

**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: 574.4:572.08(575.2) (043.3)

**Токтоева Тамара Эркинбековна**

**Эколого-радиобиогеохимическая оценка почвенно-растительного  
комплекса агроэкосистем Прииссыккуля**

03. 02. 08 – экология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Бишкек – 2018

Работа выполнена в лаборатории биогеохимии и радиоэкологии Биолого-почвенного института Национальной академии наук Кыргызской Республики и на кафедре естественных наук Иссык-Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова.

**Научный руководитель:** доктор биологических наук, профессор  
**Дженбаев Бекмамат Мурзакматович**

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук, профессор  
**Ашимов Камиль Сатарович**

кандидат биологических наук  
**Койчуманов Замирбек Турарбекович**

**Ведущая организация:** Омский Государственный педагогический университет

Защита диссертации состоится «29» июня 2018 г. в 15<sup>30</sup> часов на заседании Межведомственного диссертационного совета Д 03.18.569 по защите диссертаций на соискание ученой степени (доктора) кандидата биологических наук при Биолого-почвенном институте Национальной академии наук Кыргызской Республики (соучредитель: Ошский государственный университет Министерства образования и науки Кыргызской Республики) по адресу: 720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 265.

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

Автореферат разослан «25» мая 2018 г.

Ученый секретарь  
Межведомственного  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

Купсуралиева И.К.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Несмотря на возросший интерес к экологическим проблемам, в том числе, связанным с увеличением содержания химических элементов в окружающей среде под влиянием деятельности человека, нельзя забывать и об их естественных процессах миграции и концентрации. Известно, что в горных ландшафтах они протекают наиболее интенсивно (Алексахин Р.М. и др., 1990).

Биогеохимия радиоактивных элементов и тяжелых металлов в Прииссыккулье до настоящего времени остаётся недостаточно изученной. По оценкам ученых биогеохимиков и геохимиков Иссык-Кульская котловина является естественной урановой биогеохимической провинцией с повышенным содержанием урана в природной среде (Ковальский В.В. и др., 1968; Алексеенко В.А., 2016; Калдыбаев Б.К., 2010). Вместе с тем, в связи с усиливающимся загрязнением окружающей среды искусственными радионуклидами и тяжелыми металлами, имеющими глобальный характер распространения, существует потенциальная опасность их накопления в различных объектах биосферы (Дженбаев Б.М., Жолболдиев Б.Т., 2009).

Радиоактивное загрязнение почвенного покрова представляет большую опасность, так как человек в результате этого подвергается воздействию излучений радионуклидов в процессе производства и потребления сельскохозяйственной продукции (Абдуллаев М.А., Алиев Дж.А., 1998). Следует отметить, что качество получаемой сельскохозяйственной продукции может оказывать значимое влияние на здоровье населения и социально-психологическое благополучие целых регионов.

В связи с этим, к настоящему моменту времени назрела необходимость проведения комплексных эколого-радиобиогеохимических исследований по определению содержаний естественных и искусственных радионуклидов и тяжелых металлов в объектах окружающей среды агроэкосистем Прииссыккуля.

**Цель и задачи исследования.** Эколого-радиобиогеохимическая оценка почвенно-растительного комплекса агроэкосистем Прииссыккуля.

Для выполнения этой цели были поставлены следующие задачи:

- оценка уровня экспозиционной дозы гамма-излучения в агроэкосистемах Прииссыккуля;
- определение содержания радионуклидов, макро- и микроэлементов в почвах и зерновых культурах;
- определение фитотоксичности почв по результатам изучения некоторых параметров зерновых культур;
- радиоэкологическая оценка агроэкосистем Прииссыккуля с использованием

пакета прикладных программ Erica tool 1,2 и NORMALYSA.

#### **Научная новизна полученных результатов.**

- Впервые проведена комплексная эколого-радиобиогеохимическая оценка загрязнения агроэкосистем Прииссыккуля радионуклидами, макро- и микроэлементами, определена фитотоксичность почв агроэкосистем с помощью изучения некоторых зерновых культур.
- Установлена мощность экспозиционной дозы радиационного фона в агроэкосистемах Прииссыккуля. Определено содержание радионуклидов, макро- и микроэлементов в почвах и зерновых культурах.
- Проведена радиоэкологическая оценка агроэкосистем Прииссыккуля с использованием пакета прикладных программ Erica tool 1,2 и NORMALYSA.

#### **Практическая значимость полученных результатов.**

Результаты исследований могут быть использованы: Учреждениями Минсельхоза, Иссык-Кульским территориальным управлением охраны окружающей среды и лесного хозяйства, Дирекцией биосферной территории Иссык-Куль, Департаментом профилактики заболеваний и государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения Кыргызской Республики и другими ведомствами Кыргызстана для целей нормирования содержания элементов в различных объектах. Они представляют ценность при радиобиогеохимическом районировании и картировании республики, биогеохимической оценке территорий с различной степенью экологической напряженности, а также в учебных процессах ВУЗов КР.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

- Вариации уровня экспозиционной дозы гамма-излучения в агроэкосистемах Прииссыккуля;
- Макро- и микроэлементный, радионуклидный состав почв и зерновых культур;
- Показатели фитотоксичности почв агроэкосистем на примере зерновых культур;
- Радиоэкологическая оценка агроэкосистем с использованием пакета прикладных программ Erica tool 1,2 и NORMALYSA.

**Личный вклад соискателя.** Экспедиционные работы по отбору проб, пробоподготовка и анализы на радионуклиды и химические элементы выполнены в лаборатории Биогеохимии и радиоэкологии Биолого-почвенного института НАН КР, цитогенетические тесты и биоиндикационные методы на кафедре естественных наук Иссык-Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова лично соискателем с учётом консультаций специалистов и научного руководителя.

**Апробации результатов диссертации.** Материалы и основные результаты работы докладывались на международных конференциях: «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» (Семипалатинск, 2008); «Биосферные территории Центральной Азии как природное наследие» (Бишкек, 2009); «Проблемы радиоэкологии и управления отходами уранового производства в Центральной Азии» (Бишкек, 2011); «Современные проблемы геохимической экологии и сохранения биоразнообразия» (Бишкек, 2013); «Взгляд молодых ученых на современные проблемы развития радиобиологии, радиоэкологии и радиационных технологий» (Обнинск, 2016); «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека» (Томск, 2016).

**Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.** По результатам диссертации опубликовано 17 научных работ, из них 4 статьи в зарубежных научных периодических изданиях, входящих в систему индексирования РИНЦ.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, списка использованной литературы. Работа содержит 133 страниц, 23 рисунка, 52 таблицы. Список использованной литературы включает 146 наименований, из них 21 на иностранном языке.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Глава 1. Обзор литературы.** Приведен краткий анализ имеющихся данных по содержанию химических и радиоактивных элементов в агроэкосистемах. Освещены радиобиогеохимические исследования в Кыргызстане. Приведена краткая природно-климатическая характеристика зоны земледелия Прииссыккуля.

**Глава 2. Материал и методы исследования.** В агроэкосистемах Прииссыккуля было заложено 12 контрольных участков. Для эколого-радиобиогеохимических исследований с каждого контрольного участка были отобраны пробы почв гумусового слоя (0-20 см), производился отбор проб из зерна озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*), которая была представлена сортами «Интенсивная», «Эритросперум 80», «Безостая 1», «Казахстан 210» и ярового ячменя (*Hordeum vulgare*) сортов «Нутанс 89», «Таалай», «Кылым», «Надя», «Комбайнер», «Унион».

Отбор проб почв и растений производился согласно методическим рекомендациям Б.М. Дженбаева (2014) и И.А. Соболева, Е.Н. Беляева (2002). Отбирали растения и почвенные образцы одновременно. При отборе почвенных образцов нами была использована классификация почв, принятая при составлении почвенной карты Киргизской ССР.

Анализы по определению макро- и микроэлементов были выполнены ме-

тодом рентгено-флуоресцентного анализа в лаборатории ядерно-физических методов Института ядерной физики Национального ядерного центра Республики Казахстан и в лаборатории биогеохимии и радиоэкологии Биолого-почвенного института НАН КР методом атомной абсорбции на спектрометре МГА-915.

Общий анализ почв был проведен на республиканской почвенно-агрохимической станции.

Для проведения гамма-съемки местности использовался дозиметр-радиометр ДКС-96. Измерения проводились в соответствии с инструкциями МАГАТЭ по наземному обследованию радиационной обстановки.

Определение радионуклидов в пробах почв и золы зерновых культур было проведено в лаборатории биогеохимии и радиоэкологии биолого-почвенного института НАН КР и в лаборатории ядерно-физических методов анализа Института ядерной физики Национального ядерного центра Республики Казахстан. Для определения изотопного состава радионуклидов в пробах почв и золы растений был использован гамма спектрометр “Canberra” (модель GX4019 с программным обеспечением Genie-2000 S 502, S501 RUS).

