



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГТТУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

**Физико-химические свойства отдельных природных компонентов
озерных экосистем ВУРСа (на примере озер Тыгиш и Кожакуль)**

**Выпускная квалификационная работа по направлению
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность программы бакалавриата

«Биология. Химия»

Форма обучения очная

Проверка на объем заимствований:

67,11 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«26» мая 2023 г.

Зав. кафедрой Химии, экологии и
методики обучения химии

(название кафедры)

Сутягин А.А. Сутягин А.А.

Выполнила:

Студентка группы ОФ-501/068-5-1

Королёва Дарья Юрьевна

Научный руководитель:

д.б.н., к.х.н, доцент

Левина Сима Гершивна Левина Сима Гершивна

Челябинск
2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОДЕРЖАНИЕ И НАКОПЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПОЛЛЮТАНТОВ В ПОЧВАХ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ СРЕДНЕГО УРАЛА.....	7
1.1 Образование и характеристика Восточно-Уральского радиоактивного следа.....	7
1.2 Радиозэкологическая обстановка на экосистемах замедленного водообмена Среднего Урала.....	9
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СУПЕРАКВАЛЬНЫХ ПОЧВ ВОДОСБОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОЗЕР ТЫГИШ И КОЖАКУЛЬ	14
2.1 Физико-географическая характеристика озерных экосистем замедленного водообмена Тыгиш и Кожаккуль.....	14
2.2 Методы исследования почв водосборных территорий исследуемых озер.....	17
2.3 Физико-химический состав супераквальных почв водосборных территорий озер Тыгиш и Кожаккуль.....	29
ГЛАВА 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕУРОЧНОГО ЗАНЯТИЯ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ НА ОСНОВЕ КРАЕВЕДЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА.....	30
3.1 Особенности внеурочной работы.....	30
3.2 Разработка и сценарий внеурочного мероприятия.....	31
3.3 Анализ результата педагогического эксперимента.....	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	43
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Определение кальция и магния при совместном присутствии.....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Определение легкорастворимых фосфатов в вытяжке Кирсанова	50

ПРИЛОЖЕНИЕ 3	Определение общего углерода в почве по методу Тюрина.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	Распределение радионуклидов в почвенном профиле...	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	АКТ Комиссии по расследованию причин взрыва в хранилище радиоактивных отходов комбината 817.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	Лист наблюдения оценки эффективного учебного занятия №1 по методике Беспалько	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	Лист наблюдения оценки эффективного учебного занятия №2 по методике Беспалько	57
ПРИЛОЖЕНИЕ 8	Диаграммы коэффициентов эффективности учебного процесса.....	58

ВВЕДЕНИЕ

Создание предприятия атомной промышленности во многом обусловило экологическую обстановку Среднего Урала.

Один из инцидентов на производственном объединении «Маяк» оказал наибольшее загрязнение на прилежащие территории, а именно взрыв емкости радиоактивных отходов 29 сентября 1957 г, в результате чего образовался Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС).

В атмосферу было выброшено большое количество радиоактивных веществ. Спустя почти 67 лет с момента взрыва на производственном объединении «Маяк» прошло два периода полураспада долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs . На данный момент радионуклиды вносят основное значение в радиоактивное загрязнение территории ВУРСа.

Современный характер загрязнения ВУРСа и его отдельных экосистем обусловлен не только первичной поверхностной неравномерностью загрязнения территории, но и разнообразными физико-химическими и биологическими процессами, определяющими особенности распределения радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в 22 различных объектах окружающей среды, в том числе в основных компонентах озерных экосистем.

Обширная территория Восточно-Уральского радиоактивного следа отличается обилием крупных водных артерий и озер, поэтому особого внимания требует изучение почв супераквальных элементов ландшафта, для которых характерно повышенное увлажнение вследствие неглубоко залегающих грунтовых вод. Наибольшее загрязнение наблюдается в низинных местах, которые, как правило, приурочены к озерам, рекам и болотам. Повышенное радиоактивное загрязнение прослеживается в донных отложениях, почвах водосборных территорий озер.

Данная работа актуальна, так как исследование физико-химических процессов позволяет сделать вывод об особенностях перераспределения

радионуклидов в рассматриваемых почвах и введения их в хозяйственный оборот.

Цель: выявить влияние физико-химических свойств в почвах водосборных территорий озер Тыгиш и Кожаккуль на содержание химических поллютантов (радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs) и разработать материал для реализации внеурочной работы в школе.

Основные задачи исследования:

1. Определить содержание фосфат-ионов, Ca^{2+} и Mg^{2+} и общего углерода в супераквальном компоненте почв водосборной территории озер Тыгиш и Кожаккуль.

2. Сравнить содержание и накопления долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в супераквальном компоненте почв водосборной территории озер Тыгиш и Кожаккуль.

3. Разработать и реализовать внеурочное занятие на основе архивных краеведческих материалов об аварии на комбинате ПО «Маяк».

Объект исследования: современное физико-химическое состояние и накопление долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в супераквальных почвах озерных экосистем Тыгиш и Кожаккуль.

Предмет исследования: супераквальный компонент почв водосборной территории озер Тыгиш и Кожаккуль.

Научная новизна – выявлены особенности распределения удельной активности долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в почвенном компоненте озерных экосистем Тыгиш и Кожаккуль, а также содержание общего углерода, обменные основания (Ca^{2+} , Mg^{2+}), фосфат ионы.

Практическая значимость – определены физико-химические показатели почв: фосфат-ионы, обменные основания (Ca^{2+} , Mg^{2+}), общий углерод, а также особенности распределения долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs водосборных территориях озер Тыгиш и Кожаккуль на современном этапе. Полученные данные позволяют уточнить особенности накопления и перераспределения долгоживущих

радионуклидов и микроэлементов в почвах, а также оценить возможность возврата данных озерных экосистем в хозяйственную деятельность. Также, разработанные методические рекомендации могут послужить основой для проведения мероприятий в основной и старшей школе.

Апробация работы – материалы данной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

– XXIV Международная научно-практическая конференция, г. Пенза, 2021 г. С.19-23.

– VIII Дистанционная всероссийская студенческая научно-практическая конференция, г. Саранск, 2021 г. С.19-22.

– VI Всероссийская студенческая конференция с международным участием/ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, 2021 г. С.110.,

– Научно-исследовательская работа студентов и аспирантов ЮУрГГПУ за 2020 – 2021 учебный год, г. Челябинск, 2021 г. С.31-35.,

– Международная научно-практическая конференция «Инновационные процессы в химическом образовании в контексте современной образовательной политики», г. Челябинск, 2021 г.

– IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Тьюторское сопровождение в системе общего, дополнительного и профессионального образования»/ ЮУрГГПУ, г. Челябинск, 2022 г.

ГЛАВА 1. СОДЕРЖАНИЕ И НАКОПЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПОЛЛЮТАНТОВ В ПОЧВАХ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРЭСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ СРЕДНЕГО УРАЛА

1.1. Образование и характеристика Восточно-Уральского радиоактивного следа

Территория, которая подверглась радиоактивному загрязнению в результате аварии, позднее получила название Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). Общая протяженность ВУРСа составила 105-110 км в длину (рис. 1).

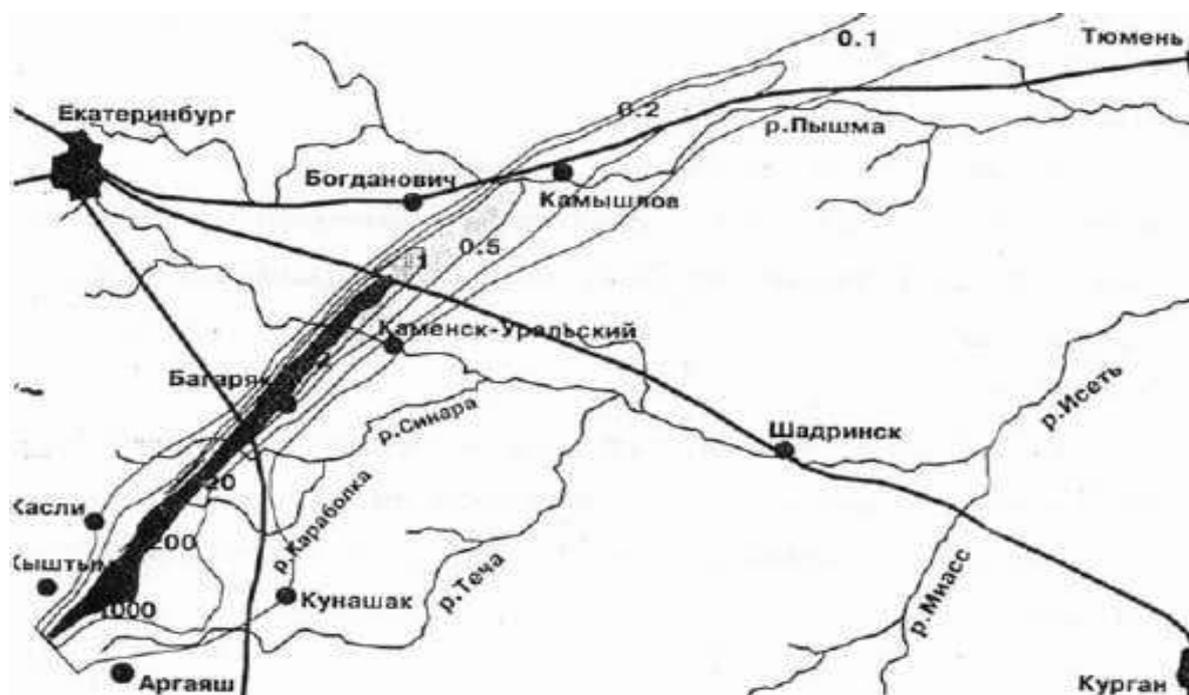


Рисунок 1 – Территория Восточно-Уральского радиоактивного следа [5]

В конце 1957 г. были проведены работы по уточнению границ загрязнения от источника до г. Каменск-Уральский. При этом впервые был применен способ перехода от мощности дозы β -излучения к плотности загрязнения территории на единицу поверхности ($\text{Ки}/\text{км}^2$). В процессе этой работы, наряду с γ -съемкой местности, осуществлялся отбор проб грунта для определения β -активности и содержания отдельных радионуклидов [8].

