

но восстановить и создать систему ливневой канализации с сооружениями для последующей очистки поверхностного стока. Необходимо реконструировать систему канализации городов для безаварийного отведения использованных вод, а также модернизировать действующие очистные сооружения с целью повышения качества очистки сточных вод, поскольку р. Вятка является водоёмом рыбохозяйственного значения.

Литература

1. Лаппо Г.М. География городов. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997. 134 с.
2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кировской области «Оценка численности постоянного населения по муниципальным образованиям Кировской области на 1 января 2012 года», официальный сайт: http://kirovstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kirovstat/ru/municipal_statistics/mail_indicators/

3. Кантор Г.Я., Дабах Е.В., Кантор Е.В. Особенности водообмена между грунтовыми и поверхностными водами после весеннего половодья в пойме р. Вятки в районе г. Кирово-Чепецка. Киров: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2012. С. 23.

4. АУ «Вятский научно-технический информационный центр мониторинга и природопользования» «Отчёт ведения территориального мониторинга водных объектов в Кировской области в 2010 г.». Киров. 2010.

5. Рекомендации по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. М.: ФГУП «НИИ ВОДГЕО», 2006.

6. Отчётные данные водопользователей за 2010–2012 гг. по форме «2-ТП-водхоз». Отдел водных ресурсов КамБВУ по Кировской области, 2013 г.

7. Карта. Площадь городских поселений среднего течения р. Вятки. <http://kirov.rekod.ru/geoportal/>

8. Энциклопедия земли Вятской. Т. 1. Города. Киров: АО «Городская газета», Киров, 1994.

УДК 543.544

Газохроматографическое определение несимметричного диметилгидразина, нитрозодиметиламина и диметиламина в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны

© 2013. М. В. Хмелёва, м.н.с., Н. Е. Тюлина, гл. специалист, А. Д. Зорин, д.х.н., профессор, В. Ф. Занозина, к.х.н., зав. лабораторией, Л. Е. Самсонова, инженер, Д. Р. Гареев, студент, НИИ химии Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, e-mail: hmelevmar@mail.ru, adzorin@mail.ru

Разработана методика газохроматографического определения несимметричного диметилгидразина, нитрозодиметиламина и диметиламина в воздухе из одной аналитической пробы.

The technique gas chromatography definitions unsymmetrical dimethylhydrazine, N-Nitrosodimethylamine and dimetilamine in air from one analytical test sample is developed.

Ключевые слова: несимметричный диметилгидразин, нитрозодиметиламин, диметиламин, газовая хроматография

Keywords: unsymmetrical dimethylhydrazine, n-nitrosodimethylamine, dimetilamine, gas chromatography

Несимметричный диметилгидразин (НДМГ) – гептил, является компонентом жидкого ракетного топлива. Гигиеническими исследованиями установлено, что при выполнении регламентных технологических операций по ней-

трализации баков горючего (гептила) и окислителя (тетраоксида азота) в объекты окружающей среды могут поступать пары НДМГ и тетраоксида азота (АТ). При этом возможно загрязнение этими компонентами воздушной

среды, поверхностей оборудования, строительных конструкций, а также средств индивидуальной защиты обслуживающего персонала.

НДМГ – весьма реакционноспособное вещество, способное подвергаться в атмосферном воздухе превращениям с образованием дочерних продуктов [1, 2]. Контроль содержания НДМГ и продуктов его превращения в объектах окружающей среды должен производиться с применением чувствительных методов анализа и приборов, прошедших метрологическую поверку. При этом оценку полученных результатов исследований следует осуществлять на основании утверждённых нормативов, таких как предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе, воде, почве.

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям контроль атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны, а также эффективность работы дожигателей газовых смесей с гептилом необходимо анализировать на содержание НДМГ, нитрозодиметиламина (НДМА) и диметиламина (ДМА) – компонентов, несущих ответственность за токсичность в окружающей природной среде. Два последних являются веществами, образующимися в результате взаимодействия НДМГ с компонентами атмосферного воздуха.

На содержание НДМГ, НДМА и ДМА должен проводиться контроль объектов природной среды, промплощадки, санитарно-защитной зоны и окружающих населённых пунктов, расположенных в радиусе действия предприятия, где осуществляется утилизация ракетного топлива. Организацию и проведение гигиенического контроля воздушной среды необходимо осуществлять в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 и ГОСТ 12.1.016-79.