Масса 1000 семян определялась по ГОСТу 12042-80. Количество клейковины у пшеницы и полный технический анализ сделаны в лаборатории Центра экспертизы зерна Министерства сельского хозяйства и мелиорации Кыргызской Республики.

Для установления генетических последствий зоны земледелия Иссык-Кульской области нами были использованы цитогенетические тесты, основанные на выявлении нарушений хромосомного аппарата растений. Материалом послужили семена ярового ячменя и озимой пшеницы, собранные в различных агроценозах исследуемой зоны.

Приготовление цитологических препаратов хромосом и проращивание семян проводили по методическому руководству Б.К. Калдыбаева (2006) и методическим указаниям (1988), статистическую обработку результатов - по стандартным методам (Ермохин Ю.И., Пархоменко Н.А., 2005; Калдыбаев Б.К., 2006; Плохинский Н.А., 1970).

### **Глава 3. Результаты собственных исследований и их обсуждение**

**3.1 Показатели общего анализа почв Прииссыккуля.** В пределах подпровинции выделяются Западно-Прииссыккульский и Восточно-Прииссыккульский почвенные округа. К первому относится западная часть котловины, которую окружают горные склоны до поселков Корумду и Барскоон на северном и южном берегах. В равнинной части почвы серо-бурые и светло-бурые.

Восточно-Прииссыккульский округ, имеющий значительно лучшее увлажнение, представлен каштановыми и черноземными почвами (Мамытов,

**Таблица 3.1 - Показатели общего анализа почв Прииссыкулья**

Место отбора	Тип почвы	Гумус %	СО <sub>2</sub> %	рН	Емкость поглощ., мг-экв.	Подвиж- ная форма фосфора, мг/кг	Обмен- ный калий, мг/кг	Валовой %		
								N	P	K
с. Тору-Айгыр	серо-бурые	2,0	5,0	8,3	8	9,0	380,0	0,07	0,07	2,5
с. Чон-Сары-Ой	св. бурые	1,9	0,9	8,2	12,0	33,0	345,0	0,23	0,20	2,0
с. Григорьевка	св. каштан.	3,5	1,1	8,25	24	31,8	350,0	0,181	0,170	2,0
с. Ананьево	каштан.	3,85	2,5	8,0	23,5	32,0	355,0	0,15	0,18	2,2
с. Чоң-Орүктү	св. каштан.	2,5	3	8,0	18,5	10	360,0	0,12	0,13	2,1
с. Тюп	св. каштан.	3,25	0,22	8,0	22,6	17,3	372,0	0,156	0,147	2,4
с. Маман	тем. каштан.	3,28	0,13	8,30	19,6	24,5	350,0	0,170	0,170	2,3
с. Чирак	тем. каштан.	4,5	0,06	7,8	22,5	35,0	380,0	0,3	0,22	2,5
с. Сару	каштан.	3,0	1,5	8,3	12,3	26,0	395,0	0,12	0,15	2,7
с. Барскоон	св. каштан.	2,29	1,76	8,40	14,0	30,0	278,0	0,112	0,195	2,0
с. Тон	св. бурые	2,39	0,92	8,40	14,2	18,6	370,0	0,106	0,161	2,4
с. Шор-Булак	серо-бурые	1,25	3,5	8,40	7	7,0	300,0	0,085	0,06	2,3

А.М., 1977). Результаты общего анализа почв представлены в таблице 3.1.

Контрольные участки исследуемого региона представлены горно-долинными серо-бурыми, светло-бурыми, светло-каштановыми и темно-каштановыми почвами, по механическому составу в основном легко, средне- и тяжелосуглинистые. Для серо-бурых и светло-бурых почв региона характерно низкое содержание гумуса и обеспеченность элементами минерального питания. Количество гумуса в светло-каштановых, каштановых и темно-каштановых почвах варьирует в пределах, характерных для типов почв исследуемого региона. Они в достаточной степени обеспечены элементами минерального питания и подвижными формами фосфора и калия. Описываемые почвы в основном слабо карбонатны, реакция почвенного раствора щелочная. Емкость поглощения низкая 10-20 мг.экв на 100 г., в отдельных случаях средняя. Известно, что гумус состоит из сложных органических соединений, которые могут связывать тяжелые металлы и радионуклиды, что способствует уменьшению поступления их в растения и далее по биогеохимической цепи.

**3.2 Содержание радионуклидов, макро- и микроэлементов в почвах Прииссыккуля.** Результаты анализов по определению макро- и микроэлементов в почвах Прииссыккуля представлены в таблице 3.2. По биогеохимической классификации относительно кларков элементов в почвах, предложенной А.П. Виноградовым (1957), их условно можно разделить на 4 основных группы:

- Элементы, содержание которых в почвах ниже кларковых значений: титан, хром, марганец, железо, никель, галлий и др.
- Элементы, содержание которых в почвах на уровне кларковых значений: калий, кальций, медь, цинк, бром и др.
- Элементы, накопление которых незначительно (от 2 до 10 кларков): V, As, Sb, Nd, Pb, U, Th, Ra.
- Элементы со средним накоплением (от 10 до 30 кларков): Co, Cs, Se, Sn.

Особый интерес представляют элементы, количество которых больше кларковых значений.

По нашим данным по гамма-излучению мощность естественного радиационного фона в различных точках от 13 до 23 мкР/ч, что не превышает принятой нормы в республике (60 мкР/час). Вариации естественного фона связаны с неоднородным распределением элементов радиоактивных рядов урана и тория в земной коре.

По биогеохимической классификации для естественных радионуклидов ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) характерно слабое накопление в почве (от 2 до 10 кларков). Содержание искусственного радионуклида ( $^{137}\text{Cs}$ ) в почве не превы-



**Таблица 3.2 - Содержание химических элементов в почвах Прииссыккуля (мг/кг)**

Место отбора	Тип почвы	K, %	Ca, %	Ti, %	V, %	Cr, %	Mn, %	Fe, %	Co, %	Ni, %	Cu, %	Zn, %	Ga, %
с. Тору-Айгыр	серо-бурые	1,5± 0,4	0,9 ± 0,18	0,3 ± 0,05	< 220	45 ± 11	0,060 ± 0,010	2,8 ± 0,19	< 44	14 ± 5	18 ± 9	68 ± 9	18 ± 9
с. Чон-Сары-Ой	св. бурые	1,5± 0,4	1,62 ± 0,18	0,28 ± 0,05	< 220	40 ± 11	0,054 ± 0,010	3,0 ± 0,19	< 54	17 ± 5	16 ± 9	65± 9	22 ± 9
с. Григорьевка	св. каштан.	1,8± 0,3	1,38 ± 0,16	0,38 ± 0,06	< 241	53 ± 11	0,070 ± 0,011	3,7 ± 0,2	< 62	20 ± 5	20 ± 8	64 ± 9	16 ± 8
с. Ананьево	каштан.	1,9± 0,3	1,78 ± 0,16	0,33 ± 0,06	< 230	48 ± 11	0,060 ± 0,011	2,9 ± 0,2	< 46	18 ± 5	25 ± 8	70± 9	27 ± 9
с. Чоң-Оруктү	св.каштан.	1,6± 0,4	1,22 ± 0,13	0,32 ± 0,05	< 214	45 ± 10	0,058 ± 0,009	2,7 ± 0,17	< 51	15 ± 5	20 ± 9	70 ± 9	23 ± 8
с. Тюп	св.каштан.	1,5± 0,4	0,87 ± 0,13	0,28 ± 0,05	< 214	40 ± 10	0,052 ± 0,009	2,82 ± 0,17	< 43	13 ± 5	16 ± 9	67 ± 9	30 ± 9
с. Маман	тем.каштан.	2,0± 0,3	1,96 ± 0,19	0,35 ± 0,06	< 237	48 ± 11	0,070 ± 0,011	4,0 ± 0,2	< 65	22 ± 6	32± 10	77 ± 10	30 ± 9
с. Чирак	тем.каштан.	1,9± 0,3	2,4 ± 0,19	0,30± 0,06	< 220	51 ± 11	0,065 ± 0,011	3,8 ± 0,2	< 46	20 ± 6	27± 10	75 ± 10	28 ± 9
с. Сару	каштан.	1,6± 0,3	1,68 ± 0,16	0,33 ± 0,06	< 235	44 ± 11	0,059 ± 0,011	3,0 ± 0,2	< 63	17 ± 5	23 ± 8	73± 9	29 ± 9
с. Барскоон	св.каштан.	2,1± 0,3	2,8 ± 0,2	0,35 ± 0,06	< 239	49 ± 11	0,064 ± 0,011	3,6 ± 0,2	< 64	16 ± 5	22 ± 9	75 ± 10	24 ± 8
с. Тон	св.бурые	1,6± 0,4	1,82 ± 0,18	0,29 ± 0,05	< 220	41 ± 11	0,058 ± 0,010	3,10 ± 0,19	< 56	20 ± 5	17 ± 9	66 ± 9	26 ± 9
с. Шор-Булак	серо-бурые	1,6± 0,4	1,1 ± 0,18	0,4 ± 0,05	< 220	44 ± 11	0,062 ± 0,010	3,0 ± 0,19	< 49	15 ± 5	16 ± 9	65 ± 9	17 ± 9