Рассеянные при взрыве радиоактивные вещества на территории следа характеризовались преимущественным содержанием короткоживущих радионуклидов (церий-95, ниобий-95 и др.). Однако основную радиационную опасность на протяжении длительного времени после аварии представляло наличие в этой смеси долго живущего стронция-90 (2,7% от суммарной активности) в равновесии с дочерним продуктом иттрием-90 [17]. В течение первых пяти лет существования ВУРСа суммарная активность смеси упала вследствие распада короткоживущих нуклидов в 17,5 раза, к 25-му году – в 33 раза. Через шесть лет (к 1964 г.) радиоактивное загрязнение территории стало практически обусловленным стронцием-90 с минимальным включением цезия-137, что и определяет радиологическую значимость существования ВУРСа [12].

В настоящий момент основной вклад в радиоактивное загрязнение территории ВУРСа вносят долгоживущие радионуклиды стронций-90 и цезий-137. Принимая во внимание динамичность процессов транспорта, распределения и миграции радионуклидов в водных экосистемах, поступления радионуклидов в водоемы с поверхностным стоком, а также учитывается влияние на эти процессы факторов пространства и времени, становится очевидной необходимость всестороннего изучения и контроля радиозэкологической ситуации в водоемах ВУРСа, особенно уже используемых в хозяйственных целях [19].

Выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк», усреднённые по 14 пунктам наблюдений, в 2010 г. остались примерно на уровне четырех предыдущих лет. Средняя годовая сумма выпадений ^{137}Cs из атмосферы в 2010 г. в этом районе составляла 5,1 Бк/м²·год. Максимальные выпадения ^{137}Cs наблюдались в п.г.т. Новогорный – 15,7 Бк/м²·год. Средняя величина выпадений ^{90}Sr за год вокруг ПО «Маяк» в 2010 г. незначительно увеличилась по сравнению с 2009 г. и составила 5,5 Бк/м²·год, максимальные выпадения ^{90}Sr наблюдались в п.г.т. Новогорный – 16,9 Бк/м²·год [7].

Основными причинами, по которым ^{90}Sr был принят в качестве реперного радионуклида, по содержанию которого оценивается уровень радиоактивного загрязнения местности, являются: период полураспада (который достаточно велик и долгое время будет определять радиоактивность территорий); его достаточно высокое содержание ^{90}Sr в выбросах, отчего он играл и продолжает играть основную роль в формировании доз долговременного облучения живых организмов [13].

Таким образом, данная проблема представляет большой интерес и требует всестороннего исследования с применением единого методологического подхода, так как суммарное количество радиоактивных материалов на земном шаре, включенных в круговорот вещества, постоянно возрастает. Поэтому все большую актуальность приобретает изучение миграции и распределения данных радионуклидов в пресноводных экосистемах.

1.2 Радиэкологическая обстановка на экосистемах замедленного водообмена Среднего Урала

На территории Восточно-Уральского радиоактивного следа имеются наиболее изученные озера (например, оз. Урускуль), однако, систематическое исследование этих водоемов проводилось до 1986 г. и было возобновлено только в 1998 г. При этом, большинство водоемов (например, Шаблиш и Травяное) в период до 1970 г. исследовались лишь эпизодически (табл. 3) [14].

В отличие от рек, которые являются открытыми системами и транзитной средой для радионуклидов, озера представляют собой полузакрытые пресноводные экосистемы замедленного водообмена, поэтому способны накапливать радионуклиды и играть роль радиэкологических маркеров радиоактивно загрязненных территорий [21].

Таблица 3 – Начальные уровни радиоактивного загрязнения некоторых водоемов территории ВУРСа [12]

Озеро	Суммарная β - активность воды, Бк/л	Запас ^{90}Sr водной массе, Бк,осень1957	Суммарная β -активность воды тыс. расп./мин/л				
			1959	1961	1962	1963	1964
Урускуль	3700	$6,7 \cdot 10^{13}$	220	94,6	98	99	94
Б.Игиш	120	$1,7 \cdot 10^{12}$	7,3	0,4	0,46	0,43	0,4
Куяныш	55	-	-	-	0,34	0,37	-

Наибольшее загрязнение наблюдается в низинных местах, которые, как правило, приурочены к озерам, рекам и болотам. Повышенное радиоактивное загрязнение прослеживается в донных отложениях, почвах водосборных территорий озер [14].

Под химическим составом почвы понимают элементный состав минеральной части почвы. В состав почвы входят почти все известные химические элементы. Почвы являются важнейшим компонентом озерных экосистем, контролирующим накопление и перенос различных элементов. Кроме того, почвы водосборных территорий, особенно супераквальные, могут являться источниками загрязнения водоемов.

Радионуклиды, попадая на поверхность почвы, включаются в биогеохимические процессы миграции и перераспределяются в почвенном покрове. Этому способствуют сформированность систем: почва-грунтовые и поверхностные воды; почва-растение, а также пищевые и биологические цепочки [15].

Выявлена зависимость поведения радионуклидов в почвах от целого ряда физико-химических свойств и экологических факторов: почвенная биота, формы нахождения радионуклидов, кислотность, влажность, Eh, pH почвенных растворов и т.д [23].

Оценены основные ландшафтно-геохимические особенности миграции и уровни загрязнения ^{90}Sr и ^{137}Cs почвенно-растительного покрова разных климатических зон, а также изучены закономерности перехода

радионуклидов по пищевым цепям. Установлено, что для ландшафтов России характерны три основных вида миграции радионуклидов: 1) физико-химическая миграция в водных растворах; 2) механическая (эоловая миграция и плоскостной смыв); 3) биогеохимическая миграция-поглощение радионуклидов живыми организмами (растения, животные, человек) [13].

Отмечено, что оптимальные условия для миграции и биогенной аккумуляции радионуклидов глобальных выпадений создаются в переувлажненных почвах таежной зоны и в бедных минеральными веществами «кислых» почвах тундры. В почвенном покрове лесостепной и степной зон преобладают богатые минеральными слоями и тонкодисперсной илистой фракцией черноземы, имеющие, как правило, нейтральную реакцию, что ограничивает перемещение радионуклидов и накопление их растениями.

Для основных типов почв сухих степей и полупустынь характерна способность к соленакоплению, щелочная и сильнощелочная реакции и, как следствие, низкая подвижность ^{90}Sr и особенно ^{137}Cs [16].

В целом для большинства типов почв ^{90}Sr обладает большей подвижностью, чем ^{137}Cs . Влияние физико-химических особенностей почв на характер распределения радионуклидов проявляется отчетливее при сравнении их содержания в отдельных горизонтах. Как правило, независимо от типа почв большее количество радионуклидов задерживается в верхней части профиля (0-10 см), постепенно уменьшаясь по глубине [9].

Почвенный покров ВУРСа характеризуется значительной пестротой и комплексностью; он представлен 36 разновидностями почв, типичных для лесо-лугового, лугово-степного и лесо-таежного типов почвообразования. Господствующим видом почв, формирующимся в основном под березовыми, смешанными лесами и частично суходольными лугами и залежами, являются серые лесные. На пологих склонах, занятых березовыми лесами и суходольными лугами, залегают выщелоченные

черноземы. Вокруг озер и части болотных массивов в комплексе залегают аллювиально-озерные и болотные почвы. Серые лесные почвы и черноземы занимают, как правило, водоразделы и плоские равнинные территории [24].

В первые годы после аварии 1957 г. весь ^{90}Sr в почвах территории ВУРСа находился в растворимом состоянии. С течением времени в процессе взаимодействия с почвенно-поглощающим комплексом происходило изменение форм радионуклидов. Подвижность каждого радионуклида в почвенной системе определяется растворимостью его химических соединений и сорбционными свойствами [26].

Минимальная подвижность ^{137}Cs обусловлена его высокой способностью к сорбции на частицах почвы с включением в кристаллическую решетку глинистых минералов. Как уже отмечалось, в отличие от ^{137}Cs ^{90}Sr более подвижный, так как лишь частично сорбируется почвенными частицами по механизму ионного обмена. Наибольшее его содержание отмечено в черноземной и серой лесной почвах, наименьшее - в дерново-подзолистой почве, в составе которой преобладают первичные минералы и минералы группы каолинита, обладающие незначительной фиксирующей способностью [27].

Однако следует отметить, что «фиксация» радионуклидов, по всей вероятности, является процессом обратимым. При определенных условиях, в частности при изменении pH, влажности и т.д., «фиксированные» ионы могут переходить в обменное состояние.

Так как обширная территория Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) отличается обилием крупных водных артерий и озер, то особого внимания требует изучение почв супераквальных элементов ландшафта, для которых характерно повышенное увлажнение, чаще всего неглубоко залегающими грунтовыми водами. Данная особая совокупность почвенных разностей, с периодическим избыточным затоплением и близким к поверхности уровнем залегания грунтовых вод, создает особые

условия аккумуляции и миграции радионуклидов, микроэлементов по почвенному разрезу [12].

Экспериментальные исследования о влиянии ландшафтно-климатических условий на дефляцию ^{90}Sr в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа показали, что дефляция ^{90}Sr в супераквальном ландшафте на берегу озера, поросшего камышом, на порядок выше значений, полученных для залежи в условиях элювиального ландшафта в результате переноса растительных остатков, загрязненных радионуклидами [28].

