НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
БИОЛОГО-ПОЧВЕННЫЙ ИНСТИТУТ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Межведомственный диссертационный совет Д. 03.18.569

На правах рукописи

УДК: 574.9 (575.2)

Ибраева Кымбат Бектурсуновна

Эколого-биогеохимическая оценка бассейна реки Каракол

03. 02. 08 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Бишкек – 2019

Работа выполнена на кафедре естественных наук Иссык-Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова

Научный руководитель: **Калдыбаев Бакыт Кадырбекович**
д.б.н., доцент Иссык-Кульского
государственного университета
им. К. Тыныстанова

Официальные оппоненты: **Канаев Ашимхан Токтасынович**
д.б.н., профессор, директор
НИИ проблем биотехнологии
Жетысуского государственного
университета им. И. Жансугурова

Токтосунов Тимур Асанович
к.б.н, доцент, зав. каф. биоэкологии
Кыргызского Национального университета
им. Ж. Баласагына

Ведущая организация: Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби, факультет биологии и биотехнологии: Республика Казахстан, г. Алматы 050040, проспект аль-Фараби, 71

Защита диссертации состоится «__» 2019 г. в ___ часов на заседании Межведомственного диссертационного совета Д 03.18.569 по защите диссертаций на соискание ученой степени (доктора) кандидата биологических наук при институте Биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики (соучредитель: Ошский государственный университет Министерства образования и науки Кыргызской Республики) по адресу: 720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 265.

Код вебинара: 721-031-1199

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной библиотеке Национальной академии наук Кыргызской Республики по адресу: г. Бишкек, пр. Чуй, 265 а, на сайте БПИ НАН КР https://bpinankr.kg .

Автореферат разослан «___» _____ 2019г.

Ученый секретарь
межведомственного
диссертационного совета,
кандидат биологических наук Бавланкулова К. Дж.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Иссык-Кульская котловина – уникальный район биосферы, в целях сохранения окружающей среды данного природного комплекса, по решению бюро Международного координационного совета Программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ), в 2001 году биосферная территория «Ысык-Кёль» была включена во всемирную сеть биорезерватов. Основным критерием Биосферной территории «Ысык-Кёль» является сбалансированное социально-экономическое развитие региона, соблюдение экологических норм в целях сохранения биоразнообразия, ландшафтов и природных экосистем. Обеспечение экологической безопасности выступает обязательным условием для достижения устойчивого развития, служит основой для сохранения природных экосистем и поддержания высокого качества окружающей среды. В регионе антропогенный фактор загрязнения речной воды наиболее высок летом из-за повышенной курортной активности. Весной и осенью основными загрязнителями являются составные компоненты азота (нитраты и аммоний), приносимые талыми водами с орошаемых участков земли. Неочищенные сточные воды городов, сел и санаториев являются потенциальным источником загрязнения в летний период (Дженбаев Б. М., Мурсалиев А. С., 2012; Дженбаев Б. М., Жолболдиев Б. Т., Калдыбаев Б. К., 2015; Djenbaev B.M, Kaldybaev B.K., Toktoeva T. E., 2016).

В бассейне реки Каракол интенсивно развивается туризм, транспорт, сельское хозяйство. Имеются экологические проблемы очистки сточных вод и утилизации твердых бытовых отходов, загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод, почвы экотоксикантами (Калдыбаев Б. К., 2012; Жолболдиев Б.Т., 2016; Кадырова Г. Б., 2017; Тыныбеков А. К., Азаматов Н.Б, 2017;Токтоева Т.Э., 2018).

Экология тяжелых металлов и радионуклидов в условиях бассейна реки Каракол до настоящего времени остаётся недостаточно изученной, существует потенциальная опасность их накопления в объектах окружающей природной среды. В связи с этим необходимы детальные эколого-биогеохимические и радиоэкологические исследования техногенных нагрузок, оценка степени их накопления и рассеивания в компонентах природных и техногенных экосистем: почвах, речных и сточных водах, контрольных парковых зонах региона.

Связь темы с научными программами. Работа включена в комплексную тему научно-исследовательской работы Иссык-Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова финансируемой департаментом науки министерства образования и науки Кыргызской Республики за 2018 год «Устойчивое развитие и рациональное использование природных ресурсов Иссык-Кульской области», за 2019 год «Экологические аспекты устойчивого развития города Каракол».

Цель и задачи исследования. Целью является эколого-биогеохимическая оценка уровней накопления и рассеивания микроэлементов, радионуклидов в компонентах окружающей среды города Каракол и сопредельных территорий.

Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:

1. Определение микроэлементного состава воды, донных отложений реки Каракол, содержания микроэлементов в почвах города Каракол и почвах полигона твердых бытовых отходов. Расчёты показателей абсолютного и относительного накопления микроэлементов.
2. Расчёт коэффициентов биологического поглощения микроэлементов растениями, выявление биологической реакции растений в условиях техногенной нагрузки.
3. Определение микроэлементного состава, содержания азота аммонийного, нитратного и нитритного в сточных водах очистительных сооружений города Каракол.
4. Определение мощности экспозиционной дозы, удельной активности радионуклидов в почвах города Каракол, установление дозы облучения и фактора радиационного риска для живых организмов.

Научная новизна полученных результатов. Впервые проведены комплексные эколого-биогеохимические и радиоэкологические исследования в условиях природно-техногенных экосистем бассейна реки Каракол. Результаты исследований показали, что вода реки Каракол слабо минерализована, гидрокарбонатно-сульфатного типа, с преобладанием кальция. Минерализация воды в период межени выше, чем в период максимального поверхностного стока. Превышение ПДК в речной воде для микроэлементов и радионуклидов по хозяйственно питьевому и культурно-бытовому пользованию не установлено. В илисто-глинистых фракциях донных осадков реки Каракол установлено накопление по Cu в 2,5 раз, Pb в 2 раз, U в 2 раз относительно кларковых значений.

В почвах центральной части города Каракол с интенсивным движением автотранспорта установлены превышение ПДК по Zn в 1,1-6,5 раз, Pb 1,2-2,5 раз. Для хвойных и лиственных деревьев, произрастающих в данных условиях, выявлено накопление в хвое и листьях Zn (КБП 4,5-11) и Pb (КБП 0,16-1,5). Установлена достоверная корреляционная зависимость между содержанием свинца в хвоинках сосны обыкновенной и количеством хвоинок с признаками усыхания (r-0,95, t-4,3; $p<0,05$).

Полигон ТБО города Каракол содержит около 80-85% твердых и до 15% пищевых отходов. В поверхностном слое почв полигона установлено превышение ПДК по Zn в 2,2-4,4 раз, Pb в 1,5-2,2 раз, As в 3-5 раз.

Очистительные сооружения города Каракол находятся в водоохраной зоне реки Каракол. В сточных водах установлено превышение ПДК по азоту аммонийному в 2,2 раз, в донных осадках иловых площадок установлено накопление Mo в 2,5 раз, Cu в 2-4,5 раз, P 2,5-3,7 раз относительно кларковых значений.

Радиоэкологические исследования показали, что уровень экспозиционной дозы радиационного фона по гамма-излучению, удельная активность радионуклидов: U, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs в почвах жилых районов города Каракол находится в пределах естественного уровня. Расчетные дозы облучения для живых организмов и фактор радиационного риска для окружающей среды не значителен.

Практическая значимость полученных результатов. Материалы диссертации могут быть использованы Генеральной дирекцией Биосферной территории «Иссык-Кёль», Иссык-Кульским территориальным управлением охраны окружающей среды и лесного хозяйства, Каракольским государственным природным парком в целях экологического мониторинга и охраны окружающей природной среды (Акт внедрения от 17.01.2019). Теоретические данные используются в учебном процессе Иссык-Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова при чтении курсов лекций, проведении семинарских и практических занятий по дисциплине: «Основы экологии» для студентов межфакультетских специальностей (Акт внедрения от 28.01.2019).

Личный вклад соискателя. Экспедиционные работы по отбору проб почвы, воды и донных отложений, растений, пробоподготовка, полевые исследования, составление карт-схем, экологическая оценка состояния природно-техногенных экосистем выполнены лично соискателем.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Содержание микроэлементов в воде, донных отложений реки Каракол, в почвах города Каракол, полигона твердых бытовых отходов и сопредельных территорий;
2. Содержание микроэлементов в растениях города Каракол, их накопление и биологическая реакция на техногенные нагрузки;
3. Содержания микроэлементов, азота аммонийного, нитратного и нитритного в сточных водах очистительных сооружений города Каракол;
4. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, удельная активность радионуклидов в почвах города Каракол, дозы облучения и факторы радиационного риска.

