлива, в качестве стандарта [23].

Научно-исследовательским институтом питания РАМН разработана методика анализа следовых количеств НП в воде без предварительного фракционирования смеси. Подготовка проб включает двукратную экстракцию углеводородов из проб воды объемом 5 л петролейным эфиром. Экстракт обезвоживают сульфатом натрия и упаривают до объема 0.5-2.0 мл. Дальнейший анализ проводят на хромато-масс-спектрометре при энергии ионизации 70 эВ. Хроматографическое разделение проводят на кварцевой капиллярной колонке с неподвижной фазой SE-54. Количественный анализ проводят по методу внутреннего стандарта с использованием н-тетрадекана, н-тетракозана, октаде-

**Ключевые слова:**

нефтепродукты, методы определения нефтепродуктов, реперные соединения, идентификация нефтепродуктов, время контакта нефтепродуктов с водой

цилбензола, диметилнафталина и фенантрена. Методика позволяет получить данные о групповом и гомологическом составе проб и оценить количественно содержание основных групп насыщенных и ароматических соединений, входящих в состав НП [24].

В работе [25] предлагается простой и быстрый метод идентификации источника пролитой нефти с использованием двух типов «электронного носа», действующих на основе разных принципов. Для прямого многокомпонентного анализа рекомендованы многосенсорные устройства, что позволяет на основании графического изображения установить источник, а быстрый по времени хромато-масс-спектральный анализ – состав образца. Поскольку в работе речь идет о многокомпонентных смесях соединений разной природы и химических свойств, то полученные результаты вряд ли будут однозначными и применимыми к любому виду НП.

При определении качества питьевой воды помимо определения суммарного содержания НП необходимо проводить анализ содержания ароматических углеводородов, у которых уровни ПДК очень низки. В [17] подробно описаны зарубежные и отечественные методики определения углеводородов, входящих в состав НП.

К указанной группе методов можно отнести метод количественного определения летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) в воде путем хроматографического анализа воды с предварительным парофазным концентрированием (динамическим или статическим методом) летучих органических примесей с последующим хроматографическим разделением полученного концентрата на капиллярных колонках с полярной неподвижной жидкой фазой и пламенно-ионизационным детектированием [26]. Метод позволяет определять индивидуальные компоненты бензинов – бензол, толуол, этилбензол, о-ксилол и др. ЛАУ, растворимые в воде.

Согласно методикам, разработанным МУП «Уфаводоканал» [27, 28], разделение компонентов ЛАУ и углеводородов С6–С9 осуществляется на колонках с высокополярными неподвижными жидкими фазами и применением динамического и статического методов концентрирования летучих примесей из воды. Применение капиллярной колонки с полярной неподвижной фазой, позволяет отделить ЛАУ от менее полярных соединений с температурой кипения от 60 0С до 170 0С. Методики выполнения измерений позволяют определять содержание ароматических углеводородов С6–С9 в диапазоне концентраций 0.001-0.75 мг/дм<sup>3</sup> в статическом [27] и 0.001-1.5 мг/дм<sup>3</sup> в дина-



мическом режиме [28]. Ошибка определения не превышает 30 % для всех определяемых соединений.

Методика, описанная в [29], позволяет определить изопропилбензол, стирол и  $\alpha$ -метилстирол. Определение основано на извлечении изопропилбензола, стирола и  $\alpha$ -метилстирола из воды с последующим газохроматографическим анализом на приборе с пламенно-ионизационным детектором. Пробу экстрагируют трижды диэтиловым эфиром. Экстракт осушают сульфатом натрия и перегоняют при температуре 40 °С под вакуумом до объема 2 мл. В испаритель хроматографа вводят 1-3 мкл экстракта. На хроматограмме измеряют площади пиков определяемых соединений и рассчитывают их концентрации по градуировочному графику.

