

VI Международная биогеохимическая школа «Биогеохимия в народном хозяйстве: фундаментальные основы биосферных технологий» (Астрахань, 22-25 сентября 2008 г.)

VI International biogeochemical school “Biogeochemistry in industry: the fundamental principles of biosphere technologies” (Astrakhan’, 22-25, September, 2008)

С 22 по 25 сентября 2008 г. на базе Астраханского государственного технического университета (АГТУ) состоялась VI международная биогеохимическая школа «Биогеохимия в народном хозяйстве: фундаментальные основы биосферных технологий», организованная АГТУ совместно с ГЕОХИ РАН при поддержке ОНЗ РАН, Федерального Агентства по рыболовству РФ и Администрации Астраханской области. Ее проведение совпало с 80-летием организации В.И. Вернадским Биогеохимической лаборатории АН СССР и 450-летием основания г. Астрахани. Участниками Школы стали ученые России (из 38 учебных заведений и институтов), Болгарии, Казахстана, Киргизии, Сербии и Украины, было заявлено 154 доклада, из них 95 сообщений заслушано и обсуждено.

Со времени проведения I Биогеохимической школы (17-23 июня 1991 г.) в г. Архангельске интерес к биогеохимическим исследованиям не только не ослаб, несмотря на существенные изменения в обществе, но, напротив, существенно возрос. Школа переросла границы России и стала международной с участием специалистов стран СНГ и дальнего зарубежья.

VI Биогеохимическая школа была посвящена применению знаний биогеохимии в народном хозяйстве и разработке современных биогеохимических технологий. Это прежде всего борьба с микроэлементозами, изменение биогеохимических циклов, разработка биогеохимического мониторинга, получение сбалансированных по макро- и микроэлементам продуктов питания и кормов, создание и реализация программ по коррекции микроэлементозов, включая комплексные гипо- и гипермикроэлементозы, эндемические заболевания растений, животных и человека.

Указанные вопросы обсуждались на пленарном заседании и следующих сессиях Школы: история развития и современные аспекты биогеохимии; биогеохимия океана, эволюция вещественного состава живого вещества; техногенез таксонов биосферы и его последствия, биогеохимическое районирование; геохимическая экология и новые биогеохимические технологии; биогеохимические критерии и методы экологической оценки территорий; геохимическая экология человека; заключительная сессия и круглый стол.

Работа Школы началась с приветствий ректора АГТУ, проф. Ю.Т. Пименова и представителя администрации Астраханской области, отметивших актуальность проведения VI Международной биогеохимической школы и важный вклад ученых Астраханского технического университета, внесших в развитие гидробиологических, экологических и биогеохимических исследований.

В начале доклада «Современные проблемы биогеохимии» **В.В. Ермаков** (ГЕОХИ РАН, Москва) отметил важный вклад в развитие биогеохимии ушедших от нас академика А.Л. Яншина, профессоров М.А. Мальгина и Г.Н. Саенко. Он изложил также основные этапы становления биогеохимии в СССР, остановился на активности Биогеохимической лаборатории в период ее руководства профессором В.В. Ковальским и развитии учения о микроэлементах.

Далее Ермаков В.В. отметил, что биогеохимия – одна из интереснейших областей знания об элементном составе живого вещества и биогенной миграции химических элементов и их соединений в биосфере. Ее созданию в 30 годах прошлого века мы обязаны В.И. Вернадскому и его ученикам. Она остается актуальным научным направлением в связи с техногенезом биосферы и поисками эффективных путей взаимодействия человека и природы.

Из достижений биогеохимии докладчик отметил внедрение системного подхода в изучение локальных и глобальных циклов химических элементов, формирование и развитие новых разделов – геохимической экологии, агро-биогеохимии, гидробиогеохимии, биогеохимического метода поисков полезных ископаемых, разработку новых биогеохимических технологий поиска и извлечения редких элементов, районирование и экологическую оценку территорий с использованием биогеохимических критериев.

Тем не менее, В.В. Ермаков подчеркнул, что мы недостаточно знаем о балансе обмена веществом в системе: биосфера – космос. Живое вещество биосферы нуждается в «инвентаризации». Биогеохимия проникает в тайны познания генезиса жизни, но очень далека от ее разгадки. В настоящее время ученые в основном моделируют абиотические процессы до или после появления прокариот. По-видимому, в недалеком будущем усилится связь биогеохимии

с генетикой и другими науками, и это скажется на выяснении проблем происхождения жизни. Одной из важных сторон биогеохимии является выяснение природы биогеохимических эндемий как экстремальных проявлений геохимических факторов среды, а также оценка значения техногенных факторов в биосфере.

