

Л.С. Васильянова¹, Г.А. Козбагарова¹

¹Национальный центр государственной научно-технической экспертизы,
г. Алматы, Казахстан

ЭКОЛОГИЯ КАЗАХСТАНА (часть 2)

Аннотация. В статье описывается экологическая ситуация в Казахстане в настоящее время. Отмечены основные источники загрязнения воздуха, воды и почвы: добывающая и перерабатывающая промышленность; запуски с космодрома Байконур и попадание во внешнюю среду ядовитого ракетного горючего; радиационные отходы уранодобывающих предприятий и ядерных полигонов. Проанализированы публикации казахстанских ученых, посвященные современным высокоэффективным методам анализа загрязнителей и их влиянию на состояние природных экосистем и здоровье человека. Проблемы загрязнения и защиты окружающей среды рассмотрены в следующих экологических аспектах: водоочистка, утилизация опасных отходов, рекультивация земли, обезвреживание радиоактивных отходов, оценка загрязнения ракетным топливом. Материалы статьи могут быть полезны специалистам, работающим в области промышленной экологии, водоочистки, сельского хозяйства, биологии и медицины.

Ключевые слова: экология, загрязнители, водоочистка, сельское хозяйство, радиоактивные отходы, ракетное топливо.

...

Түйіндеме. Мақалада бүгінгі күнгі Қазақстандағы экологиялық жағдай сипатталады. Ауаны, суды және жер қыртысын ластайтын негізгі кездер ретінде: кен игеру және өңдеу өнеркәсібі; Байқоңыр ғарыш айлағынан зымырандардың ұшырылуы және улы зымыран отынының қоршаған ортаға түсуі; уран өндіруші кәсіпорындар мен ядролық полигондардың радиациялық қалдықтары көрсетілді. Қазақстандық ғалымдардың лаптағыштарды талдаудың заманауи жоғары тиімді әдістері және олардың табиғи экожүйелердің және адам денсаулығына өсері туралы басылымдары талданды. Қоршаған ортаның ластануы мен оны қорғау мәселелері келесідей экологиялық аспектілерде қарастырылады: суды тазарту, қауіпті қалдықтарды жою, топырақ құнарлығын қалпына келтіру, радиоактивті қалдықтарды залалсыздандыру, зымыран

отынмен ластануды бағалау. Мақаланың материалдары енеркәсіптік экология, суды тазарту, ауыл шаруашылығы, биология және медицина саласында жұмыс істейтін мамандар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Түйінді сөздер: экология, ластағыштар, суды тазарту, ауыл шаруашылығы, радиоактивті қалдықтар, зымыран отыны.

• • •

Abstract. The article describes the environmental situation in Kazakhstan at present. In the article are shown the main sources of pollution of air, water and soil: mining and processing industry; launches from the Baikonur cosmodrome and getting into the environment of toxic rocket fuel; radioactive waste from uranium mining companies and nuclear test sites. Publications of Kazakh scientists on modern high-performance methods of analyzing of pollutants and their influencing natural ecosystems and human health were analyzed. The problems of pollution and protection of the environment were considers in the following environmental aspects: water treatment, hazardous waste management, land reclamation, disposal of radioactive waste, assessment of pollution from rocket fuel. The article may be useful for specialists working in the field of industrial ecology, water treatment, agriculture, biology and medicine.

Keywords: environment, pollutants, water treatment, agriculture, radioactive waste, rocket fuel.

Введение. Как говорилось в предыдущем номере, проблемы экологии и экологической безопасности в настоящее время являются господствующей идеологией и ключевыми вопросами современного естествознания и всего комплекса наук о Земле. [1]. Неоспорима необходимость создания эффективной системы управления охраной окружающей среды и рациональным природопользованием. Возрастающие объемы выбросов и сбросов загрязняющих веществ многочисленными отраслями промышленности, объектами энергетики, автотранспорта и другими техногенными источниками давно достигли критических величин. Загрязняющие вещества, приводят к необратимым процессам на уровне отдельных регионов и даже в масштабе всей Планеты [2].

Основные факторы воздействия имеющихся технологий на окружающую среду – это промышленные отходы, выбросы и сбросы. По статистическим данным, из 120 Гт ископаемых материалов и биомас-

сы, используемых мировой экономикой за год, только 9 Гт (7,5%) преобразуется в полезную продукцию. Рост объемов отходов промышленной деятельности на Земле продолжается экспоненциально [3]. В связи с этим одной из глобальных экологических проблем является загрязнение окружающей среды токсинами техногенного происхождения.