Существует метод определения содержания бензинов в воде путем определения относительного содержания в воде характерных для бензинов ароматических углеводородов (реперов). В предлагаемом способе определения бензинов в воде в качестве индикаторных соединений выбраны *m*- + *p*- этилтолуол, 1,3,5-триметилбензол (1,3,5-ТМБ), *o*-этилтолуол, 1,2,4-триметилбензол (1,2,4-ТМБ). Найдено, что отношение концентраций указанных соединений к концентрации 1,2,4-ТМБ является величиной постоянной в течение длительного контакта бензина с водой, и практически одинаково для всех бензинов, что позволяет провести идентификацию загрязнения [30]. Метод основан на определении в воде летучих компонентов, к которым относятся бензины, с предварительным концентрированием путем перевода их в паровую фазу динамическим методом и дальнейшим газохроматографическим анализом. Метод пригоден для определения как свежих, так и деградированных загрязнений воды бензинами, но не применим для определения средне- и тяжелолетучих фракций НП.

В другом изобретении [31] авторами предложен способ расчета времени контакта бензина с водой, который производится по заранее выявленной зависимости отношения концентраций (откликов) реперов от времени пребывания бензина в воде. В работе предлагается находить содержание наиболее характерных и постоянно присутствующих в бензинах ароматических углеводородов (реперов) и определять отношения концентрации наиболее летучего компонента к концентрации наименее летучего. В качестве реперов выбраны толуол и 1,2,4-триметилбензол (1,2,4-ТМБ).

Предложен аналогичный подход для идентификации другого товарного продукта в воде – дизельного топлива (ДТ), где в качестве реперов выбраны децилбензол, изо-ундецилбензол, тридецилбензол, тетрадецилбензол, пентадецилбензол. Наличие ДТ в воде определяется постоянством отношений выбранных реперов. Отношения концентраций (откликов) реперных соединений остаются практически постоянными в течение длительного времени при разных степенях загрязненности воды [32].

Для определения времени контакта ДТ с водой предлагается использовать в качестве реперов тридекан и 1-метилнафталин (1-МеНафталин). Изменение концентрации тридекана в воде за счет биохимической деструкции происходит достаточно быстро по сравнению с 1-метилнафталином, т.к алканы более доступны для микробиологического окисления, чем ароматические углеводороды. Найдена зависимость отношения Стридекан/С1-МеНафталин от времени пребывания ДТ в воде, которая определяется уравнением:  $x=ay-b$  ( $x=0,42y-1,8$ ), где  $y=Стридекан/С1-МеНафталин$ ;  $x$  – время контакта дизельного топлива с водой;  $a$ ,  $b$  – коэффициенты уравнения, требующие корректировки при изменении погодных условий. А если эта река с известной скоростью течения, можно определить и удаленность источника загрязнения [33].

## Заключение

Таким образом, в работе представлены распространенные на сегодняшний день методы анализа НП, рассмотрены их достоинства и недостатки при анализе воды, а также представлены новые подходы, позволяющие определять загрязненность воды различными видами НП, независимо от степени деградации последних и определять время контакта их с водой.

