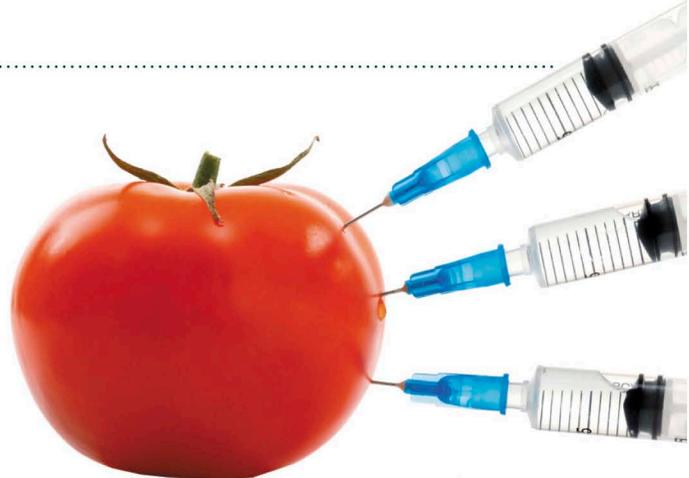


# СОВРЕМЕННЫЕ ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД НАСЕЛЕНИЯ



Текст: Т. Уланова, докт. биол. наук, профессор, зав. отделом химико-аналитических методов исследования  
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Фото: И. Девяткова

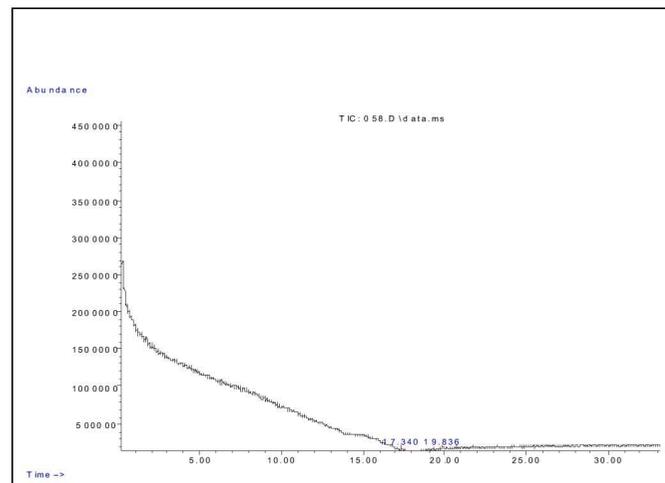
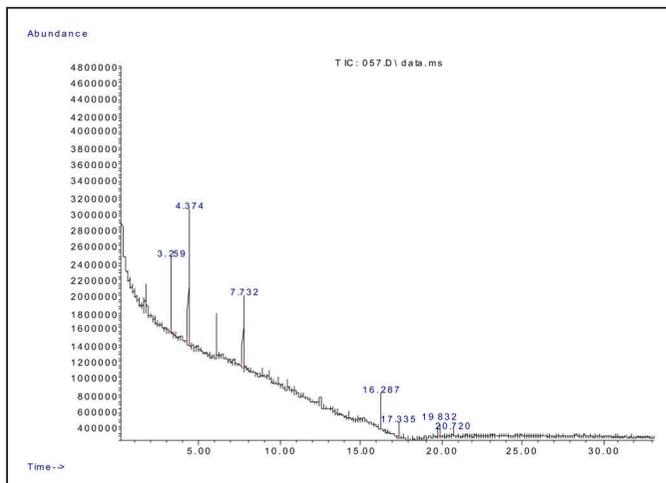
Жизнь и здоровье человека, его благосостояние неразрывно связаны с состоянием и загрязнением окружающей среды. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), загрязнение окружающей среды обуславливает во всем мире примерно 25% всех болезней, при этом на долю детей приходится более 60% заболеваний, вызванных этой причиной.

**О**дним из подходов для оценки степени неблагоприятного воздействия и диагностики экозависимых изменений состояния здоровья является определение химических соединений в биологических средах человека. Определение химических соединений в биосредах, наряду с расчетными, тестовыми методами, натурными исследованиями, может быть использовано для оценки комплексной антропогенной нагрузки на территории при планировании природоохранных мероприятий и при проведении санитарно-гигиенического мониторинга. Методы определения химических соединений в биосредах наряду с клинико-диагностическими, эпидемиологическими, статистическими и другими методами исследований позволяют в комплексе решать вопросы по изучению общих механизмов взаимодействия организма человека с химическими факторами окружающей среды и выявлению риска для здоровья при малых уровнях воздействия различных загрязнителей\*.