Обезвреживание радиоактивных отходов. Проблема обезвреживания радиоактивных отходов является важной для Казахстана, обладающего 20% мировых запасов урана. В РК имеются 6 крупных ураноносных провинций, множество мелких месторождений и рудопроявлений урана, а также отходы, накопленные на уранодобывающих предприятиях и ядерных полигонах, которые обуславливают повышенный уровень естественной радиоактивности. Добыча урана осуществляется методом подземного выщелачивания - по существу безотходным производством, проводимым на месте залегания рудных тел без выполнения горных работ, нарушающих существующие природные условия недр и поверхности. При подземном выщелачивании из недр путем закачки сернокислотных растворов извлекается уран и в значительных количествах целый ряд продуктов его распада - ^{238}U , ^{234}U . Эти естественные радионуклиды и являются потенциальным источником радионуклидного воздействия на атмосферу, почву, растительность, природные воды и в конце биологической цепочки – на население. В связи с этим казахстанские ученые уделяют серьезное внимание разработке современных, точных, автоматизированных и скоростных методов анализа загрязненных радионуклидами объектов [4].

В Казахстане загрязнена радиацией территория около 350 тыс. кв. км, где проживает более миллиона человек [5]. Поскольку радиоэкологическая ситуация является существенным фактором социально-экономического развития страны, необходимо учитывать состояние радиационного загрязнения и обеспечение радиационной защиты. В этой связи крайне важно, чтобы исследования не ограничивались площадкой ядерных испытаний в Семипалатинске и выведенным из эксплуатации ядерным реактором вблизи Актау. Наибольшую опасность представляют радиоактивные загрязненные отходы при добыче урана и радиационное загрязнение от добычи нефти.

Курдай в Казахстане и Табошар в Таджикистане были местами добычи урана, эксплуатируемыми в 1950-1960 гг. в рамках ядерной

программы СССР. В настоящее время они являются потенциальными источниками уранового загрязнения окружающей среды. В обоих районах добычи открытые карьеры, из которых добывалась урановая руда, заполнились водой из-за притока грунтовых вод и осадков. Эти искусственные ямные озера содержат рыбу, потребляемую иногда местными жителями, а дикие и домашние животные используют воду для питья. В 2006 г. в Курдае и в 2006 и 2008 гг. в Табошаре эти озера были обследованы для оценки уровня содержания и потенциального воздействия урана [6].

Результаты анализа показывают, что концентрация урана в воде озер была относительно высокой, около 1 мг/л в Курдае и около 3 мг/л в Табошаре. Влияние ураносодержащих материалов на озера и воды ниже по течению было изучено путем измерения концентраций ^{238}U и $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$. Как в Курдае, так и в Табошаре эти величины заметно выросли: от примерно 1,0 на озерных ямах до более, чем на 1,5 ниже по течению озер. Концентрация ^{238}U в жабрах, печени, мышцах и костях рыб из ямных озер была намного выше, чем у контрольной рыбы. Пиковая концентрация урана отмечена у *Syrpinus auratus*, пойманных в Табошаре, мг/кг веса: в костях - 13, почках 9,1 и жабрах 8,9. Коэффициенты биоконцентрации, рассчитанные для органов рыб, пойманных в ямном озере Табошара, имеют ту же тенденцию, что и в Курдайском ямном озере: уран, мг/кг веса накапливается преимущественно в костях - 4,8; жабрах -3,6; почках-3,6; печени-2,5. В то же время наименьшее количество урана было накоплено в мышцах - 0,12 мг/кг веса. Отмечено, что данный уровень урана является опасным для здоровья при употреблении данной рыбы в пищу. По результатам испытаний сделан вывод о том, что для снижения экологического риска для человека и биоты следует принять ограничительные меры в отношении потребления питьевой воды и рыбы из этих ямных озер.

Содержание радиоактивных изотопов ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{210}Po и ^{210}Pb было определено в собранных по течению реки Шу пробах поверхностных вод, протекающих на границе между Казахстаном и Кыргызстаном [7]. В исследуемом районе река проходит через ряд крупных урановых месторождений, которые активно эксплуатируются в ходе различных ядерных программ. Результаты анализов демонстрируют тенденцию роста концентраций урана вниз по течению реки от города Токмак в город Шу с хорошей корреляцией между общей

концентрацией урана и общим содержанием растворенных твердых веществ. Данные по изотопам урана указывают на наличие техногенных отходов урана в реке Шу вниз по течению от города Карасу, о чем свидетельствует уменьшение измеренного изотопного отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ от 1,63 в незагрязненных местах до 1.29 в местах горнодобывающей деятельности.

