

БИОЛОГИЯ BIOLOGY

УДК: 631.9:669(575.2)(04)

Дженбаев Б. М.,
профессор, член-корр. НАН КР
Дженбаев Б.М.,
профессор, КР УИАнын мүчө-корреспонденти
Dzhenbaev B.M.,
corresponding member of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Жолболдиев Б.Т.
старший научный сотрудник, к.б.н.,
Жолболдиев Б.Т.
башкы илимий кызматкер,
биология илим. канд.
Zholboldiev B.T.
senior researcher, Ph.D.

Джаманбаева З.А.
старший научный сотрудник, канд. хим.наук.,
Джаманбаева З.А.
башкы илимий кызматкер, химия илимдеринин кандидаты
Dzhamanbaeva Z.A.
senior researcher, candidate of chemical sciences

Баширова Н.М.
млад.научн.сотрудник
Баширова Н.М.
кенже илимий кызматкер
Bashirova N.M.
junior researcher

Капекова Г.
млад.научн.сотрудник
Капекова Г.
кенже илимий кызматкер
Kapekova G.
junior researcher

*Институт биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики
Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Биология институту
Institute of Biology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic*

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ОКРЕСТНОСТИ ТЭЦ Г. БИШКЕК

БИШКЕКТЕГИ ЖЭБдин АЙЛАНАСЫНЫН ТОПУРАК КАТМАРЫН
РАДИОЭКОЛОГИЯЛЫК БААЛОО

RADIOECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL COVER VICINITY OF THE THERMAL ENERGY CENTER OF BISHKEK

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы экологии города Бишкек, исследования экологических особенностей почвенного покрова, как основы экологической среды, в частности, загрязненность почвенного покрова, изучения химического состава почв, загрязнения радионуклидами.

Аннотация. Макалада Бишкек шаарынын экологиясы, экологиялык чөйрөнүн негизи катары топурак катмарынын экологиялык өзгөчөлүктөрүн изилдөө, атап айтканда, топурак катмарынын булганышы, химиялык курамын изилдөө. топурак, радионуклиддер менен булгануу тууралуу айтылат.

Abstract. The article deals with the issues of the ecology of the city of Bishkek, the study of the ecological features of the soil cover, as the basis of the ecological environment, in particular, the contamination of the soil cover, the study of the chemical composition of soils, contamination with radionuclides.

Ключевые слова: почва, радионуклиды, тяжелые металлы, экология, гамма-спектрометрический метод.

Негизги сөздөр: топурак, радионуклиддер, оор металлдар, экология, гамма-спектрометридик метод.

Keywords: soil, radionuclides, heavy metals, ecology, gamma spectrometric method.

Актуальность. Экология города Бишкек и пригородных зон в последние годы вызывает все большую тревогу у населения. Общеизвестно, что антропогенная и техногенная нагрузки особенно возросли в крупных городах-миллионниках, в том числе и в нашей столице. Городские экосистемы разрушены, это привело и приводит к нарушению естественного круговорота воды и веществ, накоплению токсичных, появлению новых неизученных соединений, в конечном счете, к росту числа заболеваний растений, животных и человека. В настоящее время все мы являемся свидетелями природных катаклизмов, вызванных изменением климата. Одними из основных причин этих явлений являются рост городов и коли-

чества жителей в них, уменьшение зеленых насаждений (парки, скверы и др.), увеличение количества строек и автотранспорта, максимальное асфальтирование и бетонирование оставшихся зеленых зон. Поэтому для оценки экологического состояния города Бишкек научно-исследовательские работы должны быть сосредоточены на проведение тщательного анализа текущей ситуации (фоновое состояние окружающей среды, оценка воздействия различных факторов на окружающую среду города). Также, в приоритете разработка практических мер для достижения экологической устойчивости и восстановления городских экосистем (районирование, уменьшение рисков до уровня, отвечающего принятым экологическим нормам) (1, 4, 5, 10).

Считая первоочередной проблему экологии города Бишкек, нами поставлена цель: изучить загрязненность почвенного покрова в окрестности ТЭЦ и на других участках. Данная статья посвящена изучению химического состава почв, их загрязнению радионуклидами, исследованиям экологических особенностей почвенного покрова, как основы экологической среды.

