

## 19-Физика и экология

Баталова Мария Замировна, 4 курс  
Таганрог, Таганрогский технологический институт Южного федерального университета, естественно-гуманитарный

### **Применение углеродных нанотрубок для создания пленок газовых сенсоров**

Петров Виктор Владимирович, к.т.н.

e-mail: [Mari-Batalova@rambler.ru](mailto:Mari-Batalova@rambler.ru) стр. 654

Быкова Анна Владимировна, 4 курс  
Уфа, Башкирский государственный университет, физический

### **Моделированием процесса термоэрозии грунтов**

Лобастова Светлана Александровна, к.т.н.

e-mail: [anchiko@list.ru](mailto:anchiko@list.ru) стр. 655

Вассель Сергей Сергеевич, ст. преподаватель  
Ростов-на-Дону, МГУ ТУ (Ростовский филиал), технологического менеджмента

### **Репродукция осетровых рыб в Азовском бассейне и антропогенный фактор**

Абросимова Нина Акоповна, д.б.н.

e-mail: [abonent-box-01@mail.ru](mailto:abonent-box-01@mail.ru) стр. 656

Горчаков Дмитрий Анатольевич, аспирант  
Екатеринбург, Институт промышленной экологии УрО РАН, радиационная лаборатория

### **Радиационная авария 1957 года на ПО «Маяк», оценки и уточнения**

Волбуев Петр Владимирович, д.ф.-м.н.

e-mail: [rbmk@yandex.ru](mailto:rbmk@yandex.ru) стр. 657

Зорина Людмила Валерьевна, н.с.  
Ростов-на-Дону, ОЛЯФ НИИ Физики РГУ  
**Динамика загрязнения дна малопроточного водоема  $^{137}\text{Cs}$**

Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.

e-mail: [ZorinaLV@mail.ru](mailto:ZorinaLV@mail.ru) стр. 659

Зорина Людмила Валерьевна, н.с.  
Ростов-на-Дону, ОЛЯФ НИИ Физики РГУ, физический  
**Зависимость содержания  $^{210}\text{Pb}$  в атмосферных аэрозолях и осадках от метеопараметров**

Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.

e-mail: [ZorinaLV@mail.ru](mailto:ZorinaLV@mail.ru) стр. 659

Ильин Александр Сергеевич, аспирант  
Екатеринбург, Институт промышленной экологии УрО РАН, лаборатория атмосферы  
**Численное моделирование аварийной разгерметизации контейнера хранения твёрдого гексафторида урана.**

Поддубный В. А., к.ф.-м.н.

e-mail: [alexandr.ilyin@gmail.com](mailto:alexandr.ilyin@gmail.com) стр. 660

Исмагилов Дмитрий Фидаильевич, аспирант  
Красноярск, Сибирский федеральный университет, физический  
**Изучение радоноопасности территории Красноярского Края**

Коваленко В. В., к.г.-м.н.

e-mail: [demon1405@yandex.ru](mailto:demon1405@yandex.ru) стр. 661

Исмагилов Дмитрий Фидаильевич, аспирант  
Красноярск, Сибирский федеральный университет, физический  
**Изучение поэтажного распределения ЭРОА радона на примере 9-10 этажных зданий г. Красноярска**  
Коваленко В. В., к.г.-м.н.  
e-mail: [demon1405@yandex.ru](mailto:demon1405@yandex.ru) стр. 662

Кравченко Елена Ивановна, 4 курс  
Таганрог, Таганрогский технологический институт Южного федерального университета, естественно-гуманитарный  
**Современные методы контроля качества атмосферного воздуха**  
Петров Виктор Владимирович, к.т.н.  
e-mail: [oley\\_alenka@mail.ru](mailto:oley_alenka@mail.ru) стр. 663

Лущик Александр Игоревич, 5 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Исследование динамики содержания естественных и искусственных радионуклидов в почвенных профилях района расположения Волгоградской АЭС**  
Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.  
e-mail: [Luschik\\_A@mail.ru](mailto:Luschik_A@mail.ru) стр. 664

Малиновская Виктория Александровна, доцент  
Новокузнецк, Сибирский государственный индустриальный университет, горный  
**Воздействие на человека – как эколого-биологическую систему электрических и магнитных полей**  
Громов Виктор Евгеньевич, д.ф.-м.н.  
e-mail: [chmeleva@yandex.ru](mailto:chmeleva@yandex.ru) стр. 665

Морозов Александр Николаевич, 5 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Исследование связи радионуклидного состава почвенных фракций и атмосферных аэрозолей**  
Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.  
e-mail: [sharik@yandex.ru](mailto:sharik@yandex.ru) стр. 666

Мугатабарова Альбина Акрамовна, 4 курс  
Уфа, Башкирский государственный университет, физический  
**Математическое моделирование процессов очистки сточных вод**  
Хабибуллин Ильдус Лутфурахманович, д.ф.-м.н.  
e-mail: [Mugatabarova@mail.ru](mailto:Mugatabarova@mail.ru) стр. 667

Орлова Евгения Александровна, 4 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, геолого-географический  
**Распределение естественных радионуклидов в отложениях береговой зоны Цимлянского водохранилища**  
Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.  
e-mail: [nucllab.davidov@mail.ru](mailto:nucllab.davidov@mail.ru) стр. 668

Петренко Ирина Евгеньевна, 5 курс  
Таганрог, Таганрогский технологический институт Южного федерального университета, естественно-гуманитарный  
**Утилизация суспензии станции нейтрализации автомобильного завода в производстве силикатных изделий**  
Галимова Гузаль Абдулхаевна, к.т.н.  
e-mail: [vvpetrov@fib.tsure.ru](mailto:vvpetrov@fib.tsure.ru) стр. 669

Пугачева Елена Викторовна, аспирант, м.н.с.  
Черноголовка, Институт Структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН  
**Полиметаллические катализаторы глубокого окисления СО и углеводов для процессов  
нейтрализации выхлопных и отходящих газов**  
Борщ Вячеслав Николаевич, к.х.н.  
e-mail: [help@ism.ac.ru](mailto:help@ism.ac.ru) стр. 670

Стасов Виталий Викторович, аспирант  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Содержание космогенного <sup>7</sup>Ве в приземном слое воздуха умеренных широт**  
Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.  
e-mail: [Vitaly Stasov@mail.ru](mailto:Vitaly_Stasov@mail.ru) стр. 671

Федотова Ольга Владимировна, 5 курс  
Великий Новгород, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, ТПСХП  
**Цифровая экспресс-диагностика качества питьевой и промышленной воды**  
Ткаль Валерий Алексеевич, к.ф.-м.н.  
e-mail: [tva@novsu.ac.ru](mailto:tva@novsu.ac.ru) стр. 671

## **Применение углеродных нанотрубок для создания пленок газовых сенсоров**

**Баталова Мария Замировна**

*Таганрогский технологический институт Южного федерального университета*

*Петров Виктор Владимирович, к.т.н.*

*[vypetrov@fib.tsure.ru](mailto:vypetrov@fib.tsure.ru), [Mari-Batalova@rambler.ru](mailto:Mari-Batalova@rambler.ru)*

Совершенствование современных производственных процессов привело к необходимости создания эффективных систем контроля атмосферного воздуха в производственных помещениях. Начальным звеном такой системы, которые регистрируют сигнал, являются газовые сенсоры. От них, а именно от их чувствительности, в большей степени зависит, насколько точными будут измерения уровня загрязнения тем или иным газом.

В настоящее время существует множество разновидностей газовых сенсоров. Основным элементом, отвечающим за эффективность работы такого сенсора, является его чувствительная пленка. Наиболее широко используются электрохимические сенсоры, принцип работы которых заключается в изменении сопротивления в результате адсорбции молекул газов на поверхности чувствительного слоя (пленки). Часто в качестве чувствительной пленки используют оксиды металлов, например:  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ . Данные оксиды являются полупроводниками, что и объясняет изменение их сопротивление под воздействием газов. Однако в последнее время возник вопрос о повышении чувствительности газовых сенсоров. Решение данного вопроса стало возможным в результате привлечения новых материалов для создания пленки. Поиски привели к обнаружению наноматериалов, в частности углеродных нанотрубок (CNT).

Опыты показали, что углеродные нанотрубки показывают результаты лучше, чем другие неорганические пленки.

CNT - это длинные цилиндрические углеродные образования, имеющие каркасную структуру. Они различаются по форме (спиральные, прямые, в виде петель), бывают одностенные углеродные нанотрубки (SWNT) и многостенные (MWNT). Одностенные углеродные нанотрубки могут проявлять как полупроводниковые, так и металлические свойства. А все многостенные нанотрубки - полупроводники.

Газочувствительные свойства углеродных нанотрубок объясняются их полупроводниковыми свойствами, в частности тем, что CNT - полупроводники p-типа.

Принцип работы сенсора на основе углеродных нанотрубок заключается в том, что при адсорбции молекул газа на поверхности трубок изменяется поверхностная концентрация носителей заряда. Так, например, при действии газов акцепторов электрона электрон переходит от полупроводника к молекулам газа, увеличивается концентрация дырок, которые являются в данном случае носителем заряда, вследствие этого уровень Ферми приближается к валентной зоне и сопротивление уменьшается. Действие газов доноров вызывает обратный эффект и увеличение сопротивления.

От величины изменения сопротивления зависит чувствительность пленки к газам. Как показали исследования после десяти минутного воздействия растворенной в аргоне двуокиси азота, концентрации 2-200 ppb сопротивление возрастает в 1000 раз.

Чувствительность пленки на основе углеродных нанотрубок зависит от многих факторов. Прежде всего на чувствительность влияет расположение нанотрубок в пленке. При упорядоченном расположении чувствительность пленок возрастает в два раза. В основном равномерное расположение нанотрубок достигается применением диэлектрофореза. Частота создаваемого электрического поля 1 МГц, напряжение 10 В. Так же в ходе исследований было обнаружено, что чувствительность пленки зависит от формы составляющих ее нанотрубок. Форма MWNT различна (спиральные, прямые, в виде петель), наибольшую чувствительность проявляют MWNT в виде петель. Например, при действии диоксида азота концентрацией 100 ppb сопротивление возрастает для спиральных нанотрубок 1,069, а для трубок в форме петли 2,42.

Повышения чувствительности можно достичь различными способами. В частности прибегая к термическому воздействию на пленку. Различают три вида термического воздействия: 1) состоит в том, что пленку нагревают в азоте от 25 °C до 200 °C (5 °C/мин), затем охлаждают до комнатной температуры; 2) аналогично предыдущему воздействию, только вместо азота используется атмосферный воздух; 3) пленку нагревают до 300 °C (5 °C/мин), выдерживают при этой температуре в течении 24 часов. Потом охлаждается до 200 °C. При этом, больше всего чувствительность возрастает после третьего вида воздействия (увеличивается на 3-5 %).