Некоторые токсикологические характеристики НДМГ, НДМА и ДМА представлены в таблице 1 [3].

В настоящее время для контроля НДМГ, НДМА и ДМА в атмосферном воздухе на пред-

приятиях, деятельность которых связана с НДМГ, в основном используются спектрофотометрические методы анализа, причём в большинстве случаев его определяют в виде диметилгидразона n-нитробензальдегида в кислой среде [4 – 12]. Известные методики по определению НДМГ, НДМА и ДМА обладают рядом недостатков: отбор проб проводят отдельно для каждого компонента, что увеличивает время отбора и анализа, методики имеют сложную пробоподготовку.

Нами проведены исследования по разработке методики определения НДМГ, НДМА, ДМА в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны с отбором проб на плёночный сорбент с последующим газохроматографическим определением трёх компонентов из одной аналитической пробы. Газовая хроматография с термоионным детектором (ТИД) – экспресный, селективный и эффективный способ разделения азотсодержащих соединений.

Важное место в анализе объектов окружающей среды занимают пробоотбор и пробоподготовка. Особенность анализа исследуемых веществ состоит в том, что они являются неустойчивыми по отношению к влаге, кислороду и УФ-излучению. При отборе и подготовке проб к анализу необходимо сохранять природу веществ и концентрации, которыми они представлены на момент отбора проб. Одновременно при проведении анализа желательно избавиться от примесей летучих углеводородов, которые зачастую могут присутствовать в воздухе и мешать определению азотсодержащих компонентов. Чтобы исключить влияние углеводородов, при анализе использовали селективный к азотсодержащим соединениям термоионный детектор (ТИД) [8].

Условия отбора проб, сохранения их в процессе доставки к месту проведения анализа и условия анализа были учтены в нашей работе при разработке методики анализа смеси НДМГ, НДМА и ДМА.

Таблица 1

Гигиенические регламенты НДМГ, НДМА и ДМА

Среда	Гигиенический норматив	Название соединения		
		НДМГ	НДМА	ДМА
Воздух рабочей зоны, мг/м ³	ПДК	0,1	0,01	1,0
	Класс опасности	1	1	2
	Агрегатное состояние	Пары	Пары	Пары
Атмосферный воздух, мг/м ³	ПДК, максимально разовая	0,001	–	0,005
	ПДК, среднесуточная	0,001	0,0001	0,005
	Класс опасности	1	1	2

Экспериментальная часть

Аппаратура. Работа выполнялась на газовом хроматографе «Цвет-800», снабжённом селективным к азотсодержащим соединениям термоионным детектором. Разделение газовой смеси осуществлялось в стеклянной колонке (длина 3 м, внутренний диаметр 2 мм). В качестве сорбента использовался Хроматон N-AW-HMDS, предварительно обработанный спиртовым раствором КОН с нанесённым на него в качестве разделяющей фазы Карбовакс 20М в количестве 15% от массы твёрдого носителя.

Выбор параметров колонки обусловлен временами выхода определяемых компонентов, при условии полного разделения компонентов. Сорбент Хроматон N-AW-HMDS, предварительно обработанный спиртовым раствором КОН с нанесённым на него в качестве жидкой фазы Карбовакс 20М, является инертным по отношению НДМГ, НДМА и ДМА. Обработка КОН позволяет сохранять определяемые компоненты в своей аналитической форме (в виде гидразинов) [8].

Подготовка хроматографической колонки. Хроматографическую стеклянную колонку промывали дистиллированной водой, ацетоном, толуолом, сушили и заполняли раствором гексаметилдисилазана в толуоле. Этим же раствором обрабатывали стекловату, используемую для закрепления насадки в колонке. Через 5-6 ч раствор сливали, колонку высушивали в потоке азота, а стекловату в сушильном шкафу при 100–110 °С.

Подготовка твёрдой фазы. В фарфоровую чашку насыпали 2 г хроматона и заливали 60 см³ 5% раствора гидроксида калия в этаноле. Затем насадку нагревали на водяной бане до сыпучего состояния, при этом этиловый спирт испарялся. Далее насадку в фарфоровой чашке заливали 60 см³ раствора Карбовакс-20М в хлороформе. Через некоторое время насадку высушивали при 100–110 °С. Силанизированную стеклянную колонку наполняли подготовленным сорбентом (конец колонки, входящий в испаритель, оставляли пустым). Колонку подсоединяли к испарителю и кондиционировали в течение 10–12 ч без подсоединения к детектору при постепенном повышении температуры от 50 до 150 °С и расходе газа-носителя 20 см³/мин. Подготовленную таким образом колонку охлаждали до комнатной температуры и подсоединяли к детектору хроматографа.