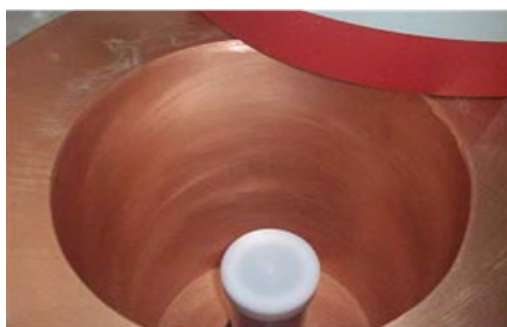
Методы определения содержания радионуклидов

Актуальность исследований с помощью метрологических и методических основ инструментального гамма-спектрометрического метода обусловлена всевозрастающим объемом работ по радиоэкологическому мониторингу окружающей среды и, соответственно, возрастающими требованиями к методикам радионуклидного анализа – к номенклатуре одновременно определяемых радионуклидов, к чувствительности, правильности и точности определений, к затратам труда и времени. Для проведения гамма-съемки местности использовался дозиметр–радиометр ДКС-96, в соответствии с инструкциями МАГАТЭ по наземному обследованию радиационной обстановки на высоте 0,1 и 1 метр от поверхности земли. Согласно техническим инструкциям дозиметров, измерения в одной точке проводи-

лись не менее трех раз, затем определяли среднеарифметические значения (2, 3, 12).

Для определения изотопного состава радионуклидов использовали Гамма-спектрометр “Canberra” (модель GX4019 с программным обеспечением Genie-2000 S 502, S501 RUS). Общие методические трудности проведения гамма-спектрометрических измерений радионуклидов ряда - низкий квантовый выход - квантов некоторых изотопов (^{234}mPa , ^{234}U , ^{230}Th), необходимость учета эффекта самопоглощения квантов в исследуемой пробе (^{230}Th , ^{234}Th , ^{210}Pb), высокий собственный фон детекторов от нейтронов космогенного происхождения (для ^{234}U , ^{230}Th), фон от окружающего радона (для ^{214}Pb), фон от радия-радона (для ^{234}U) (12).

Как правило, детекторы гамма-излучения размещают в специальных свинцовых или чугунных контейнерах, которые называются защитой его экрана от внешнего фонового гамма-излучения и, в некоторой мере, от космического излучения. Благодаря этому повышается точность измерений маленьких активностей радионуклидов. Для защиты детектора от внешнего излучения используется пассивная защита (10 см свинца подавляет внешний фон мягкого излучения в 100 раз) (Рис. 1).



*Рис.1. Гамма-спектрометр в лаборатории
Биогеохимии и радиоэкологии Института биологии НАН КР*

Результаты исследований и обсуждение

Известно, что почва – это важнейший объект биосферы, где происходит миграция и обмен всех химических элементов, в том числе тяжелых металлов и радионуклидов. Степень загрязнения почв зависит от векторов господствующих ветров, а они, в свою очередь, от рельефа, растительности и различных построек. Выделяют зоны загрязнения почв в зависимости расстояния от источника (например, ТЭЦ или промышленного предприятия). Состояние их зависит также от жизнедеятельности человека, животных, зеленых насаждений и микроорганизмов, а их устойчивость определяется качеством почвы, ее способностью сохранять плодородие (1, 5, 11).

Тяжелые металлы (ТМ) являются опасными токсичными элементами и загрязнителями окружающей среды. Накапливаясь в живых организмах, они трудно выводятся и вызывают различные заболевания, на молекулярном уровне поражают клеточные мембраны (изменяют белки, занимая места других элементов) и таким образом нарушают обмен веществ, со всеми вытекающими отсюда последствиями. По токсичности они делятся на первый, второй и третий класс опасности. ТМ могут выйти на первое место по вредному воздействию на природу, в связи с их повсеместным использованием в промышленном производстве и др.