Прогностические расчеты на основе модели вертикального распределения ^{90}Sr и ^{137}Cs позволяют заключить, что за три периода полураспада ^{90}Sr (к 2045 г.), с учетом особенностей процесса вертикальной миграции, активность его в корнеобитаемом слое почвы (0-20 см) уменьшится в 8-10 раз [10].

Таким образом, определение содержания радионуклидов в пресноводных экосистемах представляет собой актуальную задачу. Для получения представления о радиоэкологической ситуации необходимо изучение нескольких основных компонентов экосистемы, поскольку даже при низком уровне загрязнения водной массы уровень содержания радионуклидов, а также формы их нахождения в других компонентах (донных отложениях, почв водосборных территорий и т.д.) могут представлять опасность для человека [29].

Для исследования были взяты пробы почв супераквального ландшафта озер Тыгиш и Кожаккуль, чтобы проследить миграцию радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs , а также концентрацию фосфат ионов, ионов кальция, магния, общего углерода, находящихся в данных пробах.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СУПЕРАКВАЛЬНЫХ ПОЧВ ВОДОСБОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОЗЕРА ТЫГИШ И КОЖАКУЛЬ

2.1 Физико-географическая характеристика озерных экосистем замедленного водообмена Тыгиш и Кожаккуль

Объектом исследования является почва супераквального ландшафта озера Тыгиш, расположенного на Среднем Урале, в Каменском районе Свердловской области, относящееся к бассейну реки Исети (рис. 2). Из озера вытекает река Багаряк [13].

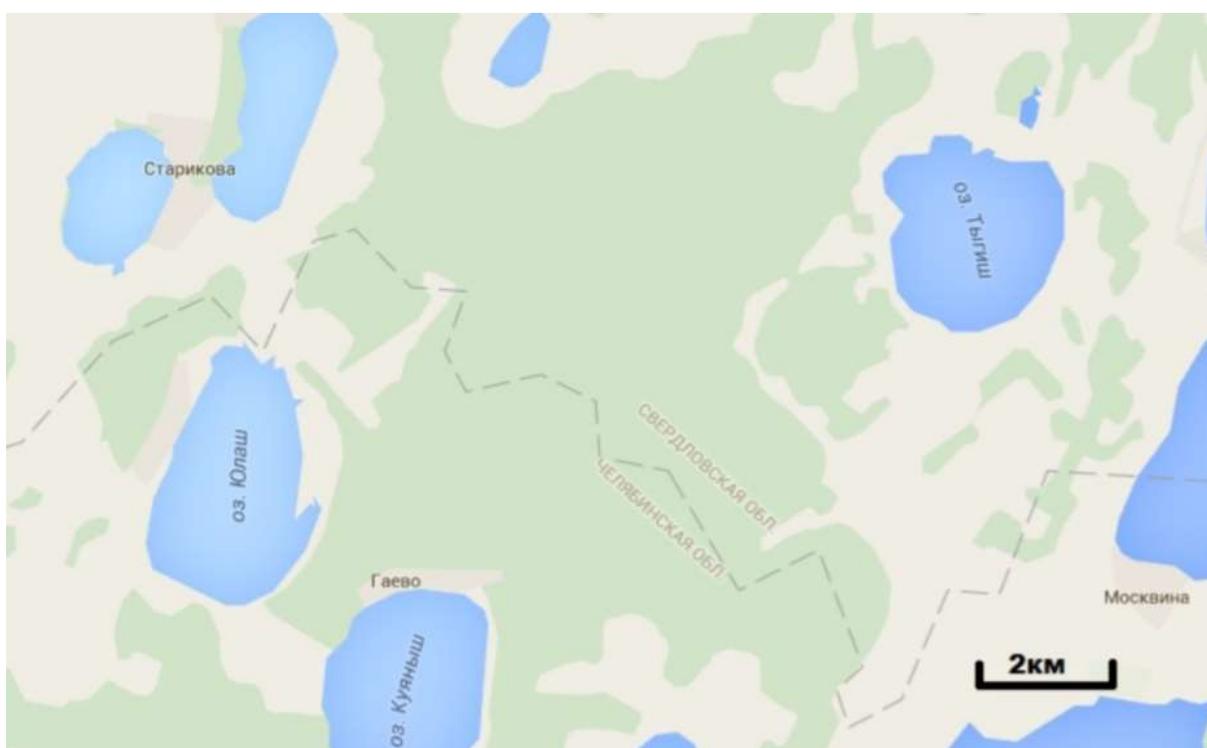


Рисунок 2 – Географическое положение озера Тыгиш

Территория, на которой расположено озеро Тыгиш, относится к зоне лесостепи. Равнинность территории и отсутствие сильного стока способствуют инфильтрации вод и повышенному механическому и физико-химическому воздействию их на просадочные породы (табл. 3) [14].

Таблица 3 – Характеристика проб почв супераквального разреза водосборной территории озера Тыгиш

Маркировка	Горизонт	Глубина, см	Описание
Разрез TSS (черная лесная почва)			
TSS/1	A0	$\frac{0-3}{3}$	Черная, лесная подстилка, дождевые черви
TSS/2	A1	$\frac{3-5}{2}$	Гумусовый, коричнево-черный, супесь, много корней, травянистой и древесной растительности
TSS/3		$\frac{5-7}{2}$	
TSS/4		$\frac{7-9}{2}$	
TSS/5		$\frac{9-11}{2}$	
TSS/6	A2	$\frac{11-14}{3}$	Темно-серый, легкий суглинок, древесные корни
TSS/7		$\frac{14-17}{3}$	
TSS/8		$\frac{17-20}{3}$	
TSS/9	A3	$\frac{20-24}{4}$	Темно-серый, легкий суглинок, древесные корни, дождевые черви
TSS/10		$\frac{24-29}{5}$	
TSS/11		$\frac{29-34}{5}$	
TSS/12	B1	$\frac{34-39}{5}$	Коричнево-черный, средний суглинок
TSS/13	B2	$\frac{39-48}{9}$	Коричневый с черным, средний суглинок
TSS/14	C	$\frac{48-69}{21}$	Серый, тяжелый суглинок

По морфологическим показателям (табл. 4), озеро Тыгиш является мелководным водоемом, имеющим округлую форму, с малоизрезанной береговой линией. Представлен чашеобразной котловиной с равномерно понижающимся дном. Солевой состав воды обусловлен содержанием хлоридов, сульфатов, калия, магния, натрия.

Таблица 4 – Морфологическая характеристика озера Тыгиш

Озеро	Площадь озера, км ²	Средняя глубина, м	Максимальная глубина, м	Отметка уровня воды, м
Оз. Тыгиш	6,7	1,5	6	197,7

Озеро используется в качестве рыбохозяйственного. На берегу расположена база для рыбаков. В озере обитает карась серебрянный и карась золотистый, карп, ротан, щука. Озеро Тыгиш является богатым на водную растительность. Макрофиты этого озера представлены следующими водными и прибрежно-водными растениями: хара, уруть колосистая, клада фора, телорез обыкновенный, ситник, камыш озерных. Для купания не пригодно, т.к. берег озера заросший, а дно илистое [11].

Следующим объектом исследования является озеро Кожаккуль (табл. 5), которое принадлежит к озерам верхнего течения реки Теча.

Таблица 5 – Характеристика проб почв супераквального разреза водосборной территории озера Кожаккуль

№ пробы	Горизонт	Глубина, см	Описание
Разрез Ss (серая лесная почва, опесчаненная)			
Кож Ss 1	A0	0-2,5	Лесная подстилка, серо-коричневый
Кож Ss 2	A1	2,5-5	Супесь, светло-серый
Кож Ss 3		5-7,5	
Кож Ss 4	B1	7,5-11	Песок, серый с желтыми вкраплениями
Кож Ss 5		11-14,5	
Кож Ss 6	B2	14,5-18	Супесь + песок + галька. Серожелтый
Кож Ss 7		18-21,5	
Кож Ss 8		21,5-25,5	
Кож Ss 9	B3	25,5-28,5	Легкий суглинок, серый
Кож Ss 10		28,5-33,5	
Кож Ss 11		33,5-38,5	

Солоноватое озеро Кожаккуль расположено в грядно-холмистом сильно выровненном рельефе восточного склона Южного Урала (рис. 3). В административном отношении озеро находится на границе Каслинского и Кунашакского районов Челябинской области. Данная территория

расположена в лесостепной зоне Зауралья и Западно-Сибирской равнины, подзоне северной лесостепи [13].



Рисунок 3 – Географическое положение озера Кожаккуль

По морфологическим показателям (табл. 6), озеро Кожаккуль является водоемом средней глубины.

Таблица 6 – Морфологическая характеристика озера Кожаккуль

Озеро	Площадь озера, км ²	Средняя глубина, м	Максимальная глубина, м	Отметка уровня воды, м
Оз. Кожаккуль	9,24	4,5	7,2	233,0

Озеро находится на расстоянии 20 км от эпицентра взрыва. На озере хорошо клюет окунь, достигающий 500 г. Водится карп, чебак, пелядь. Оно используется в качестве рыбохозяйственного, но официально рыбалка на озере запрещена [15].

2.2 Методы исследования почв водосборных территорий исследуемых озер

Пробы почв отбирались в летне-осенний период. Определение места закладки разрезов основывалось на исследовании особенностей ландшафта

с учетом влияния грунтовых вод на приозерную территорию и выделением супераквальных позиций ландшафта. Супераквальные почвы формируются на пониженных элементах рельефа, в условиях, где грунтовые воды подходят близко к поверхности, влияют на почвы и растительность.

Отбор почвы осуществлялся с учетом генетических горизонтов до глубины 35-100 см. Обработка и подготовка проводилась по стандартным и общепринятым методикам.