Апробации результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы были доложены на: Международной конференции «Эколого-экономическая эффективность природопользования» (г. Омск, 2014); II Международной конференции «Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах» (г. Тюмень, 2016); Международной научно-практической конференции Общества почвоведов Кыргызстана. «Почвенные ресурсы и продовольственная безопасность в условиях глобального изменения климата» (г. Бишкек, 2016); Международной конференции «Проблемы ихтиологии и гидробиологии в странах Центральной Азии» (г. Бишкек, 2017); Международной научно-практической конференции «Экспертное мнение» (г. Пенза, 2017); II Международной (XV Региональной) научной конференции «Техногенные

системы и экологический риск» (г. Обнинск, 2018); 13-м Международном симпозиуме по прикладной изотопной геохимии (г. Томск, 2019).

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. По результатам диссертации опубликовано 16 научных работ, из них 1 включенная в систему индексирования Scopus, 4 в научно-периодических журналах, включённых в РИНЦ.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа содержит 167 страниц, 50 рисунков, 30 таблиц. Список использованной литературы включает 144 наименования из них 24 на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

Приведен краткий анализ имеющихся материалов по содержанию микроэлементов и радионуклидов в природно-техногенных экосистемах. Рассмотрены проблемы загрязнения и уровни накопления их в объектах окружающей среды. Приведена краткая природно-климатическая характеристика и заболеваемость населения по городу Каракол.

Глава 2. Материал и методы исследования

Объект исследования: вода реки Каракол (элементный и радионуклидный состав – отбор проб в верхнем, среднем и нижнем её течении; отбор проб донных отложений); сточные воды очистительных сооружений г. Каракол (отбор проб на разных стадиях очистки: решетки, песколовки; первичные, вторичные отстойники; биопруды; на выходе очистных сооружений; отбор проб илистых осадков сточных вод); почвы на территории г. Каракол (микроэлементный и радионуклидный состав горно-долинных светло-каштановых почв); Каракольский государственный природный парк (горными темно-каштановыми почвами – контрольный участок).

Методы исследования: химический анализ проб воды реки Каракол и сточных вод очистных сооружений г. Каракол (минерализация, жесткость, содержание кальция, магния, натрия, калия, хлоридов, сульфатов, pH, гидрокарбонатов, карбонатов, нитратов, нитритов, аммония, $БПК_5$ – ЦНЛ Госкомгеология); радиоэкологический анализ (суммарная альфа и бета-активность радионуклидов в пробах воды – Лаборатория биогеохимии и радиоэкологии института Биологии НАН КР); анализ почв (содержание гумуса почвы по Тюрину, механический состав почвы по Качинскому, pH по методическим указаниям ЦИНАО, валовый азот, фосфор и калий по Мещерякову, емкость поглощения почв методом Бобко-Аскинази, обменный фосфор и калий по Мачигину, анализ водной вытяжки по ГОСТу 26424-25-26-27-28-85 – Республиканская почвенно-агрохимической станция);

микроэлементный анализ проб почв (спектральный анализ в ЦНЛ Госкомгеология); гамма-съемка местности (дозиметр-радиометр ДКС-96); изотопный состав радионуклидов в пробах почв и донных отложений реки Каракол (гамма спектрометр “Canberra”, модель GX4019 с программным обеспечением Genie-2000 S 502, S501 RUS – Лаборатория биогеохимии и радиоэкологии института Биологии НАН КР); оценка фактора радиационного риска (компьютерная программа Erica tool 1.2.); карты-схемы распределения микроэлементов в почвах, уровень экспозиционной дозы гамма-излучения на территории г. Каракол (геоинформационная система Golden Software Surfer 11); статистическая обработка результатов исследований (на основе пакета прикладных программ Statistica 6).

Глава 3. Результаты собственных исследований и их обсуждение

3.1. Содержание микроэлементов, удельная активность радионуклидов в воде и донных отложениях реки Каракол

Гидрографическая сеть в городе Каракол представлена системой реки Каракол, дающей питание многочисленным ирригационным каналам. Река Каракол берет начало из Каракольского ледника с северного склона Терскей Ата-Тоо на абсолютной высоте 5200 метров и впадает в озеро Иссык-Куль. Протяженность реки, примерно составляет 50 км., площадь водосборного бассейна - 394 км^2. В горной области река принимает ряд притоков Культыр, Кашка-Суу (правобережные) и Телеты, Айтюр, Зендын-Булак, Карча-Куян (левобережные).

По химическому составу вода реки Каракол слабо минерализована, гидрокарбонатно-сульфатного типа, с преобладанием кальция. Минерализация воды в период межени выше (188,1 мг/л), чем в период максимального поверхностного стока (129,5 мг/л). Минерализация воды увеличивается от верхних участков реки к устью (табл. 3.1; рис. 3.1).

Таблица 3.1 - Ионный состав воды реки Каракол в период минимального весеннего стока (5 марта 2018 г.)

Место отбора проб	Ионы (мг/л, M±m, p<0.05)						
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}+ K^{+}	HCO_3^{-} + CO_3	SO_4^{2-}	Cl^{-}	Сумма ионов
1. р. Каракол, устье р. Кашка-Суу	26,1 ±1,8	2,4 ±0,3	15,5 ±1,2	98,8 ±8,5	16,6 ±1,2	4,3 ±0,3	163,7 ±13,3
2. р. Каракол, в черте г. Каракол	29,3 ±2,2	4,2 ±0,6	17,3 ±1,5	103,0 ±9,5	19,2 ±1,5	5,3 ±0,5	178,3 ±14,2
3. р. Каракол (устье)	32,5 ±2,8	5,6 ±0,5	18,6 ±1,5	105,3 ±10,3	20,5 ±1,8	5,6 ±0,5	188,1 ±16,5

Элементный состав воды представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Элементный состав воды реки Каракол в период минимального весеннего стока (5 марта 2018 г.)

Место отбора проб	Концентрация (мг/л, M±m, p<0.05)													
	Mn	Ni	Ti	Cr	Mo	Cu	Pb	Ag	Zn	Sn	P	Sr	Ba	Li
1. р. Каракол, устье р. Кашка-Суу	0,009 ± 0,002	0,002 ± 0,0003	0,003 ± 0,001	-	0,0005 ± 0,0001	0,002 ± 0,0005	0,001 ± 0,0003	0,0002 ± 0,00003	0,008 ± 0,001	0,0001 ± 0,00002	0,006 ± 0,001	0,02 ± 0,004	0,01 ± 0,003	0,001 ± 0,0002
2. р. Каракол, в черте г. Каракол	0,01 ± 0,003	0,001 ± 0,0003	0,001 ± 0,0002	0,001 ± 0,0002	0,0010 ± 0,0003	0,003 ± 0,001	0,001 ± 0,0003	0,0001 ± 0,00003	0,01 ± 0,003	0,0004 ± 0,00001	0,008 ± 0,001	0,06 ± 0,003	0,02 ± 0,003	0,002 ± 0,0004
3. р. Каракол (устье)	0,008 ± 0,001	0,0013 ± 0,0002	0,002 ± 0,0005	-	0,0017 ± 0,0002	0,003 ± 0,001	0,0007 ± 0,0001	0,0002 ± 0,00005	0,012 ± 0,003	0,0003 ± 0,0001	0,01 ± 0,003	0,05 ± 0,001	0,01 ± 0,002	0,001 ± 0,0004
ПДК	0,1	0,02	0,1	0,05	0,07	1	0,01	0,05	1	-	-	7	0,7	0,03

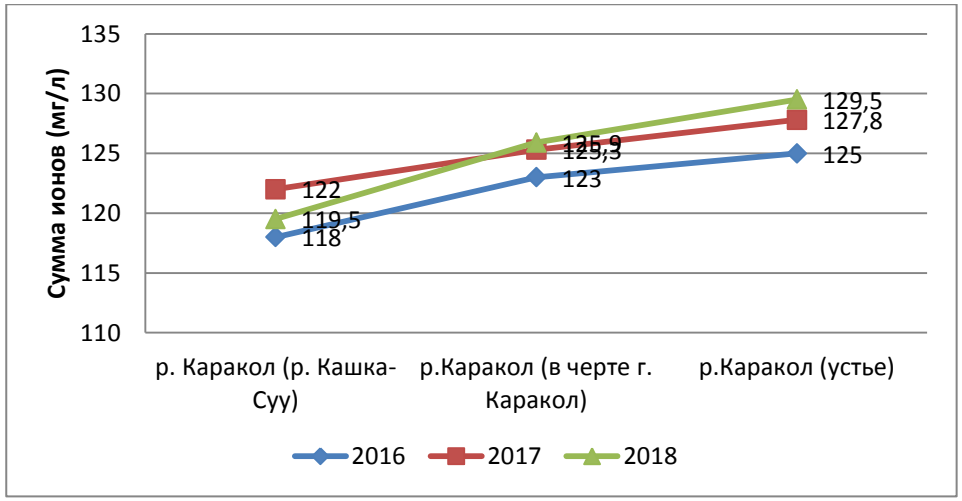

Рис. 3.1. Суммарное содержание ионов в воде реки Каракол за 2016, 2017, 2018 годы (июль)