Представлены данные о концентрации ^{238}U в пробах поверхностных и подземных вод, отобранных на отдельных участках добычи урана в Казахстане и Кыргызстане, а также в системах водоснабжения населенных пунктов, расположенных в непосредственной близости от них [8]. Для определения ^{238}U во всех случаях использовали радиохимический нейтронно-активационный анализ (РНК). Кроме того, для точности оценки образцы анализировали с помощью α -спектрометрии высокой разрешающей способности в соответствии со стандартами радиохимического разделения и очистки. Результаты исследования показывают, что пробы питьевых вод, отобранные в населенных пунктах, расположенных вблизи уранодобывающих участков, характеризуются относительно низкими концентрациями урана (1.9-35.9 мкг/л). По сравнению с ними пробы поверхностных вод, забранные в тех же местах, отличаются более высокими концентрациями урана. Это свидетельствует о попадании в поверхностные воды радиоактивных отходов, образующихся в результате добычи урановых руд.

Помимо оценки загрязнения вод и почвы радиационными и техногенными источниками важной задачей является выяснение возможности их очистки. Реактивные материалы для нейтрализации технологических растворов уранодобывающих предприятий и для очистки загрязненных радионуклидами объектов должны отвечать следующим требованиям: безопасность, стабильность, удовлетворительная проницаемость и низкая стоимость, высокая селективность к удаляемым токсичным компонентам. Для извлечения радионуклидов широко применяются различные сорбционные материалы: природные и синтетические, комплексообразующие, модифицированные, композиционные. В последнее время большое внимание исследователей уделяется использованию для этих целей природных сорбентов - бентонитов и цеолитов. Бентониты относятся к слоистым и ленточно-слоистым минералам глинистого типа с разбухающей структурой.

Цеолиты – это порода с кристаллической структурой, жесткой решеткой каркасного типа. Данные минералы характеризуются большим разнообразием состава и свойств. Химические, термические, механические методы модифицирования исходных материалов позволяют задавать им определенные сорбционные свойства и необходимую форму, повышать химическую и механическую устойчивость. Основными преимуществами этих природных сорбентов являются высокая селективность к ионам отдельных элементов или их узких групп, повышенная термическая и радиационная устойчивость, химическая инертность, доступность и экологическая чистота. Перечисленные достоинства цеолитов и бентонитов позволяют рекомендовать их в качестве эффективного отечественного природного сырья для снижения негативного влияния радиационных и техногенных токсинов на окружающую среду [9].

По результатам изучения сорбции тяжелых металлов природными цеолитами разработаны научные и технологические основы создания искусственных геохимических барьеров с использованием модифицированных форм кремнийсодержащих природных материалов для защиты объектов окружающей среды от тяжелых металлов и радионуклидов - продуктов техногенной деятельности человека [10].

Для решения экологическими проблем, связанных с утечкой из резервуаров жидких радиоактивных отходов и загрязнением ими подземных вод, разрабатываются проницаемые реактивные барьеры на основе отечественных природных цеолитов. С этой целью изучены физико-химические (в т. ч. сорбционные) характеристики клиноптилолитоподобного туфа (СВТ) Чанканайского месторождения Казахстана [11]. Получены данные о химическом и фазовом составе СВТ, его общей катионообменной способности, равновесных (обменных) и кинетических (диффузионных) характеристиках. При изучении процесса сорбции радиоактивных элементов Cs^+ и Sr^{2+} из 0,07 н раствора $CaCl_2$, моделирующего растворы подземных вод, установлено, что СВТ эффективно поглощает цезий и практически не поглощает стронций. Выясняются причины низкой селективности туфа по отношению к иону Sr^{2+} . На основе равновесных и кинетических характеристик процесса предложена математическая модель сорбции в динамических условиях. Проводится оценка времени защиты геохимического барьера на основе СВТ от жидких радиоактивных отходов.

Изучены композиционные материалы на основе ферроцианидов металлов в сочетании с природными минеральными сорбентами для обработки жидких радиоактивных отходов с высоким содержанием солей и изотопов цезия [12]. Установлено, что лучшей сорбционной способностью по отношению к цезию обладают композиты на основе ферроцианида меди. Определен ряд факторов, влияющих на удаление цезия из жидких радиоактивных отходов, а именно: общее содержание соли, pH и концентрация органического вещества. Отмечено, что высокие концентрации комплексообразующих органических веществ значительно уменьшают сорбционную способность ферроцианидных сорбентов.