Почвенный анализ включает в себя: подготовку образцов почвы и определение основных физико-химических показателей. Пробоподготовка и анализ проводились на базе лаборатории химии окружающей среды кафедры химии, экологии и МОХ ЮУрГГПУ.

Супераквальный ландшафт (TSS), 60 м от берега. Площадь отбора проб 45*58см (табл. 3).

Подготовка проб к анализу почв заключалась в высушивании образца на воздухе в кристаллизаторах с периодическим перемешиванием, что способствовало прекращению микробиологических процессов и связанным с ними биохимическими изменениями образца. Если образцы помещают в сушильный шкаф с вытяжной вентиляцией и подогревателем, 29 температура в шкафу не должна превышать 40°C.

Воздушно-сухую почву измельчали механическим путем и просеивали через почвенное сито с ячейками в 1 мм, отделяя основную почву от мелкозема и посторонних примесей. Эта операция приводит к усреднению гранулометрического состава почв и обеспечению состава фракций, наиболее оптимальных для экстракции определяемых компонентов из твердой фазы почвы [1].

Общепринятыми являются два метода измерения используемого для анализа количества почвы. Один из указанных методов заключается в определении массы образца почвы путем взвешивания, а другой – в определении объёма. Взвешивание можно считать более точным методом, но он отнимает больше времени и, соответственно, является более

дорогостоящим. Преимущества определения объема заключается в том, что этот метод отнимает меньше времени, более дешевый, требует меньше пространства, для измерения образца используется объемная плотность. В связи с этим, определение основных показателей проводили из почвенных вытяжек, проводя последующий пересчет на массу почвы [1].

Для проведения определения физико-химического состава почв заложен супераквальный разрез, на расстоянии 60 м от берега, который вскрыл серую лесную почву. После предварительной обработки почвы были определены ее физико-химические параметры.

Анализ на содержание ионов в почве проводился по известным методикам.

Определение легкорастворимых фосфатов в вытяжке проводилось по методике Кирсанова (приложение 2).

Содержание Ca^{2+} и Mg^{2+} комплексонометрическим методом (приложение 1).

Общий углерод определяли по методу Тюрина, который основан на определении содержания гумуса в почве раствором дихромата калия в серной кислоте с последующим определением образовавшегося хрома, эквивалентного содержания гумуса колориметрически (приложение 3).

Расчеты запасов радионуклидов в донных отложениях озера Тыгиш проводились методом послойного суммирования на базе Отдела континентальной радиоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН(г. Заречный).

2.3 Физико-химический состав супераквальных почв водосборных территорий озера Тыгиш и Кожакуль

Супераквальный ландшафт почв характеризуется сочетанием промывного и выпотного режимов, а также неглубоким положением грунтовых вод. Вышеперечисленные особенности супераквальных почв

обуславливают особенности миграционных процессов химических поллютантов [27].

От значения водородного показателя зависит растворимость минеральных веществ, проникновение тяжелых металлов из почвы в растения и живые организмы. Показатель рН используется для выражения степени кислотности почв. Изменение рН по глубине профиля исследуемых почв приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Изменение рН почвенной вытяжки по горизонтам почвенного разреза

Глубина, см	рН
0-3	5,300
3-5	5,550
5-7	5,640
7-9	5,710
9-11	5,760
11-14	5,930
14-17	6,025
17-20	6,250
20-24	6,330
24-29	7,020
29-34	7,300
34-39	7,670
39-48	7,720

Верхние почвенные горизонты характеризуются слабокислым характером среды, и только на глубине 35 см наблюдается переход в слабощелочную среду (рН 8). Слабокислая среда способствует повышению миграционной способности поллютантов, возможности их перехода в нижние почвенные горизонты, а также может приводить к их вымыванию в водную массу водоема.

В результате поступления и седиментации взвешенных наносов, попадания и аккумуляции минеральных веществ (азота, фосфора и других биогенных элементов), органических соединений, тяжелых металлов, радионуклидов происходит заиление, эвтрофирование и загрязнение водоемов, что ухудшает качество их вод вследствие нарушения кислородного режима и других звеньев биотического круговорота.

На основе полученных в ходе исследования результатов был построен график зависимости содержания фосфат ионов от глубины почвенного профиля.

На рис. 4 представлено изменение содержания фосфат-ионов по горизонтам супераквального разреза водосбора озера Тыгиш.

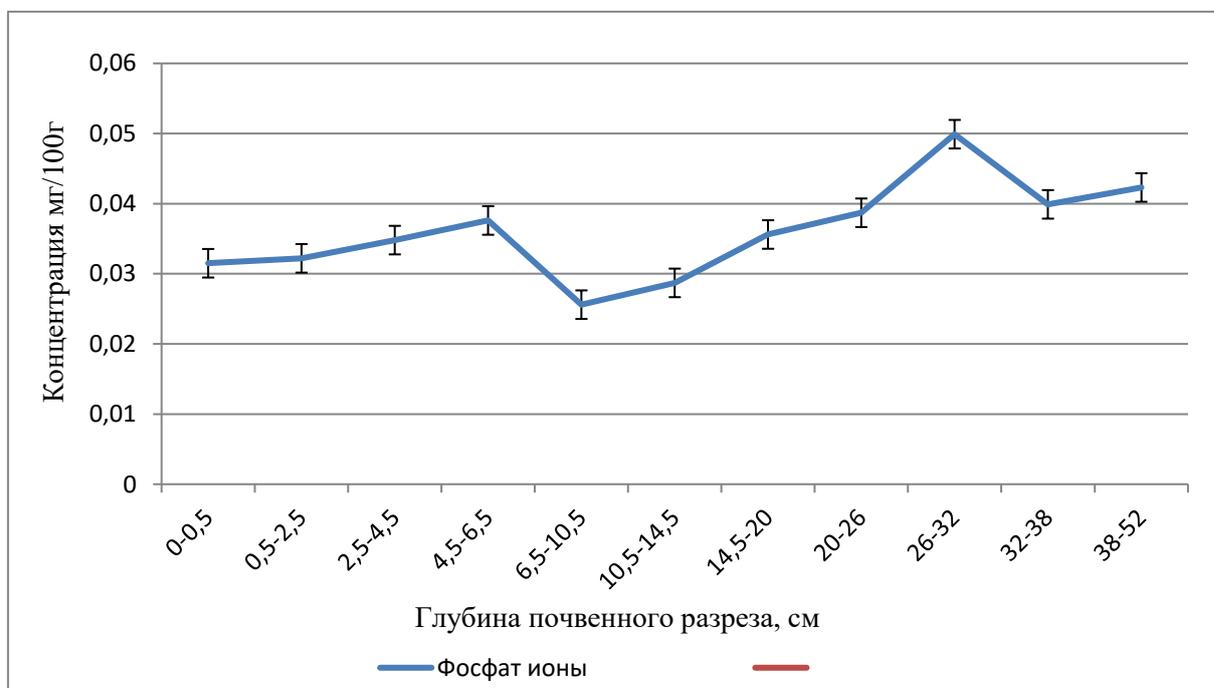


Рисунок 4 – Изменение содержания фосфат-ионов по почвенным горизонтам супераквальной позиции водосбора озера Тыгиш

Исходя из полученных результатов, можно отметить, что содержания подвижного фосфора в супераквальном компоненте почвы водосборной территории данного озера относительно невелико <0.05 мг/100 г и изменяется скачкообразно.

Определение содержания фосфат ионов в супераквальном положении почв водосборных территорий озера Кожакуль не проводилось, так как по

сравнению с почвой озера Тыгиш, песчаная почва озера Кожакуля будет содержать еще меньшую концентрацию исследуемых ионов. Особенностью черноземов ВУРСа является резкое снижение гумуса вниз по профилю и как следствие низкое содержание подвижного фосфора при высоком содержании его органических форм, а, как известно, содержание общего углерода в почве озера Тыгиш больше, чем в почве озера Кожакуль [1].

Минерализация озер и преобладанием в воде ионов магния и другие гидрохимические особенности оказывают влияние на формирование структуры донных отложений озера. Поэтому было рассмотрено содержание Ca^{2+} и Mg^{2+} в исследуемой почве водосборной территории озера Тыгиш, так как супераквальный компонент характеризуется сочетанием промывного и выпотного режимов, а также неглубоким положением грунтовых вод.

На рис. 5 представлено изменение содержания Ca^{2+} и Mg^{2+} по горизонтам супераквального разреза водосбора озера Тыгиш.