Е.М. Коробова (ГЕОХИ РАН, Москва) в сообщении «Постановка В.И. Вернадским биогеохимических исследований и организация "БИОГЕЛ"» продолжила историю формирования биогеохимии.

На пленарной сессии Школы были заслушаны также доклады **В.Д. Коржа** (ИО РАН, Москва) о проблемах эволюции элементарного состава биосферы, **Г.М. Колесова** и коллег (ГЕОХИ РАН, Москва) о методических подходах к изучению элементного состава объектов и биосистем, академика **Л. Иованович** (Белград, Сербия) «Значение НАССР-системы для превентивных микроэлементозов», академика **В. Иовича** «Тяжелые металлы во взвешенных осадках реки Дунай и Восточной Сербии и их влияние на окружающую среду» и **М.В. Анисимовой** (Болгарская АН, София) по геохимической экологии диких животных и особенностям их микроэлементного состава.

Учеными АГТУ и других учреждений Астраханской области было подготовлено 30 сообщений. Они охватывали широкий спектр биогеохимических исследований, включая особенности химического элементного состава почв, растений, водных резервуаров, органов и тканей рыб и наземных животных. Состояние биогеохимических исследований в этом регионе было отражено в обзорном докладе **В.Ф. Зайцева** и **Э.И. Мелякиной** «Современные проблемы биогеохимии Астраханской области». Было отмечено, что в Астраханской области на протяжении последних 40 лет проводятся исследования биогеохимической ситуации водных экосистем. Выявлен дефицит меди и кобальта в пищевой цепи гидробионтов, и работы эти нашли практическое применение. В настоящее время основное внимание сосредоточено на выявлении микроэлементозов у представителей растительного и животного царства, в том числе и у человека.

Следует отметить, что на данной Школе, в отличие от прошлых, была выделена специальная сессия, посвященная геохимической экологии человека. В основном, это работы **Е.Г. Шварева**, **И.В. Зайцева**, **С.В. Котельникова** и коллег по изучению микроэлементного состава биологических тканей и жидкостей при рождении детей, диагностике нарушения метаболизма микроэлементов, биологической роли кадмия, патологии мочевыделительной системы). В частности, выявлена зависимость химического состава камней желчного пузыря от микроэлементного состава воды. Частично установ-

лена зависимость онкологических заболеваний от биогеохимических ситуаций в районах области. Начаты исследования по выявлению эндемических заболеваний растений, животных и человека. В перспективе предлагается составить экологический портрет населения Астраханской области, который будет включать в себя характеристику микроэлементного состава органов и тканей человека, воды и объектов его питания.

В докладе **В.И. Воробьева** (Астраханский госуниверситет) «Итоги многолетних физиолого-биогеохимических исследований водных экосистем России» были изложены основные результаты комплексного изучения биогеохимических и эколого-физиологических аспектов влияния микроэлементов на гидробионтов (в основном, на рыб) в течение 1968-2008 гг. Полученные данные позволили разработать рекомендации по оптимальной потребности рыб в микроэлементах и повысить продуктивность осетровых и карповых рыб.

Оценке современного экологического состояния среды было посвящено 20 сообщений. Они касались как глобальных процессов эволюции таксонов биосферы (**В.Д. Корж**, **Е.А. Романкевич** и сотрудники; ИО РАН, Москва), так и региональных и локальных проблем. **Н.К. Христофорова** и сотрудники из ДВГУ (Владивосток) осветили экологическую обстановку в г. Уссурийске на основании химического состава атмосферного воздуха и водотоков, а ученые Дагестана осуществили биогеохимическое районирование территории республики (**З.Г. Магомедалиев**, **А.П. Дибирова** и сотрудники, ПИБР ДНЦ РАН, Махачкала). Проблемы техногенеза биосферы отражены в серии сообщений **М.С. Панина** с коллегами (Семипалатинский госпединститут). Ряд сообщений **А.В. Алексева** и сотрудников из Института геохимии биосферы (Новороссийск) был посвящен особенностям распределения ряда металлов в почвах и растениях Приморских курортных центров и их экологической оценке в целом, а **Н.О. Рогулевой** (Ботанический сад Самарского госуниверситета) – загрязнению тяжелыми металлами снега, почв и растительности парковых насаждений г. Самара. Детальный анализ формирования химического элементного состава ландшафтных компонентов лесостепного и степного Поволжья был представлен в презентации **Н.В. Прохоровой** (Самарский госуниверситет).