Подготовка сорбционных трубок и отбор проб на анализ. Для отбора проб воздуха

использовали стандартные стеклянные трубки СТ-212, наполненные стеклянной крошкой (гранулами) (0,5–1 мм). Сорбционную трубку концом с гранулами опускали в 15% раствор серной кислоты на высоту слоя гранул. Затем трубку вынимали из раствора и излишки последнего выдували с помощью груши. Трубку тщательно обтирали и заглушали с обоих концов.

Выбор 15% серной кислоты в качестве сорбента при отборе проб воздуха обусловлен тем, что данная кислота является нелетучей, в отличие от других кислот, и образует с компонентами анализируемого образца устойчивые комплексы, что позволяет сохранять пробу при транспортировке и хранении.

Сорбционные трубки, обработанные 15% раствором H₂SO₄ и закрытые с обеих сторон, могут храниться длительное время (более 14 суток). Однако согласно РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» сорбционные трубки должны для гарантии обрабатываться поглотительным раствором (15% раствором серной кислоты) перед каждым отбором проб воздуха.

Отбор проб осуществляли следующим образом: с подготовленных сорбционных трубок снимали заглушки и подсоединяли пустым концом к аспиратору при помощи силиконовых шлангов, конец с гранулами оставляли открытым.

В зависимости от места контрольной точки отбирают разные объёмы проб воздуха. При этом в рабочей зоне достаточно отобрать 100 литров воздуха при скорости 2,5 л/мин. Для определения НДМГ в атмосферном воздухе населённых мест через две последовательно соединённые трубки пропускают 500 л с той же скоростью. Увеличение объёма пробы объясняется более низкими значениями ПДК в атмосферном воздухе.

При прохождении воздуха через слой стеклянных гранул с нанесённой на них плёнкой серной кислоты несимметричный диметилгидразин и другие аминные соединения реагируют с H₂SO₄ с образованием нелетучих, устойчивых сульфосолей. Эффективность улавливания токсикантов в трубках зависит от скорости продувания воздуха. Оптимальная скорость продувания и максимальная сорбция НДМГ, НДМА и ДМА на сорбционные трубки были определены экспериментально. Для этого известные количества НДМГ, ДМА и НДМА в гексане вводились в стеклянную трубку, с одной стороны которой при помощи силиконовых шлангов кре-

пились две последовательно соединённые поглотительные трубки марки СТ 212, обработанные 15% раствором H_2SO_4 , как это указано выше. Через трубку с пробой продувался инертный газ (аргон) с различной скоростью, скорость газа оценивалась по ротаметру. По окончании продувки трубки анализировали по методике.

Таким образом, было установлено, что максимальная сорбция этих веществ, соответствующая не менее чем 95%, достигается через сорбционные трубки при скорости воздушного потока, не превышающей 2,5 л/мин.

Процедура анализа. Образовавшиеся соли аминов смывают с гранул сорбционных трубок 3 мг дистиллированной воды в пенициллиновый стеклянный сосуд (флакон), наполненный твёрдым гидроксидом калия (10 г).

Флакон закрывается резиновой пробкой с тонкой прокладкой из тефлона. Затем флакон вставлялся в специальное зажимное устройство, обеспечивающее герметизацию сосуда. После этого устройство с флаконом помещается в термостат с температурой 80 °С и выдерживается не менее 15 мин. При этом протекает реакция между сернокислыми солями аминов и КОН с образованием газообразных продуктов. В газовой фазе анализируемые компоненты находятся в своей аналитической форме – в виде летучих соединений.

Условия ГХ анализа. Газохроматографическое разделение НДМГ, НДМА и ДМА проводилось при следующих оптимальных условиях:

- температура хроматографической колонки - 80 °С
- температура испарителя - 150 °С
- температура детектора - 390 °С
- скорость подачи газа-носителя (азот) - 20 мл/мин
- скорость подачи водорода - 15 мл/мин
- скорость подачи воздуха - 150 мл/мин.

Регистрация сигналов детектора и обсчёт хроматограмм проводился с использованием программного комплекса «ЦветХром».

Объём газовой пробы, вводимой в колонку хроматографа, составлял 1 см³.