Продолжение табл. 3.2

Место отбора	Тип почвы	Ge,	As,	Se,	Br,	Rb,	Sr,	Y,	Zr,	Nb,	Mo,	Sn,	Sb,
с. Тору-Айгыр	серо-бурые	< 10	< 15	0,1	< 5	148 ± 12	175 ± 11	45 ± 5	205 ± 17	12 ± 3	< 3	< 265	< 250
с. Чон-Сары-Ой	св. бурые	< 10	< 12	0,12	< 5	168 ± 12	168 ± 11	55 ± 5	265 ± 17	22 ± 3	< 3	< 273	< 255
с. Григорьевка	св. каштан.	< 11	< 10	0,13	< 6	138 ± 9	203 ± 13	29 ± 4	202 ± 14	11 ± 2	< 3	< 280	< 269
с. Ананьево	каштан.	< 10	< 13	0,15	< 5	137 ± 10	194 ± 14	25 ± 3	184 ± 12	10 ± 1,9	< 3	< 275	< 263
с. Чоң-Орүктү	св.каштан.	< 11	< 11	0,07	< 6	134 ± 9	196 ± 13	34 ± 4	258 ± 17	12 ± 2	< 3	< 255	< 260
с. Тюп	св.каштан.	< 10	< 15	0,09	< 5	147 ± 10	214 ± 14	23 ± 3	174 ± 12	11 ± 1,9	< 3.2	< 262	< 248
с. Маман	тем.каштан.	< 10	< 14	0,1	< 6	134 ± 9	171 ± 11	30 ± 4	194 ± 13	13 ± 2	< 3	< 257	< 274
с. Чирак	тем.каштан.	< 10	< 13	0,14	< 6	130 ± 9	165 ± 11	25 ± 4	185 ± 13	12 ± 2	< 3	< 269	< 264
с. Сару	каштан.	< 10	< 14	0,12	< 5	140 ± 10	196 ± 14	27 ± 3	186 ± 12	10 ± 1,9	< 3	< 265	< 255
с. Барскоон	св.каштан.	< 11	< 13	0,11	< 6	135 ± 9	198 ± 13	36 ± 4	260 ± 17	14 ± 2	< 3	< 268	< 273
с. Тон	св.бурые	< 11	< 12	0,08	< 6	183 ± 12	165 ± 11	58 ± 5	270 ± 17	24 ± 3	< 3	< 270	< 260
с. Шор-Булак	серо-бурые	< 10	< 12	0,09	< 5	140 ± 12	175 ± 11	42 ± 5	185 ± 17	15 ± 3	< 3	< 278	< 250

Продолжение табл. 3.2

Место отбора	Тип почвы	Cs,	Ba,	La,	Ce,	Pr,	Nd,	Pb,	Bi,	U,	Th,	Ra, $n \times 10^{-11}\%$
с. Тору-Айгыр	серо-бурые	< 51	642 ± 83	< 66	70 ± 44	< 70	< 72	29 ± 11	< 11	7 ± 4	13 ± 4	25
с. Чон-Сары-Ой	св. бурые	< 55	652 ± 83	< 68	92 ± 44	< 67	< 67	36 ± 11	< 11	8 ± 4	14 ± 4	28
с. Григорьевка	св. каштан.	< 50	802 ± 91	< 69	77 ± 40	< 74	< 76	33 ± 11	< 11	7 ± 4	15 ± 4	32,5
с. Ананьево	каштан.	< 60	796 ± 91	< 66	72 ± 40	< 72	< 71	28 ± 11	< 11	7 ± 4	12 ± 4	30,5
с. Чоң-Орүктү	св.каштан.	< 53	795 ± 91	< 66	75 ± 40	< 72	< 74	31 ± 11	< 11	7 ± 4	12± 4	30,5
с. Тюп	св.каштан.	< 62	796 ± 88	< 65	< 61	< 67	< 70	26 ± 10	< 11	8 ± 4	13 ± 4	22,5
с. Маман	тем.каштан.	< 63	631 ± 80	< 68	76 ± 40	< 71	< 74	22 ± 11	< 11	< 7	14 ± 4	35
с. Чирак	тем.каштан.	< 59	621 ± 80	< 65	72 ± 40	< 67	< 70	18 ± 11	< 11	< 7	12 ± 4	28
с. Саруу	каштан.	< 61	792 ± 91	< 67	65 ± 40	< 70	< 75	29 ± 11	< 11	7 ± 4	13 ± 4	29
с. Барскоон	св.каштан.	< 65	731 ± 86	< 69	88 ± 41	< 70	< 76	22 ± 10	< 11	< 7	13 ± 4	32,5
с. Тон	св.бурые	< 67	672 ± 83	< 68	106 ± 44	< 73	< 73	46 ± 11	< 11	8 ± 4	24 ± 4	36
с. Шор-Булак	серо-бурые	< 57	645 ± 83	< 69	75 ± 44	< 75	< 70	25 ± 11	< 11	7 ± 4	14± 4	23

шает допустимых уровней вмешательства (НРБ-99).

Таким образом, по макро- и микроэлементам нами получены различные результаты по концентрациям их в почвах. Можно разделить их на несколько групп: с недостаточным содержанием (Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Ga, Sr, Y, Zr, Nb, Bi); в пределах нормы (N, P, K, Ca, Cu, Zn, Ge, Br, Rb, Mo, Ba, La, Ce); со слабым накоплением (V, As, Sb, Nd, Pb, U, Th, Ra) и средним (Co, Cs, Se, Sn). В основном, загрязнение тяжелыми металлами почв в данной провинции связано с транспортными выбросами. Также при сжигании угля в частном секторе, работе различных перерабатывающих промышленности и при естественных биогеохимических процессах (горные породы, почвы, растения и животные) вносится вклад в увеличение содержания тяжелых металлов и радионуклидов в почвах и других объектах.

Слабым накоплением характеризуются изотопы радиоактивных элементов ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$ ).

**3.3 Содержание радионуклидов, макро- и микроэлементов в зерновых культурах Прииссыккуля.** Согласно рядам биологического поглощения химических элементов, предложенным А.И. Перельманом (1989), их условно можно разделить на четыре основные группы:

1. Элементы с энергичным биологическим накоплением: Br.
2. Элементы с сильным биологическим накоплением: K, Zn, Ca, Na, Sr.
3. Элементы среднего биологического захвата: Mo, Ni, Cu, Ag, As, Ba, Mn, Pb, Co.
4. Элементы слабого и очень слабого биологического захвата: Cr, Fe, Sb, Sc, W, Th, Rb, Cs.

Результаты гамма-спектрометрического анализа по определению радионуклидов в семенах зерновых культур представлены в таблице 3.6. Для всех радионуклидов характерна слабая аккумуляция, за исключением  $^{40}\text{K}$ , КБП которого составляет 5,3.

Таким образом, результаты анализа показывают следующие:

- Для некоторых макро- и микроэлементов характерны существенные различия по их концентрациям в семенах зерновых культур. Можно выделить группы: с недостаточным содержанием (Br, Sr, As, Co, Cs), в пределах нормы (Ca, Na, Ag, Ba, Mn, Pb, Fe, Th, Sb, Sc, W), и для которых характерно накопление (Zn, Mo, Ni, Cu, Cr, Rb).
- Коэффициенты биологического поглощения изотопов радиоактивных элементов меньше 1 и они не накапливаются в семенах зерновых культур. Полученные результаты по радионуклидам не превышают в изученных расте-