Доклад **В.П. Осиповой** и сотрудников (ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону) касался оценки экотоксикологического состояния водной экосистемы Северного Каспия, а сообщение **О.П. Мелеховой** (Московский госуниверситет) – комплексной биогеохимической оценки экологического состояния акваторий.

Серия докладов была посвящена изучению последствий загрязнения экосистем нефтью и продуктами ее переработки (**Е.К. Батовская** и сотрудники, Прикаспийский НИИ аридного земледелия; **И.А. Каниева**, АГТУ; **И.Ю. Макаренкова**, ГНП Центр рыбного хозяйства, г. Тюмень), а также дифференциации микробиоценозов при загрязнении почв и водоемов токсическими веществами (**И.Ю. Киреева**, Национальный аграрный университет Украины, Киев; **А.Р. Гальперина**, **О.Б. Сопрунова**, АГТУ).

В области радиобиогеохимии информация отражала распределение фоновых концентраций U^{238} , Th^{232} в почвенно-растительном покрове Большого Кавказа (**Т.А. Асварова**, **А.С.-М. Абдуллаева**, ПИБР ДНЦ РАН, Махачкала), радиобиогеохимическую ситуацию в урановых биогеохимических провинциях Кыргызстана (**Б.М. Дженбаев** и сотрудники, Биолого-почвенный институт НАН КР, Бишкек), фоновое содержание цезия-137 в компонентах экосистем Азово-Донского бассейна в 2002-2007 гг. (**И.Д. Мхитарьян**, **А.В. Мирзоян**, Азовский НИИ рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону), особенности миграции ^{90}Sr и ^{137}Cs в системе почва-вода-растения в Ростовской и Астраханской областях (**Л.Р. Кузьмина**, **Н.А. Каниева**, АГТУ) и использование методов биодозиметрии для реконструкции доз облучения у населения, проживающего в местах естественного повышенного радиоактивного фона (**И.Н. Ильинских** и сотрудники, Сибирский государственный медицинский университет, Томск).

Серия докладов на сессиях Школы освещала биологическую роль микроэлемента селена: **Т.И. Берцева** с коллегами (Оренбургский госуниверситет, НИИ питания РАМН, Москва) «Оценка селенового статуса Оренбургского региона»; **Н.А. Голубкина** и сотрудники (НИИ питания РАМН, Москва) «Биологическая роль растворимых и нерастворимых форм селена в растениях»; **Л.А. Минина** и сотрудники (Читинская госмедакадемия) «Особенности содержания селена в организме животных и человека»; **И. Джудич** (Белградский госуниверситет) «Сравнительное влияние органических и неорганических соединений селена на его распределение и характеристики яиц и тушек домашних птиц». В докладе группы ученых ГЕОХИ РАН (Москва) основное внимание акцентировалось на селеновом статусе России и его коррекция, а также на формировании государственных программ по борьбе с микроэлементами.

Из представленных на Школу докладов 42 сообщения содержали элементы технологий. Последние в основном отражали способы и методы биогеохимической индикации экологического состояния различных таксонов биосферы. Прежде всего, это доклады **В.С. Безеля** и соавторов (Ботанический сад УрО РАН, Ека-

теринбург) по оценке загрязнений экосистем по элементному составу органов и тканей мелких млекопитающих, а также **М. Анисимовой** и **М. Габрашанска** (Институт экспериментальной патологии и паразитологии Болгарской АН, г. София). Этот же принцип положен в основу технологий индикации, предложенных **С.И. Усенко** с соторами (ВНИИЭФБ, Саров) и **Д.В. Швецово**й и **Н.В. Барановско**й (Томский ПТУ) с использованием элементного состава волос для оценки техногенной трансформации среды и диагностики микроэлементозов, **С.Ф. Тютиковым** (ГЕОХИ РАН, Москва) с использованием диких копытных, **С.А. Остроумовым** и сотрудниками (Московский госуниверситет и ГЕОХИ РАН, Москва) с применением водных беспозвоночных,