Следует отметить преимущества сенсоров на основе углеродных нанотрубок перед другими сенсорами. Прежде всего это их высокая чувствительность. Сенсоры с пленками из CNT определяют концентрации порядка сотен ppb (например, для диоксида азота 500 ppb). Самым главным преимуществом является то, что такие сенсоры могут работать при комнатной температуре, определяя концентрации порядка десятков ppb. Основной недостаток, это время восстановления, его значения могут достигать нескольких часов.

## Моделирование процесса термоэрозии грунтов

Быкова Анна Владимировна

Башкирский государственный университет

Лобастова Светлана Александровна, к.т.н.

[anchiko@list.ru](mailto:anchiko@list.ru)

Работа посвящена изучению термоэрозионных процессов в условиях сезонного промерзания поверхности. Актуальность проблемы обусловлена активным промышленным освоением районов, расположенных в условиях сложной пересеченной местности. Интенсивные нагрузки на поверхность земель вызывают и усиливают деструктивные эрозионные процессы, приводящие к изменению природных ландшафтов и угрожающие устойчивости природно-технических систем.

Предложена физическая модель эрозионных процессов, происходящих в почвенно-грунтовой среде (ПГС) в течение 1 года (100 % времени). Рассмотрим интенсивность динамики техногенного оврагообразования в условиях средних широт (сезонно-мерзлый слой – СМС) в сравнении с условиями Крайнего севера (сезонно-талый слой – СТС) На диаграммах (см. рис.1) выделим зоны, каждая из которых характеризуется определенным состоянием ПГС:

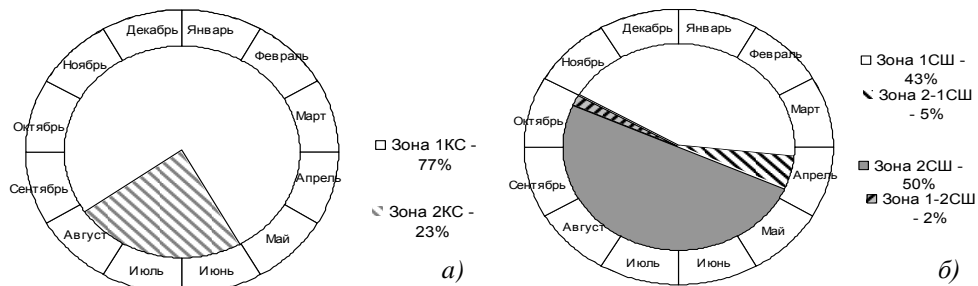


рис.1. Состояние почвенно-грунтовой среды в течение года: а) для условий Крайнего севера (КС); б) для условий средних широт (СШ).

Особый интерес представляют зоны 1-2СШ, 2-1СШ и 2КС, которые характеризуются анизотропной, неустойчивой структурой грунта, наличием талых и мерзлых участков; резкими перепадами температур в течение суток. Исходя из природно-климатических условий, получаем, что максимальная интенсивность размывания ПГС водотоком реализуется в зонах 1–2СШ, 2–1СШ и 2 КС: водоток идет по сезонно-мерзлomu или сезонно-талому слоям поверхности. Наблюдается процесс термоэрозии, т.е. в процессе одновременно происходит воздействие механической и тепловой энергий водного потока на поверхность СМС и СТС.

Математическая модель для зон повышенной эрозионной опасности: будет иметь следующий вид. Почвенный слой рассмотрим как двухслойную систему, состоящую из замерзшей и незамерзшей областей. Полагается, что часть воды замерзает сразу при  $T = T_{\phi}$ , а остальная – постепенно, с понижением температуры. Температуры почвы замерзшей и талой зон равны температуре фазового перехода (2). Для зоны промерзшего грунта принимается линейный закон распределения температур (3), для описания температурного поля в талой зоне используется формула (4). Уравнение теплового баланса на границе слоев:

$$\lambda_1 \left. \frac{\partial T_1}{\partial x} \right|_{x=+\xi} - \lambda_2 \left. \frac{\partial T_2}{\partial x} \right|_{x=-\xi} = L\rho W \frac{d\xi}{dt}, \quad (1)$$

где  $L$  – теплота кристаллизации воды,  $\rho$  – плотность почвы,  $W$  – влажность почвы.

$$T_1|_{x=+\xi} = T_2|_{x=-\xi} = T_{\phi}. \quad (2)$$

$$T_1(x, t) = T_{\phi} + (T_{\infty} - T_{\phi}) \frac{\xi - x}{\xi + \frac{\lambda}{N}}, \quad (3)$$

$$T_2(x, t) = T_{\phi} + (T_0 - T_{\phi}) \operatorname{erf} \frac{x - \xi}{2\sqrt{a_2 t}}, \quad (4)$$

Рассмотренные уравнения (1)-(4) позволяет сравнить протекание процесса размыва сезонно-мерзлых и многолетнемерзлых пород при учете следующих параметров:

Продолжительность периода размыва. Сравнительный анализ показывает, что за 8 % общегодового периода времени в условиях средних широт реализуется до 95 % эрозионных процессов; длительность периода эрозионной опасности для Крайнего Севера составляет около 23 %.

Характер подстилающей поверхности. В основании сезонно-мерзлого слоя лежат талые грунты, сезонно-талого слоя – многолетнемерзлые породы.

Учет инженерно-геологических и природно-климатических условий местности: изменение температуры водотока с учетом уклона поверхности, интенсивность размыва и объемы нарушения грунта.

Данная модель позволяет обобщить процесс развития термоэрозии и позволяет оценить интенсивность деградации грунта. Наиболее ценным с практической точки зрения является изменение границы фронта протаивания при аварийных сбросах вод. Составленный прогноз позволяет дать оценку устойчивости ландшафта к воздействию внешних факторов.

Список публикаций:

[1] Ананьенков А. Г., Ставкин Г. П., Лобастова С. А., Хабибуллин И. Л. Экологические основы землепользования при освоении и разработке газовых и газоконденсатных месторождений Крайнего Севера. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 315 с.

[2] Чудновский А. Ф. Теплофизика почв. – М: Наука, 1976. – 350 с.

[3] Быкова А. В., Лобастова С. А. Исследование техногенно нарушенных склонов в условиях сезонного промерзания поверхности. VI региональная школа – конференция для студентов, аспирантов и молодых ученых по математике, физике и химии: Сборник трудов. Том I. Физика. – Уфа: РИО БашГУ, 2006. – С.77 – 82.

[4] Быкова А. В., Силищев Р. Н. Изучение техногенно нарушенных склонов при строительстве и эксплуатации газопроводов. Тезисы II производственно-технической конференции молодых ученых и специалистов ООО «Баштрансгаз». – Уфа: ОАО «Газпром», ООО «Баштрансгаз», 2006. – С.40 – 43.

## **Репродукция осетровых рыб в Азовском бассейне и антропогенный фактор**

**Вассель Сергей Сергеевич**

*Филиал Московского государственного университета*

*технологии и управления в г. Ростове-на-Дону*

*Абросимова Нина Акоповна, д.б.н.*

*[abonent-box-01@mail.ru](mailto:abonent-box-01@mail.ru)*

Одним из ценных объектов биологических ресурсов водоемов являются осетровые рыбы. Однако, современное состояние запасов этих рыб в различных водоемах, в т.ч. Азовском море, характеризуется значительным сокращением численности популяций, особенно нерестовой части стада. В последние годы создалась проблема заготовки производителей осетровых рыб для искусственного воспроизводства. Следует отметить, что естественное размножение осетровых рыб в бассейне Азовского моря крайне ограничено из-за гидростроительства, в том числе строительства плотин, что привело практически к полной потере нерестилищ.

В связи с этим, главное значение в поддержании и увеличении численности популяций осетровых и сохранения их биологического разнообразия имеет искусственное воспроизводство. Немаловажное значение отводится товарному осетроводству, одной из задач которого является формирование генетических коллекций и ремонтно-маточных стад, разработка научно обоснованных и экономически рентабельных технологий по их содержанию, кормлению и т.д. с целью получения качественных половых продуктов.

В настоящее время, несмотря на улучшение токсикологической ситуации Азовского моря, икра осетровых рыб не всегда удовлетворяет рыбоводно-биологическим требованиям, что приводит к повышенным отходам при инкубации и, соответственно, производственным затратам.

В последние десятилетия на осетровых заводах не только Азовского, но и Каспийского бассейна, как правило, при отсутствии явных отклонений от общего биохимического состава икры и соблюдении технологии инкубации отмечено значительное снижение выхода предличинок и личинок осетровых по сравнению с нормативами.

При этом теряется ценный и дорогостоящий продукт, который при своевременном изъятии из технологического процесса может быть использован в пищу. Особенно актуальным этот вопрос стал в текущем году, когда СИТЕС сняло запрет на экспорт икры осетровых из России. Не секрет, что именно экспорт черной икры является основным источником финансирования работ по искусственному воспроизводству осетровых.

Таким образом, искусственное воспроизводство рыб, в том числе осетровых, требует особого внимания к качеству икры, определяющему эффективность биотехнологии воспроизводства, а так же эффективных критериев оценки физиологического состояния гонад. Разработанные в 70-х годах методы оценки икры по

физиологическому состоянию производителей и уровню белка в икринке в настоящее время не в полной мере отражает ее рыбоводные качества. Это, вероятно, вызвано усилением антропогенного влияния на экосистему водоемов. В первую очередь на репродуктивную систему рыб влияют соли тяжелых металлов и хлорорганические пестициды. Пик загрязненности вод Азовского моря пестицидами (по солям тяжелых металлов ситуация аналогична) пришелся на 1988 год, когда их концентрация достигла 70 нг/л. В настоящее время ситуация на Азовском море улучшилась, во многом это произошло благодаря промышленному спаду и уменьшению использования пестицидов в сельском хозяйстве Ростовской области и Краснодарского края. В 2000 г. концентрация пестицидов в морской воде составила 7,3 нг/л, и в 2004 упала до 2,8 нг/л. Однако в донных отложениях концентрация пестицидов снижается гораздо более медленными темпами, а именно состояние донных отложений в значительной мере определяет физиологическое состояние бентосоядных рыб, в том числе осетровых.

Целью нашей работы было разработать адекватные в современных условиях критерии оценки рыбоводного качества икры для оперативного прогнозирования и повышения эффективности воспроизводства осетровых рыб. Мы показали, что в настоящее время липидный состав неоплодотворенной икры осетровых определяет ее рыбоводные качества. Существует видовая особенность зависимости качества икры осетровых от содержания липидных фракций. Например, рыбоводные качества икры севрюги изменяются постепенно по мере увеличения или уменьшения липидных фракций в неоплодотворенной икре. У бестера качество икры меняется скачком, при достижении пороговой концентрации отдельных липидных фракций.