## Литература

1. Котелевцев С.В. Нефтяные загрязнения: контроль и реабилитация экосистем / С.В. Котелевцев, А.П. Садчиков. Учебно-методическое пособие. М.: ФИАН, 2003. 194 с.
2. Новиков Ю.В. Методы определения вредных веществ в воде водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина. М.: Медицина, 1981. С. 325-336.
3. Поконова Ю.В. Нефть и нефтепродукты. НПО "Мир и Семья", 2003. 904 с.
4. Суржко Л.Ф. Утилизация нефти в почве и воде микробными клетками / Л.Ф. Суржко, З.И. Финкельштейн, Б.П. Баскунов, М.И. Янкевич, В.И. Яковлев, Л.А. Головлева // Микробиология. 1995. Т. 64, № 3. С. 393-398.
5. Бачурин Б.А. Идентификация нефтяной составляющей органического загрязнения гидросферы // Водные ресурсы, геологическая среда и полезные ископаемые Южного Урала. Оренбург: ОГУ. 2000. С. 143-153.
6. РД 52.18595-96. Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды. М., 1996.; Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. С.-Пб., 1998. С. 327-373.
7. ГОСТ Р 51797-2001. Вода питьевая. Метод определения содержания нефтепродуктов // Государственный контроль качества воды. М., 2003. С. 559-574.
8. ПНДФ 14.1:7.116-97. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных и очищенных сточных вод методом колоночной хроматографии с гравиметрическим окончанием. М., 1997.
9. Голубева М.Т. Спектрофотометрическое определение нефти и нефтепродуктов в воде. Санитарно-химический контроль в области охраны водоемов. М.: Медицина, 1964. С. 142-146.
10. Пат. 2152613 Рос. Федерация. Способ обнаружения нефтепродуктов в водных растворах / Саксонов М.Н., Балаян А.Э., Стом Д.И. № 96114221/04. Заявл. 12.07.1996. Опубл. 10.07.2000. Бюл № 19. С. 544.
11. Никанорова М.Н. Хроматографическая идентификация следов НП в природных водах с использованием полимерных и кремнеземных носителей. Автореф. дис. ... к-та хим. наук. С.-Пб., 1997. 20 с.
12. Воронцов А.М. Проточная тонкослойная хроматография (ПТСХ) в анализе экотоксикантов. Особенности метода и критерии оценки результатов // Журнал экологической химии. 1993. № 1. С. 33-43.
13. Павленко Л.Ф. Бесстандартный метод определения нефтепродуктов на основе

измерения поглощения в ИК- и УФ-областях спектра / Л.Ф. Павленко, Н.В. Дейниченко, Н.С. Анохина, Т.Л. Клименко, А.А. Кленкин // Тезисы докл. Всероссийской конференция по аналитической химии, посвященной 100-летию со дня рождения академика И.П. Алимарина, «Аналитика России», Москва, 2004.: С. 329.

14. Унифицированные методы исследования качества вод. М.: СЭВ, 1987. Ч. 1. С. 550-556.
15. Бродский Е.С. Определение нефтепродуктов в объектах окружающей среды / Е.С. Бродский, С.А. Савчук // Журн. аналит. химии. 1998. Т. 53, № 12. С. 1238-1251.
16. Другов Ю.С. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды и почвы / Ю.С. Другов, А.А. Родин С.-Пб.: ТЕЗА, 1999. С. 624.
17. Другов Ю.С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. Практическое руководство/ Ю.С. Другов, А.А. Родин. С.-Пб.: Анатолия, 2000. 250 с.
18. Колычев И.А. ВЭЖХ определение следов нефтепродуктов, измененных в результате испарения и биodeградации / И.А. Колычев, З.А. Темердашев // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. Т. 73, № 11. С. 3-7.
19. ИСО 9377-2:2000. Определение индекса жидких нефтепродуктов в воде // Питьевая вода. 2001. №5. С. 17 – 21.
20. МВИ-05-94. Методика выполнения измерений содержаний НП в природных и сточных водах газохроматографическим методом с пламенно-ионизационным детектором. М.: 1994. Система сертификации ГОСТ Р. Центр сертификации воды и метрологического обеспечения экологического мониторинга – АО ЦСБ (аттестат аккредитации № РОСС. RU 0001. 21. ПВ 01.
21. Коренман Я.И. Хроматографическое определение нефтепродуктов в природных и минеральных водах / Я.И. Коренман,



К.И. Жилинская, В.Н. Фокин // Химия и технология воды. 2005. Т. 27, № 2. С. 163-172.

22. СанПин 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Минздрав России, 2002.

23. Самонина О.И. Хроматографический метод определения нефтепродуктов в водах // Рабочие материалы шестого ежегодного научно-практического семинара по проблемам аналитического контроля качества вод. С-Пб., 2001. С. 15-16.