Оценка загрязнения ракетным топливом. В результате деятельности космической отрасли каждый запуск ракеты сопровождается попаданием частей ракетного топлива в окружающую среду. В связи с этим проводится экологический мониторинг территорий космодрома Байконур, включающий в себя широкий ряд исследований влияния высокотоксичных компонентов ракетного топлива на состояние природных экосистем и здоровье человек. Для обнаружения продуктов распада ракетного топлива требуются быстрые, эффективные и недорогие аналитические методы. В то же время дефицит физико-химических и токсикологических данных часто препятствует оценке потенциально опасных химических веществ, высвобождаемых в окружающую среду. В таких случаях количественные отношения структура-активность/структура-свойство (QSAR/QSPR) представляют собой очевидную альтернативу для получения отсутствующих экспериментальных значений. Однако для этого требуется дополнительная обработка данных для выяснения возможных связей между отдельными соединениями, а также между различными параметрами, используемыми для комбинированной характеристики исследуемых веществ. Рассмотрено применение способа QSAR / QSPR в сочетании с методикой ранжирования частичного порядка (POR) и формального концептуального анализа (FCA) [13]. Данный комбинированный подход является удобным методом предварительной оценки воздействия на окружающую среду и здоровье человека первичных загрязняющих веществ и последующих продуктов их трансформации, которые могут быть как постоянными, так и биоаккумулирующими и токсичными.

Для определения степени загрязнения почвы ракетным топливом 1,1-диметилгидразином (1,1- DMH) было изучено три места падения первых ступеней ракеты Протон. В результате анализа образцов почвы с мест падения обнаружено 18 ранее неизвестных метаболитов 1,1-DMH, образующихся только в полевых условиях. Максимальные концентрации имели следующие соединения, мг/кг: 1-метил-1H-1,2,4-триазол - 57,3, 44,9 и 13,3; 1-этил-1H-1,2,4-триазол - 5,45, 3,66 и 0,66; 1,3-диметил-1H-1,2,4-триазол - 24,0, 17,8 и 4,9 в местах падения 1, 2 и 3 соответственно. 4-Метил-4H-1,2,4-триазол был обнаружен только в местах падения 2 и 3, где его максимальные концентрации составляли 4,2 и 0,66 мг/кг соответственно. Загрязнение почвы продуктами трансформации 1,1-DMH было обнаружено только в эпицентрах падения ракетных ускорителей в диаметре от 8 до 10 м. Изучение распространения продуктов распада 1,1-DMH вдоль профиля почвы показало, что они могут мигрировать до глубины 120 см с максимальной концентрацией на глубине от 20 до 60 см. Однако этот показатель может варьироваться в зависимости от состава, влажности и физических свойств почвы, особенностей ландшафта и др. условий. Следует отметить, что в поверхностном слое были обнаружены только полувolatile продукты распада [14].

С использованием твердофазной микроэкстракции (ТФМЭ) в сочетании с газовой хроматографией и масс-спектрометрией разработан метод количественного определения в почвах наиболее стабильного продукта ракетного топлива - высокотоксичного несимметричного диметилгидразина - 1-метил-1H-1,2,4-триазола (MTA) [15]. Отмечено, что количественное определение органических соединений в пробах грунта (SPME) осложняется матричным эффектом. Для управления матричным эффектом был выбран метод изотопного разбавления с использованием дейтеризованного 1-(трифторметил)-1H-1,2,4-триазола (MTA-d3). Работа включала в себя изучение матричного эффекта, оптимизацию стадии уравнивания (время и температура) образца после пика MTA-d3 и проверку разработанного метода. Исследование почв разного типа и влагосодержания подтвердило эффективность метода SPME для определения анализируемого вещества. Показано, что использование изотопного разбавления дает возможность минимизировать матричные эффекты. Тем не менее, требуется надлежащее уравнивание MTA-d3 в почве. Выявлено, что при температу-

ре ниже 40°C не удается достичь полного уравнивания МТА-d3. При повышении температуры до 60 °C и 80 °C уравнивание усиливается, достигая теоретических соотношений отклика МТА/МТА-d3 после 13 и 3 ч соответственно. Восстановление МТА зависит от концентрации МТА-d3 во время опыта. Самая низкая концентрация МТА составила 0,24 мг/кг, лучшие показатели использования МТА - 91-121%. Добавление избытка воды в образец почвы до начала SPME увеличивает скорость уравнивания, но снижает чувствительность метода. Предел обнаружения метода зависит от типа почвы, содержания воды и составляет величину < 1 мг/кг. Следует отметить, что разработанный метод полностью автоматизирован и требует гораздо меньше времени, трудовых и финансовых затрат по сравнению с известными способами.