Наиболее универсальным индикатором, определяющим как оплодотворяемость икры различных видов осетровых, так и конечный результат инкубации – выход предличинок – является соотношение фосфолипиды/общие липиды (положительная связь), а так же уровень диацилглицеринов (отрицательная связь). Численное значение этих показателей для разных видов значительно варьируется. При разработке практических рекомендаций для рыборазводных предприятий мы использовали следующие показатели: для икры севрюги соотношение фосфолипиды/общие липиды не менее 0,45, уровень диацилглицеринов не более 0,52 % сырой ткани; для бестера соотношение фосфолипиды/общие липиды не менее 0,38, уровень диацилглицеринов не более 0,5 % сырой ткани. Если икра не соответствует приведенным нормативам, ее целесообразнее реализовать как пищевой продукт.

Таким образом, результаты нашей работы позволят дифференцировать икру по рыбоводному качеству.

Икра, изъятая из технологического процесса, но удовлетворяющая ГОСТам для рыбных продуктов, может быть использована в пищевых целях. Кроме того, своевременное изъятие рыбоводно-неполноценной икры даст возможность снизить непроизводительные расходы на инкубацию икры.

Инкубация икры хорошего качества позволит интенсифицировать процесс искусственного разведения осетровых за счет увеличения выхода предличинок и получение более жизнеспособной молоди.

## **Радиационная авария 1957 года на ПО «Маяк», оценки и уточнения**

*Горчаков Дмитрий Анатольевич*

*Штинов Николай Андреевич*

*Институт промышленной экологии УрО РАН*

*Волбуев Петр Владимирович, д.ф.-м.н.*

*[rbrmk@yandex.ru](mailto:rbrmk@yandex.ru)*

29 сентября 1957 г. на производственном объединении «Маяк» в Челябинской области произошла одна из крупнейших радиационных аварий в мировой истории. Непосредственной причиной аварии стал отказ системы охлаждения емкости-хранилища, ее перегрев и самопроизвольный взрыв. На момент взрыва в емкости находилось 256 м<sup>3</sup> высокоактивных отходов радиохимического производства общей активностью около 20 МКи.

В результате аварии произошло загрязнение обширных территорий Уральского региона, а область основных выпадений радионуклидов получила название Восточно-Уральский радиоактивный след – ВУРС. В течение первых двух лет после аварии с наиболее загрязненных территорий ВУРСа Челябинской области население было частично отселено. Известно, что основное значение накопленной дозы сформировалось именно в первые годы после аварии и было обусловлено в существенной мере короткоживущими радионуклидами. Изотопный состав выброса длительный период оценивался на основе учета относительно долгоживущих радионуклидов. Только в последние годы появились сведения о ряде технологических параметров обращения с облученным топливом и жидкими радиоактивными отходами на ПО «Маяк». К ним относится время кампании реакторов, длительность штатной выдержки и время заполнения емкости.

По этим данным в представленной работе была проведена оценка радионуклидного состава содержимого емкости на момент взрыва. Полученные оценки при сравнении с ранее опубликованными данными ПО «Маяк», принятыми в качестве официальной версии состава, показали следующее. По нашим оценкам доля долгоживущего Sr-90 уменьшается более чем в два раза, доля ряда короткоживущих радионуклидов значительно увеличивается, при этом доля радионуклидов, не учтенных в официальной версии, могла достигать четверти общей активности состава. Отнормированная по содержанию Sr-90 общая активность по нашим оценкам возросла более чем в 2,7 раза.

Sr-90 был выбран в качестве реперного радионуклида как для оценки радиационной обстановки на территории, так и для последующей ретроспективной оценки дозовых нагрузок на население согласно утвержденной методике расчета доз. Согласно методике, по плотности загрязнения территории Sr-90 с учетом радионуклидного состава определяется содержание остальных радионуклидов в почве, а также их поступление в организм человека пищевым путем. Пересчет дозовых нагрузок с учетом нашей версии состава показал, что для проживающих на территории с единичной плотностью загрязнения по Sr-90 накопленные к настоящему времени дозы могут увеличиться на 50% – 70% в зависимости от возрастной группы.

Спустя почти 50 лет после аварии в почвах присутствуют только долгоживущие радионуклиды Sr-90 и Cs-137. В 1997 году проведено Государственное картирование территории ВУРСа и определены начальные плотности загрязнения территории по этим радионуклидам. Результаты Государственного картирования служат основой для расчета накопленных эффективных доз населением на территории ВУРСа. Однако сопоставление конфигураций следа по Sr-90 и Cs-137 ставят под сомнение консервативную версию аварийных выпадений, предполагающую, что состав выпадений одинаков по всей территории ВУРСа. Известно, что периоды полураспада этих радионуклидов близки, а сорбционная способность почв по отношению к Sr-90 по крайней мере не выше чем Cs-137. Тем не менее, соотношение плотностей загрязнений Cs-137/Sr-90 имеет выраженную зависимость от расстояния до промзоны – оно изменяется от значений 0,07 на оси следа в головной его части до 1 на периферии. Таким образом, по консервативной модели, заложенной в методику расчета доз, содержание Cs-137 на периферии ВУРСа существенно занижено.

Данная работа имела своей целью, на примере населенных пунктов Каменского района Свердловской области, находящихся на территории ВУРСа, проведение корректировки оценок накопленных населением доз, связанной с поправкой радионуклидного состава выброса и учетом фактического содержания Cs-137 в почве на основе карт 1997 года, а также выявление когорт населения (по возрастам) получивших накопленные дозы равные или выше 70 мЗв. Это тот дозовый порог, превышение которого по действующим законодательно-правовым нормам предполагает компенсации за нанесенный ущерб здоровью. Для большинства рассмотренных населенных пунктов Каменского района (с ретроспективной плотностью загрязнения по Sr-90 более 2 Ки/км<sup>2</sup>), дозы превысили 70 мЗв практически для всех возрастных групп до 1957 года рождения.

Государственное картирование послужило основой для воссоздания ретроспективы загрязнения территорий Уральского региона по Sr-90. Однако имеются вопросы, касающиеся корректности восстановления ретроспективной карты. Межведомственная комиссия в 2001 году приняла решение о том, что отношение плотностей загрязнения по Sr-90 определяется лишь его распадом. Соответствующий коэффициент пересчета с 1997 г. на 1957 г. был принят равным 2,59, с возможным отклонением  $\pm 20\%$ . Отклонение от указанных значений коэффициента пересчета также определяться следующим рядом факторов. Ранее был зафиксирован ветровой перенос выпадений радионуклидов, особенно в головной части ВУРСа. При Государственном картировании были зафиксированы локальные переносы Sr-90 через биоту с территорий пастбищ на приусадебные участки. Имеются проблемы пересчета современных уровней загрязнения на начальные на территории ВУРСа, где произошло наложение Карачаевского следа 1967 года. Эти обстоятельства не учитываются при построении ретроспективных карт.

В связи с указанным, наиболее информативными являются карты современных плотностей загрязнений. Анализ этих карт по Sr-90 и Cs-137, а также результаты пересчета на первичные загрязнения позволили уточнить ряд принципиальных параметров ВУРСа, в частности – площадей загрязнения, в целом и по заданным интервалам плотностей по Sr-90 и Cs-137; начальным и современным запасам этих радионуклидов на территории ВУРСа; относительные распределения Sr-90 и Cs-137 в зависимости от местоположения территорий, а также демографическую обстановку территорий ВУРСа по данным Государственных переписей населения.

Работа частично выполнена за счет гранта 06-05-91580-ЯФ



## Зависимость содержания $^{210}\text{Pb}$ в атмосферных аэрозолях и осадках от метеопараметров

**Зорина Людмила Валерьевна**

*Бураева Елена Анатольевна, Стасов Виталий Викторович*  
*Южный федеральный университет, НИИ Физики*

*Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.*

*ZorinaLV@mail.ru*

Распределение  $^{210}\text{Pb}$  в атмосфере имеет характерную сезонную зависимость и тесно связано с метеорологическими параметрами. Изучение этой зависимости и использование  $^{210}\text{Pb}$  в качестве трассера позволяет получить информацию о динамических процессах, протекающих в воздушной оболочке Земли [1].

На аспирационной станции ОЛЯФ НИИ Физики ЮФУ в период 2001-2006 гг. в рамках мониторинга радиоактивности приземного слоя атмосферы определялось содержание  $^{210}\text{Pb}$  в аэрозолях (1 раз в неделю) и осадках (1 раз в месяц).

Среднемесячное содержание  $^{210}\text{Pb}$  в атмосферных аэрозолях варьирует в широких пределах: от 0,43 мБк/м<sup>3</sup> до 0,056 мБк/м<sup>3</sup> при среднегодовом содержании 0,16 мБк/м<sup>3</sup>. По нашим данным в каждом из годовых циклов наблюдений четко проявляется осенне-зимний максимум с ноября по март и весенний максимум в апреле. Сезонный ход содержания  $^{210}\text{Pb}$  в аэрозолях показывает, что кроме указанных максимумов имеется и летний широкий максимум естественного происхождения в июле-сентябре.

Зависимость содержания  $^{210}\text{Pb}$  от температуры и количества осадков достаточно сложная, так как ожидаемые широкие весенне-летние максимумы содержания  $^{210}\text{Pb}$  в аэрозолях модифицируются за счет значительного количества осадков в этом периоде. Этот максимум исчезает при значительном количестве осадков и значительном содержании  $^{210}\text{Pb}$  в самих осадках.

При сравнении временного хода среднемесячных содержаний  $^{210}\text{Pb}$  в атмосферных аэрозолях и в осадках видно, что в большинстве случаев эти зависимости как бы дополняют друг друга. Например, апрельский максимум для  $^{210}\text{Pb}$  в аэрозолях 2002 г. и 2003 г. не сопровождается какими-либо особенностями во временном ходе  $^{210}\text{Pb}$  для осадков и наоборот, апрельскому максимуму во временном ходе  $^{210}\text{Pb}$  для осадков соответствует минимум во временном ходе  $^{210}\text{Pb}$  для аэрозолей.

Сезонная зависимость содержания  $^{210}\text{Pb}$  в аэрозолях в естественных условиях должна во многом определяться зависимостью скорости эксгаляции  $^{222}\text{Rn}$  с земной поверхности. Низкая температура в зимний период, а также наличие снежного покрова снижают эксгаляцию  $^{222}\text{Rn}$ . Следовательно осенне-зимний максимум  $^{210}\text{Pb}$  – техногенного происхождения, что подтверждается изучением направления и скорости ветра, это преимущественно северное, северо-восточное и восточное направление, где расположены источники сжигания органического топлива.

Список публикаций:

[1] Сердюкова А. С., Капитанов Ю. Т. *Изотопы радона и продукты их распада в природе*, М.: Атомиздат, 1975 г., стр.269.

## Динамика загрязнения дна малопроточного водоема $^{210}\text{Pb}$ , $^{137}\text{Cs}$ и $^{241}\text{Am}$

**Зорина Людмила Валерьевна**

*Бураева Елена Анатольевна*  
*Южный федеральный университет, НИИ Физики*

*Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.*

*ZorinaLV@mail.ru*

Для оценки особенностей динамики загрязнения донных отложений малопроточного водоема  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{241}\text{Am}$  были изучены керны донных отложений, отобранные в прибрежной зоне Приплотинного участка (ППУ) Цимлянского водохранилища в 2006 г., для сравнения были использованы данные по глубоководным кернам, отобранным в 2000-2001 гг.