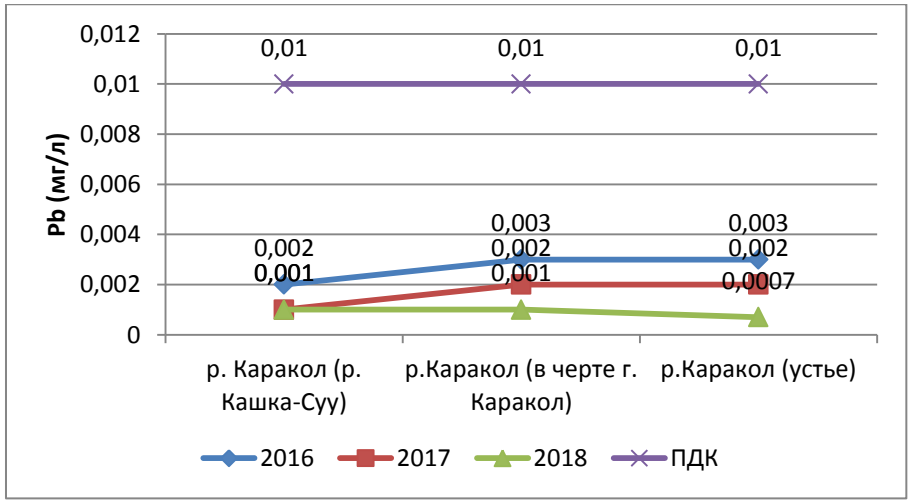

Рис. 3.2. Содержание свинца в воде реки Каракол за 2016, 2017, 2018 годы (март)

Содержание микроэлементов в воде реки Каракол находится в пределах установленных средних концентраций микроэлементов в речной воде, превышение ПДК не установлено (рис. 3.2). В илисто-глинистых фракциях донных осадков реки Каракол установлено накопление по Cu в 2,5 раз, Pb в 2 раз относительно кларковых значений (рис.3.3).

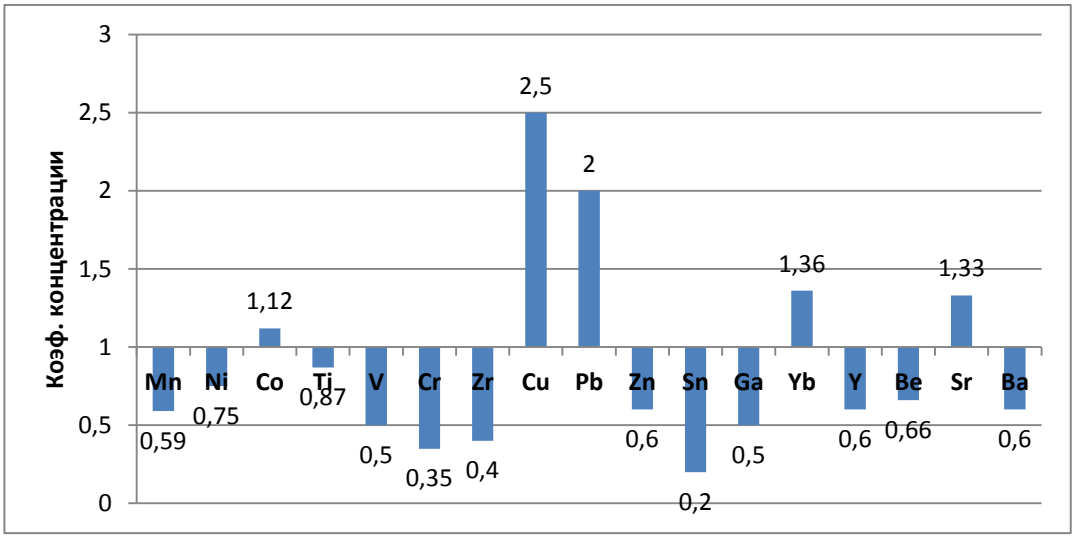

Рис. 3.3. Коэффициент концентрации химических элементов в донных отложениях реки Каракол в черте города

Альфа- и бета-активность воды реки Каракол. В соответствии с нормами СанПиН 2.1.4.002-03 контрольные уровни для питьевой воды альфа-излучателей составляют 0,1 Бк/л, бета-излучателей – 1,0 Бк/л. Результаты анализов проб воды реки Каракол показали, что уровни суммарной альфа-активности варьируют в пределах 0,06 – 0,10 Бк/л, бета-активности 0,06 – 0,12 Бк/л (табл. 3.3). Наблюдается незначительное увеличение активности радионуклидов в воде по рельефу местности к устью реки (рис. 3.4).

Таблица 3.3 - Суммарная α- и β- активности радионуклидов в воде реки Каракол (5 марта 2018 г.)

Место отбора пробы	Суммарная активность радионуклидов (Бк/л, M±m, p<0.05)	
	Альфа-активность	Бета-активность
1. р. Каракол (ущелье Каракол)	0,06±0,02	0,10±0,01
2. р. Каракол, устье р. Кашка-Суу	0,09±0,02	0,06±0,01
3. р. Каракол (в черте города мост ул. Карасаева)	0,08±0,02	0,09±0,01
4. р. Каракол (в черте города мост ул. Токтогула)	0,08±0,02	0,10±0,01
5. р. Каракол (за городом)	0,10±0,02	0,12±0,01
6. р. Каракол (устье)	0,10±0,02	0,12±0,01

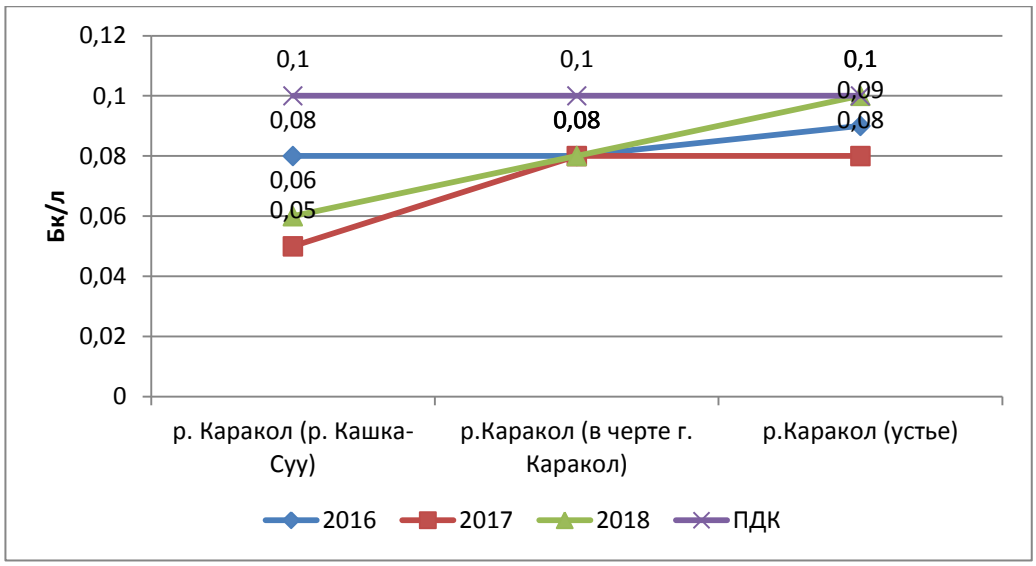

Рис. 3.4. Суммарная α-активность воды реки Каракол за 2016, 2017, 2018 годы (март)

В илисто-глинистых фракциях донных осадков реки Каракол содержание U и других радионуклидов находится в пределах фоновых значений, незначительное увеличение удельной активности радионуклидов наблюдается в устьевой зоне реки, по U в 2 раз, по ^{232}Th в 1,7 раз, ^{40}K в 1,5 раз (рис. 3.5).