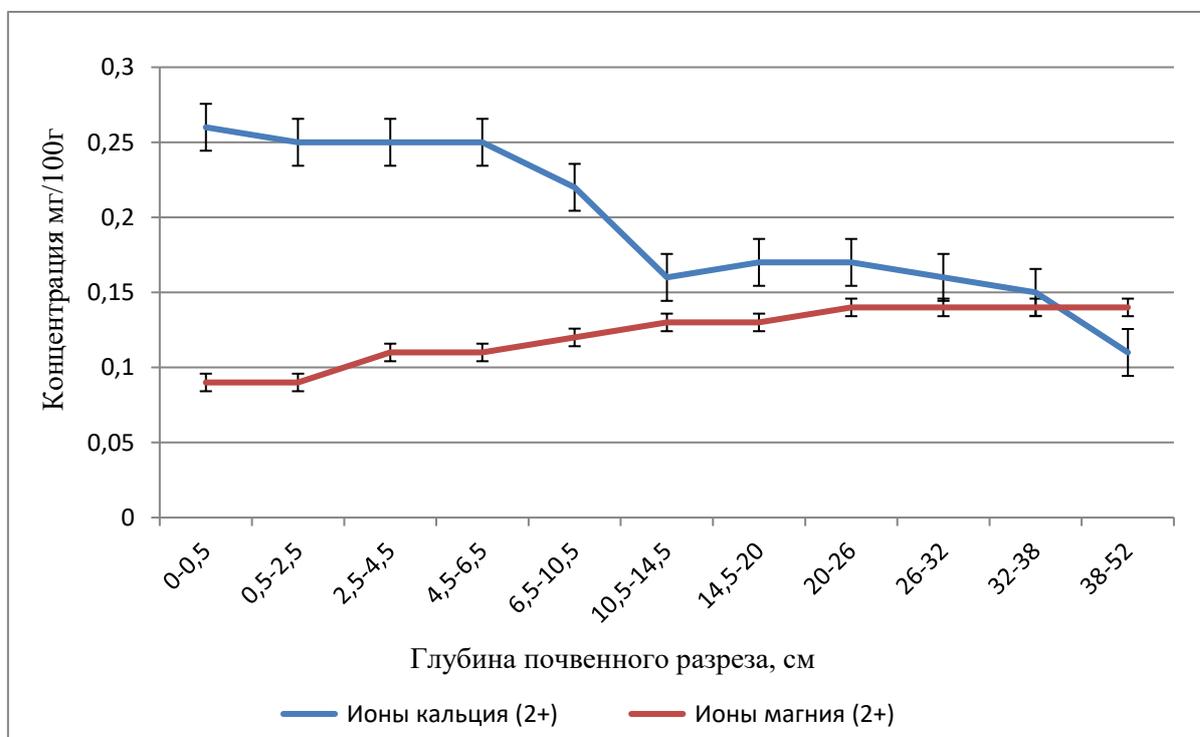


Рисунок 5 – Изменение содержания Ca^{2+} , Mg^{2+} ионов по почвенным горизонтам супераквальной позиции водосбора озера Тыгиш

Анализируя график (рис. 5), можно сделать вывод о том, что содержание ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} в супераквальной позиции невелико. Изменение содержания катионов в почвенном разрезе происходит относительно монотонно вглубь почвенного профиля. При этом основная масса ионов кальция сосредоточена в верхних гумусовых слоях, а ионов магния – в нижних. Возможно, это связано с некоторым увеличением кислотности: pH от 5,6 до 5,3 [15].

В поверхностных слоях супераквальной позиции наблюдается резкий скачок, затем происходит монотонное уменьшение исследуемых ионов. Это связано с сочетанием промывного и выпотного режимов, а так же неглубоким положением грунтовых вод данного разреза.

Для сравнения содержания Ca^{2+} , Mg^{2+} в озере Тыгиш проводилось исследование основных ионов в озере Кожакуль (рис. 6).

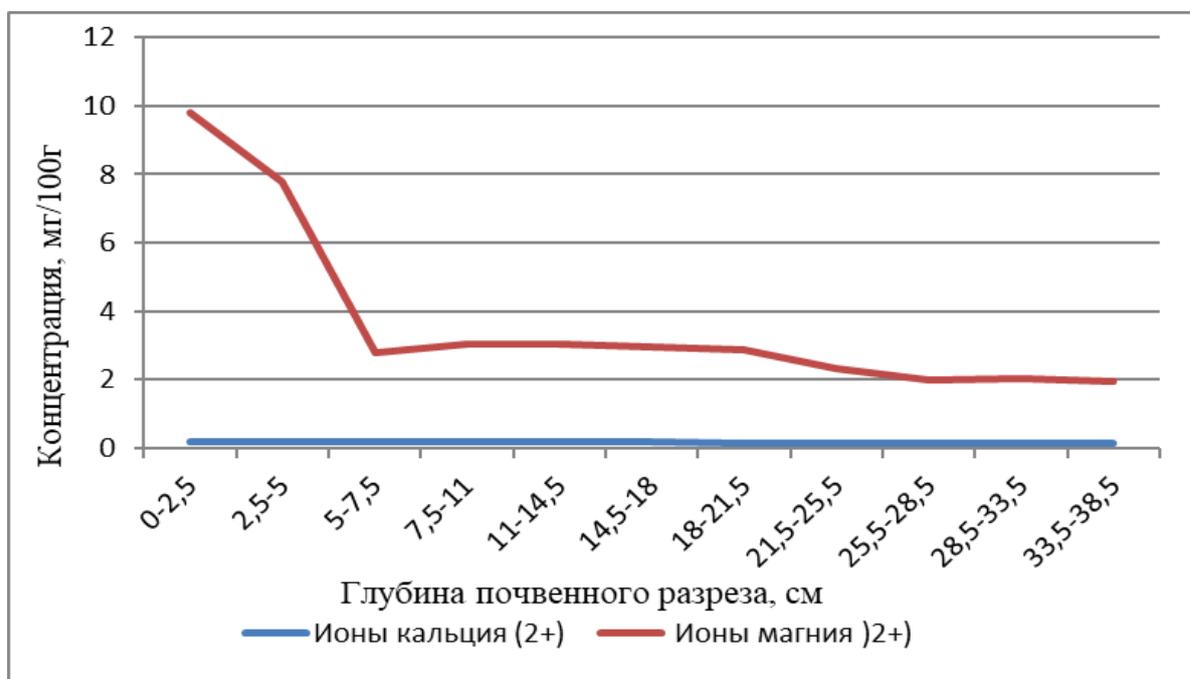


Рисунок 6 – Изменение содержания Ca^{2+} , Mg^{2+} по почвенным горизонтам супераквальной фации водосбора озера Кожакуль

По графику (рис. 6) можно сделать вывод о том, что в поверхностных слоях супераквального компонента наблюдается преобладание содержания ионов Mg^{2+} над ионами Ca^{2+} , а также резкий скачок ионов Mg^{2+} и затем их

монотонное уменьшение вглубь почвенного профиля. При этом основная масса ионов магния сосредоточена в верхних гумусовых слоях, а ионов кальция – в нижних. Также как и в почвах супераквального разреза озера Тыгиш, это связано с сочетанием промывного и выпотного режимов, а также неглубоким положением грунтовых вод данного разреза [2].

Миграция ^{90}Sr из воды в донные отложения может происходить и в результате соосаждения его с карбонатами кальция и магния, однако процессы карбонатообразования в природных водоемах развиваются в аридной климатической зоне и обычно не характерны для водоемов гумидной зоны. Основным путем миграции ^{90}Sr является сорбция его всей поверхностью контактирующего слоя грунтов [21].

По радиоэкологическим оценкам, водоемы с малой минерализацией вод и низким содержанием в них кальция характеризуются невысокой устойчивостью к загрязнению ^{90}Sr .

На основе полученных в ходе исследования результатов был построен график зависимости содержания общего углерода от глубины почвенного профиля.

На рис. 7 представлено изменение содержания общего углерода по горизонтам супераквального разреза водосбора озера Тыгиш.

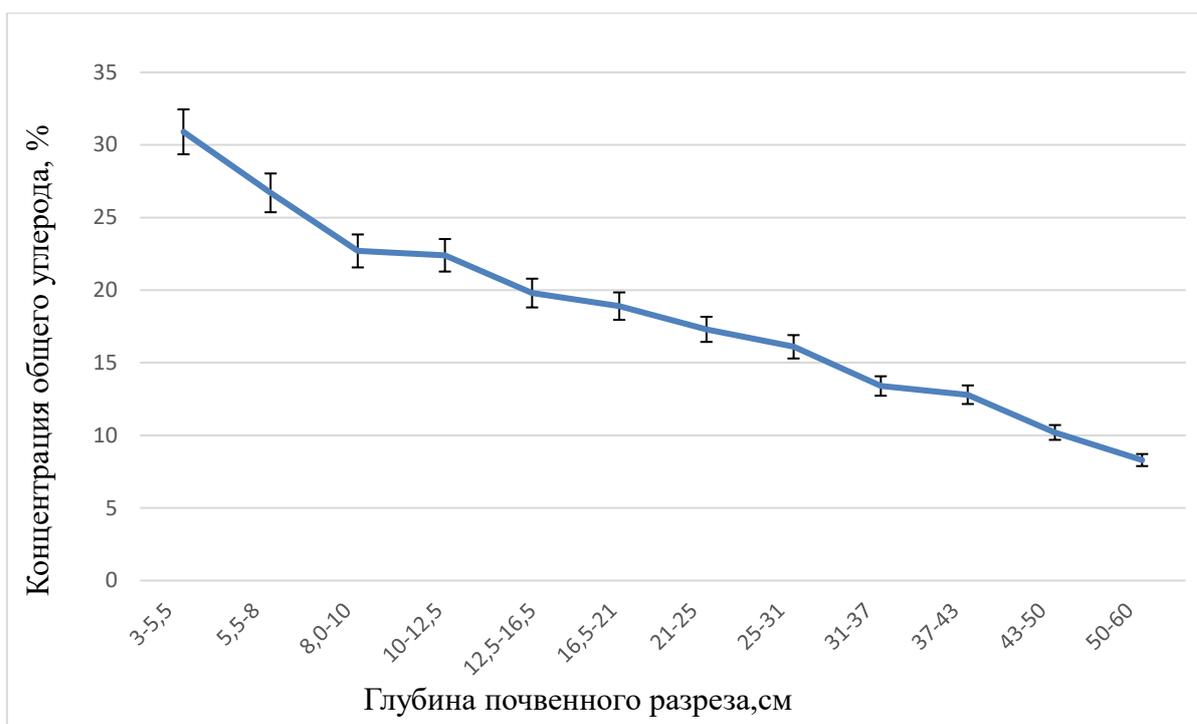


Рисунок 7 – Изменение содержания общего углерода по почвенным горизонтам супераквальной фации водосбора озера Тыгиш

Исходя из полученных результатов, можно отметить, что содержания общего углерода в пробах вглубь почвенного профиля монотонно уменьшается. В верхних слоях наблюдается 30 % общего углерода, что говорит об активном процессе гумификации и гумусообразования, а в нижних слоях содержание углерода более 5%, что приводит к выносу поллютантов в глубь почвы.