1-Метил-1Н-1,2,4-триазол (МТА) является наиболее стабильным продуктом трансформации ракетного топлива на основе диметилгидразина. Концентрация МТА в почвах, загрязненных разливами ракетного топлива, регулярно контролируется с использованием ряда доступных методов на основе газовой хроматографии и масс-спектрометрии (GC-MS). Комплексная и трудоемкая подготовка проб делает количественную оценку МТА довольно дорогостоящей процедурой и непригодной для измерений на месте. В связи с этим на основе экстракции растворителем и GC-MS разработан новый метод быстрого определения МТА в образцах почвы. Эффективность экстракции МТА с использованием известных полярных органических растворителей колеблется от 30 до 95 % для разных почв. Метод разведения изотопов с применением МТА-d3 обеспечивает эффективный контроль матричного эффекта и восстановление анализа в диапазоне 70-130 % для всех тестируемых растворителей - ацетона, метанола и ацетонитрила. При анализе может быть использован любой из испытуемых растворителей в зависимости от их доступности в лаборатории. Добавление 3 г молекулярных сит 4 Å к ацетоновым экстрактам из почвы удаляет 98 % воды и не влияет на отношение концентраций МТА / МТА-d3 [16]. По сравнению с конкурентным методом на основе SPME разработанный подход не требует длительного уравнивания почв при повышенных температурах. Он пригоден для определения концентрации МТА выше 300 мг/кг. В почвах, взятых с места аварии «Протон» в 2013 г., концентрация МТА достигала

600 мг/кг. Воспроизводимость и точность метода находятся ниже 9 и 23% соответственно. Предел обнаружения составляет менее 2 мг/кг для всех исследуемых образцов.

Количественная оценка концентрации продуктов трансформации ракетного топлива - несимметричного диметилгидразина (1,1-DMH) в воде требует комплексной аналитической аппаратуры и утомительной подготовки проб. С учетом этого разработан простой и автоматизированный метод количественной оценки продуктов трансформации 1,1-DMH в воде с использованием твердофазной микроэкстракции с пространственным разделением - HS SPME [17]. Метод HS SPME основан на микроэкстракции аналитов и их последующей термической десорбции для анализа с помощью газовой хроматографии. Экстракция с использованием 85 А м. карбонбен/полидиметилсилоксанового волокна при 50°C в течение 60 мин. обеспечивает оптимальное соотношение чувствительности и точности процесса. Одновременный масс-спектрометрический анализ с положительной химической ионизацией повышает точность и селективность метода. Пределы обнаружения двенадцати аналитов GC-MS/MS с химической ионизацией составляют около 10 нг/л. GC-MS обеспечивает аналогичные пределы обнаружения для пяти исследованных аналитов. Точность, определяемая GC-MS, составляла 75-125% для шести аналитов. По сравнению с другими доступными методами, основанными на подборе образцов без SPME (например, жидкостно-жидкостной и твердофазной экстракции), разработанный метод является более простым, автоматизированным, охватывает большее число продуктов распада 1,1-DMH, а также обеспечивает более низкие пределы их обнаружения. Метод рекомендуется для оценки качества воды на территориях, затронутых космической деятельностью, и других соответствующих исследований.

Одним из важных продуктов превращения ракетного топлива 1,1-диметилгидразина (1,1-DMH) является формальдегид диметилгидразоновый (FADMH), токсичность которого сравнима с таковой для недоразложившегося 1,1-DMH. Для количественного определения FADMH в воде разработан метод микроэкстракции с помощью волокна в сочетании с газовой хроматографией, масс-спектрометрией и обнаружением азота и фосфора [18]. Изучено влияние покрытия волокна, температуры экстракции и десорбции, времени экстракции

и pH на восстановление аналита. Оптимальные результаты получены в следующих условиях: покрытие волокна Headspace 65 мкм полидиметилсилоксан/дивинилбензол, время извлечения 1 мин, температура 30°C. Оптимальными условиями десорбции волокна являются pH>8,5 и температура 200°C. Пределы обнаружения азота и фосфора для масс-спектрометрии составляют 1,5 и 0,5 мкг/л соответственно. Метод был опробован в ходе лабораторных экспериментов для количественной оценки FADMH и рекомендован для натуральных испытаний.