**Таблица 3.6 - Удельная активность радионуклидов в семенах пшеницы, Бк/кг**

Место отбора	<sup>234</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>214</sup> Pb	<sup>214</sup> Bi	<sup>210</sup> Pb	<sup>228</sup> Ac	<sup>224</sup> Ra	<sup>212</sup> Pb	<sup>212</sup> Bi	<sup>227</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs
с. Тору-Айгыр	8 ± 4	<12	<6	4 ± 2	28 ± 6	10 ± 3	<10	3,7 ± 0,7	9	<3	4264 ± 39	<1
с. Чон-Сары-Ой	<10	<14	<8	<3	50 ± 7	16 ± 4	<9	2,8 ± 0,7	10	<3	4700 ± 49	<0,8
с. Григорьевка	<10	<13	7 ± 1	5 ± 2	42 ± 8	11 ± 3	12 ± 7	1,5 ± 0,7	19	<4	5459 ± 55	<1,5
с. Ананьево	9 ± 4	<12	6 ± 1	<5	33 ± 5	8 ± 3	10 ± 5	2,3 ± 0,6	12	<3	5142 ± 50	<1,3
с. Чоң-Орүктү	<9	<10	<7	<9	19 ± 7	18 ± 3	<8	1,9 ± 0,6	7	<3	4915 ± 46	<0,9
с. Тюп	<10	<12	<2	<3	70 ± 8	9 ± 3	<11	1,7 ± 0,7	11	<4	4104 ± 50	<1,2
с. Маман	9 ± 4	<9	6 ± 1	4 ± 1	55 ± 6	<4	<8	<0,8	8	<3	4723 ± 37	<0,8
с. Чирак	<10	<10	<5	4 ± 2	35 ± 6	12 ± 3	<11	3,3 ± 0,7	8 ± 5	<4	5200 ± 55	<1,1
с. Саруу	<10	<12	<8	<3	40 ± 5	15 ± 3	10 ± 5	2,1 ± 0,7	9	<4	4663 ± 42	<1,5
с. Барскоон	<9	<12	8 ± 1	4 ± 2	53 ± 8	<4	12 ± 7	4,2 ± 0,7	10	<4	4134 ± 49	<1,4
с. Тон	<9	14 ± 7	9 ± 1	9 ± 2	18 ± 7	22 ± 3	<10	3,8 ± 0,7	18 ± 7	<3	6519 ± 55	<1,3
с. Шор-Булак	8 ± 4	<12	<7	<4	31 ± 6	<4	<10	1 ± 0,5	10	<3	5320 ± 50	<1,2

ниях допустимых концентраций, но по сравнению с другими фоновыми участками значения немного выше.

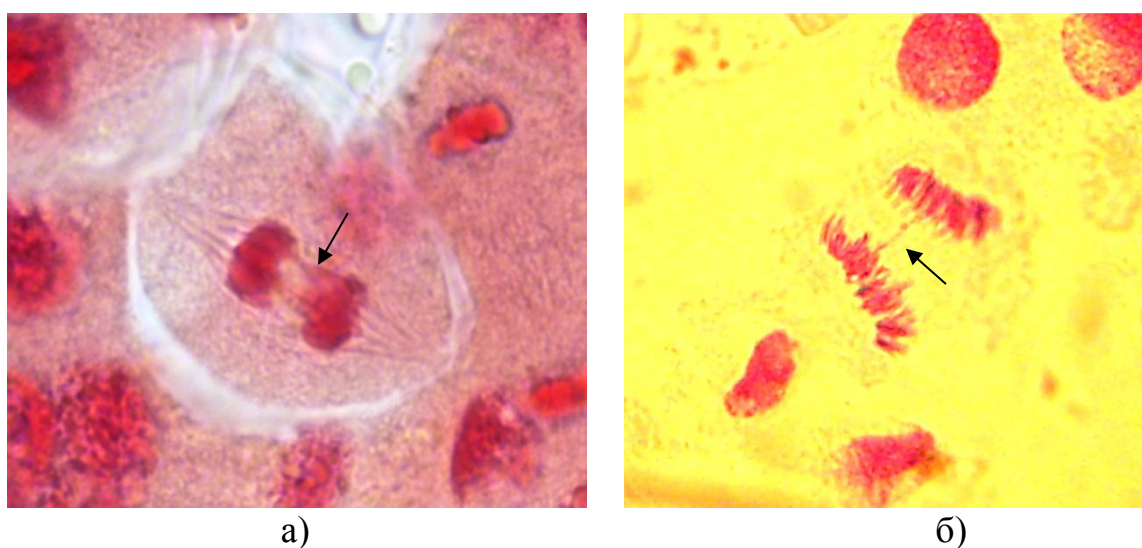
- В настоящее время, в связи с ухудшением экологической ситуации повсеместно, возможно поступление загрязняющих веществ с потоками воздуха, с осадками. В растения они могут поступать также через поверхность листьев.

**3.4 Определение фитотоксичности почв по некоторым параметрам изучения зерновых культур.** Была изучена масса 1000 семян у пшеницы и ячменя. В 5 районах у ячменя значения были в пределах 41-50,7 г. Фактическое расхождение составило 0,19-0,35. Это означает, что оно не превысило допускаемые расхождения массы 1000 семян. У пшеницы этот показатель варьирует от 38,3 г до 45,52 г. Максимальное значение по первому злаку наблюдалось в Жеты-Огузском районе – 50,7 г, минимальное в Тонском районе – 41 г.

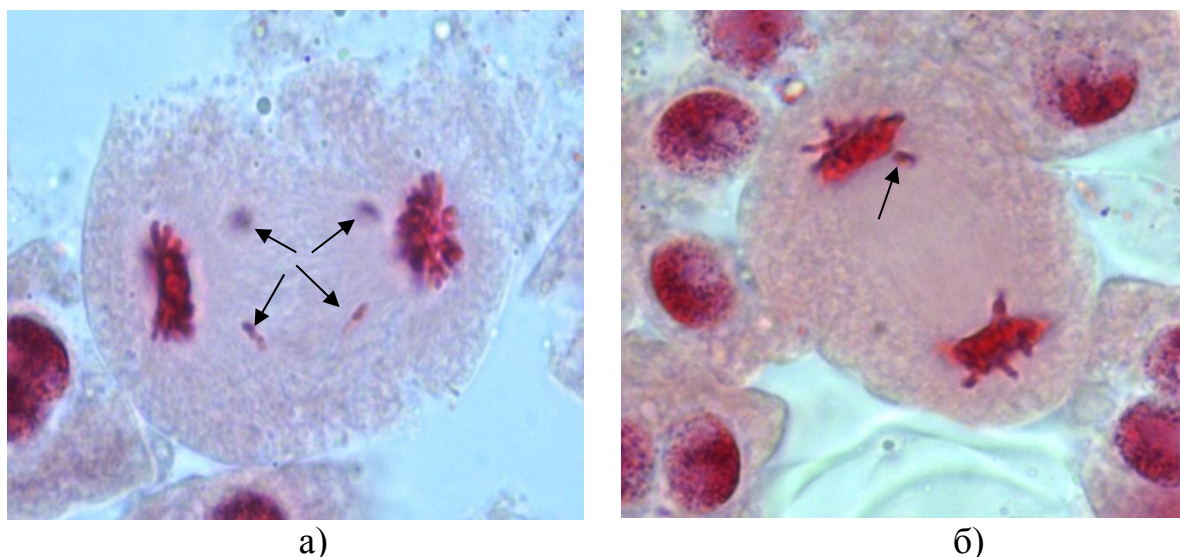
Семена пшеницы в исследуемые годы, выращенные в разных агроценозах, имели всхожесть в основном 85-98 %, ячменя - 80-93 % и низкую изменчивость. Следовательно, семена могут использоваться для посева на семенные цели.

Выращиваемая пшеница в агроэкосистемах Прииссыккулья во всех районах в пределах 3-4 класса сортности. В Тонском районе клейковины в семенах 19 %, Ак-Суйском – 19 %, Иссык-Кульском – 20 %, что соответствует 4 классу; в Жеты-Огузском районе – 26 %, Тюпском – 25 %, 3 класс.

На рис. 3.3., 3.4. показаны основные типы хромосомных нарушений в клетках.