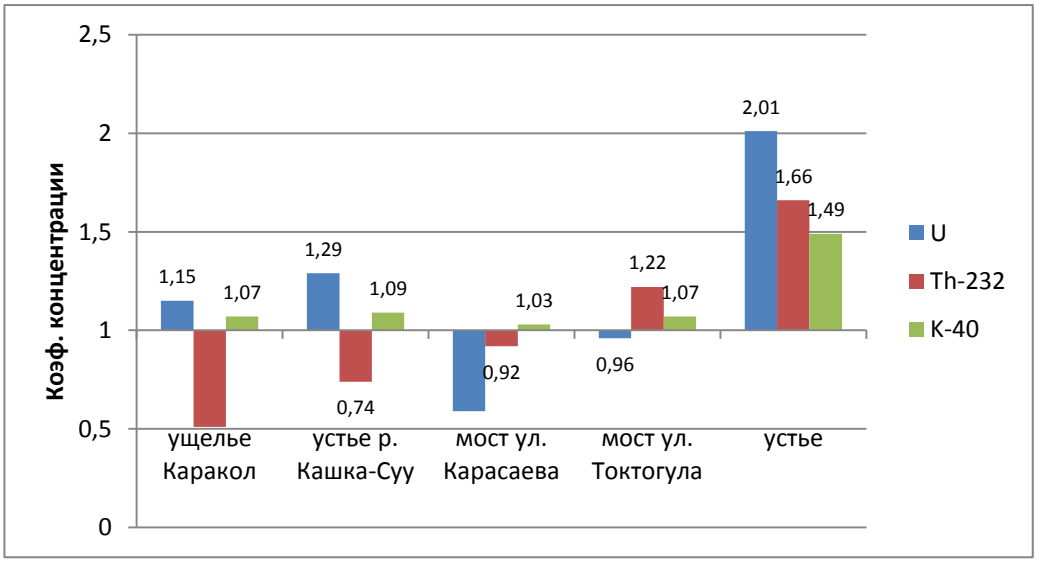

Рис. 3.5. Коэффициент концентрации радионуклидов в донных отложениях реки Каракол

3.2. Содержание микроэлементов в почвах города Каракол

Результаты исследований показали, что содержания Ag, Sn, Mo, W, Ni, Mn, Ti, V, Cr, Ga, Ge, Bi, Sr, Co, Ba, Li, As, Ba в почвах г. Каракол варьируют в пределах местного фонового уровня. Для центральной части города, на участках с интенсивным движением автотранспорта установлено превышение ПДК по Zn в 1,1-6,5 раз, Pb 1,2-2,5 раз (табл. 3.4). С использованием геоинформационной системы Golden Software Surfer 11 составлены карта-схемы распределения данных микроэлементов в почвах г. Каракол.

Таблица 3.4 - Содержание микроэлементов в почвах города Каракол (мг/кг, абс. сухой вес)

№	Место отбора	Cu	Zn	Pb
		(M±m, p<0.05)		
1	ул. Токтогула / ул. Жусаева	50±4,5	100±6,3	30±2,5
2	ул. Кутманалиева / ул.Пржевальского	40±3,8	150±5,5	40±4,5
3	ул. Кыдыр аке / ул. Кучукова	50±4,2	100±8,8	80±3,5
4	ул. Торгоева / ул.Пржевальского	40±3,5	300±7,1	40±4,0
5	ул. Токтогула / ул. Н.Айтматова	40±4,2	50±3,3	40±3,5
6	ул. Масалиева / ул. Карасаева	40±3,5	90±6,5	30±2,2
7	ул. Масалиева (ТЭС)	40±4,2	120±7,1	40±3,8
8	Парк «Победы»	25±1,5	55±2,2	25±1,6
9	ул. Карасаева (мост р.Каракол)	25±1,4	50±2,8	20±1,4
10	Микрорайон «Кашка-Суу»	20±1,2	70±6,5	25±1,5
11	ул. Жусаева / ул. Ахунбаева	20±1,3	60±3,6	20±2,2

Результаты исследований за 2016, 2017, 2018 годы, свидетельствуют увеличение содержания свинца в почвах на участках улиц с интенсивным движением автотранспорта (рис. 3.6).

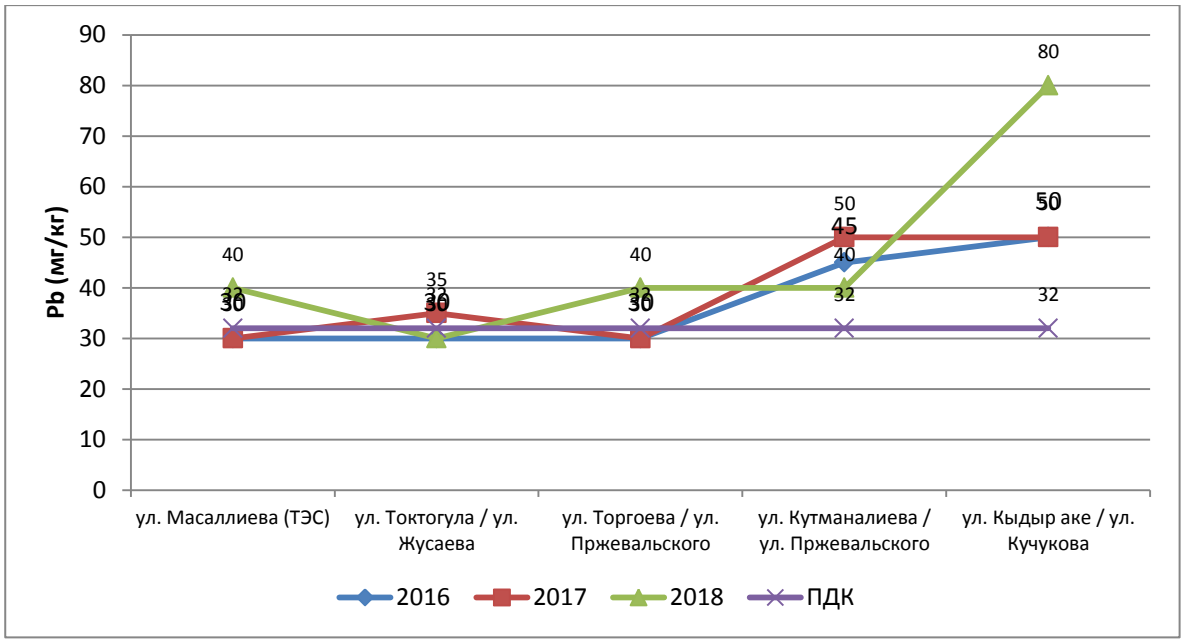

Рис. 3.6. Содержание свинца в отдельных зонах г. Каракол за 2016, 2017, 2018 годы

Расчеты показателя абсолютного накопления (ПАН) в верхнем 30-сантиметровом слое почвы свидетельствуют о накоплении 360 тонн свинца, 168

тонны меди, 1470 тонн цинка на квадратный километр. При этом Zn и Pb могут оказать более сильное токсическое влияние на живые организмы.

3.3. Содержание микроэлементов в растениях города Каракол

Для определения уровней содержания микроэлементов в почвенно-растительном покрове был произведен отбор проб хвои сосны обыкновенной *(Pinus sylvestris)*, ели Шренка *(Piecea schrenkiana)*, листья тополя черного *(Populus nigra)*, дуба черешчатого (*Quercus robur*), вяза мелколистного (*Ulmus pumila)*, ивы линейнолистной *(Salix linearifolia)*. Укосы дикорастущих растений были представлены такими видами как полынь обыкновенная *(Artemisia vulgaris)*, марь белая *(Chenopodium album)*, ежа сборная *(Dactylis glomerata*), костер безостый *(Bromopsis inermis)* и др.

Результаты исследований показали, что для хвойных и лиственных деревьев г. Каракол, произрастающих в условиях интенсивного движения транспорта, выявлено накопление в хвое и листьях цинка и незначительно свинца (рис.3.7).