Мощности экспозиционных доз почвенного покрова г. Бишкек. Столица Кыргызской Республики является самым крупным промышленным центром. Город Бишкек имеет равномерный уклон в 2,5–30° с юга на север, высота составляет от 700 до 950 м над уровнем моря, он расположен в центре Чуйской долины у подножья хребтов Киргизского Ала-Тоо и в 25 км от границы с Республикой Казахстан. В пределах Бишкека протекают реки Аламедин и Ала-Арча, площадь города составляет более 200 тыс. га. Территория его официально по последним данным составляет 127 км², но с каждым

годом она расширяется за счет построения новых жилых массивов вокруг города. Здесь проживает более 20% населения страны. Количество жителей, многоэтажных домов и автотранспорта превышает все существующие нормы для небольшой столицы (1, 4, 7, 8, 14). Одним из основных факторов, загрязняющих город, является расширение жилых массивов вокруг города, где населением используются низкокачественные угли и производственные отходы для обогрева.

По принятым нормам экспозиционная доза в городской среде не должна превышать 0,6 мкЗв. В Международной системе единиц (СИ) за единицу экспозиционной дозы принят кулон на килограмм (Кл/кг), т.е. такое количество энергии рентгеновского и гамма-излучения, которое в 1 кг сухого воздуха образует ионы, несущие суммарный заряд в один кулон электричества каждого знака: $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$; $1 \text{ Кл/Кг} = 3876 \text{ Р}$. Однако, практически чаще всего применяется внесистемная единица – рентген – Р, это такое количество энергии рентгеновского или гамма-излучения, которое в 1 см³ воздуха при атмосферном давлении 760 мм рт. ст. и температуре 0 °С образует $2,08 \cdot 10^9$ пар ионов. Рентген имеет производные единицы – мР, мкР, кР, МР и др. 4, (9, 13).

Радиационный фон земного покрова связан с обусловленными радиоактивными веществами, содержащимися в земной коре. К радионуклидам земного происхождения относятся долгоживущие радиоактивные элементы, присутствующие в различных объектах внешней среды с момента образования Земли, а также их дочерние продукты распада (время образования земной коры составляет $2 \cdot 10^9$ лет). Естественные радионуклиды могут распределяться в земной коре более или менее равномерно. Если радионуклид концентрируется в каком-то определенном месте, то его называют месторождением.

Облучению естественными источниками радиации подвергаются все жители Зем-

ли, однако величина облучения зависит от многих факторов. В данной работе приведены данные измерения радиационного фона г. Бишкек и составлена карта распространения радионуклидов. Для гаммы-съемки местности использовался дозиметр-радиометр ДКС-96 лаборатории Биогеохимии и радиоэкологии Института Биологии НАН КР.

Измерения экспозиционного фона почвенного покрова проводились в соответствии с инструкциями МАГАТЭ по наземному обследованию радиационной обстановки на высоте 0,1 и 1 метра от поверхности земли и согласно техническим инструкциям дозиметров (Табл. 1).

Таблица 1. Экспозиционный фон почвенного покрова в районе ТЭЦ г. Бишкек

№	Западная часть ТЭЦ	Северная часть ТЭЦ	Юго-Восточная часть ТЭЦ	Восточная часть ТЭЦ
1	0,163	0,163	0,223	0,301
2	0,225	0,238	0,234	0,323
3	0,238	0,175	0,302	0,284
4	0,150	0,188	0,189	0,292
5	0,238	0,150	0,254	0,383
Ср.	0, 202	0,182	0,240	0,316

Таблица 2. Экспозиционные дозы почвенного покрова г. Бишкек (мкЗв/ч)

№	Место измерений	мкЗв/ч
1	Академия МВД	0,195
2	Тунгуч, ул. Анкара	0,194
3	С. Кара-Жыгач	0,225
4	Чуй/Уметалиева	0,221
5	Ошский рынок	0,227
6	Коенкозова/Манаса	0,256
7	Коенкозова /Байтик -Баатыра	0,272
8	Абдрахманова /Жибек жолу	0,276

Из данной таблицы видно, что, в целом, экспозиционный фон почвенного покрова ниже допустимой нормы. Но, однако, необходимо отметить, что по сравнению с восточной и юго-восточной зонами в западной и северной частях он в среднем до 2 раз меньше, на это надо обратить внимание в дальнейших исследованиях. По-видимому,

такое различие значений связано с используемым топливом на ТЭЦ и направлением ветра, который в основном дует с западной стороны города на восток. Также проводились измерения экспозиционных доз почвенного покрова в других частях города Бишкек (Табл. 2., Рис. 2).