Казахстанскими учеными изучено возможное влияние ракетного топлива и продуктов его трансформации на здоровье человека [19]. Проведено моделирование структуры, токсичности, биологической активности и специфического влияния указанных веществ на сердечно-сосудистую и желудочно-кишечную системы, почки, печень и легкие. Установлено, что все изученные соединения легко всасываются при пероральном введении. При этом значительное количество их поступает в систему кровообращения. Данные соединения не являются столь высокотоксичными, как цианид водорода, однако некоторые из них могут оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека. Кроме того, с высокой долей вероятности предсказано, что некоторые соединения обладают потенциальной канцерогенностью, мутагенностью, тератогенностью и/или эмбриотоксичностью. С использованием методик ранжирования частичного порядка определен ряд соединений по их прогнозируемому воздействию на здоровье человека: N-нитрозодиметиламин, 1,1,4,4-тетраметилтетразол, триметилгидразин, диметилгидразон ацетальдегида, 1,1-формил 2,2-диметилгидразин и диметилгидразон формальдегида соответственно.

Проведена оценка состояния экосистем, загрязненных компонентами ракетного топлива, на примере индукции перекисного окисления липидов и хромосомных aberrаций у грызунов, обитающих в зоне космодрома Байконур [20]. Результаты показали увеличение уровня гидропероксида липидов и малонового диальдегида в печени грызунов *Citellus ruggmaeus* Pallas и *Mus musculus* L., что свидетельствует об увеличении активности свободных радикалов и повреждении ДНК. Цитогенетический анализ клеток костного мозга подтвердил, что частота хромосомных aberrаций в несколько раз выше у грызунов с загрязненной территории. Таким образом, показатели окислительного стресса и высокий уровень хромосомных aberrаций достоверно сви-

детельствуют о токсическом и мутагенном воздействии космодрома на экосистемы.

Мутагенный эффект ракетного топлива экспериментально изучен в сравнении с хорошо известным мутагеном N-нитрозодиметиламином [21]. Проявление мутагенного эффекта данными соединениями было оценено посредством значительного увеличения частоты аберраций хромосом в клетках костного мозга интоксигированных крыс. Уровни хромосомных аберраций, индуцированных 1,1-диметилгидразином, изучались после одиночных (1h) и повторных доз в течение 10 дней путем ингаляции ($205\text{-}1028\text{ мг/м}^3$) и введения в зоб ($5,4\text{-}26,8\text{ мг/кг}$) соответственно. Для сравнения N-нитрозодиметиламин вводили путем ингаляции (2 ч/сут. в течение 10 дней) и через желудочный зонд в концентрациях $2,4\text{-}48\text{ мг/м}^3$ и $1\text{-}30\text{ мг/кг}$ соответственно. Была выявлена четкая зависимость концентрации от времени воздействия. Подход BenchMarkDose использовался с целью установления ориентировочных доз данных соединений для проявления ими мутагенности, Обсуждены последствия и оценка воздействия ракетного топлива на здоровье человека.

Заключение. На пути к устойчивому социально-экономическому и экологически безопасному развитию нет более важной задачи, чем защита природных богатств, сохранение биоразнообразия и рациональное использование природно-ресурсного потенциала. По мнению широкого круга ученых и специалистов, только с помощью экологии можно указать человечеству путь к обществу устойчивого развития, в котором природопользование рационально, ресурсы не истощаются, окружающая природная среда не загрязняется и процветание нынешнего поколения не лишает потомков возможности нормальной жизни.

На протяжении нескольких последних десятилетий практически на всех континентах планеты острейшими являются проблемы существенного снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха, повышения качества питьевого водоснабжения, а также управления (утилизация, переработка) промышленными и бытовыми отходами [22].

Во многом экологическая ситуация и тенденции ее изменения определяются промышленным производством и хозяйственной деятельностью. Несмотря на отдельные успехи и достижения, общая картина здесь продолжает ухудшаться, что ведет к дальнейшему раз-

вitiю экологического кризиса в мире. Основная причина подобного положения заключается в низкой эффективности используемых механизмов экологического контроля и управления на промышленном производстве, преимущественно основанных на жестких административных методах и принуждении. Административно-командная система управления прошлых лет не смогла обеспечить минимизацию воздействия производства на окружающую среду. Все более очевидной становится необходимость поиска новых путей и подходов к решению экологических проблем промышленного производства. Основным из таких путей в мире общепризнан экологический менеджмент.