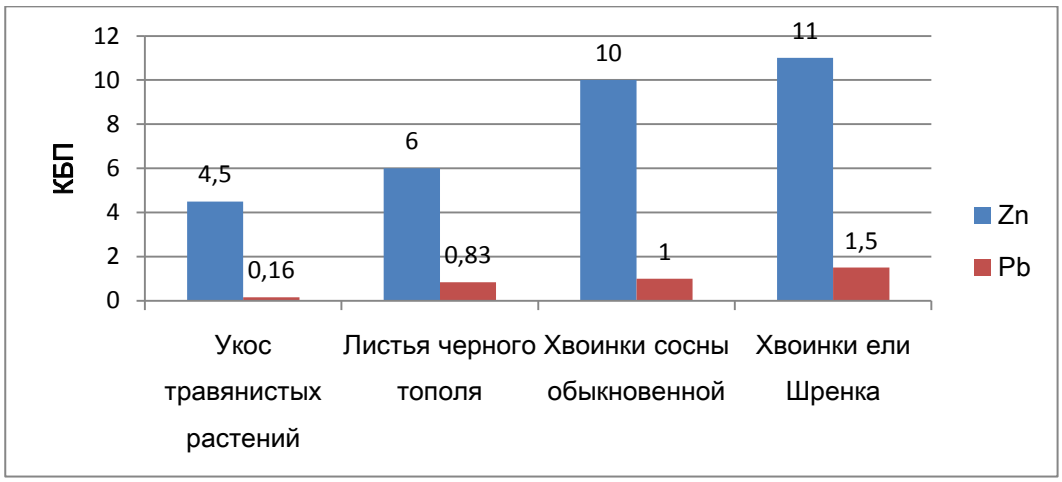

Рис. 3.7. Коэффициенты биологического поглощения растений (Центр г. Каракол)

Считается, что сосна обыкновенная наиболее чувствительна к загрязнению атмосферного воздуха. Это обуславливает её выбор как важного биоиндикатора антропогенного влияния, принимаемого в настоящее время за «эталон биодиагностики». В загрязненной атмосфере появляются повреждения, и снижается продолжительность жизни хвои сосны. Результаты определения состояния хвои сосны обыкновенной отобранной в различных зонах г. Каракол представлены в таблице 3.5. Процент хвоинок с пятнами и усыханием в контрольном уровне составил 5%. Наиболее высокие показатели установлены в районе центра города: процент хвоинок с пятнами и усыханием - 14%, что статистически достоверно превышает контрольный уровень (t-3,6; $p<0,05$), в районе пересечения улиц с интенсивным движением автотранспорта (ул. Кыдыр аке / ул. Кучукова) - 12,5% (t-3,1; $p<0,05$). Установлена достоверная

корреляционная зависимость между содержанием свинца в хвоинках сосны обыкновенной и уровнем хвоинок с пятнами и усыханием (r-0,95, t-4,3; p<0,05).

Таблица 3.5 - Состояние хвои сосны обыкновенной отобранной в различных зонах г. Каракол

№ Место отбора	Количество обследованных хвоинок	Количество хвоинок с пятнами и усыханием	
		Число	%±m, p<0.05
Контроль	200	10	5±0,68
ул. Масалиева (ТЭС)	200	18	9±2
ул. Токтогула / ул. Жусаева (Центр города)	200	28	14±2,4
ул. Кыдыр аке / ул. Кучукова	200	25	12,5±2,3
ул. Кутманалиева / ул. Пржевальского	200	22	11±2,2

Озеленение является важной составной частью градостроительства, в котором необходимо учитывать биологические особенности деревьев и кустарников, подбирать необходимые виды растений с учетом условий города. В качестве рекомендаций в целях озеленения города Каракол, необходимо высаживать больше лиственных деревьев, не менее 70% от общего количества высаживаемых растений. Пыль, скапливающиеся в кронах деревьев в течение лета опадает вместе с листвой. Лиственные деревья создают больший шумовой барьер. Хвойные деревья, особенно сосна обыкновенная, плохо переносят запыленность и загазованность атмосферного воздуха.

3.4. Содержание микроэлементов на территории полигона ТБО города Каракол

Полигон представляет собой карьер площадью 4 га, не имеющий противофильтрационные экраны, уловителей и обработки фильтрата, с серозёмными песчаными почвами с включениями гравия, с высокой проницаемостью, низким удерживающим потенциалом и низким органическим содержанием. Полигон содержит 80-85% твердых и до 15% пищевых отходов. Содержание в почвах Ag, Bi, Sn, Mo, W, Ni, Mn, Ti, V, Cr, Ga, Ge, Li, Sr, Co варьирует в пределах местного фонового уровня, выше фонового уровня: Cu в 1,3-1,6 раз (t-17,6; p<0,05); Zn в 1,6-3,3 раз (t-19,7; p<0,05); Pb в 1,5-3,5 раз (t-14,1; p<0,05); As в 6-10 раз (t-12,7; p<0,05), Ba в 1,3-1,6 (t-2,8; p<0,05). Превышение ПДК в почве установлено по Zn в 2,2-4,4 раз, Pb в 1,5-2,2 раз, As в 3-5 раз (табл. 3.6).

Таблица 3.6 - Среднее содержание микроэлементов в районе полигона ТБО г. Каракол

№	Место отбора	Cu	Zn	Pb	As	Ba
		(M±m, p<0.05)				
1	Полигон ТБО, точка 1	50 ±3,8	100 ±11,2	30 ±3,8	10 ±1,6	500 ±7,9
2	Полигон ТБО, точка 2	40 ±4,1	150 ±14,5	50 ±4,2	6 ±0,8	400 ±3,8
3	Полигон ТБО, точка 3	50 ±4,5	200 ±15,8	70 ±7,9	6 ±0,5	500 ±4,5
4	За полигоном ТБО (Контроль)	30 ±2,5	60 ±4,5	20 ±1,5	1 ±0,2	300 ±3,5

Расчеты показателя абсолютного накопления (ПАН) в верхнем 30-сантиметровом слое грунта свидетельствуют о накоплении 54 тонн мышьяка, 120 тонны меди, 300 тонн свинца, 840 тонн цинка, 1200 тонн бария на квадратный километр. Мышьяк может оказать более сильное токсическое влияние на живые организмы.

3.5. Содержание микроэлементов в сточных водах очистительных сооружений города Каракол

Очистительные сооружения города Каракол находятся в водоохраной зоне реки Каракол. В июле и в октябре 2017 года были отобраны разовые пробы сточных вод на разных стадиях очистки (решетки, песколовки; первичные, вторичные отстойники; биопруды; на выходе очистных сооружений). В местах отбора проб воды был произведен отбор проб илистых осадков сточных вод с иловых площадок. Результаты содержаний микроэлементов в сточных водах представлены в таблице 3.7. Содержание химических элементов (Mn, Ni, Cr, Cu, Pb, P) в сточных водах отвечают допустимым нормам качества оросительной воды необходимых для нормального развития сельскохозяйственных культур и функционирования мелиоративной системы установленных в КР.

ПДК иона аммония (по азоту) в воде составляет 1,5 мг/л. Содержание аммония в пробах сточной воды на выходе очистных сооружений составило 10,75 мг/л, на выходе насосной станции – 3,25 мг/л. Как показывают результаты, происходит уменьшение содержания иона аммония в сточной воде в конечной точке очистки, однако наблюдается превышение ПДК в 2,2 раз. Содержание микроэлементов (Mn, Co, Cu, Pb, Zn, Sr, Ba) находится в пределах нормы, в донных осадках иловых площадок установлено превышение кларковых значений по Mo в 2,5 раз, Cu в 2-4,5 раз, P 2,5-3,7 раз (табл.3.7, табл. 3.8).

Таблица 3.7 - Содержания микроэлементов в сточных водах

Место отбора проб	Концентрация (мг/л, M±m, p<0.05)					
	Mn	Ni	Cr	Cu	Pb	P
1. Механическая очистка (решётки, песколовки)	0,009± 0,002	0,001± 0,0003	0,01± 0,002	0,004± 0,0003	0,001± 0,0001	0,9 ±0,2
2. Первичный отстойник	0,015± 0,003	0,002± 0,0005	0,003± 0,0005	0,006± 0,0003	0,002± 0,0001	1,5 ±0,2
3. Вторичный отстойник	0,07± 0,01	0,001± 0,0003	-	0,005± 0,0002	-	1,7 ±0,2
4. Биопруд №1	0,016± 0,004	0,001± 0,0002	-	0,006± 0,0003	-	2 ±0,3
5. Биопруд №2	0,054± 0,012	0,001± 0,0002	-	0,005± 0,0002	-	2,5 ±0,3
6. На выходе очистных сооружений	0,088± 0,021	0,044± 0,005	0,26± 0,05	0,004± 0,0001	0,0009	2,0 ±0,3
7. На выходе насосной станции	0,0012± 0,0003	0,012± 0,003	0,027± 0,008	0,004± 0,0001	0,0009	1,2 ±0,2
Нормы качества оросительной воды	0,1	0,2	0,5	1	0,03	10

Таблица 3.8 - Содержания микроэлементов в осадках сточных вод

Место отбора проб	Концентрация (мг/кг, M±m, p<0.05)		
	Mo	Cu	P
Иловая площадка №1	5±0,6	90±7,5	3000±25
Иловая площадка №2	-	40±2,8	2000±15

После прохождения всех стадий очистки сточная вода поступает в бассейн-накопитель, далее вода поступает в насосную станцию, после разбавления с чистой водой, она перекачивается на полив сельскохозяйственных полей площадью 620 га. Почвы горно-долинные светло-каштановые, со среднесуглинистым механическим составом, имеют слабощелочную реакцию pH (8,4), с содержанием гумуса - 2,6%. Содержание микроэлементов (Co, Ti, V, Mo, Zr, Pb, Zn, Sr, Ba) в почве варьирует в пределах фонового уровня, превышение ПДК по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения не установлено.