Следует отметить оригинальность подхода **Г.А. Леоновой** и **В.А. Боброва** (ИГМ СО РАН, Новосибирск) при разработке методика оценки аккумуляции микроэлементов планктоном и его роли в формировании донных осадков. В основу способа биогеохимической индикации **О.Н. Бичарева** и сотрудники (АГТУ) положили отрицательную связь между содержанием микроэлементов в плазме крови рыб и содержанием белковых компонентов, а **О.П. Мелехова** (Московский госуниверситет) предложила новый способ тестирования токсичности водной среды на эмбриональных биотестах с помощью метаболического критерия (изменение уровня свободнорадикальных реакций). Представляют практический интерес использование кристаллизационных проб в качестве индикаторов среды обитания наземных животных (**Каниева Н.А.**, **Л.Р. Кузьмина**; АГТУ), определение порога устойчивости эритроцитарных мембран к действию тяжелых металлов (**С.В. Котельникова** с коллегами; АГТУ).

Предложены также способы контроля качества воды по обеспеченности ее микроэлементами – Cu, Zn, Mn и Co (**В.В. Андреев**, АГТУ; **В.И. Воробьев**, Астраханский госуниверситет) и технология использования дрейссены (*Dreissena polymorpha*) для получения кормовой минеральной добавки (**Н.А. Небесихина**, **Н.И. Калалевский**, Азовский НИИ рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону). **С.А. Гусев** и сотрудники (Московский госуниверситет, ИО РАН, Москва) предложили методику детектирования поверхностно-активных загрязнений для мониторинга природных вод, основанную на измерении поверхностного натяжения воды. **Е.А. Соломонова** и **С.А. Остроумов** (Московский госуниверситет) разработали основы фитотехнологии очищения воды с помощью макрофитов.

Биогеохимическая индикация на молекулярном уровне разработана в ГЕОХИ РАН (**С.Ф. Тютиков**, **В.В. Ермаков**, **С.Д. Хушвахтова**, **В.Н. Данилова**). В этом случае примене-

ны новые биогеохимические и экологические маркеры – металлотioneины, уровень которых резко возрастает в организме при увеличении концентраций металлов в среде. **Н.Н. Ильинских** с сотрудниками (Сибирский ГМУ, Томск) сообщили о методике оценки резистентности к апоптозу лимфоцитов как диагностическому средству выявления предраковых состояний – персистенция вируса Эпштейна-Барра при апоптозе лимфоцитов крови у шахтеров.

Н.С. Петрунина и сотрудники (ГЕОХИ РАН, Москва) разработали метод экологической оценки горных экосистем по элементному составу водорослей и дифференциации живого вещества в условиях природных катастроф и техногенных факторов. Кроме того, важное практическое значение имеют биогеохимические методы поисков. Так, **Л.В. Борисова** и сотрудники (ГЕОХИ РАН, Москва) разработали тест-методы для определения рения в растениях в полевых условиях и установили явление резкого аккумуляирования рения растениями в рудных биогеоценозах, а **А.Н. Соболева** (ГЕОХИ РАН, Москва) обосновала элементы биогеохимического поиска медно-молибденовых аномалий в условиях таежной зоны Восточного Забайкалья. **Л.А. Осипова** и сотрудники (АГТУ) предложили способ рекультивации карьеров, а **Т.Ю. Пуховская, А.В. Пуховский** (ВНИИ агрохимии, Москва) предложили блокирование усвоения кадмия растениями за счет известкования почв и внесения микроудобрений цинка.

По геoinформационным технологиям необходимо отметить структуру ГИС «Брянск-йод» для эколого-геохимической оценки йодного статуса Брянской области, представленную **В.Ю. Березкиным** с соавторами (ГЕОХИ РАН, Москва), а также методологию биогеохимического районирования и картографирования, основанную на взаимодействии геохимических полей (**Е.М. Коробова**, ГЕОХИ РАН, Москва).

Интерес участников вызвали доклады, посвященные новым методам анализа вещества. Это методы элементного анализа биоматериала из эстуарных зон (**Г.М. Колесов**, ГЕОХИ РАН, Москва; **В.В. Аникиев**, МИЭП, Москва), системный подход к анализу биогеохимических объектов (**Г.М. Колесов**, ГЕОХИ РАН, Москва), метод прямого рентгеноспектрального анализа растений (**И.А. Рощина, Т.Г. Кузьмина**, ГЕОХИ РАН, Москва). Определенный научный интерес представлял доклад **Т.Н. Луценко** (ТИГ ДВО РАН, Владивосток). «Сезонная динамика и состав растворенного органического вещества в основных реках Приморского края»; автором была изложена методика анализа растворенного органического вещества посредством ВЭЖХ.