Экологический менеджмент изучает постоянно меняющиеся, естественные условия среды обитания человека и уровни использования обществом окружающей природной среды. Концепция устойчивого развития предполагает систему мер по обеспечению экологической безопасности. Экологическая безопасность – это состояние защищённости биосферы и человеческого общества, а на государственном уровне - защищённости государства от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду. Экологический менеджмент представляет собой систему отношений и одновременно совокупность методов, управляющих решением многообразных природно-ресурсных и экологических проблем, возникающих на различных уровнях экономической иерархии - от предприятия и муниципалитета до общенациональной и глобальной экономики.

Экологический менеджмент включает:

- правовой и экономический механизмы охраны природы;
- систему государственных и региональных органов управления;
- деятельность руководителей и специалистов предприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

Экологический менеджмент позволяет:

- для компаний – выявить шансы в области экономии издержек, освоения новых экологических рынков, повышения на этой основе конкурентоспособности;
- для регионов и стран – повысить качество окружающей природной среды с учетом интересов настоящих и будущих поколений;
- самой природе – поддерживать биоразнообразие и богатство природных ресурсов.

Методы экологического менеджмента содержат выработку экологических целей, их детализацию посредством соответствующих стратегий, программ и структур, практическую реализацию, а также контроль за достигаемыми результатами [23]. Отечественные ученые последовательно занимаются накоплением данных о современном состоянии среды, знаний о взаимодействии важных экологических факторов и разработкой новых методов уменьшения и предотвращения вреда, наносимого природе человеческой деятельностью.

Список литературы

1 Сатпаев А.Г., Махмутов Т.Т., Порядин В.И. Ресурсы и использование пресных подземных вод Казахстана в условиях техногенеза. - Алматы: Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина.-2013.

2 Разяпов А.З., Воронич С.С., Ломакин Г.В., Махомов Д.Е., Багрянцев В.А. Методологические основы и принципы формирования структуры многоуровневых систем экологического мониторинга// Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. -2014.- № 9.- С. 3-29.

3 Муратов О.Э., Тихонов М.Н. Проблемы обращения с радиоактивными отходами и облученным ядерным топливом в условиях инновационного развития ядерной энергетики//Научные и технические аспекты охраны окружающей среды.- 2012.- №1.- С. 81-97.

4 Панова Е.Н., Беремжанов Р.Б. Перспективы использования природных и техногенных сорбентов для нейтрализации воздействия технологических растворов подземного выщелачивания урана на окружающую среду//Химический журнал Казахстана. -2015.- №3.- С. 344-350.

5 Ermilov A. Nuclear testing, uranium extraction and the oil industry - Radiation contamination and radiation protection in Kazakhstan // OSTEUROPA . - 2008 .- Т. 58, вып. 4-5.- С. 165-176.

6 Stromman G., Rosseland B. O., Skipperud L., Burkitbayev L.M., Uralbekov B., Heier L. S., Salbu B. Uranium activity ratio in water and fish from pit lakes in Kurday, Kazakhstan and Taboshar, Tajikistan.// JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY.- 2013.-Т. 123, спец. вып. SI. - С. 71-81.

7 Burkitbayev M., Uralbekov B., Nazarkulova S., Matveyeva I., Vintro L.L. Uranium series radionuclides in surface waters from the Shu river (Kazakhstan)// JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MONITORING. -2012.-Т. 14, вып. 4.- С. 1190-1195.

8 *Uralbekov B.M., Smodis B., Burkitbayev M.* Uranium in natural waters sampled within former uranium mining sites in Kazakhstan and Kyrgyzstan// JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NUCLEAR CHEMISTRY.-2011. - Т. 289, вып. 3.- С. 805-810.

9 *Васильянова Л. С.* Природные минералы на службе экологии. Аналит. обзор. НЦ НТИ. Алматы.- 2015.- 90 с.

10 *Кожухметов С.К., Мамытбеков Г.К., Кальменова Г.А., Беремжанов Р.Б.* Научные и технологические основы создания искусственных геохимических барьеров на основе кремнийсодержащих природных материалов для защиты окружающей среды от тяжелых металлов и радионуклидов// Вестник КазНУ. Серия химическая.- 2011.- № 4.- С. 145-150.