3.7. Удельная активность радионуклидов в почвах города Каракол

Мощность радиационного фона по гамма-излучению на территории г. Каракол варьирует в пределе 16 - 30 мкР/ч. Безопасным считается уровень радиации до величины, приблизительно 50 мкР/ч, согласно Закона КР

Технический регламент «О радиационной безопасности» мощность дозы гамма-излучения не должна превышать 30 мкР/ч. По 30 точкам измерения радиационного фона с использованием компьютерной программы Golden Software Surfer 11 составлена карта-схема мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на территории г. Каракол (рис. 3.8). Вариации уровня экспозиционной дозы в течение трех лет незначительны (рис. 3.9).

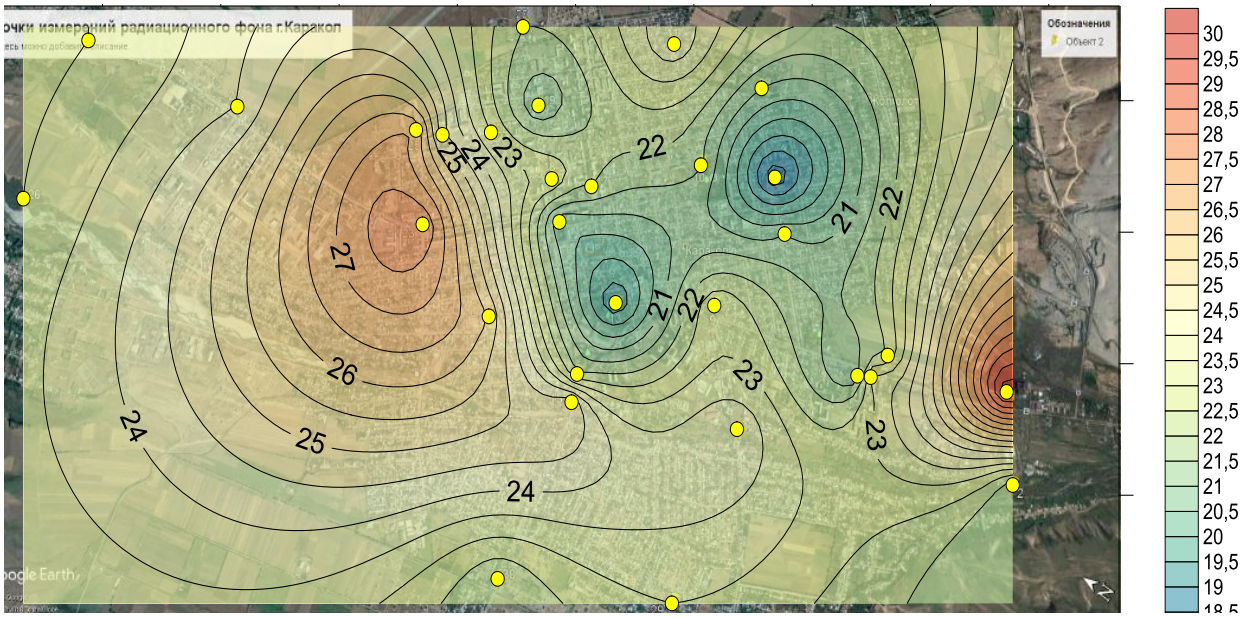

Рис. 3.8. Картосхема мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на территории г. Каракол (мкР/ч)

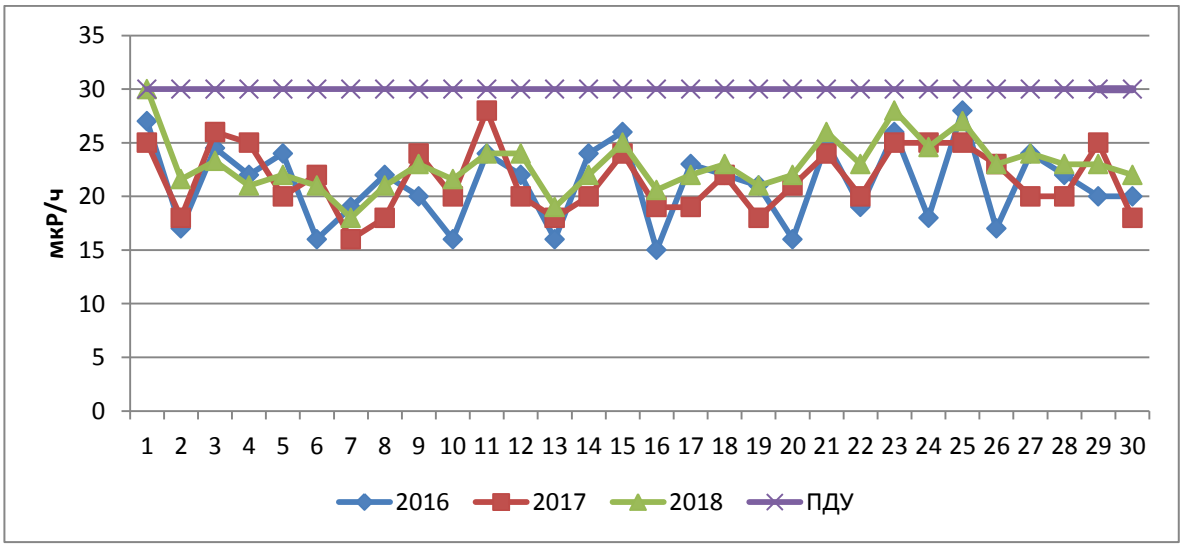

Рис. 3.9. Вариации уровня экспозиционной дозы на территории г. Каракол по 30 точкам измерений за 2016,2017,2018 годы

Удельная активность радионуклидов: ^{238}U, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs в почвах жилых районов города Каракол находится в пределах естественного уровня характерного для Иссык-Кульской области (табл. 3.8).

Таблица 3.9 - Содержание радионуклидов в почвах города Каракол

Место отбора	$U/^{234}Th$	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs
	Удельная активность, Бк/кг (M±m, p<0.05)			
Каркольский гос. природный парк	78,1± 4,9	57,1± 5,2	606± 6,3	7,6± 0,2
Микрорайон «Кашка-Суу»	39,8± 2,3	50,1± 5,1	523± 5,4	5,9± 0,2
Парк «Победы»	70,8± 5,3	57,1± 4,5	624± 5,5	3,9± 0,3
Микрорайон «Восход»	55,5± 3,2	58,7± 4,9	552± 5,2	3,9± 0,3

В настоящее время компьютерные программы широко используются в радиоэкологическом мониторинге окружающей среды. Прикладной пакет Erica tool 1.2 это программное обеспечение, которое используется для оценки радиационной опасности наземных и водных экосистем. Расчеты с использованием программы Erica tool 1.2 показали, что фактор риска для живых организмов наземных экосистем не значителен, мхи и лишайники способны накапливать больше урана, чем другие организмы (рис. 3.10). В пределах поглощённых доз (0-50 мкГр/ч) у травянистых растений возможно проявление морфо-физиологических отклонений от нормы и незначительное увеличение уровня хромосомных аберраций.