В таблице представлены результаты сравнения данных 2000-2001 гг. и 2006 г.:

	Радионуклид	Min, Бк/кг	Max, Бк/кг	Среднее, Бк/кг
2000-2001 гг.	$^{137}\text{Cs}$	3,4	99,8	37,8
	$^{210}\text{Pb}$	69,7	565,7	318,5
	$^{241}\text{Am}$	1,6	3,5	2,6
2006 г.	$^{137}\text{Cs}$	1,4	7,6	3,6
	$^{210}\text{Pb}$	152,0	308,1	206,2
	$^{241}\text{Am}$	1,3	9,5	4,0

Из-за влияния на распределение радионуклидов по дну водоема стокового течения содержание  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{241}\text{Am}$  в прибрежной зоне существенно ниже, чем в глубоководной.

Распределения радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{210}\text{Pb}$  по глубине кернов, полученные в 2000-2001 гг., использовались для определения средней скорости осадконакопления (датирования). Датирование по  $^{210}\text{Pb}$  дало определенные результаты только для непроточного (с 1985 г.) водоема – охладителя Волгодонской АЭС. Для основной части акватории ППУ использовались максимумы в распределениях  $^{137}\text{Cs}$  по глубине и даты отбора кернов. Для прибрежной зоны датирование провести достаточно сложно, так как происходит постоянное перемешивание донных осадков за счет различных процессов.

В экспедиции 2006 г. также были отобраны керны донных отложений в водоеме-охладителе (ВО). По сравнению с пробами 2000-2001 гг. содержания  $^{210}\text{Pb}$  в ВО (2006 г.) повышены приблизительно в 2 раза. В одной из проб сбросного канала ВО на глубине 4-9 см обнаружены значимые количества  $^{60}\text{Co}$  (5,0 Бк/кг).

## **Численное моделирование аварийной разгерметизации контейнера хранения твёрдого гексафторида урана**

*Ильин Александр Сергеевич*

*Институт промышленной экологии УрО РАН*

*Поддубный Василий Алексеевич*

*[alexandr.ilyin@gmail.com](mailto:alexandr.ilyin@gmail.com)*

Гексафторид урана – соль шестивалентного урана и плавиковой кислоты, используется на промежуточной стадии процесса обогащения урана. В настоящее время, технологии дальнейшей переработки этого вещества не развиты, и оно складировается на открытых площадках.

Поскольку гексафторид урана чрезвычайно химически агрессивен, то все производственные, технологические процессы выполняются в герметичном оборудовании, исключающем контакт с внешней средой. По этой причине взаимодействие гексафторида урана с влагой, содержащейся в атмосферном воздухе, возможно только в случаях возникновения аварийных ситуаций при разгерметизации и/или разрушении технологического оборудования или контейнеров хранения/транспортировки гексафторида урана. Известно, что на предприятиях по обогащению урана, на которых и расположены хранилища обеднённого урана, такие случаи имели место. Так например, к 1998 году на трех площадках хранения обеднённого урана в США было зафиксировано семь случаев непредвиденной разгерметизации контейнеров. При выборе стратегии обращения с обеднённым ураном «оставить все как есть» специалисты оценивают рост числа таких инцидентов на одной из площадок хранения от одного в год до 31 случая в год к 2039 году. Приоритетной, при этом, является не радиационная опасность (в состав веществ входит обеднённый уран), а опасность химическая. В случае возможных инцидентов и аварийных ситуаций из-за высокой химической активности, термодинамических эффектов, фазовых переходов будет образовываться смесь высокотоксичных веществ (газы, аэрозоли, растворы) наиболее высоких (первого и второго) классов опасности. Поэтому важно уметь оценивать объемы поступления загрязняющих веществ в атмосферу, возможные последствия аварийных ситуаций, учитывая не совсем обычные физико-химические свойства веществ, их химическую активность.

Целью настоящей работы является разработка математической модели, позволяющей оценить объём эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу, происходящих при контакте поверхности твёрдого гексафторида урана с атмосферным воздухом. Требуется также установить как параметры окружающей среды (относительная влажность воздуха и температура) влияют на объём эмиссии.

Разработанная модель описывает следующий физический процесс. Плоская поверхность твёрдого гексафторида урана внезапно открывается и контактирует с влажным воздухом, в результате сублимации в воздухе появляются пары  $UF_6$ , которые начинают диффундировать от поверхности твёрдого гексафторида урана и вступают гомогенную экзотермическую химическую реакцию с парами воды, присутствующими в воздухе. Продукты этой реакции начинают диффундировать в воздухе и быстро формируют аэрозоли уранилфторида ( $UO_2F_2$ ) и фтористого водорода ( $HF$ ). Если поверхность твёрдого гексафторида урана расположена горизонтально, то за счёт гравитационного осаждения на неё аэрозоля уранилфторида может сформироваться твёрдый экранирующий слой, закрывающий поверхность и тем самым уменьшающий поток сублимации. Поскольку поверхность твёрдого гексафторида урана является источником массы газообразного  $UF_6$ , то газо-воздушная смесь имеет отличную от нуля компоненту гидродинамической скорости, нормальную поверхности твёрдого гексафторида урана – скорость стефановского потока. В свою очередь, часть молекул воды, присутствующих в воздухе и сталкивающихся с поверхностью твёрдого гексафторида урана, могут вступить в гетерогенную реакцию с твёрдым  $UF_6$ . При этом образующиеся на поверхности продукты реакции в

виде твёрдого уранилфторида  $UO_2F_2$  частично закрывают поверхность гексафторида урана, препятствуя его сублимации.

Для решения поставленной задачи была составлена система из восьми дифференциальных уравнений, каждое из которых соответствует какому-либо параметру системы. Т.е. были составлены уравнения для концентраций загрязняющих веществ, для температуры и для степени экранирования поверхности твёрдого гексафторида урана. Учитывалось также выделение тепла при сублимации и распространение тепла в твёрдом теле.

Основываясь на численном решении системы уравнений, были сделаны следующие выводы. При изменении температуры воздуха  $-40^{\circ}C$  до  $+40^{\circ}C$  потоки эмиссии могут меняться на два порядка (от 0,0004 до 0,015  $кг/м^2 \cdot сек$ ), в то время как при изменении относительной влажности от 0 до 100% изменения эмиссии составляют лишь около 10%. Полученные количественные данные по величинам плотностей потоков эмиссии могут быть использованы при разработке методик оценки последствий непредвиденной разгерметизации или разрушения контейнеров хранения обеднённого гексафторида урана.

Найдена температура (около  $+20^{\circ}C$ ), выше которой гетерогенная реакция паров воды с поверхностью твёрдого гексафторида урана практически невозможна. В этом случае экранирование («затягивание») поверхности сублимации твёрдыми продуктами реакции гидролиза возможно только из-за аэрозольной седиментации, но не из-за гетерогенной химической реакции.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости переработки и уточнения действующей инженерной методики прогноза масштабов заражения (загрязнения) окружающей среды при разрушении наполненных обеднённым гексафторидом урана контейнеров, хранящихся на открытых складах.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №05-08-33451-а.

## Изучение радоноопасности территории Красноярского края

*Исмагилов Дмитрий Фидальевич*

*Сибирский федеральный университет*

*Коваленко Виталий Владимирович, к.г.-м.н.*

*[Demon1405@yandex.ru](mailto:Demon1405@yandex.ru)*

Общепризнано, что основным источником облучения населения является радиоактивный природный газ радон.  $Rn^{222}$  – радиоактивный газ природного происхождения, без цвета, запаха и вкуса. Радон образуется в результате распада  $^{226}Ra$ , входящего в семейство  $^{238}U$ . Считают, что территория центральных и южных районов Красноярского края характеризуется повышенной радоноопасностью. С учетом этого, в рамках целевой программы «Радон», выполнено более 15 тысяч измерений ЭРОА радона. Полученные данные, относящиеся к 13 городам, расположенным в центральных и южных районах края, приведены в следующей таблице:

Город	Максимум	Аномальные значения	Среднее Значение (без учета аномальных)
Боготол	49	70	19
Енисейск	35	нет	20
Лесосибирск	79	нет	21
Ачинск	72	2127	22
Заозерный	45	122	25
Иланский	76	нет	26
Бородино	115	185	30
Канск	228	375	38
Назарово	116	250	40
Красноярск	1358	1844	49
Шарьпово	201	545	51
Минусинск	214	1617	58
Дивногорск	779	1072	78

Из этих данных следует, что среднее значение ЭРОА составляет  $37 Бк/м^3$ , тогда как средний мировой уровень равен  $20 Бк/м^3$ . Этот вывод согласуется с представлениями о геологическом строении недр края. Отсюда можно сделать вывод, что территория, на которой расположены изученные города края, в

действительности, характеризуется несколько повышенной радоноопасностью. Однако, согласно данным, приведённым в отчете НКДАР ООН-2000 и посвящённым широтной зависимости ЭРОА радона, среднее мировое значение этого показателя для широты местности, где находятся изученные города (53...58°), составляет 38 Бк/м<sup>3</sup>. Сравнение среднего значения ЭРОА, рассчитанного по 13 городам, с мировыми данными, рассчитанными с учётом широтного эффекта, ставит под сомнение вывод о повышенной радоноопасности Красноярского края. Однако среднее значение пяти городов края превышает среднемировое значение с учетом широтного эффекта.

Кроме того, в 65 публикациях Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) указано, что к числу радоноопасных относятся территории, где не менее 1 % объектов имеют ЭРОА, превышающую десятикратный национальный уровень, который, по данным «Радиационно-гигиенического паспорта России», за 2005 год составляет 37 Бк/м<sup>3</sup>. Подсчет по базе данных ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» (исключая киоски и павильоны, поставленные на асфальтированную поверхность) показал, что в отдельно изученных городах доля радоноопасных объектов составляет до 5,5 %.

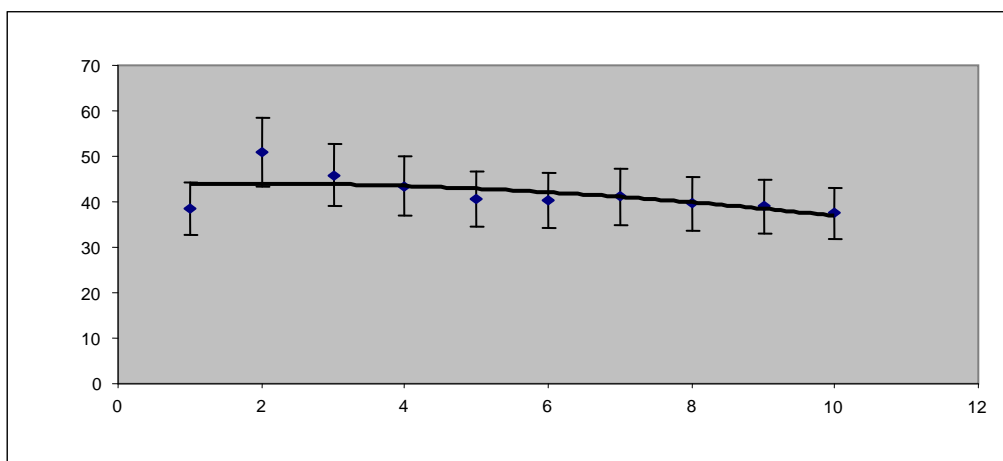
Учитывая этот критерий, по-видимому, нет оснований для опровержения мнения, согласно которому, центральные и южные районы Красноярского края относятся к числу радоноопасных территорий.