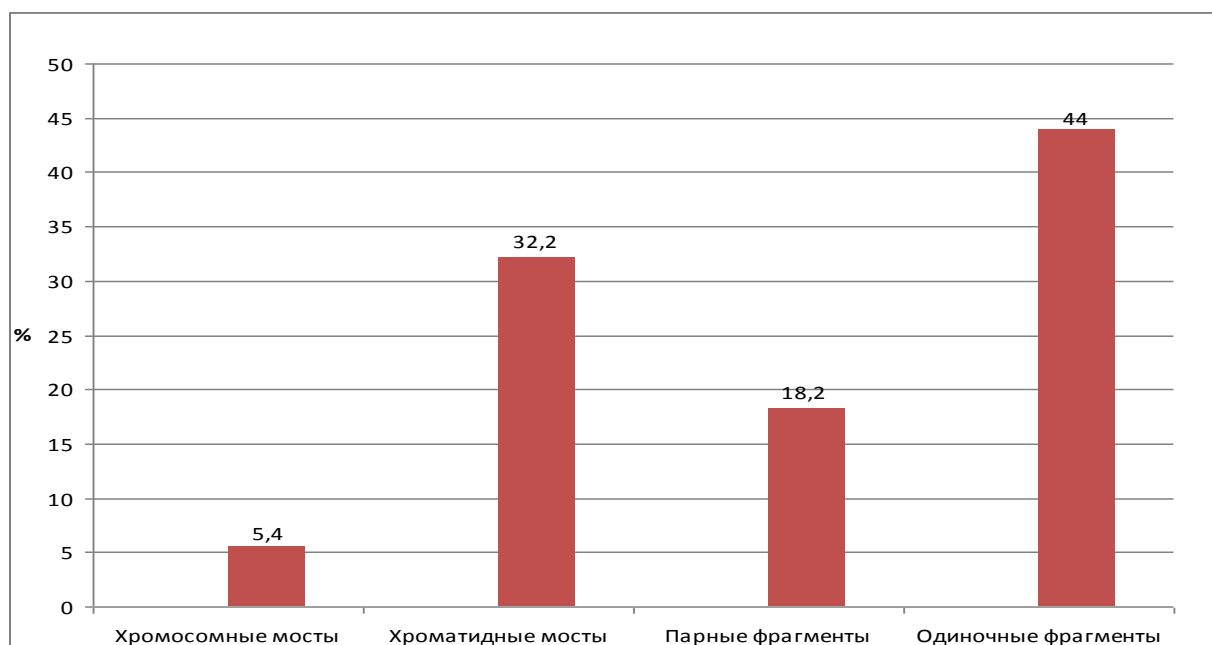


**Рис. 3.3. Ана-телофазные пластинки: а) ярового ячменя с хромосомным мостом, б) озимой пшеницы с хроматидным мостом**



**Рис. 3.4. Ана-телофазные пластинки: а) пшеницы с парным фрагментом, б) ячменя с одиночным фрагментом**

Общее количество просмотренных препаратов – 5000. Среди 93 хромосомных нарушений выявлены: 18,2 % парных фрагментов, 44 % одиночных фрагментов, 5,4 % хромосомных мостов и 32,2 % хроматидных мостов. В спектре нарушений хромосом, как можно видеть на рис. 3.6., в клетках корневых меристем семян ячменя (*Hordeum vulgare*) и пшеницы (*Triticum aestivum*) преобладают аберрации, одиночные фрагменты и мосты хроматидные. Можно сделать вывод о воздействии в данном случае мутагенов химической природы.



**Рис. 3.6. Основные типы перестроек хромосом**

Результаты цитогенетических исследований семян зерновых культур агроэкосистем Прииссыккуля выявили наиболее высокую частоту хромосомных нарушений для ярового ячменя из окрестностей с. Тоң, у озимой пшеницы с. Барскоон, Ананьево и Тюп. Мы связываем это с геохимическими особенностями Иссык-Кульской межгорной впадины. Она представляет собой урановую биогеохимическую провинцию, где обогащены ураном горные породы, почвы, озерные, речные и подземные воды, озерные осадки и живые организмы.

Частота хромосомных aberrаций в клетках корневых меристем семян ярового ячменя (*Hordeum vulgare*) и озимой пшеницы (*Triticum aestivum*) Прииссыккуля составляла 1,4-2,2 %, (в среднем 1,86 %). По-видимому, на генетический аппарат зерновых культур в районах исследования синергетически воздействуют химические элементы в сочетании с радионуклидами.

**3.5 Радиоэкологическая оценка ОС с использованием компьютерной программы ERICA.** В последнее время для проведения экологического, в том числе радиоэкологического мониторинга природной и техногенной среды все чаще используются компьютерные программы и математическое моделирование. Программа Erica tool 1,2 – это программное обеспечение, которое используется для оценки радиационной опасности для наземных, морских и пресноводных экосистем. Зная содержания радионуклидов в почве или в воде, программа производит расчеты и моделирует их для растений, животных и других организмов, а также дает оценку доз радиоактивного облучения. Программа Erica tool 1,2 включает в себя следующий алгоритм действий - рис. 3.7.

Элемент оценки состоит из трех разделов, если значение радиационного фактора незначительно, то можно ограничиться разделом 1. Если оно повышено, то действие рекомендуется продолжить в разделе 2. Для более детальной оценки радиационного фактора на живые организмы применяется раздел 3. Сумма фактора риска агроценозов Прииссыккуля составила 0,70-0,90. Показано общая мощность дозы на рис.3.14.

Таким образом:

- Общий фактор риска составил 0,90. По радионуклидам высокий фактор риска наблюдается у  $^{226}\text{Ra}$  – 0,83.
- Во внешнюю дозу облучения организмов среди радионуклидов он вносит маленькую дозу.
- Во внутреннюю дозу облучения организмов среди радионуклидов основной вклад вносит  $^{226}\text{Ra}$ , особенно для мхов и лишайников (2,27 мкГр/час).