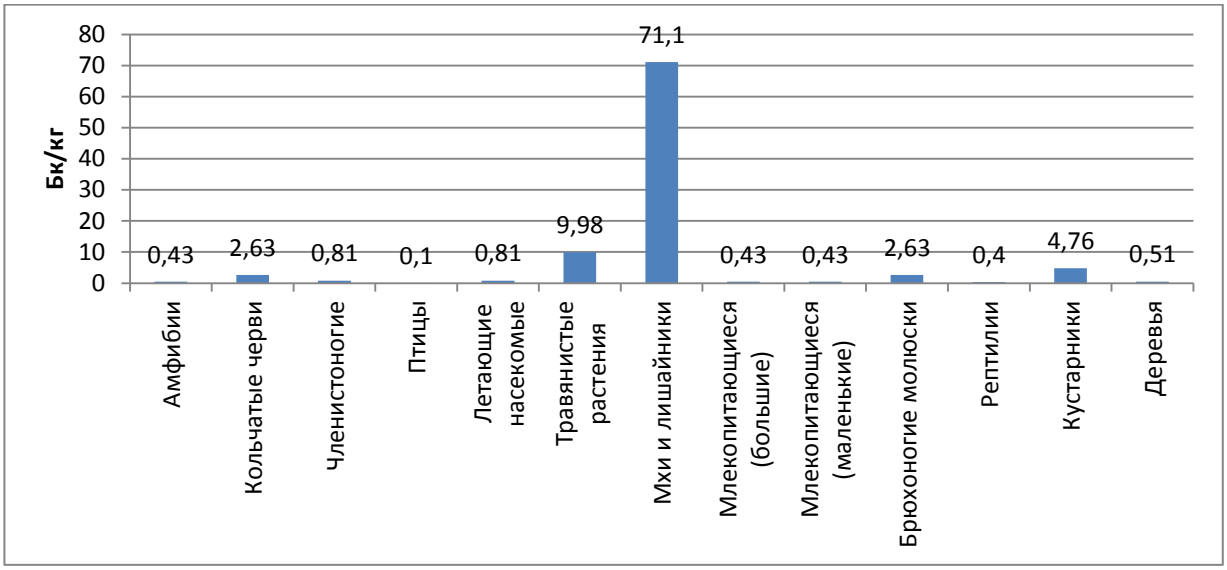

Рис. 3.10. Удельная активность урана в живых организмах

Среди организмов водных экосистем расчеты показали, что брюхоногие моллюски и водоросли способны накапливать больше урана, чем другие организмы. У водорослей в пределах поглощённых доз (0-50 мкГр/ч) возможен стимулирующий рост, у других водных организмов отсутствует статистически значимое влияние радиации на основные жизненные показатели.

ВЫВОДЫ

1. По химическому составу вода реки Каракол слабо минерализована, гидрокарбонатно-сульфатного типа, с преобладанием кальция. Превышение ПДК в речной воде для микроэлементов и радионуклидов по хозяйственно питьевому и культурно-бытовому пользованию не установлено. В илисто-глинистых фракциях донных осадков реки Каракол установлено накопление по Cu в 2,5 раз, Pb в 2 раз, U в 2 раз относительно кларковых значений.
2. В почвах центральной части города Каракол с интенсивным движением автотранспорта установлено превышение ПДК по Zn в 1,1-6,5 раз, Pb в 1,2-2,5 раз. Хвойные и лиственные деревья накапливают Zn (КБП 4,5-11) и Pb (КБП 0,16-1,5). Установлена достоверная корреляционная зависимость между содержанием свинца в хвоинках сосны обыкновенной и количеством хвоинок с признаками усыхания (r-0,95, t-4,3; $p<0,05$).
3. Полигон твердых бытовых отходов города Каракол содержит 80-85% твердых и до 15% пищевых отходов. В поверхностном слое почв полигона установлено превышение ПДК по Zn в 2,2-4,4 раз, Pb в 1,5-2,2 раз, As в 3-5 раз.
4. Очистительные сооружения города Каракол находятся в водоохраной зоне реки Каракол. В сточных водах установлено превышение ПДК по азоту аммонийному в 2,2 раз, в донных осадках иловых площадок превышение кларковых значений по Mo в 2,5 раз, Cu в 2-4,5 раз, P 2,5-3,7 раз.
5. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения радиационного фона на территории города Каракол не превышает допустимый уровень (30 мкР/ч), удельная активность радионуклидов (^{238}U, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs) в почвах, фактор радиационного риска и дозы облучения для живых организмов варьируют в пределах нормы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В целях озеленения города Каракол, необходимо высаживать больше лиственных деревьев, не менее 70% от общего количества высаживаемых растений. Основной ассортимент деревьев и кустарников, рекомендуемые для озеленения города Каракол:

- Тополь серебристый *(Populus alba)*
- Тополь пирамидальный *(Populus nigra)*
- Береза повислая *(Betula pendula)*
- Вяз мелколистный *(Ulmus pumila)*

2. Городу Каракол необходимы инвестиции в проекты по управлению твердыми бытовыми отходами, в рамках которых необходимо построение на территории действующего полигона ТБО мусоросортировочного комплекса, поставка новой мусор вывозящей техники, контейнеров.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ибраева К.Б. Эколого-радиобиогеохимическая оценка почвенного покрова Прииссыккулья [Текст] / К.Б. Ибраева, Б.К. Калдыбаев // Вестник ИГУ. - 2013. - №36. - С.60-63.

2. Ибраева К.Б. Эколого-гидрохимические исследования воды реки Каракол [Текст] / К.Б. Ибраева, Б.К. Калдыбаев // Исследования живой природы Кыргызстана. – 2015. - №1. - С. 44-48.

3. Ибраева К.Б. Микроэлементы в почвенно-растительном покрове г. Каракол [Текст] / К.Б. Ибраева, Б.К. Калдыбаев // Вестник КНУ им. Ж. Баласагына. – 2014. – Спец. выпуск. – С. 241-247.

4. Ибраева К.Б. Тяжелые металлы в урбоэкосистемах Прииссыккулья [Текст] / К.Б. Ибраева, Б.К. Калдыбаев // Мат. Межд. Конф.: «Эколого-экономическая эффективность природопользования». Омский гос. Пед. Унив.– ч.1. 2014. - С. 86-88.

5. Ибраева К.Б. Эколого-биогеохимическая оценка почвенно-растительного покрова урбанизированных территорий Иссык-кульской области // Вестник ИГУ. - 2015. - №40, - С.80-84.

6. Ибраева К.Б. Тяжелые металлы почвенно-растительного покрова городов Иссык-Кульской области // Вестник КНАУ им. К.И. Скрябина. - 2016. - №5(41). - С. 142-147.

7. Ибраева К.Б. Эколого-биогеохимическая оценка почвенно-растительного покрова г. Каракол [Текст] / К.Б. Ибраева, Б.К. Калдыбаев // Сб. трудов конф. Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах. - Тюмень. - 2016. - С.222-229.

8. Ибраева К.Б. Эколого-биохимическая оценка бассейна реки Каракол [Текст] / К.Б. Ибраева, Б.К. Калдыбаев // Вестник ИГУ. - 2016. - №42. - С.32-35.

9. Ибраева К.Б. Экологические проблемы города Каракол [Текст] / К.Б. Ибраева, Б.К. Калдыбаев // Наука вчера, сегодня, завтра. - 2017. - № 3 (37). - С. 6-10.

10. Ибраева К.Б. Радиоэкологическая оценка бассейна реки Каракол [Текст] / К.Б. Ибраева, А.С. Нурбекова, Б.К. Калдыбаев // В сб.: Экспертное мнение Межд. Конф.: в 2 частях. – Пенза. - 2017. - С. 246-249.

11. Ибраева К.Б. Эколого-биогеохимические исследования нижней зоны бассейна реки Каракол [Текст] / К.Б. Ибраева, Г. Жапарова, Б.К. Калдыбаев // Известия ВУЗов Кыргызстана. - 2018. - №5. - С.36-40.

12. Ибраева К.Б. Эколого-гидрохимические исследования нижней зоны бассейна реки Каракол [Текст] / К.Б. Ибраева, Б.К. Калдыбаев // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. - 2018. - №5. - С.24-30.

13. Ибраева К.Б. Радиоэкологические исследования реки Каракол Иссык-Кульской области [Текст] / К.Б. Ибраева, А.С. Нурбекова, Б.К. Калдыбаев // Сб. докладов II Межд. (XV Региональной) научной конференции «Техногенные системы и экологический риск ». - Обнинск. - 2018. - С. 128-130.

14. Ибраева К.Б. Радиоэкологические исследования бассейна реки Каракол Иссык-Кульской области [Текст] / К.Б. Ибраева, А.С. Нурбекова, Б.К.

Калдыбаев // Проблемы региональной экологии. - 2018. - №4. - С.41-45. Импакт-фактор РИНЦ 2017: 0,205.

15. Ибраева К.Б. Тяжелые металлы в почвенно-растительном покрове города Каракол [Текст] / К.Б. Ибраева, Г.Б. Кадырова, Б.К. Калдыбаев // Экология урбанизированных территорий. 2019. - №1. - С.24-30. Импакт-фактор РИНЦ 2017: 0,248.

16. Ibraeva K. Radiobiogeochemical research of the Karakol River basin in the Issyk-Kul region, Kyrgystan [Текст] / K. Ibraeva, B. Kaldybaev // 16th International Symposium on Water-Rock Interaction (WRI-16) E3S Web of Conferences Volume 98 (2019). https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199801023

РЕЗЮМЕ

диссертации Ибраевой Кымбат Бектурсуновны на тему: Эколого-биогеохимическая оценка бассейна реки Каракол на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология

Ключевые слова: содержание, удельная активность, радиационный фон, кларк, почва, вода, растения, донные отложения, микроэлементы, радионуклиды.