Важное влияние на миграцию радионуклидов в почве и поглощение их растениями оказывает органическое вещество. Для большинства радионуклидов увеличение содержания гумуса в почве является фактором, снижающим их переход в растения.

На рис. 8 представлен график изменения содержания гумуса по горизонтам супераквального разреза водосбора озера Тыгиш.

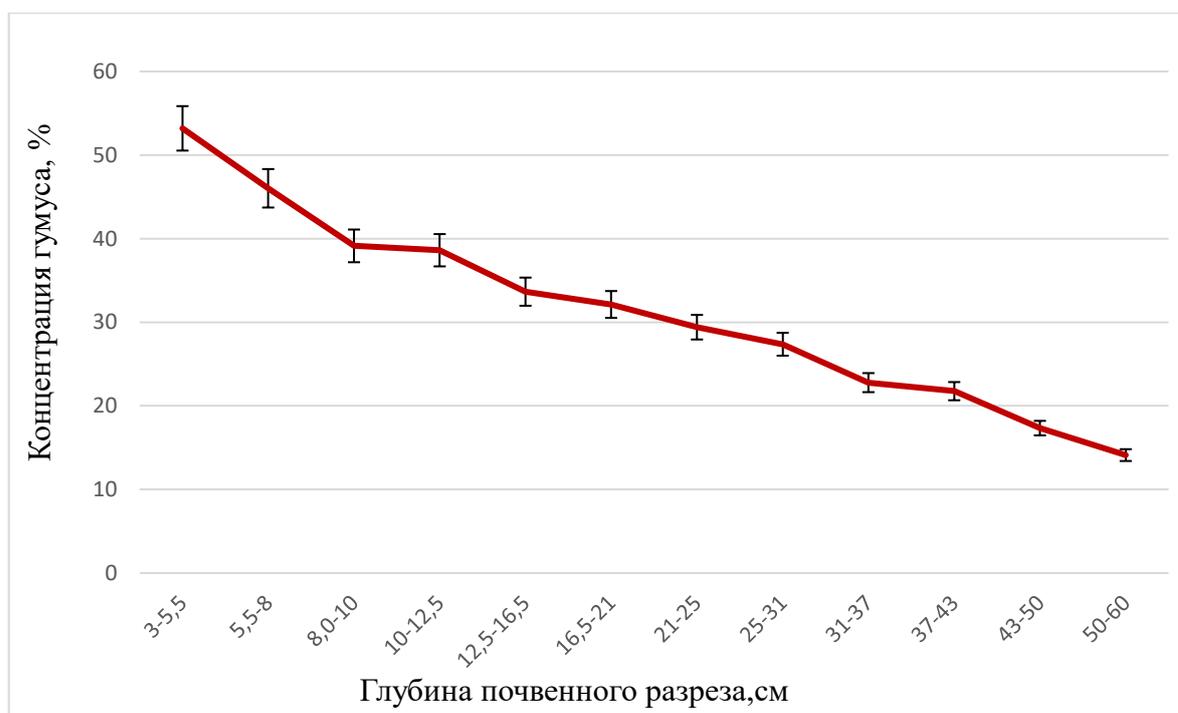


Рисунок 8 – Изменение содержания гумуса по почвенным горизонтам супераквальной фации водосбора озера Тыгиш

По графику (рис. 8) можно сделать вывод о том, что содержание гумуса вглубь почвенного разреза супераквального ландшафта в целом уменьшается монотонно и аналогичен графику на рис.8. Это связано с сочетанием промывного и выпотного режимов, а также неглубоким положением грунтовых вод данного разреза [15]. Эти факторы обуславливают особенности миграционных процессов химических поллютантов. Повышенная продуктивность биоценозов и процессы гумусообразования зависит от высокого уровня увлажненности почв. Это приводит к повышению содержания органического вещества верхних горизонтов, связывающего поллютанты на почвенной матрице и обеспечивающего их накопление в почве [12,15].

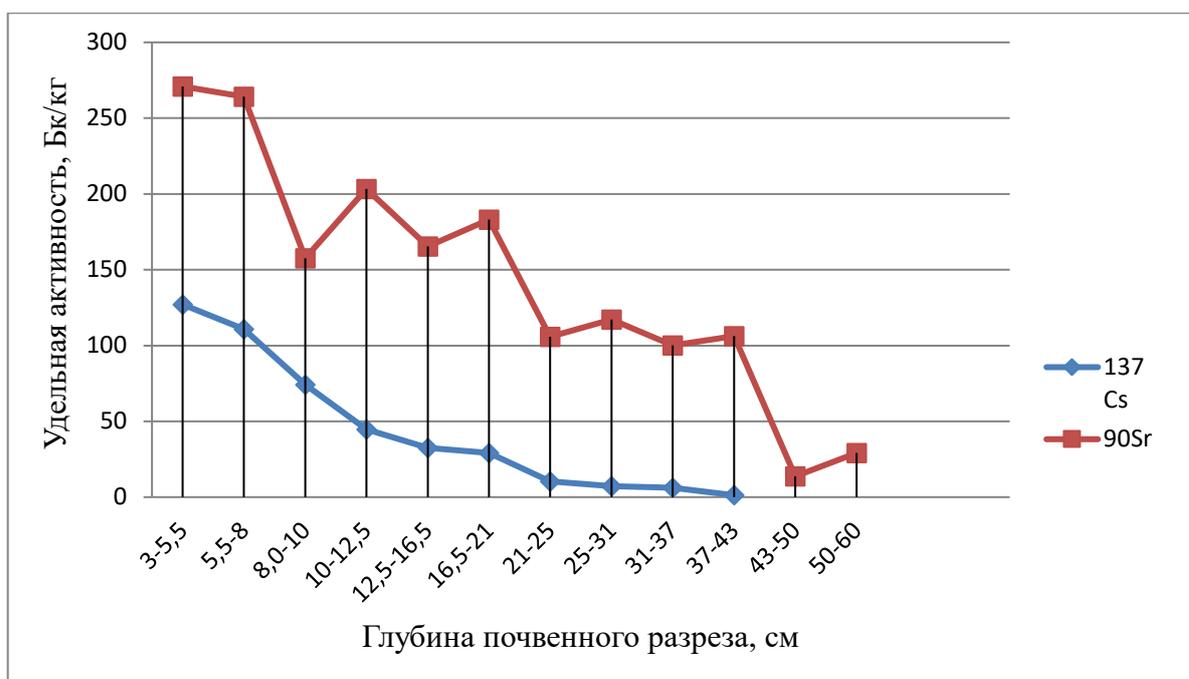


Рисунок 9 – Распределение радионуклидов (Бк/кг) по почвенным горизонтам супераквальной позиции водосбора озера Тыгиш

Исходя из данных графика (рис. 9) и таблицы (приложение 4), видно, что распределение стронция-90 уменьшается от верхних слоев к нижним, а цезий-137 исчезает. Это может быть связано особенностями супераквальных ландшафтов озера Тыгиш. Супераквальный компонент почв характеризуется сочетанием промывного и выпотного режимов, а также неглубоким положением грунтовых вод. Радионуклиды, попадая на поверхность почвы, включаются в биогеохимические процессы миграции и перераспределяются в почвенном покрове.

Для сравнения плодородности и удельной активности были взяты результаты исследования по водосборной территории озера Кожаккуль (рис. 11,12).

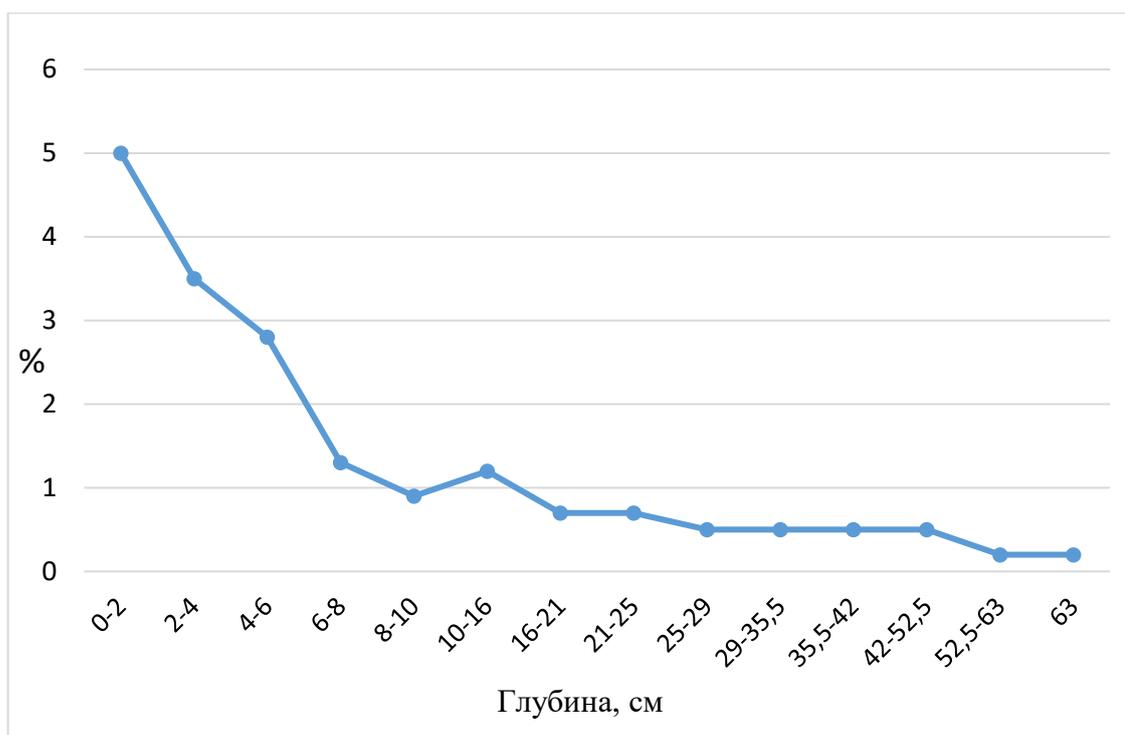


Рисунок 10 – Содержание общего углерода по почвенным горизонтам суперэквальной позиции водосбора озера Кожакуль

Анализируя график (рис.10), можно отметить, что содержание общего углерода вглубь почвенного профиля уменьшается монотонно. По сравнению с озером Тыгиш, где общий углерод в поверхностных слоях достигает более 30 %, у озера Кожакуль в верхних слоях эта цифра достигает чуть больше 5%, по-видимому это связано с отсутствием произрастающей растительности (песчаная почва).