В лаборатории методов жидкостной хроматографии





Хроматограммы образцов воздуха по полному ионному току, отобранных с наветренной (а) и подветренной (б) сторон предприятия



В лаборатории методов газовой хроматографии

Исследования по определению содержания химических соединений и элементов проводятся в 5 лабораториях отдела химико-аналитических методов исследования и Испытательного лабораторного центра (ИЛЦ) «Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Специалистами Центра на базе отдела химико-аналитических методов исследования сформировано новое научно-практическое направление – диагностические химико-аналитические исследования по определению содержания химических соединений и элементов в биологических средах отдельных групп населения, проживающих в условиях высокой антропогенной нагрузки. В структуру отдела входят лаборатории методов газовой и жидкостной хроматографии, элементного анализа, физических факторов воздействия, методов анализа наноматериалов и мелкодисперсной пыли. Лаборатории оснащены современным оборудованием для высокоточных количественных аналитических исследований – газовыми хроматографами с капиллярными колонками, различными типами высокочувствительных детекторов, специальными устройствами для ввода проб методам термодесорбции и дозатором равновесного пара. Газовый хроматограф Agilent 7890A с масс-спектрометрическим детектором 5975C позво-



Газовый хроматограф с масс-спектрометрическим детектированием

ляет выполнять исследования по идентификации широкого спектра химических соединений в объектах окружающей среды (атмосферный воздух, вода, биологические среды) с помощью банка библиотеки масс-спектральных данных NIST 08.L, включающей более 200 000 масс-спектров органических соединений. В настоящее время методы хромато-масс-спектрометрической идентификации используются в современных химико-аналитических исследованиях для оценки качества окружающей среды и решения разнообразных гигиенических задач с помощью исследования спектров органических соединений в атмосферном воздухе, воздухе помещений, воде питьевой и водных объектов, почве и т.д.

Определение элементного состава проб атмосферного воздуха, биологических сред, других объектов окружающей среды выполняется в лаборатории элементного анализа методами атомно-абсорбционной спектроскопии в пламени и методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). Лаборатория оснащена самым современным оборудованием для подготовки проб – микроволновыми системами пробоподготовки MC-6 (фирмы Волта), SpeedWave (Berghof, Germany), для аналитического определения элементов – атомно-абсорбционным спектрофотометром Analyst 400



Масс-спектрометр

(Perkin Elmer, USA), масс-спектрометром с индуктивно связанной плазмой Agilent 750сх, USA).

Современный комплекс аналитического оборудования позволяет выполнять исследования по разработке методов в атмосферном воздухе и биологических средах, отвечающих требованиям российских и зарубежных нормативных документов. В лаборатории ежедневно выполняются исследования биологических сред взрослого

и детского населения, проходящего обследование и лечение в клинических подразделениях Федерального центра, на содержание таких элементов, как свинец, марганец, никель, медь, цинк, ртуть, ванадий, кадмий и т.д. Возможности лабораторной базы позволяют определять все 70 элементов периодической системы при наличии достоверных методов определения. Многолетние систематические исследования биологических сред детского населения Пермского края позволили выявить отдельные территории с повышенным содержанием элементов, обусловленным антропогенным воздействием. Так, на территории города Чусового определяется повышенное содержание в крови ванадия и марганца в 3,8 и 2,0. раза соответственно выше фоновых уровней, определяемых на контрольных территориях, не подверженных антропогенному воздействию (поселки Сива, Ильинский, Сылва Пермского края), в городе Чайковском выше фоновых уровней в 2,0 и 1,7 определяются свинец и хром, в городе Кизеле выше фоновых уровней в 1,5 и в 1,2 раза определяются свинец и марганец, в городе Горнозаводске свинец в 1,4 раза и т.д.

В лаборатории методов жидкостной хроматографии выполняются исследования по содержанию в биологических

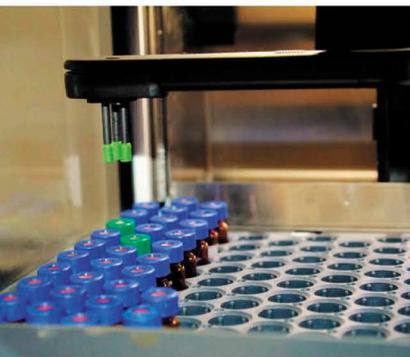
средах таких соединений, как формальдегид, ацетальдегид, стирол, бенз(а)пирен, на хроматографах Agilent 1200 с диодно-матричными и флуориметрическим детекторами. Разрабатываются методы определения загрязнителей в продуктах питания на жидкостном хроматографе Agilent 1200 с масс-спектрометрическим детектором 6460 Triple Quad (USA). В настоящее время в лаборатории разрабатывается масс-спектрометрический метод определения левомицетина в мясных продуктах и определения акролеина в атмосферном воздухе на уровне референтных концентраций.