Объект исследования: почва, вода, донные отложения, растения.

Предмет исследования: микроэлементы и радионуклиды в природно-техногенных экосистемах бассейна реки Каракол.

Цель работы: Эколого-биогеохимическая оценка уровней накопления и рассеивания микроэлементов, радионуклидов в компонентах окружающей среды города Каракол и сопредельных территорий.

Методы исследования: полевые, биоиндикационные, спектральный, радиоэкологические, дозиметрический, гамма-спектрометрический.

Полученные результаты и их новизна: Впервые проведены комплексные эколого-биогеохимические и радиоэкологические исследования в условиях природно-техногенных экосистем бассейна реки Каракол. Превышение ПДК в речной воде по микроэлементам и радионуклидам не установлено. В илисто-глинистых фракциях донных осадков реки Каракол содержание Cu в 2,5 раз, Pb в 2 раз, U в 2 раз выше кларковых значений. В почвах центральной части города Каракол с интенсивным движением автотранспорта установлено превышение ПДК по Zn в 1,1-6,5 раз, Pb в 1,2-2,5 раз. Для хвойных и лиственных деревьев, характерно накопление в хвое и листьях Zn и Pb. В поверхностном слое почв полигона ТБО содержание Zn в 2,2-4,4 раз, Pb в 1,5-2,2 раз, As в 3-5 раз выше ПДК. В сточных водах установлено превышение ПДК по азоту аммонийному в 2,2 раз, в донных осадках иловых площадок накопление по Mo в 2,5 раз, Cu в 2-4,5 раз, P 2,5-3,7 раз относительно кларковых значений. Уровень экспозиционной дозы радиационного фона по гамма-излучению, удельная активность радионуклидов (U, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs) в почве, дозы облучения и фактор радиационного риска варьируют в пределах нормы.

Рекомендации по использованию: материалы работы могут быть использованы Генеральной дирекцией Биосферной территории «Иссык-Кёль», Иссык-Кульским территориальным управлением охраны окружающей среды и лесного хозяйства, Каракольским государственным природным парком в целях экологического мониторинга и охраны окружающей природной среды. Отдельные главы используются в учебном процессе ИГУ им. К. Тыныстанова при чтении лекций и проведении семинарских занятий по дисциплине «Экология».

Область применения: экология, экологическая геохимия, радиационная экология, охрана окружающей среды.

Ибраева Кымбат Бектурсуновнанын «Каракол дарыясынын алабына экологиялык-биогеохимиялык баа берүү» деген темада 03.02.08 – экология, адистиги боюнча биология илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациясынын кыскача

КОРУТУНДУСУ

Туйундуу сөздөр: активдүүлүгү, радиациялык кучу, топурак, суу, өсүмдүктөр, суу тубундөгү ылайлар, микроэлементтер, радионуклиддер.

Изилдөөнүн объектиси: топурак, суу, суу тубундөгү ылайлар, өсүмдүктөр.

Изилдоонун предмети: Каракол дарыясынын алабындагы табигый-техногендик экосистемадагы микроэлементтер жана радионуклиддер

Изилдөөнүн максаты: Каракол шаарынын айлана- чойросунун компоненттеринде радионуклиддердин жана микроэлементтердин топтолуу жана чагылуу денгээлине экологиялык-биогеохимиялык баа берүү.

Изилдөө ыкмалары: талаа, спектрдик, радиоэкологиялык дозиметрикалык, гамма-спектрометрикалык, биоиндикациялык.

Алынган жыйынтыктар жана натыйжалар: Алгачкы жолу Каракол дарыясынын алабындагы табигый-техногендик экосистемага комплекстуу экологиялык биогеохимиялык изилдоолор жургузулду. Дарыя суусунда радионуклиддер жана микроэлементтер белгиленген чектеги концентрациядан жогорулашы катталган жок. Каракол суусунун чөкмөсүндө ылайлуу-чополуу фракцияларда кларктык маанисине карата Cu 2,5 эсе, Pb 2 эсе, U 2 эсе топтолуусу белгиленди. Каракол шаарынын автортранспорттун интенсивдүү кыймылы болгон борбордук бөлүгундогу топуракта Zn 1,1-6,5 эсе, Pb 1,2-2,5 эсе ЖБЧ жогорулашы аныкталды. Аталган шартта өсүп жаткан ийне жана жазы жалбырактуу дарактардын жалбырагында жана ийне жалбырагында Zn (КБП 4,5-11) жана Pb (КБП 0,16-1,5) топтолушу белгиленди. Полигондун топурак каптамынын үстүнкү катмарында Zn боюнча 2,2-4,4 эсе, Pb 1,5-2,2 эсе, As 3-5 эсе ЖБЧ жогорулашы белгиленген. Таштанды сууда аммонийлүү азот боюнча 2,2 эсе, ылайлуу аянттын чөкмө калдыктарында Mo 2,5 эсе, Cu 2-4,5 эсе, P 2,5-3,7 эсе кларктык маниге карата ЖБЧ жогорулашы аныкталды. Каракол шаарынын жана ага чектеш аймактын топурагында U, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs радионуклиддердин активдүүлүгү, гамма-нурлануу боюнча радиациялык фондунун экспозициялык олчому табигый денгээл ченеминде экендиги белгиленди.

Пайдалануу боюнча сунуштар: Иштин материалдары айлана - чөйрөнүн объектилериндеги химиялык жана радиоактивдүү элементтердин кармалышын аныктоодо зарылдык катары эсептелгендиктен, «Ысык-Көл» Биосфералык аймагынын генералдык дирекциясы, Каракол мамлекеттик жаратылыш паркы тарабынан практика жузундо колдонууга болот. Теориялык материалдар К.Тыныстанов атындагы ЫМУ окуу процессинде «Экология» дисциплинасы боюнча лекция окууда жана семинардык сабактарды өткөрүүдө колдонулуп келет.

Колдонуу тармагы: экология, экологиялык геохимия, радиациялык экология, айлана- чөйрөнү коргоо.

SUMMARY

of a dissertation written by Imbrayeva Kymbat Bektursunovna on the theme: "Ecological and biogeochemical assessment of the Karakol river basin", submitted for the degree of candidate of biological sciences in the field 03.02.08 - ecology

Key words: content, specific activity, radiation background, clarke, soil, water, plants, bottom sediments, trace elements, radionuclides.
Object of research: soil, water, bottom sediments, plants.
Subject of research: trace elements and radionuclides in natural and technogenic ecosystems of the Karakol river basin.
Objective: Ecological and biogeochemical assessment of the levels of accumulation of trace elements and radionuclides in the environmental objects of the city of Karakol and adjacent territories.
Research methods: field, bioindication, spectral, radioecological, dosimetric, gamma-spectrometry.
The obtained results: for the first time, comprehensive ecological, biogeochemical, and radioecological studies were conducted under the conditions of natural and technogenic ecosystems of the Karakol river basin. The excess of the maximum permissible concentration (MPC) in river of water for trace elements and radionuclides has not been established. In the sludgy-clay fractions of the bottom sediments of the Karakol River, Cu accumulation was found to be 2.5 times, Pb 2 times, U 2 times relative to the clarke values. In the soils of the central part of the city of Karakol with heavy traffic, an excess of the MPC of Zn was found to be 1.1-6.5 times, Pb 1.2-2.5 times. For coniferous and deciduous trees growing under these conditions, accumulation in the needles and leaves of Zn and Pb was revealed. In the surface layer of the soil of the landfill, the MPC of Zn was exceeded by 2.2-4.4 times, Pb by 1.5-2.2 times, As by 3-5 times. In wastewater, it was found that the MPC of ammonium nitrogen was exceeded by 2.2 times; in the bottom sediments of silt sites, Mo accumulation was found to be 2.5 times, Cu to 2-4.5 times, P 2.5-3.7 times relative clarke values. Radioecological studies have shown that the level of the exposure dose of the background radiation by gamma radiation, the specific activity of radionuclides (U, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs) in the soil varies within the permissible norm.
Application: The materials of the work can be used by the General Directorate of the Biosphere Territory "Issyk-Kul", the Issyk-Kul Territorial Department of Environmental Protection and Forestry, Karakol State Natural Park for the purposes of environmental monitoring and environmental protection. Separate chapters are used in the educational process. K. Tynystanova when lecturing and conducting seminars on the subject "Ecology".
Field of application: ecology, ecological geochemistry, radiation ecology, environmental protection.