По графику (рис.11) видно, что удельная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs скачкообразно уменьшается, причем ^{137}Cs преобладает над ^{90}Sr .

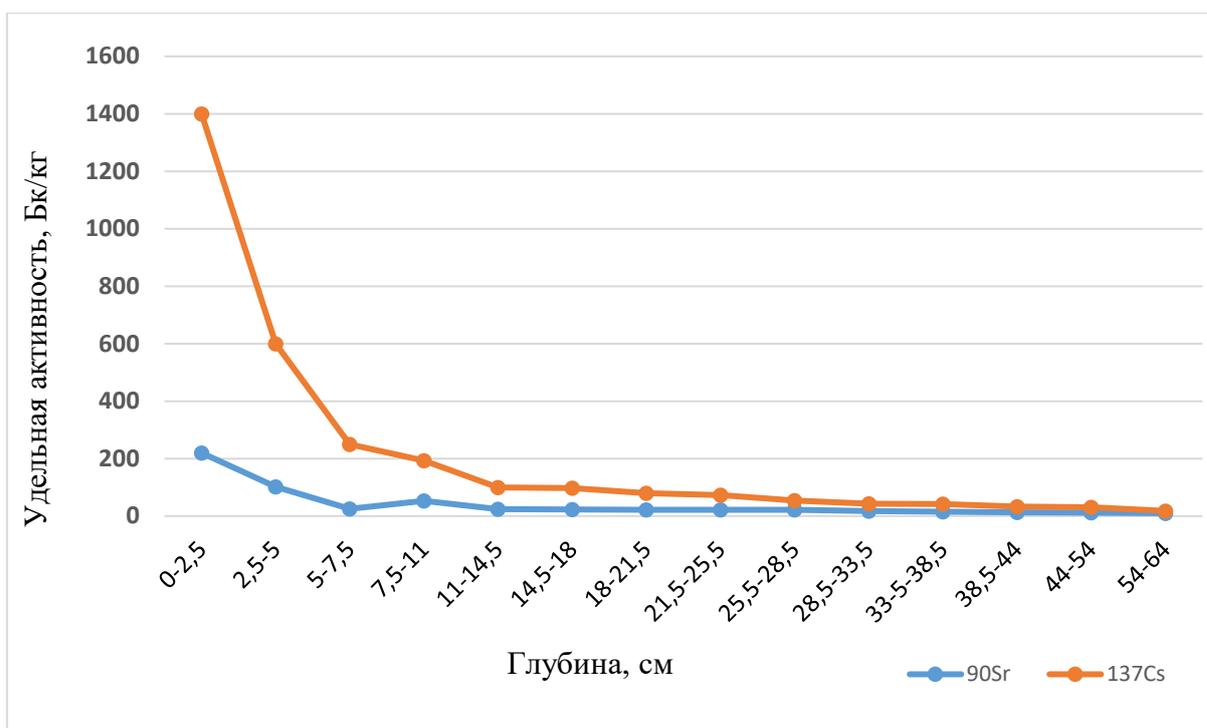


Рисунок 11 – Изменение удельной активности радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs по почвенным горизонтам супераквальной фации водосбора озера Кожаккуль

Имеющиеся различия в загрязнении почв озер Кожаккуль и Тыгиш цезием-137, связаны с различным географическим расположением относительно центра эмиссии и с ветровым разносом с озера Карачай 1967 года. Также поведение радионуклидов связано с органическим веществом почв специфической природы – гуминовыми и фульвокислотами. Способность гуминовых кислот адсорбировать ионы, а также образовывать прочные сложные комплексы с радионуклидами оказывает влияние на их сорбцию в почве и поступление в растения [3].

ГЛАВА 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕУРОЧНОГО ЗАНЯТИЯ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ НА ОСНОВЕ КРАЕВЕДЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

3.1 Особенности внеурочной работы

Преимуществами групповой внеурочной работы в рамках факультатива являются гибкость, отсутствие жестких временных рамок при изучении материала, создали возможности реализовать многообразие формы организации занятий, отличные от уроков, и активизировать разные виды познавательной активности обучающихся, с опорой на содержательные и процессуальные межпредметные связи [22].

В настоящее время большое значение имеет внедрение элементов краеведения при организации исследовательской деятельности, в процессе которой ставится цель: воспитание чувства патриотизма, формирование духовно-нравственных качеств личности на основе изучения исторического и культурного наследия родного края, национальных традиций [20]. В данной работе была предложена образовательно-воспитательная форма по организации исследовательской деятельности химико-экологического содержания обучающихся на основе архивных краеведческих материалов об аварии на комбинате ПО «Маяк».

В основе работы было учтено мнение Нестеровой Н.Г. о том, что в основе краеведения, как науки, лежит исследовательский метод, который позволяет детям войти в мир самостоятельной исследовательской работы, помогает им научиться формулировать цели, задачи исследования, планировать рабочий процесс, двигаться пошагово от намеченных задач и делать собственные выводы [18].

При отборе материала использовался основной метод краеведения как науки-исследовательский метод. Опора была на положение о расширении знаний обучающихся через использование краеведческого принципа,

который предусматривает изучение материала на основе дидактического правила: от известного к неизвестному; от близкого к далекому [30].

Для этого был предложен краеведческий материал в виде отдельных вопросов или фактов, эпизодов, его рассмотрение предполагалось на любом этапе внеурочной работы и могло излагаться как учителем, так и учащимися, которые делают сообщения или доклады.

Для реализации урока-диалога с элементами исследования, был проведен отбор методических приемов для изучения материала в соответствии с краеведческой направленностью, которая предполагает работу с картами и архивными источниками.

В ходе организации занятия был применен кейс-метод или метод конкретных ситуаций – это метод активного проблемного, эвристического обучения. Название метода происходит от английского case – случай, ситуация и от понятия «кейс»- чемоданчик для хранения различных бумаг, журналов, документов и пр.

Отличительной особенностью данного метода является создание проблемной ситуации на основе фактов из реальной жизни. При этом сама проблема является актуальной на сегодняшний день и имеет несколько решений. Для работы с такой ситуацией была правильно поставлена учебная задача, и для ее решения подготовлен «кейс» с различными информационными материалами (карты, архивные документы, статистические отчеты и пр.).

Работая с ними, обучающиеся приобретают умения извлекать нужную информацию об интересующем объекте исследования, обнаруживают исторические и хронологические сведения.

3.2 Разработка и сценарий внеурочного мероприятия

Целью работы являлось создание условий для воспитания чувства патриотизма, формирования духовно-нравственных качеств личности на

основе изучения исторического и культурного наследия родного края, национальных традиций.

Достижение данной цели осуществлялось с помощью отбора и проектирования образовательного материала по организации исследовательской деятельности химико-экологического содержания обучающихся на основе архивных краеведческих материалов об аварии на комбинате ПО «Маяк».

Данная цель предполагала решение следующих образовательных и воспитательных задач:

1. Разработка педагогического кейса, направленного на активизацию познавательной и творческой деятельности обучающихся;

2. Создание условий для развития устойчивых мотивов у учеников, связанных с работой над краеведческим материалом, расширением знаний, стремлением выйти за рамки программы;

3. Донесение важности изучения темы о химическом загрязнении на ПО «Маяк» и демонстрации роли науки в сохранении окружающей среды и ресурсов родного края.

4. Проведение рефлексии и оценка эффективного учебного занятия по методике Беспалько.

Внеурочное занятие проводилось среди 11-х классов в школе МБОУ СОШ № 22 г. Челябинска и в МАОУ Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска. При проведении занятия ребятам было предложено разделиться на команды по 5-6 человек для удобства работы с материалом и создания коллективной работы. К командам был прикреплен студент, который оценивал ребят в командах по различным показателям (этапам занятия), которые указаны в листе наблюдения оценки эффективного учебного занятия по методике Беспалько (приложение 5,6).



Рисунок 13 – Метод Fishbone (схема –рыбий скелет)

1. В голове рыбы кратко записывалась основная проблема - авария 1957 г на комбинате МАЯК.

2. В средней части скелета сверху заполнялись столбцы: «причина», «загрязнение», «ВУРС», «интерпретация исследования», а снизу «последствия», «устранение последствий», «меры по защите окружающей среды».

3. В хвосте рыбы записывалось краткое заключение.

Педагогический кейс включал в себя 4 задания:

Задание 1. Прочитайте текст исторического документа о причинах взрыва на ПО «Маяк» и выделите причины, которые привели к взрыву (приложение 5) [25, с.140].

Задание 2. Вам представлена таблица, проанализируйте ее данные и на основе анализа сделайте вывод о процентном вкладе радионуклидов в загрязнении территории (табл. 8) [25].

Таблица 8– Состав аварийного выброса на ПО «Маяк» [25]

Радионуклид	Период полураспада	Вид излучения	Вклад в % в загрязнение
Стронций-89	51 сутки	Бета, гамма	следы
Стронций-90+Иттрий-90	28,6 года	Бета	5,4
Цирконий-95+Ниобий-95	65 суток	Бета, гамма	24,9
Рутений-106+Родий-106	1 год	Бета, гамма	3,7
Цезий-137	30 лет	Бета, гамма	0,036
Церий-144+Празеодим-144	285 суток	Бета, гамма	66
Празеодим-147	2,6 года	Бета, гамма	следы

Задание 3. Проанализируйте таблицу и соотнесите задачи с содержанием послеаварийных мероприятий (табл. 9).