Для построения градуировочной зависимости использовались ГСО НДМГ и ДМА с концентрацией 1 мг/см³ в растворе 1 М серной кислоты, НДМА с концентрацией 1 мг/см³ в воде (производство ЭАА «Экоаналитика» МГУ им. М.В. Ломоносова).

Для оценки содержания анализируемых компонентов в пробе применялся метод абсолютной градуировки. График строился в координатах площадь пика (мВ*сек.) – концентрация вещества (мг). Для каждого компонента готовили серию растворов. Каждая серия состояла из 5 растворов с концентрациями компонента от 0,0005 до 0,1 мг/мл. Градуировочные растворы готовили в мерных колбах, вместимостью 100 см³. Объём колб доводили до метки 1,5% раствором серной кислоты.

Для каждого компонента (НДМГ, НДМА, ДМА) строили свою градуировочную зависимость.

В пенициллиновый флакон, заполненный 10±0,5 г гидроксида калия, вводили 2 мл, градуировочного раствора. Затем флакон закрывали резиновой пробкой с прокладкой из фторопластовой плёнки, надевали алюминиевый колпачок и обжимали прессом (либо использовали герметизирующее устройство). Встряхивали флакон несколько раз, помещали в термостат и выдерживали 15 мин при температуре 80 °С. На анализ из флакона с КОН отбирали 1 см³ газовой фазы шприцем, предварительно прогретым до 80 °С.

На полученной хроматограмме автоматически определялась площадь пика и по средним результатам измерений строили градуировочный график. Градуировочный график проверяют 1 раз в месяц по одному контрольному раствору.

Обсуждение результатов

При отборе проб воздуха анализируемые примеси (НДМГ, НДМА и ДМА) концентрируются в сорбционной трубке в виде сульфосолей аминов. Для проведения газохроматографического анализа необходимо перевести их в аналитическую форму. Для этого в пенициллиновые флаконы с КОН вносят водные смывы с трубок и выдерживают в термостате определённое время. При этом анализируемые соединения в водном растворе переходят в аминную форму. Амины, в отличие от сульфосолей, являются летучими соединениями и в пенициллиновом флаконе устанавливается равновесие между твёрдой и газовой фазами. Газовая фаза анализируется на содержание определяемых компонентов.

Необходимую массу КОН, достаточную для нейтрализации H_2SO_4 , определяли экспериментально. Для этого в пенициллиновый флакон помещали от 1 до 12 г гидрок-

сида калия. В каждый из флаконов вводили по 2 мл стандартного раствора НДМГ в 1,5% растворе серной кислоты. Термостатирование проб проводили в течение не менее 15 мин при температуре, равной 80 °С. Установлено, что оптимальное количество КОН составляет 10–11 г. Такое достаточно большое количество КОН необходимо не только для нейтрализации серной кислоты, но и для связывания воды.

Кроме этого, было определено оптимальное время термостатирования проб. В несколько пенициллиновых флаконов, наполненных твёрдым гидроксидом калия, вносили по 2 мл стандартного раствора НДМГ в серной кислоте. Флаконы герметизировались и выдерживались в термостатирующем шкафу при 80 °С в течение 5, 10, 15, 25 и 30 мин. Затем газовая фаза анализировалась хроматографическим методом. Оптимальное время термостатирования составляет 15 мин.

При выбранных условиях были определены времена удерживания индивидуальных компонентов, они составляют для ДМА – 14 сек.; для НДМГ – 62 сек.; для НДМА – 660 сек. На рисунке представлена хроматограмма искусственно приготовленной смеси НДМГ, НДМА и ДМА.

Так как несимметричный диметилгидразин является весьма реакционноспособным и токсичным соединением, смоделировать искусственную газовую смесь для подтверждения правильности предлагаемого нами метода является сложной задачей. Проверку правильности определения НДМГ, НДМА и ДМА в атмосферном воздухе оценивали методом «введено – найдено». Поскольку поверочные газовые смеси (ПГС) на данные компоненты отсутствуют, то для проверки правильности методики использовался следующий приём: в стеклянную трубку вводили раствор с известной концентрацией анализируемых компонентов в гексане, подсоединяли к ней при помощи силиконовых шлангов сорбционную трубку СТ-212 и продували