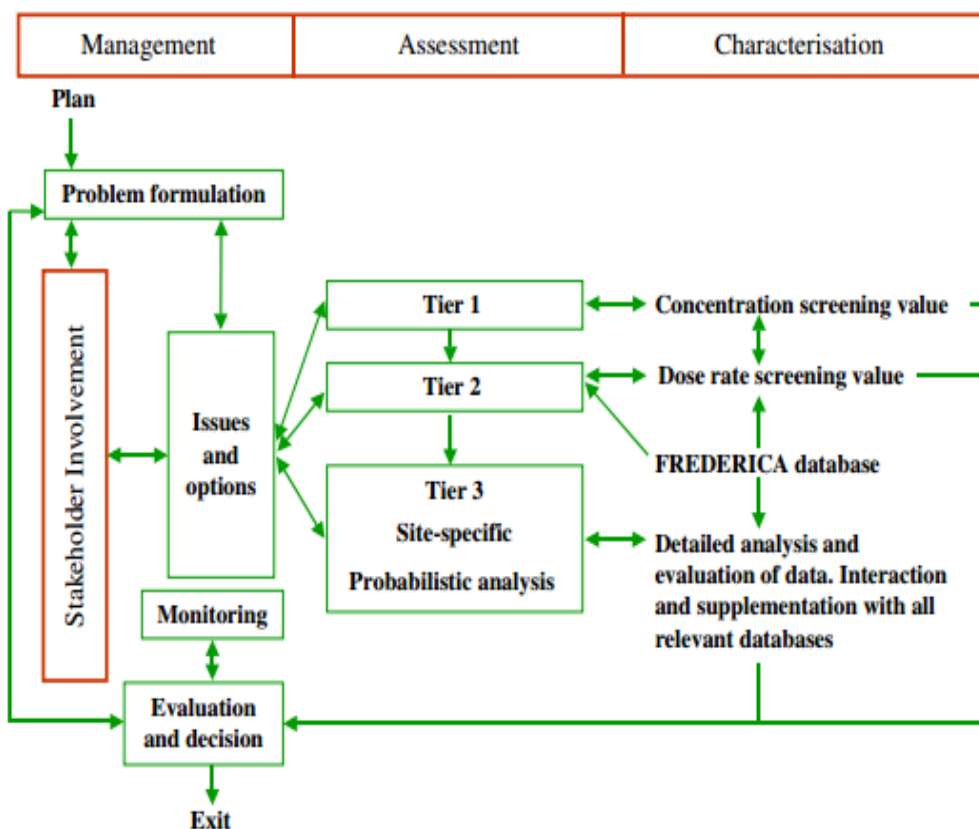


Рис. 3.7. Структура программы Erica tool 1.2

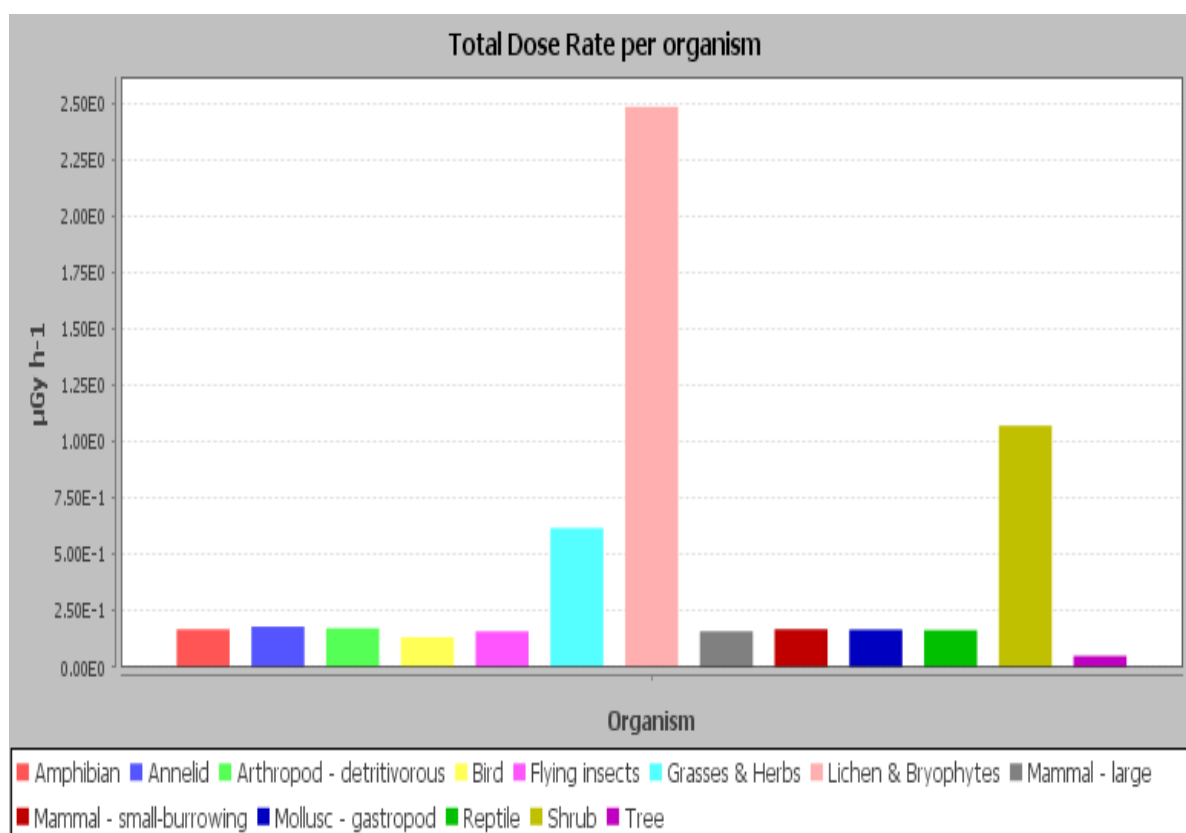
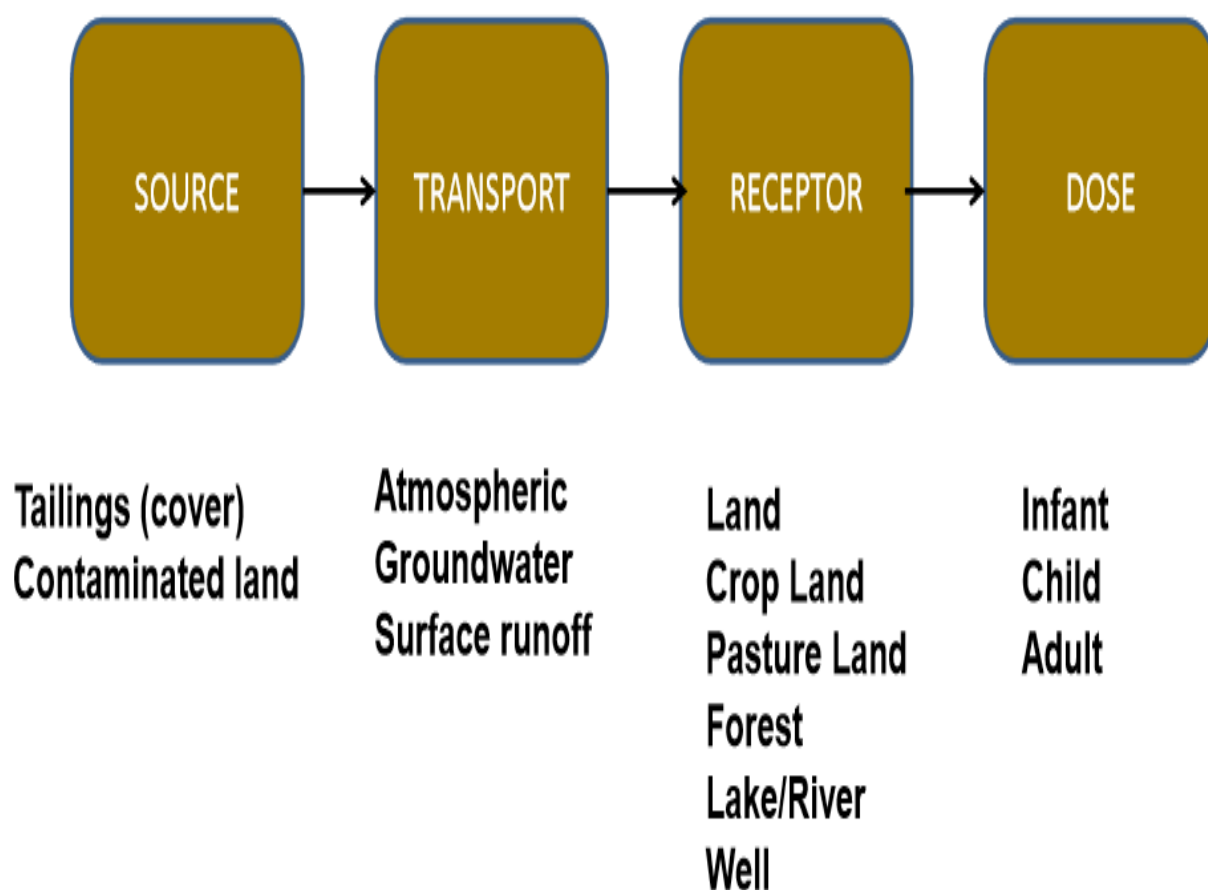


Рис. 3.14. Общая мощность дозы

- Наиболее высокую поглощенную дозу облучения получают мхи, лишайники (2,49 мкГр/час) и кустарники (1,1 мкГр/час).
- Мхи и лишайники способны накапливать радионуклиды больше, чем другие организмы:  $^{210}\text{Pb}$  – 286 Бк/кг,  $^{226}\text{Ra}$  – 16,3,  $^{234}\text{Th}$  – 19,  $^{137}\text{Cs}$  – 28. Коэффициент риска для них составил 0,25.
- Согласно базе данных радиобиологических эффектов программы Erica tool 1,2 облучения живых организмов в данных диапазонах нет статистически значимого влияния на плотность видов.

**3.6 Радиозэкологическая оценка агроэкосистем Прииссыккулья с использованием пакета прикладных программ NORMALYSA.** **NORMALYSA** - это программа, которая используется для обеспечения научных основ радиационной безопасности, разработки стратегий реабилитации территорий, подверженных радиоактивному загрязнению.

Компоненты NORMALYSA основаны на четырех различных модулях (рис. 3.16):



**Рис. 3.16. Модули NORMALYSA**

**1. Модуль источника радиации** – модели для расчета выбросов радионуклидов в воздух, поверхностные и грунтовые воды из загрязненных

биосферных объектов, таких как хвостохранилища, загрязненные земли, отходы горных пород, рудники и шахты с газообразными или жидкими отходами, загрязненные поверхностные и подземные воды;

2. **Транспортный модуль** – модели для расчета переноса радионуклидов в атмосфере, грунтовых водах или стоках от источника загрязнения к различным рецепторам;

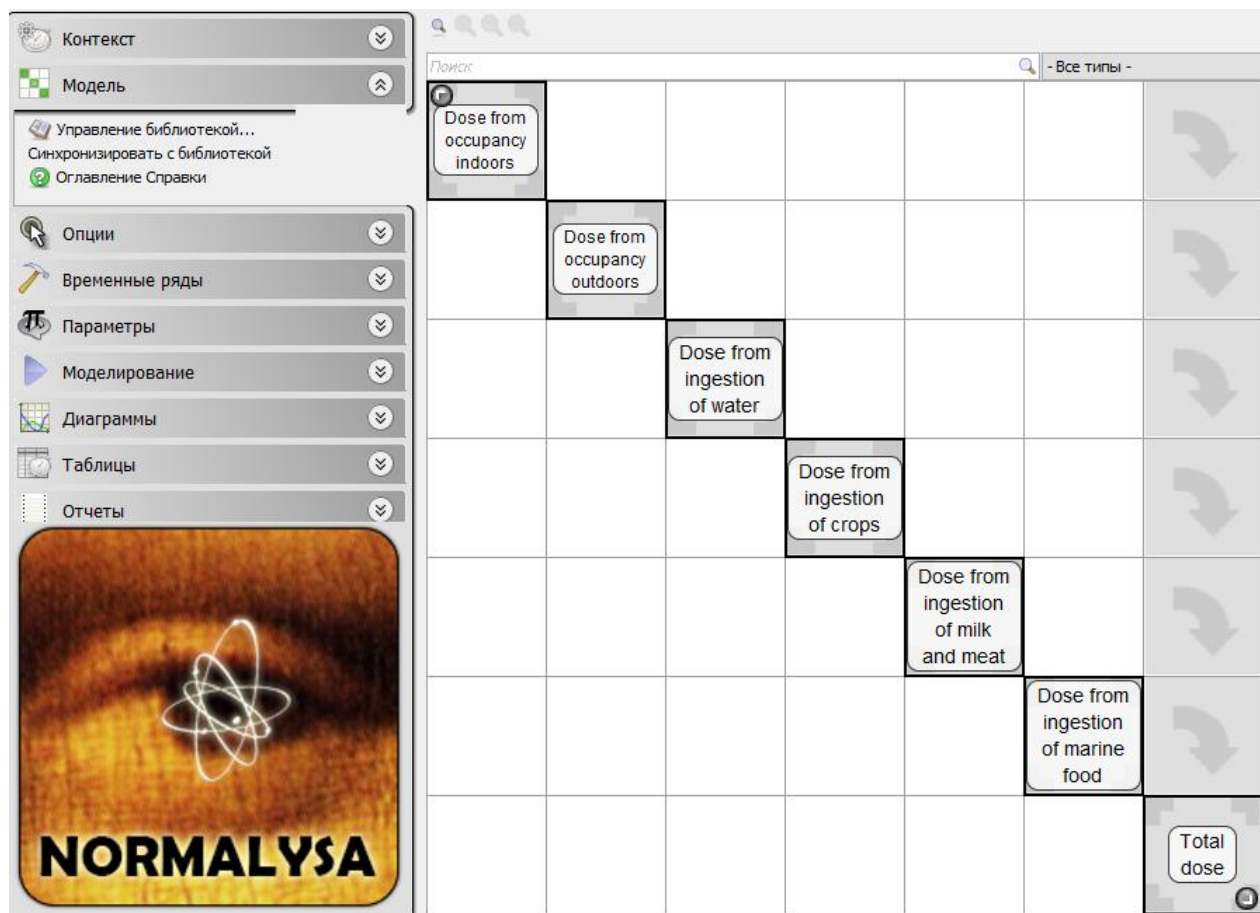
3. **Модуль рецептора** – модели для расчета переноса и накопления выбросов радионуклидов в различных типах рецепторов, таких как различные типы земель (посевы, пастбища, лесные земли, неорошаемые земли), здания, поверхностные воды (озера и реки), колодцы;