## Изучение поэтажного распределения ЭРОА радона на примере 9-10 этажных зданий города Красноярска

*Исмагилов Дмитрий Фидальевич*  
*Сибирский федеральный университет*  
*Коваленко Виталий Владимирович, к.г.-м.н.*  
*[Demon1405@yandex.ru](mailto:Demon1405@yandex.ru)*

Радон является основным дозообразующим компонентом. Радон – один из химических элементов Периодической системы, относящийся к группе благородных газов. Его атомный номер равен 86, и атомная масса – 222. Это естественный источник радиации, он не имеет цвета, вкуса и запаха; тяжелее воздуха в 7,5 раз.

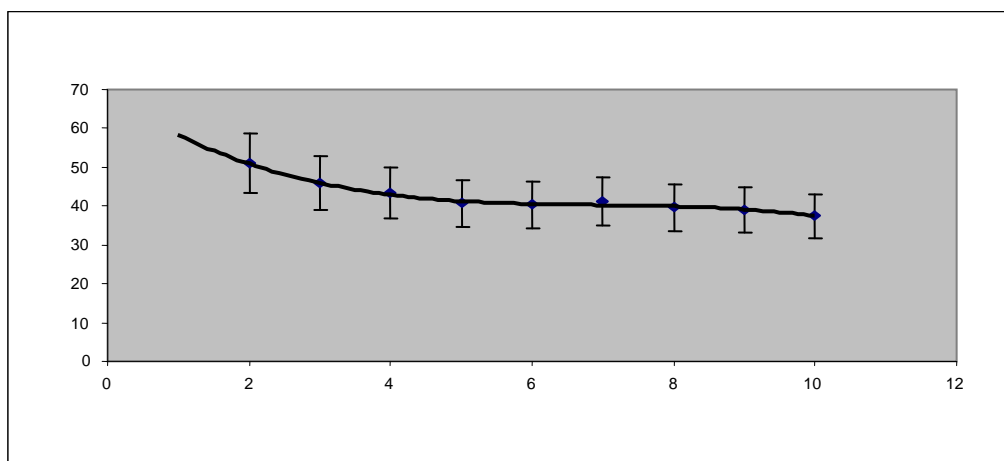
Средний житель Красноярска получает в год дозу 4,5 мЗв, из них 2,5 мЗв обусловлено вдыханием дочерних продуктов распада радона. Известно, что основным источником радона являются строительные грунты, на которые поставлено здание. Поэтому наибольшая концентрация радона характерна для подвальных помещений и первых этажей. По мере роста этажа объемная активность радона уменьшается, но в литературе приведены противоречивые сведения: одни авторы показывают прямолинейную зависимость, другие – экспоненциальную, третьи показывают наличие максимума, т.е. спад и увеличение концентрации радона на последних этажах. Поэтому нами на примере г. Красноярска проведено поэтажное изучение распределения ЭРОА радона, полученная зависимость ЭРОА радона от этажа показана (см. *рис. 1*):



*рис. 1.*

Проанализируем полученные результаты. Во-первых, обращает внимание как бы заниженное значение ЭРОА радона, характерное для первого этажа. Причиной этого является характер использования помещений первого этажа – здесь, как правило, размещаются объекты общественного назначения с повышенной кратностью воздухообмена за счёт их оснащения приточно-вытяжной вентиляцией и постоянного движения воздуха при их посещении людьми. Поэтому, данные, характерные для первого этажа, целесообразно

исключить из рассмотрения и вновь аппроксимировать результаты нелинейной зависимостью с её экстраполяцией до первого этажа (см. *рис.2*):



*рис.2.*

Наилучший результат аппроксимации получен при использовании кривой третьего порядка (см. *рис.2*). Эта кривая показывает должное повышение ЭРОА радона в помещениях первого этажа, наличие нейтральной плоскости на средних этажах с последующим снижением ЭРОА радона на последних этажах дома.

## **Современные методы контроля качества атмосферного воздуха**

*Кравченко Елена Ивановна*

*Таганрогский технологический институт Южного федерального университета*

*Петров Виктор Владимирович, к.т.н.*

*[vvpetrov@fib.tsure.ru](mailto:vvpetrov@fib.tsure.ru), [oley\\_alenka@mail.ru](mailto:oley_alenka@mail.ru)*

Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой и представляет собой смесь газов и аэрозолей приземного слоя атмосферы, сложившуюся в ходе эволюции Земли, деятельности человека и находящуюся за пределами жилых, производственных и других помещений. Атмосфера оказывает сильное влияние не только на человека, но и на гидросферу, почвенно-растительный покров, геологическую среду, здания, сооружения и др. Основным источником загрязнения приземного слоя атмосферы является сжигание ископаемого топлива в двигателях автомобилей и для получения тепла и электричества. Большое количество загрязняющих веществ выбрасывают в атмосферу металлургические предприятия, нефтехимические заводы, предприятия химической промышленности. Чтобы решить проблему загрязнения атмосферного воздуха нужно обеспечить не только его очистку, но и контролировать качество промышленных выбросов в атмосферу. Мониторинг атмосферного воздуха – система наблюдений за состоянием воздуха, его загрязнением, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха, его загрязнения. В настоящее время контроль качества атмосферного воздуха в городах России проводится службами государственного экологического контроля, а на предприятиях службами производственного контроля. При этом отбор проб производится на специальных постах наблюдений. Пробы отбирают 2-3 раза в сутки (обычно в 7, 13, 19 часов по местному времени) для определения разовых и среднесуточных концентраций. Однако часто наиболее опасные выбросы производятся ночью или рано утром. Чтобы обеспечить своевременный контроль промышленных выбросов целесообразно использовать автоматизированные системы контроля качества атмосферного воздуха, которые способны отслеживать состояние воздуха в режиме реального времени. Данные системы позволяют обеспечить сбор, первичную обработку и визуализацию информации о состоянии экологических параметров объектов. Основными составными частями автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха являются: чувствительные элементы (датчики газов), устройства передачи и приема информации, средства передачи сигналов на расстояние, устройства анализа и отображения результатов контроля [1].

В настоящее время для обнаружения газов используются различные датчики. В ходе исследования изучены полупроводниковые датчики (в частности так называемый электронный нос), электрохимические и пеллистровые датчики (на примере детекторов фирмы SIEMENS). При этом все датчики можно условно разделить на селективные сенсоры, реагирующие только на один, газ, и неселективные, соединенные в массив сенсоров - «электронный нос». При создании систем типа «электронный нос» необходимы чувствительные элементы массива, которые проявляют индивидуальную чувствительность, но в тоже время способные

реагировать на широкий спектр газов. Работа полупроводниковых датчиков основана на изменении проводимости, что обусловлено адсорбцией газов на поверхность полупроводника. Чувствительным элементом датчика является тонкая пористая металл-оксидная пленка, которую осаждают на нагретую керамическую подложку. Для изготовления пленок используют следующие оксиды: SnO<sub>2</sub>, ZnO, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и TiO<sub>2</sub>. Чаще всего используют датчики на основе пленок из оксида олова. Для улучшения свойств сенсоров добавляют небольшие количества металлов катализаторов, например платины или палладия, или оксидов других металлов [2]. Преимуществом полупроводниковых сенсоров является их высокая чувствительность.

Соединенные в массив сенсоры, реагируя на воздействие газов, создают сигнал. В качестве среды передачи этого сигнала с датчиков могут использоваться телефонные сети, радиосигналы и каналы сотовой связи, технологии Wi-Max.

Одной из проблем при создании информационно-измерительных систем является обработка и визуализация полученных данных. Сенсоры собирают данные широкого профиля и различной чувствительности, что требует производить серьезный анализ данных, с использованием распознавания образцов. Процесс анализа данных можно разделить на несколько стадий:

1. Получение данных о реакции сенсоров на исследуемую пробу.
2. Первичная обработка данных с целью выбора наиболее удобного метода анализа.
3. Определение входных величин, выбор переменных. Часто в качестве входных данных используются характеристики установившегося сигнала с сенсора. Другие часто встречающиеся операции включают в себя выбор подмножества сенсоров и проведение анализа главных компонент.
4. Выбор нужного метода анализа данных и проведение самого анализа.
5. Данная операция не всегда производится, но все же должна выполняться. Тестирование полученной модели, проверка правильности проведенного анализа.

При анализе данных полученных при работе с сенсорами известны некоторые начальные характеристики, такие как количество наблюдений, количество переменных величин. Зная эти характеристики можно выбрать наиболее удобный метод обработки данных. Однако стандартной модели для использования того или иного метода анализа данных нет. Итак, для анализа данных, полученных от системы химических сенсоров, используют такие методы, как линейный дискриминантный анализ, факторный анализ, кластерный анализ, анализ главных компонент, нейронные сети и др. Анализ главных компонент – наиболее часто используемый метод. Обычно полученные данные записывают в виде матрицы X, m строк (пробы) и n столбцов (сенсоры). Результаты анализа главных компонент можно использовать в других способах анализа как входные данные [3]. Автоматизированные системы мониторинга позволят своевременно информировать население об авариях, опасных выбросах и утечке токсичных и взрывоопасных газов.

Список публикаций:

- [1] Стукалов В. В. *Твердотельный датчик газов как элемент системы дистанционного мониторинга воздушной среды.* // Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. Воронеж, 2005.
- [2] Агеев О. А., Мамиконова В. М., Петров В. В., Котов В. Н., Негоденко О. Н. *Микроэлектронные преобразователи неэлектрических величин: Учебное пособие.* Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000.
- [3] Jurs P. C., Bakken G. A., McClelland H. E. *Computational Methods for the Analysis of Chemical Sensor Array Data from Volatile Analytes* // *Chem. Rev.* – 2000. – N 100. – P. 2649.

## **Исследование динамики содержания природных и искусственных радионуклидов в почвенных профилях района расположения Волгодонской АЭС**

*Лущик Александр Иванович*

*Бураева Елена Анатольевна, Зорина Людмила Валерьевна  
Южный федеральный университет, НИИ Физики*

*Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.*

*[luschik\\_A@mail.ru](mailto:luschik_A@mail.ru)*

Для полной характеристики радиационной обстановки Волгодонской АЭС (ВД АЭС) необходимы достаточно детальные данные о содержании природных и искусственных радионуклидов (ЕРН и ИРН) в различных горизонтах почвы, в том числе и динамики их изменения. Исходные данные такого рода, полученные в 1999 и 2000 годах в соответствии с программой предпускового мониторинга [1], использованы в качестве начальных для изучения изменений радионуклидного состава почво-грунтов во времени при наличии повторных измерений, проведенных в 2001-2006 годах на выделенных и изученных ранее контрольных участках (КУ).