Большой интерес вызвал доклад **Ю.Л. Мельчакова** (Уральский госпединститут, Екатеринбург) «Исследование потока газовых форм химических элементов в системе «почва-растительность-атмосфера» (на примере Урала)». Было определено посредством масс-спектрометрии 72 химических элемента в пробах воздуха над массивом растений. Суммарно эвапотранспирационный перенос составил 1,7 т/(км²год). Автор полагает, что атмосферные выпадения, трансформированные растительностью и рассчитанные применительно к тем же 72 элементам, измеряются величиной 6, 3 т/(км²год), что свидетельствует о сопоставимости двух ветвей аэральной миграции, а значит, и о значимости эвапотранспирации. Роль аэротехногенного массопереноса тяжелых металлов (ТМ) рассматривалась также в докладе **Е.А. Карповой** «Роль удобрений в биогенной миграции тяжелых металлов (ГЕОХИ РАН, Московский госуниверситет). Оказалось, что уровень поступлений ТМ с аэрозольными выпадениями на агроэкосистемы, расположенные в одном регионе (Московской области) вблизи мегаполиса может различаться более, чем на порядок. По мнению автора, при оценке источников поступления ТМ в агроэкосистемы необходимо использовать данные атмосферных поступлений на конкретной территории.

При обсуждении докладов и проблем, представленных на Школе, участники конференции отметили следующее. Несмотря на исключение «биогеохимии» как специальности в списке ВАК, роль биогеохимии в современном обществе постоянно возрастает. Созданная В.И. Вернадским наука, играет принципиальную роль в формировании глобального мировоззрения человечества о происходящих в биосфере процессах. Оценка эволюции химического элементного состава организмов и среды их обитания – непреходящая задача биогеохимии, которая явилась центральной на данной конференции. Биогеохимия непосредственно связана с наблюдаемыми изменениями в биогеохимических циклах и необходимостью совершенствования технологий. Знания биогеохимии крайне необходимы в медицине и сельском хозяйстве при оценке экологического статуса жизненно важных макро- и микроэлементов, разработке методов изучения экологического состояния биогеоценозов, понимании эволюционных процессов, происходящих в природе, нормировании токсических веществ и микроэлементов.

Особую актуальность приобретают проблемы биогеохимической эволюции таксонов биосферы, взаимовлияния макро- и микроэлементов в природно-техногенных циклах, дифференциации природных и техногенных составляющих циклов и зависимости статуса макро- и микроэлементов от техногенного преобразо-

вания природных комплексов. Данные вопросы, рассмотренные на форуме, непосредственно связаны с эффективной коррекцией микроэлементозов и оптимальным применением специальных пищевых добавок и микроудобрений в медицине, ветеринарии и растениеводстве.

По материалам Школы опубликован сборник тезисов «Биогеохимия в народном хозяйстве: фундаментальные основы ноосферных технологий. VI-я Международная биогеохимическая школа, г. Астрахань. 22-25 сентября 2008 года: тезисы / Под ред. В.Ф. Зайцева. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2008. – 176 с.

В принятой Резолюции участники Школы просят Президиум РАН учредить комплексный постоянно действующий Научный Совет по проблемам биогеохимии в рамках Отделения Наук о Земле РАН, Министерство высшего и

среднего образования РФ ввести преподавание специальности «биогеохимия» в университетах и ВУЗах Российской Федерации с экологической направленностью, ВАК РФ восстановить специальность «биогеохимия» по защите кандидатских и докторских диссертаций. Кроме того, принято решение создать специальный сайт в Интернете для информирования ученых и всех заинтересованных лиц о выпуске новой литературы, научных конференций и симпозиумов по проблемам биогеохимии, геохимической экологии, общим вопросам экологии, химии почв, проблемам микроэлементозов.

Участники школы отметили высокий уровень организации работы конференции и выразили сердечную благодарность руководству и сотрудникам Астраханского государственного технического университета.

В.В. Ермаков

*Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И. Вернадского РАН, Москва*

В.Ф. Зайцев

*Астраханский государственный технический
университет, Астрахань*