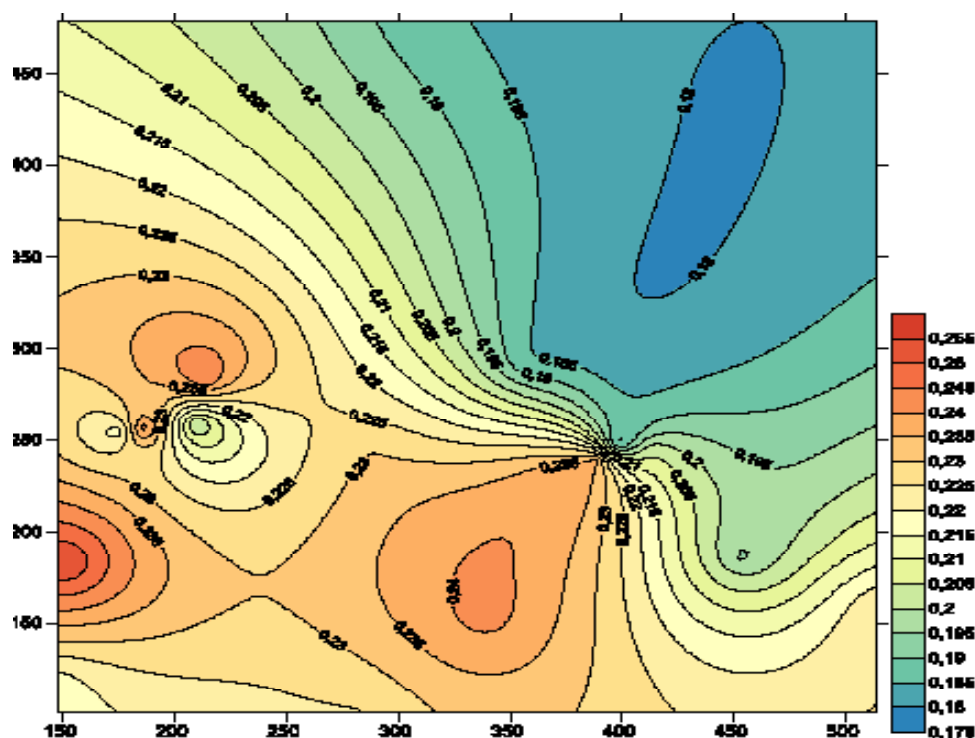


Рис. 2. Контурная карта мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на территории г. Бишкек, с использованием программы Surfer 11 (мкЗв/ч)

В районе ТЭЦ г. Бишкек с учетом того, что данная территория может быть больше загрязнена еще из-за сжигания угля, кроме естественного радиационного фона есть также технологически измененный радиационный фон (техногенный радиационный фон), который обусловлен локальным изменением естественных источников излучения в результате деятельности человека. Он создается, например, использованием строительных материалов, содержащих естественные радионуклиды, сжиганием ископаемого топлива (особенно каменного и бурого угля), применением удобрений, содержащих естественные радионуклиды, использованием авиAPERелетов и т. д.

Основными вкладчиками в загрязнение атмосферы воздуха тяжелыми металлами являются ТЭЦ г. Бишкека, некоторые работающие заводы, выпускающие аккумуляторы и радиаторы, а также автотранспорт.

Вышеприведенные в таб.2 данные показывают, что на основных магистральных пе-

рекрёстках города, в целом, радиационный фон ниже принятой нормы. Но на некоторых перекрестках – Абдрахманова/Жибек-Жолу, М. Горького/Байтик-Баатыра и М. Горького/Манаса - значения немного повышены. Возможно, это связано с выхлопными газами автотранспорта, особенно на дизельном топливе и бензине, у которых низкое качество, а также с тем, что большинство автомобилей у нас отслужили свой срок.