Проведено сравнение данных 1999 г и 2001-2006 гг по профилям распределения ЕРН и ИРН в почвах (по удельной активности  $A_i$  Бк/кг, запасам  $P_i$  Бк/м<sup>2</sup> и относительным запасам) на 8 контрольных участках. Для примера, в таблице представлены результаты сравнительного анализа концентраций <sup>137</sup>Cs на КУ 12, полученных в 1999 г и 2004 г.

h, см	1999 год			2004 год		
	$A_i$ , Бк/кг	$P_i$ , Бк/м <sup>2</sup>	$P_i/\Sigma P_i$	$A_i$ , Бк/кг	$P_i$ , Бк/м <sup>2</sup>	$P_i/\Sigma P_i$
0-1	14,1±1,3	175±16	0,045	22,7±2,3	282±28	0,073
1-3	15,5±1,1	384±27	0,098	19,7±1,4	488±35	0,126
3-5	14,2±1,3	352±31	0,040	16,2±1,9	402±47	0,104
5-10	19,0±1,6	1150±100	0,295	40,4±2,8	2445±170	0,631
10-15	9,8±0,8	608±50	0,156	1,6±1,0	99±62	0,026
15-25	8,5±1,1	1105±140	0,283	1,2±1,0	156±130	0,040
25-35	1,3±0,6	150±87	0,038	-	-	-
$\Sigma P_i$		3894	1,000		3872	1,000

За прошедшие 5 лет на КУ 12 при неизменном полном запасе <sup>137</sup>Cs в почвенном профиле  $\Sigma P_i \cong 3900$  Бк/м<sup>2</sup> произошло некоторое перераспределение по его профилю. Относительные запасы во втором слое 1-3 см и, особенно, в четвертом слое 5-10 см заметно возросли, а в более глубоких слоях при  $h > 10$  см  $P_i$  и  $P_i/\Sigma P_i$  резко уменьшились.

Список публикаций:

[1] Радиационная обстановка в окружающей среде региона Ростовской АЭС в предпусковой период. Отчет. Ростов-на-Дону, 2000 г., 129с.

## Воздействие на человека – как эколого-биологическую систему электрических и магнитных полей

**Малиновская Виктория Александровна**

**Чмелева Ксения Владимировна**

*Сибирский государственный индустриальный университет*

*Громов Виктор Евгеньевич, д.ф.-м.н.*

[chmeleva@yandex.ru](mailto:chmeleva@yandex.ru)

На современном этапе развития научного знания, когда природа и общество в реальности стали взаимообуславливающими сторонами, центром научной картины мира становится человек. Возрастание влияния человеческой деятельности на окружающий мир привело к появлению экологического стиля мышления. Экология, изучающая строение и функции природы, законы существования живых организмов в естественной среде обитания, рассматривается ныне как эталонная наука для научного знания вообще. По мнению ряда зарубежных ученых сегодня лидером в науке должна стать экология и в силу объекта своего познания, а так же согласно законам Каманера: всё связано со всем, всё должно куда-то деваться, за всё надо платить и природа знает лучше.

Современная экологическая ситуация демонстрирует, что человечество стало важнейшим фактором существования биосферы. Понять возможные последствия экологического кризиса для человеческой цивилизации и принять адекватные меры противодействия экологическим чрезвычайным ситуациям можно только на основе знания о человеке, как эколого – биологической и энергетической системе.

Магнетизм – одна из основных сил природы, является источником для биологического мира. Отдельно электрические и магнитные поля можно рассматривать, когда они постоянны, или на отдельных участках пространства, если длина электромагнитной волны большая.

Известно, что Земля – это магнит. Ось магнита отклонена от географической оси на 11°, причем в Южном полушарии расположен Северный полюс, а в Северном – Южный. Интенсивность магнитного поля наименьшая у экватора, и возрастает к полюсам. Магнитные силовые линии пронизывают всю живую материю – от организма до клеточных структур. Клетки способны генерировать энергию за счет биологического окисления, которое идет с участием ионов и электронов. А на поведение последних влияют как электрические, так и магнитные поля.

В процессе биологического окисления идет процесс образования воды. Нарушение пропорций в количестве ионов водорода и кислорода приводит к появлению избытка ионов. Это может вызвать энергетический кризис клетки, а отсутствие ионов кальция может парализовать работу нервной системы.

Поскольку каждая клетка имеет электрохимический генератор, то и во всем организме должен быть подобный генератор. По представлениям восточной медицины, энергия в человеческом теле циркулирует по некоторым меридианам, создавая потенциалы. Циркуляция энергии начинается с меридиана легких, где наибольшая ее интенсивность отмечается в 3 – 5 часов. Легкие помогают работе сердца. Далее волна энергии проходит по меридианам толстого кишечника, желудка, тонкого кишечника, почек, желчного пузыря, печени и др. Тот факт, что волна энергии обнаруживается в каждом органе в определенное время, необходимо учитывать больным и здоровым людям.

Человек – это электрически заряженная биологическая система, и всякие внешние изменения электрических и магнитных полей сказываются на работе этой системы. Особенно подвержены воздействию кровь, нервная и сердечно – сосудистая системы. Поверхность нашего тела должна быть электрически нейтральной – заземленной. Снятие зарядов может происходить, например, за счет льняных одежд, хождения по земле босиком, за счет касания заземленных проводов и т.д. Статическое электричество накапливается за счет ношения синтетических тканей, пребывания в электрическом смоге (электричке, метро и др.).

В качестве внешних воздействий могут быть магнитные бури, вызванные солнечной активностью, ионизация воздуха во время грозы и т.д. Действие внешнего электромагнитного поля вызывает повышенную свертываемость крови не только прямым путем, но и через центральную нервную систему. Это ведет к усилению тромбообразования. Вязкость крови бывает наибольшей в день самой высокой геомагнитной активности. Только спустя три дня после геомагнитной бури уровень вязкости крови приходит к исходному состоянию. Людям с сердечно – сосудистыми заболеваниями это необходимо учитывать. В этот период, чтобы избежать инфаркта миокарда, необходимо употреблять препараты, уменьшающие вязкость крови. Еще больше подвержены влиянию геомагнитных бурь люди с острым нарушением мозгового кровообращения, психически неуравновешенные, агрессивные. Вероятность инсульта у таких людей значительна.

Электрические и магнитные поля можно использовать и для лечения человека, животных, если нарушения работы органов и систем связаны с воздействием физической среды. Например, для лечения травмированных органов применяется магнитотерапия. Электромагнитные колебания в диапазоне СВЧ способны убивать болезнетворные микробы. Генераторы в диапазоне миллиметровых волн способны лечить: мастит, радикулит, острые респираторные заболевания, язву желудка, носовые кровотечения. Способность генераторов миллиметровых волн лечить отдельные органы объясняется тем, что болезнь органа начинается с болезни клеток, а больная клетка начинает излучать колебания. Если эти колебания синхронизировать миллиметровыми волнами, то они возвращаются в исходное состояние. Ученые считают, что внутриклеточные связи происходят именно при участии миллиметровых волн, а Солнце и Космос нам их не посылают.

В настоящее время человек, как биологическая структура, до конца не изучен. Продолжаются исследования по изучению генома и других структур человека, воздействие на них окружающей среды. Вместе с тем, успехи в области экологии человека, позволяют уже сейчас принять меры по выживанию человечества и биологического мира в условиях экологического кризиса.

## **Исследование связи радионуклидного состава почвенных фракций и атмосферных аэрозолей**

***Морозов Александр Николаевич***

*Бураева Елена Анатольевна, Зорина Людмила Валерьевна*

*Стасов Виталий Викторович*

*НИИ Физики Южного федерального университета*

*Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.*

*[sharik@yandex.ru](mailto:sharik@yandex.ru)*

Для изучения модели ветрового подъема важно сравнение содержаний радионуклидов в атмосферных аэрозолях и в различных фракциях почвы. В качестве материала сравнения использованы пробы придорожной пыли, отобранные в 7 пунктах вдоль автотрассы Азов – Ростов-на-Дону и пробы атмосферных аэрозолей, отобранные в юго-восточной части г. Ростова-на-Дону. Определялись содержания естественных радионуклидов (ЕРН) и  $^{137}\text{Cs}$  в пыли и радионуклидный состав атмосферных аэрозолей. По этим данным уровень корреляции ЕРН и  $^{137}\text{Cs}$  в атмосферных аэрозолях с запыленностью воздуха  $\sim 0,60$  для  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ;  $\sim 0,66$  для  $^{40}\text{K}$  и  $0,82$  для  $^{137}\text{Cs}$ . Содержание радионуклидов в аэрозольной пыли  $A_{\text{оп}}$  (Бк/кг) определено из объемной активности его в аэрозолях  $A_{\text{оа}}$  (Бк/м<sup>3</sup>) с учетом запыленности атмосферы ( $m$ , г/м<sup>3</sup>,  $A_{\text{оп}}=A_{\text{оа}}/m \cdot 10^3$  Бк/кг).

Анализ результатов определения ЕРН в различных фракциях (от 1 мм до 60 мкм) придорожной пыли показал возрастание концентраций радионуклидов (в 2-4 раза) с уменьшением размера частиц.



## Математическое моделирование процессов очистки сточных вод

Мугатабарова Альбина Акрамовна

Башкирский государственный университет

Хабибуллин Ильдус Лутфурахманович, д.ф.-м.н.

[Mugatabarova@mail.ru](mailto:Mugatabarova@mail.ru)

Анализ работы действующего биологического очистного сооружения (БОС) показал, что установка не отвечает своим техническим характеристикам, т.к. содержания загрязняющих веществ в очищенных сточных водах не удовлетворяют нормативам предельно допустимых концентраций (ПДК)[1]. Поэтому является актуальным исследовать работу БОС методом математического моделирования.

БОС состоит из аэротенка и отстойника, в которых происходят процессы нитрификации и денитрификации, сущность которых заключается в очистке сточных вод от загрязнений путем окисления и расщепления загрязнений (субстрата) микроорганизмами. Применим концепцию Моно, по которой скорость роста микроорганизмов лимитируется субстратом[2]:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \frac{my}{k+y}x - Dx \\ \frac{dy}{dt} &= -a \frac{my}{k+y}x - Dy + Du \end{aligned} \quad (1)$$

В (1):  $x$  – концентрация микроорганизмов;  $y$  – концентрация субстрата;  $u$  – концентрация субстрата, поступающего в аэротенк;  $D$  – скорость протока (разбавления) микроорганизмов;  $a$  – «экономический коэффициент», показывающий, какая часть поглощенного субстрата идет на развитие микроорганизмов;  $m$  – максимальная скорость роста микроорганизмов при данных условиях;  $k$  – константа, численно равная концентрации субстрата, при которой скорость роста биомассы микроорганизмов равна половине максимальной.