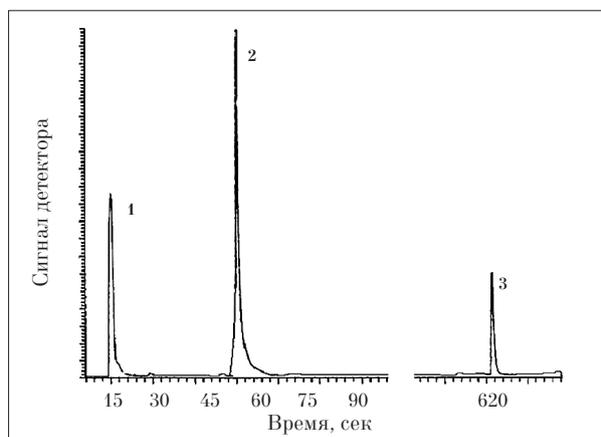


Рисунок. Хроматограмма смеси НДМГ, НДМА и ДМА. 1 – ДМА, 2 – НДМГ, 3 – НДМА

инертным газом со скоростью 2,5 л/мин трубки, затем хроматографически определяли полученную концентрацию по методу, описанному выше. Результаты представлены в таблице 2. Индивидуальные вещества (НДМГ, НДМА и ДМА) были синтезированы и очищены нами в лаборатории. Качество синтезированных веществ проверяли хроматографическим и хромато-масс-спектрометрическим методами. Чистота синтезированных веществ была не ниже 99,6%, что достаточно для приготовления поверочных растворов.

Воспроизводимость результатов хроматографического анализа оценивали путем расчёта относительного стандартного отклонения из 5 параллельных измерений. Оно не превышает величину 0,15.

Кроме того, правильность результатов анализа НДМГ, полученных по разработанной методике, оценивали путём сравнения с результатами, полученными фотометрическим методом по методике [7].

В таблице 3 представлены результаты фотометрического и газохроматографического анализа атмосферного воздуха на содержание НДМГ. Из данных, представленных в таблице, можно сделать вывод, что результаты различаются в пределах ошибки методов.

Таблица 2

Результаты определения НДМГ, НДМА, ДМА в образцах методом «введено – найдено»

Определяемое вещество	Введено, мг/мл	Найдено, мг/мл	Относительная погрешность, %
НДМГ	0,01	0,0095±0,0007	7,5
НДМА	0,001	0,00095±0,00008	8,5
ДМА	0,02	0,0190±0,0012	6,0

Таблица 3

Сравнение фотометрической и газохроматографической методики извлечения НДМГ из 100 л воздуха

Определяемый компонент	Содержание, мг/м ³	
	Фотометрический метод анализа	Газохроматографический метод анализа
НДМГ	0,0003	0,00029
	0,00027	0,00025
	0,00027	0,00027
	0,00031	0,00031
	0,00028	0,00028

Таблица 4

Результаты анализа воздуха в центре ликвидации ракет в Суроватихе, мг/м³

Название вещества	Атмосферный воздух	Воздух рабочей зоны
НДМГ	< 1·10 ⁻⁵	< 1·10 ⁻⁵
НДМА	< 1,5·10 ⁻⁵	< 1,5·10 ⁻⁵
ДМА	< 1·10 ⁻⁶	< 1·10 ⁻⁶

По разработанной методике проведены анализы проб воздуха на базе ликвидации межконтинентальных баллистических ракет в Суроватихе в период отсутствия работ по ликвидации изделий. Результаты приведены в таблице 4.

Как видно из таблицы, атмосферный воздух и воздух рабочей зоны не содержат лимитируемых компонентов.

Вывод

Разработана методика газохроматографического определения несимметричного диметилгидразина, нитрозодиметиламина и диметиламина в атмосферном воздухе из одной аналитической пробы. Относительная суммарная погрешность результатов измерения НДМГ в воздухе при доверительной вероятности 0,95 не превышает 15%.

Определены оптимальные условия газохроматографического анализа проб.

Минимальные концентрации определяемых веществ при отборе 100 л воздуха составляют:

$$C(\text{НДМГ}) = 3 \cdot 10^{-4} \text{ мг/м}^3$$

$$C(\text{НДМА}) = 3 \cdot 10^{-5} \text{ мг/м}^3$$

$$C(\text{ДМА}) = 2 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

Литература

1. Тулупов П.Е., Колесников С.В., Кириухин В.П. Химические превращения несимметричного диметилгидразина в атмосфере воздуха и идентификация их продуктов // Загрязнение атмосферы и почвы. Обнинск. 1989 М.: Гидрометеиздат, 1991. С. 87–102.