11 *Nikashina V.A., Serova I.B., Kats E.M., Tokmachev M.G., Toropchenova E.S., Zhilkina A.V., Kuz'mina T.G., Bulenova K.* Permeable Reactive Barriers Based on Natural Zeolites from Kazakhstan in Solving Ecological Problems: Mathematical Model and Simulation// GEOCHEMISTRY INTERNATIONAL- 2017.- Т. 55, вып.1.-С. 38-46.

12 *Toropov A.S., Satayeva A.R., Mikhalovsky S., Cundy A.B.* The use of composite ferrocyanide materials for treatment of high salinity liquid radioactive wastes rich in cesium isotopes // RADIOCHIMICA ACTA.-2014.- Т. 102, вып. 10.- С. 911-917.

13 *Carlsen L.* The Interplay between QSAR/QSPR Studies and Partial Order Ranking and Formal Concept Analyses // INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES. -2009.- Т.10, вып.4.- С.1628-1657.

14 *Kenessov B., Alimzhanova M., Sailaukhanuly Y., Baimatova N., Abilev M., Batyrbekova S., Carlsen L., Tulegenov A., Naurzybayev M.* Transformation products of 1,1-dimethylhydrazine and their distribution in soils of fall places of rocket carriers in Central Kazakhstan //SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT.-2012.- Т.427.- С.78-85.

15 *Yegemova S., Bakaikina N.V., Kenessov B., Koziel J.A., Naurzybayev M.* Determination of 1-methyl-1H-1,2,4-triazole in soils contaminated by rocket fuel using solid-phase microextraction, isotope dilution and gas chromatography-mass spectrometry// TALANTA. -2015. - Т. 143.- С. 226-233.

16 *Zhubatov Z.K., Kenessov B., Bakaikina N.V., Bimaganbetova A.O., Akynbayev N., Bakhytkyzy I.* Fast Determination of 1-Methyl-1H-1,2,4-triazole in Soils Contaminated by Rocket Fuel Using Solvent Extraction, Isotope Dilution and GC-MS // Chromatographia.- 2016.- Т. 79, вып. 7-8.- С. 491-499.

17 *Bakaikina N.V., Kenessov B., Ul'yanovskii N.V., Kosyakov D.S., Pokryshkin S.A., Derbissalin M., Zhubatov Z.K.* Quantification of

Transformation Products of Unsymmetrical Dimethylhydrazine in Water Using SPME and GC-MS // *Chromatographia*. -2017. - Т. 80, вып. 6. - С. 931-940.

18 *Kenessov B., Sailaukhanuly Y., Koziel J.A., Carlsen L., Naurzybayev M.* GC-MS and GC-NPD Determination of Formaldehyde Dimethylhydrazone in Water Using SPME// *CHROMATOGRAPHIA*. - 2011. - Т. 73, вып. 1-2.- С. 123-128.

19 *Carlsen L., Kenessov B.N., Batyrbekova S.Y.* A QSAR/QSTR study on the human health impact of the rocket fuel 1,1-dimethyl hydrazine and its transformation products Multicriteria hazard ranking based on partial order methodologies // *ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY AND PHARMACOLOGY*. - 2009.- Т. 27, вып. 3. - С. 415-423.

20 *Kolumbayeva S., Begimbetova D., Shalakhmetova T., Saliev T., Lovinskaya A., Zhunusbekova B.* Chromosomal instability in rodents caused by pollution from Baikonur cosmodrome // *Ecotoxicology* . -2014. -Т. 23., вып. 7.- С. 1283-1291.

21 *Carlsen L., Kenessov B.N., Batyrbekova S.Y., Kolumbaeva S.Z., Shalakhmetova T.M.* Assessment of the mutagenic effect of 1,1-dimethyl hydrazine//*ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY AND PHARMACOLOGY*. -2009.- Т. 28, вып. 3. - С. 448-452.

22 *Разяпов А.З.* Современные методы и средства контроля загрязнений природной среды// Проблемы охраны окружающей среды и природных ресурсов.- 2011.- №7. - С. 3-103.

23 *Меркушин М.В., Трошкина О.А.* Экологический менеджмент и его функции / [Электронный ресурс], Самара, СамГУПС, 2011. - Режим доступа : <http://5fan.ru/wiewjob.php?id=623>

Васильянова Л.С., кандидат химических наук; e-mail: lvas@inti.kz

Козбагарова Г.А., кандидат химических наук; e-mail: chemists@inti.kz