Новые перспективные исследования в анализе биологических сред и атмосферного воздуха выполняются в лаборатории анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц. Разрабатывается метод определения мелкодисперсных частиц PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> в атмосферном воздухе методом динамического рассеивания на лазерном анализаторе Microtrac S3500. Мелкодисперсная пыль представляет значительную опасность для человеческого организма в силу большей химической и физической активности по сравнению с крупнодисперсной пылью. Мелкодисперсная пыль не задерживается, как, например, крупная пыль при вдохе органами дыхания человека, а сразу попадает в легкие и кровяное русло, где острыми краями травмирует слизистую оболочку, что приводит к заболеванию пневмокониозами. Частицы такого размера вызывают сердечную аритмию, служат причиной повышения смертности от сердечно-сосудистых заболеваний.

По данным ведущих европейских институтов, около половины городского населения Европы подвержено воздей-



Жидкостный хроматограф Agilent 1200 с диодно-матричным детектором



ствию повышенных концентраций этих частиц. В настоящее время с 2010 года содержание мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе нормируется в соответствии с ГН 2.1.6.2604-10. Разрабатываемый в лаборатории анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц метод анализа с помощью лазерного анализатора использован в процессе исследований качества атмосферного воздуха городов Березники (Пермский край) и Кирова.

Одним из приоритетных направлений в научных и практических исследованиях является определение и оценка содержания наноматериалов в объектах окружающей среды, продукции, биологических средах человека и т.д. Для выполнения практических исследований в лаборатории анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц выполняются исследования по определению наночастиц в крови на лазерном анализаторе частиц Horiba LB-550 (Франция), принцип работы которого основан на динамическом рассеянии лазерного света. Исследования по определению частиц антропогенного происхождения нанометрового диапазона выполняются с помощью просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии на Tescan MIRA3 LMU с возможностью локального элементного энергодисперсионного микроанализа при помощи системы Oxford Advanced Aztec Energy(IE350)/X-max80. (Исследования выполнялись с использованием оборудования ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий», города Санкт-Петербург) Микрофотографии ультратонких срезов подготовленных образцов крови получали на просвечивающих электронных микроскопах JEOL JEM-1400 и JEOL JEM-2100HC.

В лаборатории физических факторов воздействия выполняются практические исследования по замерам шума от аэропортов, при составлении шумовой карты города и другие исследования.

Специалистами отдела химико-аналитических методов исследования ежегодно выполняется порядка 80 000 определений элементов и органических соединений в объектах

Одним из приоритетных направлений в научных и практических исследованиях является определение и оценка содержания наноматериалов в объектах окружающей среды, продукции, биологических средах человека и т.д.

окружающей среды и биологических средах обследуемого населения (дети, взрослые), разрабатываются и утверждаются на федеральном уровне методы определения в объектах окружающей среды и биологических средах. В настоящее время разработаны и утверждены в системе государственного санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации 42 методических указания по разделу 4.1 «Методы контроля, химические факторы» МУК 4.1.763 -4.1.779-99 «Определение химических соединений в биологических средах» (17 методик) и т.д.

Разрабатываемые методы определения токсичных соединений в атмосферном воздухе позволяют выполнять исследования с высокой степенью селективности на уровне референтных концентраций, которые, как правило, намного ниже гигиенических нормативов. На уровне референтных концентраций в атмосферном воздухе разработаны методы определения веществ – маркеров опасных производств глубокой нефтепереработки – 1,3-бутадиена (МУК 4.1.2956-11) и этилена оксида (МУК 4.1.3039-12). На уровне RfC в атмосферном воздухе разработан метод определения органического цианида – акрилонитрила (МУК 4.1.3038-12), позволивший определять в зоне воздействия действующего промышленного предприятия акрилонитрил в диапазоне 0,0013-0,00024 мг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, исследования, выполняемые в лабораториях отдела химико-аналитических методов исследования ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», направлены на разработку и внедрение высокочувствительных и селективных методов определения токсичных химических соединений и элементов, основанных на использовании современного приборного оборудования, реализации новых научных направлений и разработок для обеспечения работ в области мониторинга объектов окружающей среды и биологических сред населения.

\*Контаминанты – загрязняющие вещества