2. Хмелева М.В., Фаерман В.Ф., Занозина В.Ф., Зорин А.Д., Жебряков Е.В. Изучение процесса разложения несимметричного диметилгидразина в электрическом разряде // Вестник ННГУ. Серия «Химия». 2010. № 2 (1). С. 95–100.

3. Вредные химические вещества. Азотсодержащие органические соединения / Под ред. Б.А. Курляндского и др. Л.: Химия, 1992. 432 с.

4. Денисов А.А., Смоленков А.Д., Шпигун О.А. Определение 1,1-диметилгидразина методом обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием в виде производного с 4-нитробензальдегидом // Журн. аналит. химии. 2004 Т. 59. № 5. С. 511–545.

5. Затираха А.В., Смоленков А.Д., Елфимова Я.А., Шпигун О.А. Высококочувствительное ионохроматографическое определение 1,1-диметилгидразина // Сорбционные и хроматографические процессы. 2009. Т. 75. № 4. С. 15–18.

6. Другов Ю.С., Родин А.А. Газохроматографический анализ газов. Практическое руководство. Санкт-Петербург: «Анатолия», 2001. 425 с.

7. Методические указания по определению гептила в воздушной среде фотометрическим методом. М.: Минздрав России: Вып. 12. 1994. 220 с.

8. Другов Ю.С., Зенкевич И.Г., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред: Практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. С. 134, 373–380, 421–423.

9. Другов Ю.С., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды и почвы. Практическое руководство. СПб.: Теза, 1999. 330 с.

10. Методы определения КЖРТ и их производных в объектах производственной и окружающей среды / Под ред. Л.М. Разбитной. М., 1988. 338 с.

11. Методы санитарно-химического анализа воздуха и других сред, используемые при производстве и применении ракетных топлив / Под ред. И.Е. Бухолова, Э.Д. Сопач. М. 1971. 94 с.

12. Темердашев З. А., Кисёлева Н.В., Струков В.Ю. Флуориметрическое определение несимметричного диметилгидразина // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. Т. 73. № 3. С. 3–6.

13. Могилевский А.Н., Гречников А.А., Калашникова И.С., Перченко В.Н. Определение паров несимметричного диметилгидразина в воздухе с использованием массочувствительных пьезорезонансных сенсоров // Журн. аналит. химии. 1999. Т. 54. № 9. С. 985–990.

14. Смоленков А.Д., Родин И.А., Шпигун О.А. Определение 1,1-диметилгидразина методом нормально-фазовой ВЭЖХ // Сорбционные и хроматографические процессы. 2006. Т. 6. № 5. С. 787–795.

Вятский государственный гуманитарный университет
Институт биологии Коми научного центра УрО РАН
Европейско-Российский Центр эколого-экономического
и инновационного развития «Евро-Росс»

**XI Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием
«Актуальные проблемы региональной экологии
и биодиагностика живых систем»
3–4 декабря 2013 г., Киров**

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в работе
XI Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием
«Актуальные проблемы региональной экологии
и биодиагностика живых систем».

В рамках конференции будут проведены посвящённые «Году охраны окружающей среды» пленарное заседание, круглые столы, открытые лекции, организована работа секций и выставки «Инновационные технологии охраны окружающей среды», заслушаны устные доклады и представлены стендовые сообщения участников, издан сборник материалов конференции.

Основные направления работы конференции:

- Инновационные технологии в экологии
- Биологический мониторинг природных сред и объектов
- Методы биодиагностики в оценке качества окружающей среды
- Геоинформационные системы и космические технологии в оценке состояния окружающей среды
- Мониторинг в условиях техногенного загрязнения
- Экология организмов и механизмы их адаптации к среде обитания
- Региональные аспекты развития экологической культуры, образования и просвещения
- Экология сред обитания и здоровья населения

Ключевые даты

Второе информационное письмо – сентябрь 2013 г.
Прием заявок, материалов и оргвзносов – до 1 октября 2013 г.
Открытие конференции 3 декабря 2013 г.

Контакты

610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26
Лаборатория биомониторинга ВятГГУ и Института биологии Коми НЦ УрО РАН
Тел./факс (8332) 37-02-77, e-mail: ecolab2@gmail.com; ecolab@vshu.kirov.ru
Ответственный секретарь оргкомитета Огородникова Светлана Юрьевна
Технический секретарь оргкомитета Кардакова Евгения Михайловна