Качественный анализ системы (1) показывает, что она имеет две особые точки:

$$\begin{aligned} \bar{x}^{(1)} &= 0, \quad \bar{y}^{(1)} = u; & \bar{x}^{(2)} &= \frac{Dk + u(m - D)}{a(m - D)}, \quad \bar{y}^{(2)} = \frac{Dk}{m - D} \end{aligned} \quad (2)$$

Фазовый портрет системы (1) представлен на рис.1:



рис.1. а) точка 1 – устойчивый узел; б) точка 1 – седло, 2 – устойчивый узел; I – вертикальная изоклина, II – горизонтальная изоклина.

В зависимости от параметров реализуется два случая. В случае а) главные изоклины пересекаются вне положительного квадранта, и 1-ая особая точка будет устойчивым узлом, соответствующая режиму вымывания микроорганизмов из аэротенка ( $x=0$ ). Концентрация субстрата в аэротенке равна при этом концентрации поступающего субстрата  $u$ . В случае б) главные изоклины пересекаются в положительном квадранте, и точка их пересечения (2-ая особая точка) является устойчивым узлом, это и есть рабочее состояние. Таким образом, концентрация субстрата (загрязнения) после очистки стремится к своему равновесному значению  $\frac{Dk}{m - D}$ .

Для эффективной работы БОС должно выполняться условие:

$$\frac{Dk}{m - D} < C_0,$$

где  $C_0$  – заданное значение ПДК.

Решая уравнение  $\frac{Dk}{m - D} = nC_0$ , (где  $n$  – коэффициент, показывающий во сколько раз концентрация загрязнения после очистки превышает значение ПДК) и варьируя значениями параметров  $D, k, m$  можно достичь

эффективной работы БОС. Это можно осуществить уменьшая значение  $k$  в  $n$  раз выбором других микроорганизмов (активного ила): внесением в аэротенки здорового, отобранного из других сооружений ила; снижая скорость потока (разбавления) микроорганизмов; увеличивая значение  $m$  добавлением различных ферментов, индикаторов, устранением поступления токсичных сточных вод, улучшением первичного отстаивания сточных вод и циркуляции ила, усилением аэрации, ликвидированием зоны застоя ила. Также максимальная скорость роста биомассы микроорганизмов должна быть намного больше скорости потока микроорганизмов в БОС, т.е.  $m \gg D$ . При выполнении последнего условия микроорганизмы будут хорошо развиваться за счет поступающего субстрата и, образуя хлопья, выпадать в осадок и удаляться вместе с загрязнениями.

Приведено также численное решение задачи (1) при соответствующих начальных условиях. Численное решение позволяет определить динамику процесса очистки сточных вод на основе зависимостей  $x(t)$  и  $y(t)$ .

Список публикаций:

- [1] Мугатабарова А. А. Экспериментальное исследование очистки загрязненных вод физико-химическим методом. VI региональная школа-конференция для студентов, аспирантов и молодых ученых по математике, физике и химии: Сборник трудов. Том I. Физика. Лекции и научные статьи. – Уфа: РИО БашГУ, 2006.  
 [2] Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Биофизическая динамика производственных процессов. ИКИ. Москва, 2004.

## Распределение естественных радионуклидов в отложениях береговой зоны

### Цимлянского водохранилища

**Орлова Евгения Александровна**

*Бураева Елена Анатольевна, Зорина Людмила Валерьевна*

*Южный федеральный университет, НИИ Физики*

*Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.*

[Nucllab.davidov@mail.ru](mailto:Nucllab.davidov@mail.ru)

Вертикальные распределения естественных радионуклидов (ЕРН) в почвенных профилях береговой зоны и соответствующих кернах донных отложений прибрежной зоны дают возможность оценить вклады выпадений различного происхождения в общее загрязнение наземных и водных экосистем, а также прогнозировать изменение плотности загрязнения во времени и, что особенно важно для районов размещения АЭС, выделить вклад свежих выпадений стационарного происхождения.

В работе изучены особенности распределения естественных радионуклидов в донных отложениях Приплотинного участка (ППУ ЦВ) и береговой зоны Цимлянского водохранилища (БЗ ЦВ). Используются данные, полученные в экспедициях 2006 года.

Проведен сравнительный анализ радионуклидного состава четырех кернов донных отложений и четырех почвенных профилей. В таблице приведены данные по содержанию естественных радионуклидов в керне МЛ-5Д и почвенном разрезе МЛ-5П береговой зоны ППУ ЦВ.

Радионуклид	Удельная активность, Бк/кг (Погрешность измерений 15%)	
	Донные отложения	Почво-грунт
$^{238}\text{U}$	19,3 – 137,4	17,0 – 184,1
$^{234}\text{Th}$	282,5 – 376,3	270,4 – 437,2
$^{226}\text{Ra}$	49,2 – 60,9	32,1 – 55,4
$^{210}\text{Pb}$	175,4 – 280,6	174,3 – 346,4
$^{232}\text{Th}$	54,8 – 69,8	49,0 – 82,1
$^{224}\text{Ra}$	58,8 – 77,4	53,7 – 80,4
$^{40}\text{K}$	395,0 – 527,9	409,6 – 727,0

Результаты инструментального гамма-спектрометрического метода радионуклидного анализа показали совпадение в пределах погрешности средней концентрации ЕРН в почво-грунтах и донных отложениях. Анализ вертикального распределения радионуклидов дает возможность оценить вклад абразии берегов в общую загрязненность ППУ ЦВ.

## Утилизация суспензии станции нейтрализации автомобильного завода в производстве силикатных изделий

*Петренко Ирина Евгеньевна*

*Таганрогский технологический институт Южного федерального университета*

*Галимова Гузаль Абдулхаевна, к.т.н.*

*[vvpetrov@fib.tsure.ru](mailto:vvpetrov@fib.tsure.ru)*

На очистных сооружениях автомобильного завода после реагентной очистки сточных вод образуется суспензия, которая перекачивается на иловые карты, откуда вывозится на полигон. Был произведен расчет химического и вещественного состава суспензии. Из химического анализа видно, что в сухом остатке суспензии около 36 % CaO, 36 % SiO<sub>2</sub>, т.е. более 70 % минеральной части.

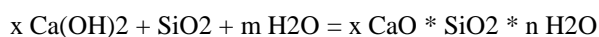
По технологии осаждение металлов на станции нейтрализации осуществляется избытком гашеной извести, поэтому осадок суспензии представлен гидроксидами. Расчетный вещественный состав суспензии свидетельствует о том, что Ca входит в состав Ca(OH)<sub>2</sub>. Остальные металлы также образуют гидроксиды. Кремний может быть представлен оксидом кремния. Для проверки достоверности предположений сделали рентгенофазовый анализ высушенной суспензии. Из анализа дифрактограммы видно, что проба состоит в основном из α – SiO<sub>2</sub>. Дифракционные отражения Ca и других металлов выражены очень слабо. Очевидно, эти соединения присутствуют в аморфизированном виде.

Наиболее близким к таким системам является состав силикатных изделий. К силикатным изделиям относятся: силикатный бетон, силикатные облицовочные плиты, силикатный кирпич. Сырьевыми компонентами для изготовления силикатных изделий являются воздушная известь и кварцевый песок. Вместо песка заполнителями могут служить доменные гранулированные шлаки и золы. Технологический процесс изготовления силикатных изделий включает следующие этапы:

- перемешивание компонентов;
- гашение вводом воды;
- прессование;
- автоклавная обработка.

Предлагается вместо воды для гашения известково–песчаной смеси использовать суспензию со станции нейтрализации (отход после химической очистки сточных вод). Отход после химической очистки сточных вод вводится в количестве 6-7 % от массы известково-песчаной смеси. Сущность превращения известково-песчаной смеси из легкоразмокающего слабого материала в прочный водостойкий камень заключается в следующем.

При обычных температурах известь и песок не взаимодействуют, но при повышении давления водяного пара до 0,8-1,6 МПа и соответственно температуры 175-190 °С они взаимодействуют достаточно интенсивно, при этом прочность камня обеспечивается не физическим сцеплением гидратных новообразований вяжущего с зернами заполнителя, а химическим взаимодействием извести и кварцевого песка по реакции



Были проведены расчеты по изменению состава суспензии в силикатных изделиях в зависимости от влажности. Расчеты показали, что в силикатных изделиях содержание компонентов суспензии в зависимости от ее влажности снижается от 40 до 160 раз. Наличие в суспензии незначительного количества, кроме кальция и α – кварца, других примесей, не должно отразиться на свойствах силикатных изделий.

Были проведены стендовые испытания по вводу суспензии в известково–песчаную смесь. Образцы – призмы были заформованы под давлением 16,5 МПа. Для получения сравнительных данных были заформованы образцы по обычной технологии, т.е. с водой. Пропарка образцов проводилась в автоклаве при давлении водяного пара 1,5 МПа и температуре 180 °С.

Прочностные показатели кирпичей идентичны и соответствуют марке 150, той, которая была запланирована.

Дальнейшие исследования проводили в цехе по производству силикатного кирпича Стройкомплекса «Брик». Специально изготовленные емкости с исследуемой суспензией подключали к форсункам подающим воду в смеситель – гаситель. При недостаточном увлажнении докорректировка сырьевой шихты осуществлялась во втором смесителе – гасителе. Последующие операции проводились по существующей технологической схеме. Выпущено более 400 штук опытной партии силикатного кирпича, которые соответствуют марке 150.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о возможности использования суспензии станции нейтрализации в производстве силикатных изделий.

## Полиметаллические катализаторы глубокого окисления СО и углеводородов для процессов нейтрализации выхлопных и отходящих газов

*Пугачева Елена Викторовна*

*Жук Светлана Яковлевна, Андреев Дмитрий Евгеньевич*

*Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН*

*Борщ Вячеслав Николаевич, к.х.н.*

*[HelP@ism.ac.ru](mailto:HelP@ism.ac.ru)*

Из обширного числа проблем охраны окружающей среды защита воздушного бассейна от выбросов двигателей внутреннего сгорания является одной из наиболее сложных и актуальных. На их долю приходится до 50–80 % от общего количества поступающей в атмосферу городов окиси углерода. Кроме того, решение проблемы затруднено рядом обстоятельств, свойственных именно этому источнику загрязнения (чрезвычайная сложность состава отработавших газов, мобильность, разнообразие и большую численность двигателей внутреннего сгорания).

Применяемые в настоящее время каталитические нейтрализаторы выхлопных газов содержат катализаторы с добавками благородных металлов. Их использование сопряжено с повышенными требованиями к чистоте топлива, вторичным загрязнением окружающей среды высокоактивными микропорошками металлов и высокой стоимостью нейтрализатора. Поэтому перспективным направлением является создание систем нейтрализации на основе высокоактивных катализаторов, не содержащих благородных металлов.