4. **Модуль доз** – модели для расчета индивидуальных доз для разных групп людей (младенцев, детей, взрослых) и для разных видов дикой природы.

### **Расчет годовой дозы облучения населения с учетом различных путей поступления радионуклидов в условиях Прииссыкулья**

Расчет общих доз трех разных групп населения (1. Взрослые, 2. Дети, 3. Младенцы) с учетом различных путей поступления радионуклидов (Рис. 3.20):

- дозы от нахождения на открытом воздухе (внешние, вдыхания воздуха и аэрозолей);
- дозы от нахождения в помещении (внешняя и ингаляционная);
- дозы от употребления воды;



**Рис. 3.20. Модель расчета общей годовой дозы**

- дозы от употребления сельскохозяйственных культур;
- дозы от употребления молока и мяса;
- дозы от употребления морепродуктов.

В Кыргызской Республике согласно закону Технический регламент «О радиационной безопасности» от 29 ноября 2017 года №224 установлен предел эффективной дозы для населения не более 1 мЗв в год. Расчетные годовые дозы для населения от всех путей воздействия радионуклидов в условиях Прииссыккуля не превышают установленной нормы.

## **ВЫВОДЫ**

1. Установлено, что мощность экспозиционной дозы радиационного фона по гамма-излучению в исследованном регионе составляет от 13 до 23 мкР/ч, что не превышает принятой нормы по республике (60 мкР/час).

2. Для серо-бурых и светло-бурых почв Прииссыккуля отмечены низкое содержание гумуса и недостаточная обеспеченность подвижными формами фосфора и калия. Среди макро- и микроэлементов здесь в почвах можно выделить 4 группы: с недостаточным содержанием (Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Ga, Sr, Y, Zr, Nb, Bi); те, которые находятся в пределах нормы (Ca, Cu, Zn, Ge, Br, Rb, Mo, Ba, La, Ce); со слабым накоплением (V, As, Sb, Nd, Pb, U, Th, Ra) и средним (Co, Cs, Se, Sn).

3. В семенах зерновых культур изученные элементы содержатся также в различных концентрациях: в недостаточном количестве - Br, Sr, As, Co, Cs, в пределах нормы - Ca, Na, Ag, Ba, Mn, Pb, Fe, Th, Sb, Sc, W, слабое накопление отмечено для таких элементов, как Zn, Mo, Ni, Cu, Cr, Rb. Проведенные соответствующие анализы показывают, что изотопы радиоактивных элементов ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) не накапливаются в семенах изученных культур и не превышают допустимых концентраций, но по сравнению с другими фоновыми участками значения немного выше.

4. Число хромосомных нарушений в клетках корневых меристем семян зерновых культур изменяется в пределах естественных значений от 1,4 до 2,2 %. Масса и всхожесть семян также в пределах нормы. По содержанию клейковины зерновые культуры агроэкосистем отнесены к 3-4 классу сортности (от 19 до 26 %).

5. Мощность дозы радиационного облучения живых организмов в условиях агроэкосистем Прииссыккуля (по базе данных радиобиологических эффектов программы Erica tool 1,2) небольшая, фактор риска составляет от 0,72 до 0,90.

6. Расчет годовой дозы облучения населения с учетом различных путей поступления радионуклидов в условиях Прииссыккуля показал, что от всех путей воздействия они не превышают установленной нормы (1 мЗв/год).

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Полученные данные по содержанию радионуклидов и макро- и микроэлементов в почвах и зерновых культурах Прииссыккуля рекомендуется использовать при экологическом мониторинге окружающей среды. Имеется акт внедрения Иссык-Кульского территориального управления госагентства охраны окружающей среды и лесного хозяйства № 1 от 13.11. 2017г.

2. Разделы диссертационной работы рекомендуются к использованию для чтения курсов лекций, проведения практических, семинарских и лабораторных занятий для студентов ВУЗов, обучающихся по направлению «Экология и природопользование». Имеется акт внедрения Иссык-Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова № 2 от 11.12 2017 г.

3. В связи с низким содержанием гумуса, необходимым условием сохранения и повышения производительности почв агроэкосистем Прииссыккуля является своевременное внесение органических и минеральных удобрений, соблюдение севооборотов сельскохозяйственных культур и другие агротехнические мероприятия.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:**

- 1. Калдыбаев, Б.К.** Радиоэкологический мониторинг за искусственными и естественными радионуклидами в почвенно-растительном комплексе агроэкосистем Прииссыккуля [Текст] / Б.К. Калдыбаев, Т.Э. Токтоева, Б.М. Дженбаев // Сб. науч. тр. V междунар. науч.-практ. конф. «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде». – Семей, 2008. – С.224-231.
- 2. Токтоева, Т.Э.** Цитогенетические исследования в условиях урановой биогеохимической провинции Иссык-Куль [Текст] / Т.Э. Токтоева // Сб. материалов междунар. конф. «Биосферные территории Центральной Азии как природное наследие». – Бишкек, 2009. – С. 132-135.
- 3. Токтоева, Т.Э.** Естественные радионуклиды в агроэкосистемах Прииссыккуля [Текст] / Т.Э. Токтоева // Вестник КАЗНУ Серия экологическая. – 2010. – №3 (29). – С.42-48.
- 4. Токтоева, Т.Э.** Радиобиогеохимическая оценка почвенно-растительного покрова Прииссыккуля [Текст] /Т.Э. Токтоева // Известия ВУЗов. – 2010.– №4. – С. 40-43.
- 5. Токтоева, Т.Э.** Цезий-137 в агроэкосистемах Прииссыккуля [Текст] /Т.Э. Токтоева // Наука и новые технологии. – 2010. – №4. – С. 114-116.
- 6. Дженбаев, Б.М.** Современное состояние Иссык-Кульской урановой радиобиогеохимической провинции [Текст] / Б.М. Дженбаев, Б.Т. Жолболдиев,

- Б.К. Калдыбаев, Т.Э. Токтоева // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2013. – том 53, № 4. – С. 432-440.
- 7. Токтоева, Т.Э.** Эколого-биогеохимическая оценка современного состояния почв Прииссыккуля [Текст] / Т.Э. Токтоева, Б.К. Калдыбаев, Б.М. Дженбаев // Сб. материалов III междунар. конф. «Современные проблемы геохимической экологии и сохранения биоразнообразия». – Бишкек, 2013. – С. 85-89.
- 8. Токтоева, Т.Э.** Эколого-биогеохимическая оценка накопления радионуклидов, макро- и микроэлементов в зерновых культурах Прииссыккуля [Текст] / Т.Э. Токтоева, Б.К. Калдыбаев, Б.М. Дженбаев // Вестник КНУ. – 2014. – С.281-285.
- 9. Токтоева, Т.Э.** Радиоэкологическая оценка агроэкосистем Прииссыккуля [Текст] / Т.Э. Токтоева, Б.К. Калдыбаев, Б.М. Дженбаев // Сб. докладов молодежной конф. с межд. участ. «Взгляд молодых ученых на современные проблемы развития радиобиологии, радиоэкологии и радиационных технологий». – Обнинск, 2016. – С.220-222.
- 10. Калдыбаев, Б.К.** Радиоэкологический мониторинг прибрежной зоны биосферной территории Иссык-Куль [Текст] / Б.К. Калдыбаев, Т.Э. Токтоева, Б.М. Дженбаев, Б.Т. Жолболдиев // Сб. науч. тр. V междунар. конф. «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека». – Томск, 2016. – С.277-281.
- 11. Токтоева, Т.Э.** Биоиндикация окружающей среды с использованием зерновых культур в агроценозах Иссык-Кульской области [Текст] / Т.Э. Токтоева, Б.К. Калдыбаев, Б.М. Дженбаев // Universum: химия и биология. – 2017. – 3(33). – С. 8-10.
- 12. Дженбаев, Б.М.** Радиобиогеохимическая оценка почвенно-растительного покрова агроэкосистем Прииссыккуля [Текст] / Б. М. Дженбаев, Т. Э. Токтоева, Б. К. Калдыбаев // Труды биогеохимической лаборатории Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН. – 2017. – Том 26. – С. 402-406.
- 13. Djenbaev, B.M.** Radiation monitoring of soil cover of natural uranium in the Issyk-Kul province [Text] / B.M. Djenbaev, T.E. Toktoeva, B.K. Kaldibaev, B.T. Zholbolduev // Journal of Radiation Research. – 2015. – vol.2, №2. – P. 57-64.