Краткая информация о ТЭЦ города Бишкек. Строительство Бишкекской ТЭЦ началось в 1958 г. Она была спроектирована для обеспечения электроэнергией и теплом города Бишкек (Фрунзе). На первом этапе строительства были установлены два турбоагрегата (по 25 МВт каждый) и три парогенератора (котла) (по 160 тн/ч каждый). В 1960 году мощность по электроэнергии была доведена до 200 МВт. На третьем этапе в 1962 г. выработка электроэнергии была удвоена. Четвёртый этап был проведён в 1969-1973 гг., когда мощность по электроэнергии была доведена до 700 МВт.

На третьем и четвертом этапах строительства мощности по производству тепла станцией было уделено меньше внимания, что привело к нехватке в обеспечении теплом новых и существующих районов. Вследствие чего позже турбогенераторы были модифицированы на большее обеспечение теплом и меньшее - электричеством. Мощность выработки тепла была тогда увеличена до 410 Гкал/ч, а по электроэнергии сокращена на 28 МВт.

В 1984-1989 гг. на обслуживание было поставлено 4 новых котла, в дополнение была построена дымовая труба высотой 300 м. На стадии строительства вывод топочных газов для сброса всех эмиссий котлов осуществлялся в новую дымовую трубу. В октябре 2000 г. был запущен 11-ый турбоагрегат мощностью 100 МВт, что позволило довести существующую электрическую мощность ТЭЦ до 688 МВт по электроэнергии, а по теплу до 1817 Гкал. В настоящее время в работе находятся 24 котла (13 котлов БКЗ-160, 11 котлов БКЗ-220) и 3 пиковых водонагревательных котла на природном газе.

Сжигание каменного угля на теплоэлектростанциях сопровождается выбросом в атмосферу большого количества аэрозольных частиц, содержащих и природные радионуклиды. Концентрация радионуклидов в самом угле составляет $0,7 \pm 70$ Бк/кг ^{40}K , 3 ± 500 Бк/кг ^{238}U , 3 ± 300 Бк/кг ^{232}Th (данные приведены для образцов).

Торий и уран - радиоактивные элементы, распространенные в техногенезе, высоко радиационно опасны и токсичны. Они определены в почвенном покрове в районе ТЭЦ.

Ранее проведенные исследования показали, что содержание естественных радионуклидов в почвах варьирует в зависимости от типа почв и геоморфологических особенностей.

Удельная активность урана-238 в почвах в районе ТЭЦ варьирует в пределах 35-89 Бк/кг, тория-232 - 48-72 Бк/кг, калия-40 - 690-900 Бк/кг, что ниже принятых норм (Табл.3).

Таблица 3. Изотопный состав почвенного покрова г. Бишкек

Место отбора проб	U/Th-234	Th-232/Ac-228	K-40	Cs-137
	Бк/кг	Бк/кг	Бк/кг	Бк/кг
БТЭЦ-01-03	70±10	48±3	698±38	
БТЭЦ-03-03	49±9	69±3	870±32	4,2±0,7
БТЭЦ-05-03	60±10	72±5	760±38	2±0,4
БТЭЦ-07-03	35±5	61±3	900±43	4±0,5
БВА-08-03	89±11	50±8	817±42	8±0,6
БВА-09-03	48±3	51±8	870±42	7±0,6

Естественная радиоактивность окружающей человека с рождения: радиацию излучает Солнце, а на земле – океан, а также многие природные и рукотворные предметы. Известно, что в типовых «многоэтажках» разных серий радиационный фон разной мощности создают бетонные блоки, постро-

енные из щебня измельченных горных пород (базальта, гранита), в которых присутствует малое количество тория и урана. Эти древние элементы существуют на Земле уже много веков, и период их полураспада составляет не менее 4,5 млрд. лет. При замерах радиационного фона дозиметристы

учитывают гамма-излучение. Альфа- и бета-частицы не выходят из стен, и потому не опасны для людей и животных. Постепенно распадаясь с течением лет, уран и торий выделяют инертный газ радон, который склонен накапливаться в закрытых помещениях, плохо влияя на здоровье человека. Поэтому при любой погоде жителям мегаполисов рекомендуется чаще проветривать жилое пространство. Еще больше радон накапливается в закрытых, плохо вентилируемых пространствах: на складах, в подземных хранилищах, бункерах, шахтах.