24. Медведев Ф.А. Хромато-масс-спектрометрический анализ нефтяных загрязнений воды и гидробионтов / Ф.А. Медведев, Л.Ш. Воробьева, О.Н. Чернышева // Журн. аналит. химии. 1996. Т. 51, № 11. С. 1181-1185.

25. Tzing S.H. Простой и быстрый метод идентификации источника пролитой нефти с использованием «электронного носа» / Tzing S. H., Chang J.Y., Ghule A., Chang J.J., Lo B., Ling Y.C. // Department of Chemistry, National Tsing Hua University, Hsinchu 300, Taiwan. Rapid Commun. Mass Spectrom. 2003. V.17, № 16. P. 1873-1880.

26. Гагарина Л.Н. Газохроматографическое определение микроконцентраций летучих органических соединений в воде / Л.Н. Гагарина, Л.Г. Цыпышева, Л.И. Кантор // Водоснабжение и санитарная техника. 2004. № 4. С. 22-24.

27. РБ АП-73/2004. Методика выполнения измерений массовой концентрации летучих ароматических углеводородов в питьевой воде, воде водоемов и водоемисточников методом газожидкостной хроматографии с автоматизированной пробоподготовкой в динамическом режиме. Уфаводоканал. 2004.

28. РБ АП-49/2004. Методика выполнения измерений массовой концентрации летучих ароматических углеводородов в питьевой воде, воде водоемов и водоемисточников методом хроматографического анализа равновесного пара. Уфаводоканал. 2004.

29. Дмитриев М.Т. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде / М.Т. Дмитриев, Н.И. Казнина, Н.А. Пинигина. М.: Химия. 1989. С. 220-303.

30. Пат. 2331874 Рос. Федерация. Способ определения загрязнения воды бензинами / Кантор Л.И., Гордиенко В.С., Цыпышева Л.Г., Гагарина Л.Н., Вожаева М.Ю., Мельницкий И.А., Труханова Н.В.: № 2006112756/28. Заявл. 17.04.2006. Опубл. 20.08.2008. Бюл. № 23, 5 с.

31. Пат. 2324930 Рос. Федерация. Способ определения времени контакта бензинов с водой / Гордиенко В.С., Кантор Л.И., Цыпышева Л.Г., Гагарина Л.Н., Вожаева М.Ю., Мельницкий И.А., Труханова Н.В.: № 2006128560/04. Заявл. 04.08.2006. Опубл. 20.05.2008. Бюл. № 14, 4 с.

32. Холова А.Р. Экстракционно-хромато-масс-спектрометрическое определение нефтепродуктов в водных средах / А.Р. Холова, М.Ю. Вожаева, Л.И. Кантор, И.А. Мельницкий, Н.В. Труханова, Е.А. Кантор // Тез. докл. IV международной конференции «Экстракция органических соединений», Воронеж. 2010. С. 302.

33. Пат. 2395803 Рос. Федерация. Способ определения времени контакта дизельных топлив с водой / Гордиенко В.С., Кантор Л.И., Холова А.Р., Вожаева М.Ю., Мельницкий И.А., Труханова Н.В.: № 2009119998/20; Заявл. 26.05.2009. Опубл. 27.07.2010. Бюл. № 21. 6 с.



A.R. Hohlova, M.Yu. Vozhdaeva, L.I. Kantor, I.A. Melnitskiy, N.V. Trukhanova

## CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS FOR OIL PRODUCT CONTROL

Widely-applied methods of oil product analysis such as thin layer chromatography, high performance liquid/vapor chromatography have been presented in the paper. Their peculiarities strong

and weak points have been discussed. New identification approaches of oil products in water with their contact time determination have been examined.

**Key words:** oil products, oil product analysis method, bench mark substances, oil product identification, contact time of oil products with water