Ранее нами было обнаружено, что каталитической активностью в процессах окисления СО и углеводородов обладают пористые 3d-металлы (типа металлов Ренея). Традиционный способ получения металлов Ренея – выщелачивание многокомпонентных интерметаллидов (в данном случае алюминидов) металлов. В настоящей работе исходные интерметаллиды были получены методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

В основе метода СВС лежит реакция экзотермического взаимодействия нескольких химических элементов или соединений, протекающая в режиме направленного горения. Время, затрачиваемое на протекание реакций, исчисляется секундами, тогда как для традиционных печных методов получения этих соединений потребовались бы часы. Чистота продуктов ограничивается лишь чистотой исходных реагентов. При этом не требуется ни сложного оборудования, ни больших энергозатрат. Кроме того метод СВС позволяет получать изделие в виде пористых блоков и оболочек. Поэтому он является перспективной основой для технологического производства катализаторов в виде монолитных блоков с пористой структурой.

В данной работе были проведены исследования активности катализаторов, полученных выщелачиванием СВС-интерметаллидов состава  $(NiAl_3)_x(CoAl_3)_y$ , в реакциях окисления СО и углеводородов. В полученных пористых (до 9 м<sup>2</sup>/г) образцах содержание кобальта в расчете на никель варьировалось от 0 до 30 масс.%. С увеличением содержания кобальта активность катализаторов возрастает. 80 %-ная конверсия СО достигается при температуре 200–250 °С, а пропана – при 350 °С. Так как температура в рабочей зоне реакторной нейтрализатора составляет 500 °С и выше, этого достаточно для эффективной работы катализатора.

Для образца катализатора с содержанием кобальта 20 % масс. были проведены исследования кинетики реакций окисления СО и пропана в потоке и найдены значения энергий активации, составляющие 78 КДж/моль для окисления СО и 244 КДж/моль для окисления пропана. Эти значения согласуются с литературными данными для катализаторов с близкой активностью.

Недостатком исследованных систем является невысокая устойчивость при длительной эксплуатации. Для стабилизации катализаторов в состав интерметаллида была введена добавка Mn. Результаты испытаний таких катализаторов показали, что введение добавки повышает их устойчивость и активность.

Экспериментальная оценка активности катализаторов проводилась в проточном реакторе на модельной смеси газов, состоящей из 0,3 об.% пропана, 0,5 об.% СО, 5,8 об.% кислорода, остальное – азот. Относительная объемная скорость газа составляла в максимуме 120 000 ч<sup>-1</sup>.

Список публикаций:

- [1] Пугачева Е. В., Борщ В. Н., Жук С. Я., Санин В. Н. Изучение каталитических свойств интерметаллидов Ni-Co-Al, полученных методом СВС // Третья всероссийская школа-семинар по структурной макрокинетики для молодых ученых. Тезисы докладов. Черноголовка: издательство ИСМАН 2005, 78, с.55-56.
- [2] Пугачева Е. В., Борщ В. Н., Жук С. Я., Санин В. Н. Разработка и внедрение каталитических систем нейтрализации выхлопных газов на основе СВС-интерметаллидов Ni и Co // Молодежная международная школа-конференция по инновационному развитию науки и техники. Тезисы докладов. Черноголовка: издательство ИСМАН 2005, 38, с.8-9.
- [3] Пугачева Е. В. Изучение каталитических свойств интерметаллидов Ni/Al, Ni,Co/Al, Ni/Al<sub>3</sub>, Ni,Co /Al<sub>3</sub>, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза // Сборник статей студентов, бакалавров и магистрантов. Выпуск VI. – Тамбов: ТОГУП «Тамбовполиграфиздат», 2006. – с.53-60.
- [4] Пугачева Е. В., Борщ В. Н., Жук С. Я., Санин В. Н., Андреев Д. Е. Каталитическая активность многокомпонентных металлических систем на основе СВС-интерметаллидов в процессах окисления СО и углеводородов // Четвертая всероссийская школа-семинар по структурной макрокинетики для молодых ученых. Тезисы докладов. Черноголовка: издательство АльфаТрейд 2006, с.52.

## Связь $^7\text{Be}$ в атмосферных выпадениях и наземных экосистемах

**Стасов Виталий Викторович**

*Бураева Елена Анатольевна, Зорина Людмила Валерьевна*

*Ростовский государственный университет, НИИ Физики*

*Давыдов Михаил Гаврилович, д.ф.-м.н.*

*[Vitaly.Stasov@mail.ru](mailto:Vitaly.Stasov@mail.ru)*

Проведен анализ содержания  $^7\text{Be}$  в аэрозолях и осадках приземного слоя воздуха, отобранных на аспирационной станции ОЛЯФ НИИ Физики ЮФУ, с концентрацией  $^7\text{Be}$  в пробах почвы, растительности и опада, отобранных также на территории ОЛЯФ в 2006 году.

По каждому году и по всему периоду наблюдений достаточно четко фиксируется известный сезонный ход  $^7\text{Be}$  в аэрозолях, связанный с весенней перестройкой атмосферы. На сезонный ход содержания  $^7\text{Be}$  в аэрозолях накладывается зависимость этого содержания от количества выпавших осадков. Весенне-летний период наибольшего содержания  $^7\text{Be}$  имеет место в апреле-октябре с максимумом в июле (2002 г, среднее за 5 лет), августе или сентябре (2003 г, 2004 г). В этот же период имеет место наибольшее количество выпавших осадков с максимумом в июне (для всех лет). Как правило, максимум  $^7\text{Be}$  смещен относительно максимума осадков на 1-2 месяца вправо.

Пробы наземных экосистем отбирались следующим образом: выбирался участок  $0,25 \times 0,25$ , с которого срезалась вся растительность, затем с поверхности почвы собирался опад, и далее срезался верхний 2 см слой почвы. Таким образом, были отобраны пробы с 9 участков.

Полученные средние результаты представлены в *таблице*.

Активность $^7\text{Be}$	Бк/м <sup>2</sup>
Атмосферные выпадения	31,59
Почва	4,16
Растительность	12
Опад	64

Данные, приведенные в таблице, совпадают в пределах погрешности с результатами, полученными для Австралии [1].

Список публикаций:

[1] Che Doering, Riaz Akber, Henk Heijnis. Vertical distributions of  $^{210}\text{Pb}$  excess,  $^7\text{Be}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in selected grass covered soils in Southeast Queensland, Australia. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2005, № 11, С. 1-13.

## Цифровая экспресс-диагностика качества питьевой и промышленной воды

**Федотова Ольга Владимировна**

*Шараева Анна Вадимовна, Сей Олеся Александровна*

*Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого*

*Ткаль Валерий Алексеевич, к.ф.-м.н.*

*[tva@novsu.ac.ru](mailto:tva@novsu.ac.ru)*

На сегодняшний день вода является незаменимым фактором существования всего живого. Без нее не может существовать человек, не может развиваться промышленность. Но прежде чем поступить к конечным потребителям, вода проходит сложную и многоступенчатую очистку. В настоящее время к питьевой и промышленной воде предъявляются жесткие требования, изложенные в нормативных документах. Во многих промышленных регионах забор воды проводится из водоёмов, находящихся в экологически неблагоприятных районах, поэтому надёжный контроль её качества является важнейшей социальной и технической задачей.

Часть из используемых на практике методов диагностики качества воды являются сложными, трудоёмкими, требуют дорогостоящего оборудования и расходных материалов, высокой квалификации специалистов, обеспечивая при этом получение объективной и надёжной информации о качестве воды. Другие являются менее чувствительными, более субъективными и не дают требуемого результата. На практике остро стоит проблема разработки и внедрения простых, надёжных, чувствительных, доступных для большинства предприятий, включая пищевую промышленность, и, по возможности, экспрессных методов исследования и диагностики, в выработке новых и объективных критериев, характеризующих качество питьевой и промышленной воды. В последнее годы наблюдается бурное внедрение компьютерных технологий во все сферы человеческой деятельности. Значительный прогресс достигнут при применении этих технологий в

качестве технического зрения, а также регистрации изменений в исследуемых объектах, невидимых человеческим глазом. Изменение цветовых характеристик исследуемых объектов, включая и воду, под действием различных внешних факторов и регистрация этих изменений может быть положена в основу новых методов экспресс-диагностики.

Суть предлагаемой методики заключается в цифровой обработке изображений, полученных путём оцифровывания изучаемых объектов цифровым фотоаппаратом, в обработке изображений специализированными программными пакетами с целью регистрации изменений цветовых характеристик исследуемого объекта. Для проведения исследований использовалась вода, поступающая из озера Ильмень и реки Волхов на Левобережные Водоочистные Сооружения (ЛВС) г. Великого Новгорода, а также вода, прошедшая многоступенчатую очистку на ЛВС, подаваемая в городскую сеть водоснабжения и отвечающая требованиям СанПиН для питьевой воды. В качестве регистрирующего (оцифровывающего) устройства использовался профессиональный цифровой фотоаппарат, который был соединён с микроскопом, снабжённым специальной оптической приставкой. Пробы воды объёмом 1 мл выливались в стеклянные кюветы, которые помещались под объектив микроскопа, и далее проводилась съёмка. Оцифрованные изображения с необходимым для анализа увеличением вводились в персональный компьютер, а далее проводилась их цифровая обработка в соответствии с поставленными задачами. Для полученных изображений воды в программе «Image-Pro Plus» строились разностный контраст (РК), яркостные характеристики (ЯХ) и по выбранным направлениям профили интенсивности (ПИ). Разностный экспериментальный контраст получали путём вычитания одного изображения из другого, а именно: пустой кюветы из кюветы с водой и вычитанием изображений двух сравниваемых проб. Далее строились ЯХ, представляющие собой зависимость числа точек, имеющих определённую интенсивность в градациях серого цвета (0 – 255), от интенсивности. Если изменений в исследуемом объекте не происходило, то имеем нулевой РК и соответствующие неизменные ЯХ. Если пробы воды отличаются друг от друга, то это проявляется в изменении их цветовых характеристик, не воспринимаемых визуально, но чётко регистрируемых на РК, ЯХ и ПИ. С помощью предложенной методики цифровой обработки изображений сравнивали речную воду, взятую в разных местах, и воду, прошедшую многоступенчатую очистку на ЛВС. РК, ЯХ и ПИ проб речной и питьевой воды заметно отличались друг от друга, что позволяло уверенно судить о её чистоте. Установлено, что изменение РК, ЯХ и ПИ связано с изменением таких показателей воды, как цветность и мутность, поскольку они наиболее сильно влияют на её цветовые характеристики. Установлена также прямая связь и с другими физико-химическими показателями воды. Методика прошла апробацию на ЛВС Великого Новгорода, показала высокую чувствительность в регистрации малейших изменений качества воды, проста в реализации, надёжна и обладает высокой экспрессностью. Методика апробирована также при исследовании других жидких продуктов – пива, молока, различных соков, охлаждающих напитков и показала хорошую информативность и эффективность.

Работа выполнена в Совместной с ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН научно-учебной лаборатории рентгенотопографических методов исследования материалов электронной техники.