К сожалению, у нас в стране практически не проводится измерение радиационной дозы при проведении строительных работ (радиационный фон почвенного покрова, строительных материалов и др.) и эксплуатации. В развитых странах без радиационного контроля комиссии не принимают строительные объекты. Для реализации подобных исследований необходима современная лабораторная база по радиационному контролю, тогда как действующая лаборатория в НАН КР оснащена в основном измерительными приборами, полученными за счет международных фондов. Также от-

сутствует лаборатория для калибровки полученного научно-практического оборудования. Особо необходимо отметить, что в стране не готовят специалистов радиоэкологов, радиобиологов и медиков-радиологов, физиков-ядерщиков.

Заключение. Таким образом, проведенные радиоэкологические исследования в городе Бишкек показали, что, в целом, экспозиционная доза на уровне фона и ниже установленных норм (ПДД - 0,6 мкЗв), однако на отдельных участках наблюдается слабое повышение дозы, но ниже ПДД. Следует отметить, что в перспективе необходим периодический мониторинг радионуклидов и других тяжелых металлов в некоторых точках города, а также используемого топлива на ТЭЦ и в малых котельных. Также необходимо проводить измерения в пригородных зонах во избежание загрязнения почв, соответственно воды и воздуха. Для решения проблем загрязнения радионуклидами в настоящее время актуально создание современных научно-практических лабораторий при мэрии, усиление научно-исследовательских лабораторий НАН КР и их оснащение современными научными приборами, соответствующими требованиям стандарта.

Литература

1. Боконбаев К.Дж., Дылдаев М.М. Экологические проблемы города. – Макспринт, Бишкек, – 2008. – 106 с.
2. ГОСТ 17.4.3.01- 83 «Общие требования к отбору проб почвы».
3. ГОСТ 53123-2008 (ИСО 10381-5:2005). Качество почвы. Отбор проб. Часть 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы. – М.: Стандартиформ, – 2009. – 60 с.
4. Дженбаев Б.М., Баширова Н.М., Эламанова Г.А. Химический состав и загрязненность тяжелыми металлами почвенного покрова пригородных зон и г. Бишкек. Мат.межд. симпозиума «Биогеохимические инновации в условиях коррекции техногенеза биосферы», посвящ. 125-летию со дня рождения академика А.П. Виноградова. Тирасполь, ПГУ, 5-7 ноября 2020 г. – С. 56-59.
5. Дженбаев Б.М., Алексеенко В.А. Эколога-биогеохимические особенности растительности г. Бишкек. Известия НАН КР. – 2015. №3-4. – С. 11-17.

6. *Дженбаев Б.М., Калдыбаев Б.К.* Отбор проб и пробоподготовка для определения тяжелых металлов в объектах окружающей среды [Текст]: Метод. указания. – Бишкек: – Илим, – 2014. – 35 с.
7. *Дженбаев Б.М., Мурсалиев А.М.* Биогеохимия природных и техногенных экосистем Кыргызстана. – Бишкек: – Илим, 2012.- 404с.
8. Доклады Агентства по гидрометеорологии при МЧС, – 2020 г.
9. Осмонбетов К.О., Садыков Ж.Д. Радиоэкологическая обстановка г. Бишкек //Экологический вестник. – 2001. №4.
10. *Осмонбетов К.О., Ырсалиева А.Ж.* Экология Бишкека // Молодой ученый. — 2016. — №6. — С. 334-339. — URL <https://moluch.ru/archive/110/26945/>.
11. *Мамытов А.М.* Почвенные ресурсы и вопросы земельного кадастра Кыргызской Республики. - Б.: Кыргызстан, – 1996. – 238 с.
12. Нормы радиационной безопасности НРБ –99/2009. - СанПиН 2.6.1.2523 – 09. – 70 с.
13. *Торгоев И.А.* Экологические последствия катастрофических аварий на хвостохранилищах Кыргызстана (<http://www.ekois.net/wp/> журнал Экоис. – Загл. с экрана).
14. <http://ecology-of.ru/eko-razdel/radioaktivnoe-zagryaznenie-nevidimoe-i-smertelnoe>
15. <http://12sanepid.ru/press/publications/2586.html>