**Токтоева Тамара Эркинбековнанын «Ысык-Көлдүн айланасындагы агроэкосистеманын топурак-өсүмдүк биргелештигине экологиялык-радиобиогеохимиялык баа берүү» деген темада 03.02.08 – экология, адистиги боюнча биология илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациясынын кыскача**  
**КОРУТУНДУСУ**

**Негизги сөздөр:** кармалышы, кларк, топурак, дан өсүмдүктөрү, химиялык элементтер, радионуклиддер, хромосомалык абerrация, Erica tool 1,2, NORMALYSA.

**Изилдөө объектиси:** Ысык-Көлдүн айланасындагы агроэкосистеманын топурагы жана дан өсүмдүктөрү.

**Изилдөөнүн максаты:** Ысык-Көлдүн айланасындагы агроэкосистеманын топурак-өсүмдүк комплексине экологиялык-радиобиогеохимиялык баа берүү.

**Изилдөө ыкмалары:** талаа, дозиметрикалык, рентген-флуоресценттик, атомдук-абсорбциялык, гамма-спектрометрикалык, биоиндикациялык жана цитогенетикалык.

**Алынган жыйынтыктар жана натыйжалар:** Алгачкы жолу Ысык-Көлдүн айланасындагы агроэкосистемаларына радионуклиддерден, макро-жана микроэлементтерден булганышын комплекстүү экологиялык-радиобиогеохимиялык баалоосу жүргүзүлүп, дан өсүмдүктөрүнүн кээ бир параметрлерин өлчөө боюнча топурактын фитоуулуулугу аныкталды. ERICA tool 1,2 жана NORMALYSA программаларынын пакеттерин колдонуу менен Ысык-Көлдүн айланасындагы агроэкосистемаларына радиоэкологиялык баалоо жүргүзүлдү. Агроэкосистеманын топурактары аз (V, As, Sb, Nd, Pb, U, Th, Ra) жана орточо (Co, Cs, Se, Sn) санда топтолушу менен мүнөздөлөөрү аныкталды. Топурак каптоосунда төмөнкү химиялык элементтердин кармалышы (N, P, K, Ca, Cu, Zn, Ge, Br, Rb, Mo, Ba, La, Ce) булганбаган аймактарга мүнөздүү болгон фондук көрсөткүчтөрдүн чегинде өзгөрөт. Гамма-нурлануу боюнча радиациялык фондун деңгээли чектүү нормадагы деңгээлден ашпайт жана радиоактивдүү элементтердин изотопторунун биологиялык топтолуу коэффициенти 1ден азыраак. Дан өсүмдүктөрүнүн уругунда начар топтолууга мүнөздүү элементтер: Zn, Mo, Ni, Cu, Cr, Rb.

**Пайдалануу боюнча сунуштар:** Иштин материалдары айлана-чөйрөнүн объектилериндеги химиялык жана радиоактивдүү элементтердин кармалышын аныктоодо зарылдык катары эсептелгендиктен, аны айлана-чөйрөнү коргоо жана токой чарба мамлекеттик агенттиги, айыл чарба министрлиги жана Кыргызстандын башка бөлүмдөрү тарабынан о.э. ЖОЖдордо «Экология» багытындагы студенттер үчүн колдонулушу мүмкүн.

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

## **РЕЗЮМЕ**

**кандидатской диссертации Токтовой Тамары Эркинбековны на тему: «Эколого-радиобиогеохимическая оценка почвенно-растительного комплекса агроэкосистем Прииссыккуля» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология**

**Ключевые слова:** содержание, кларк, почва, зерновые культуры, химические элементы, радионуклиды, хромосомные aberrации, Erica tool 1,2, NORMALYSA.

**Объекты исследования:** почва и зерновые культуры агроэкосистем Прииссыккуля.

**Цель работы:** комплексная эколого-радиобиогеохимическая оценка почвенно-растительного комплекса агроэкосистем Прииссыккуля.

**Методы исследования:** полевые, дозиметрический, рентгено-флуоресцентный, атомно-абсорбционный, гамма-спектрометрический, биоиндикационные и цитогенетические.

**Полученные результаты и их новизна:** впервые проведена комплексная эколого-радиобиогеохимическая оценка загрязнения агроэкосистем Прииссыккуля радионуклидами, макро- и микроэлементами, определена фитотоксичность почв агроэкосистем по некоторым параметрам измерений у зерновых культур. Проведена радиоэкологическая оценка агроэкосистем Прииссыккуля с помощью пакета прикладных программ Erica tool 1,2 и NORMALYSA. Установлено, что почвы агроэкосистем характеризуются слабым накоплением V, As, Sb, Nd, Pb, U, Th, Ra и средним Co, Cs, Se, Sn. Содержание элементов N, P, K, Ca, Cu, Zn, Ge, Br, Rb, Mo, Ba, La, Ce в почвенном покрове варьирует в пределах фоновых значений, характерных для незагрязненных территорий. Уровень радиационного фона по гамма-излучению не превышает предельно допустимого, коэффициенты биологического накопления изотопов радиоактивных элементов меньше 1. В семенах зерновых культур слабое накопление характерно для Zn, Mo, Ni, Cu, Cr, Rb.

**Рекомендации по использованию:** Материалы работы могут быть использованы для нормирования содержания химических и радиоактивных элементов в объектах окружающей среды Государственным агентством по охране окружающей среды и лесному хозяйству, учреждениями Минсельхоза и другими ведомствами. Теоретические данные важны для расширения базовых данных экологической геохимии и радиоэкологии, при чтении курсов лекций для студентов по направлению «Экология» в ВУЗах.

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



## RESUME

to dissertation of Toktoeva Tamara Erkinbekovna on the theme "Ecology-radiobiogeochemical assessment of soil-plant complex of agroecosystems of the Issyk-Kul region " for the degree of candidate of biological sciences, specialty 03.02.08 – ecology

**Key words:** content, clark, soil, cereals, chemical elements, radionuclides, chromosomal aberrations, Erica tool 1.2, NORMALYSA.

**Objects of research:** soil and cereals of agroecosystems of the Issyk-Kul region.

**Objective:** complex ecology-radiobiogeochemical assessment of the soil-plant complex of agroecosystems in the Issyk-Kul region.

**Research methods:** field, dosimetric, X-ray fluorescence, atomic-absorption, gamma spectrometric, bioindication and cytogenetic.

**The obtained results and their novelty:** for the first time carried out a comprehensive ecological-radiobiogeochemical assessment of the pollution of agroecosystems of the Issyk-Kul region with radionuclides, macro- and microelements, and the phytotoxicity of the soils of agroecosystems for some parameters of measurements in cereals.

Radioecological evaluation of the agricultural system of the Issyk-Kul region was carried out using the Erica tool 1,2 and NORMALYSA software package. It is established that the soils of agroecosystems are characterized by a weak accumulation of V, As, Sb, Nd, Pb, U, Th, Ra and mean Co, Cs, Se, Sn. The content of elements N, P, K, Ca, Cu, Zn, Ge, Br, Rb, Mo, Ba, La, Ce in the soil cover varies within the background values typical for uncontaminated areas. The level of radioactivity of the gamma - radiation does not exceed the maximum allowable, the coefficients of biological accumulation isotopes of radioactive elements is less than 1. In seeds of grain crops, a weak accumulation is characteristic for Zn, Mo, Ni, Cu, Cr, Rb.

**Recommendations for use:** work materials can be used for the valuation of chemical and radioactive elements in the environmental objects by the State Agency for Environmental Protection and Forestry, institutions of Ministry of Agriculture and other departments. Theoretical data are important for expanding the basic data of ecological geochemistry and radioecology, when reading lecture courses for students in the field of "Ecology" in higher education.

**Field of application:** ecology, ecological geochemistry, radiation ecology, environmental protection.