Таблица 9 – Послеаварийные мероприятия, осуществляемые в г. Челябинске-40 [25]

Задачи	Содержание мероприятий
1. Дезактивация территории 2. Обеспечение эффективного дозиметрического и радиометрического контроля 3. Упорядочение жизнедеятельности 4. Дезактивация общественных и жилых помещений	А.) 1.Создание и техническое оснащение службы дозиметрического контроля (в течение первых 2 дней). 2.Организация постоянного радиометрического контроля продовольствия, дозиметрического и радиометрического контроля территории города, дорог, автотранспорта, общественных учреждений, школ, детских садов, отдельных жилых помещений (в течение осени 1957 г.). Б.) 1.Систематическая отмывка дорог водой с помощью передвижных и стационарных источников водообеспечения (с 1 октября 1957г.) 2 Замена твердого покрытия на части дорожного полотна (до наступления зимы). 3. Перекопка газонов, уборка и вывозка мусора (опавшей листвы деревьев), первого выпавшего снега (до наступления зимы). В.) 1.Дезактивация полов помещений столовых и магазинов. 2. Тщательная и многократная санитарная уборка детских садов. 3. Вручение рекомендаций квартиросъемщикам о целесообразности и технологии дезактивации жилых помещений (все- в течение осени 1957 г.). Г.) 1.Ограничение маршрутов движения автотранспорта (автобусов), прибывающего с промышленной площадки (в течение 1 недели). 2.Изъятие из употребления загрязненных продовольствия, одежды, обуви (на основе радиометрического контроля) (в течение осени 1957.). 3. Организация работы «чистых» и «грязных» бань и прачечных (в течение первой недели).

Также было рассказано о том, что на пострадавшей территории был создан Восточно-Уральский заповедник, где ведется экологический мониторинг местности и проводятся мероприятия по восстановлению природных экосистем, а также о том, что наука развивается и стремится применять ядерную энергию в мирных целях.

3.3 Анализ результата педагогического эксперимента

На протяжении всего занятия было проведено наблюдение за работой ребят и составлен статистический анализ результатов работы. Во внеурочном занятии посвященном аварии на ПО «Маяк» приняли участие 2 учителя - предметника, два - 11 класса (50 чел.), 2 студента.

Существуют традиционные методы наблюдения за ходом учебного занятия и его оценки на основе складывающегося впечатления относительно того, насколько педагог полно и правильно изложил необходимые сведения, руководил работой учащихся в ходе занятия, проявлял необходимый педагогический такт и мастерство. Такие наблюдения важны и могут помочь педагогу увидеть, хотя и чужими глазами, свою деятельность и в случае согласия с мнениями экспертов (наблюдателей) перестроить ее.

Необходимо стремиться к поиску объективных показателей качества учебного занятия. Наиболее общим является показатель оценки уровня развивающего процесса обучения на уроках познания мира в течение двух лет мною проводятся контрольные срезы по методу В. Беспалько.

Прочность знаний учащихся определяется уровнем применения их в нестандартной ситуации. Чем выше способность школьника применить полученное знание при выполнении заданий творческого характера, тем прочнее само знание.

Диагностика качества знаний по методу Беспалько дает оценку эффективности учебного занятия с помощью расчета коэффициента эффективности (Кэф) [6].

1. Коэффициент эффективности процесса обучения рассчитывается по формуле (1).

$$K\varphi = \frac{\sum m \cdot t}{M \cdot T}, \quad (1)$$

где m – число учащихся учебной группы, выполняющих учебно-познавательную деятельность на данном этапе занятия соответственно цели занятия,

$\sum m$ – сумма произведений по всей таблице анализа (планирования) занятия,

t – на время этапа,

M – (число учащихся)

T – продолжительность всего занятия.

2. Оценка эффективности управления процессом рассчитывается по формуле (2).

$$K\psi = \frac{\sum m_j \cdot t}{\sum m \cdot t}, \quad (2)$$

$\sum m_j$ – сумма произведений по всей таблице анализа (планирования) занятия,

t – на время этапа,

$\sum m$ – сумма произведений по всей таблице анализа (планирования) занятия.

3. Общий коэффициент эффективности процесса обучения рассчитывается по формуле (3) с использованием формул (1) и (2).

$$K_{\text{эф}} = K\varphi \cdot K\psi = \frac{\sum m_j \cdot t}{M \cdot T}, \quad (3)$$

$K\varphi$ – коэффициент эффективности процесса обучения,

$K\psi$ – оценка эффективности управления процессом,

$\sum m_j$ – сумма произведений по всей таблице анализа (планирования) занятия,

t – на время этапа,

M – число учащихся,

T – продолжительность всего занятия.

Исследования дидактического смысла показывают, что $K_{эф}$ эквивалентен K_{α} . Так как $K_{\alpha} > 0,7$, значит занятие обладает необходимой эффективностью, следовательно цель урока достигнута.

Обозначения:

α – уровень усвоения соответствует цели занятия;

$\alpha_{эт}$ – достижимая цель усвоения на данном этапе урока;

T – продолжительность всего занятия *45 минут*;

t – продолжительность этапа занятия;

M – общее число воспитанников в объединении *25 человек*;

m – число учащихся, учебно-познавательная деятельность которых по $\alpha_{эм}$ соответствует общей цели α занятия;

m_j – число учащихся из m , которые только выполняют учебно-познавательную деятельность на данном этапе, соответствующую цели урока ($\alpha_{эм} = \alpha$), но и одновременно находятся в моносистеме, гарантирующей достижения α , то есть в целевой моносистеме;

0 – нулевая дидактическая система, означающая, что учащиеся не заняты на данном этапе учебной деятельностью, соответствующей цели занятия.

Лист наблюдения оценки эффективного учебного занятия №1 по методике Беспалько (приложение 1).

Результат:

1. Коэффициент эффективности процесса обучения рассчитываем по формуле (1):

$$\sum m \cdot t = 25 \cdot 5 + 15 \cdot 15 + 25 \cdot 10 + 25 \cdot 5 + 25 \cdot 5 = 850$$

$$M \cdot T = 25 \cdot 45 = 1125$$

$$K\varphi = \frac{850}{1125} = 0,76$$

2. Оценка эффективности управления процессом рассчитываем по формуле (2):

$$\sum m_j \cdot t = 18 \cdot 5 + 15 \cdot 22 + 10 \cdot 20 + 18 \cdot 5 + 15 \cdot 5 = 785$$

$$K\psi = \frac{785}{850} = 0,9$$

3. Общий коэффициент эффективности процесса обучения рассчитывается по формуле (3) с использованием формул (1) и (2):

$$K_{\text{эф}} = 0,76 \cdot 0,9 = \frac{785}{1125} = 0,7=0,7$$

Исследования дидактического смысла показывают, что $K_{\text{эф}}$ эквивалентен K_{α} . Так как $K_{\alpha}=0,7$, значит занятие обладает необходимой эффективностью, следовательно цель занятия в 11а МБОУ СОШ № 22 г. Челябинска достигнута (диаграмма коэффициентов эффективности учебного процесса – приложение 8).

Лист наблюдения оценки эффективного учебного занятия №2 по методике Беспалько (приложение 2)

Результат:

1. Коэффициент эффективности процесса обучения рассчитывается по формуле (1):

$$\sum m \cdot t = 19 \cdot 5 + 25 \cdot 15 + 22 \cdot 10 + 23 \cdot 5 + 18 \cdot 5 + 25 \cdot 5 = 1020$$

$$M \cdot T = 25 \cdot 45 = 1125$$

$$K_{\varphi} = \frac{1020}{1125} = 0,9$$

2. Оценка эффективности управления процессом рассчитывается по формуле (2):

$$\sum m_j \cdot t = 18 \cdot 5 + 17 \cdot 15 + 20 \cdot 10 + 18 \cdot 5 + 15 \cdot 5 + 19 \cdot 5 = 805$$

$$K_{\psi} = \frac{805}{1020} = 0,8$$

3. Общий коэффициент эффективности процесса обучения рассчитывается по формуле (3) с использованием формул (1) и (2):

$$K_{\text{эф}} = 0,9 \cdot 0,8 = \frac{805}{1125} = 0,72=0,72$$

Исследования дидактического смысла показывают, что $K_{\text{эф}}$ эквивалентен K_{α} . Так как $K_{\alpha}=0,72$, значит занятие обладает необходимой эффективностью, следовательно цель занятия в 11б МАОУ Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска достигнута.

По результатам работы в 11 классах в МБОУ СОШ № 22 г. Челябинска и МАОУ Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска коэффициент эффективности занятия не меньше K_{α} , что говорит о достижении всех целей и задач занятия. Значения этих коэффициентов говорят о том, что занятия прошли достаточно эффективно (диаграмма коэффициентов эффективности учебного процесса – приложение 3).

Таким образом, по результатам внеурочного занятия, удалось достичь следующих результатов:

1. Предложенные формы заданий были интересны и дети проявили творческую активность, особенно на этапах групповой работы.
2. Краеведческий материал вышел за рамки программы и вызвал интерес у обучающихся;
3. Удалось продемонстрировать роли науки в сохранении окружающей среды и ресурсов родного края.
4. На основании наблюдений и методики Беспалько удалось оценить эффективность учебного занятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования было установлено, что в почвах супераквальных ландшафтов водосборов озер Тыгиш и Кожакуль:

- наибольшее содержание общего углерода наблюдается в почвах водосбора озера Тыгиш (более 30 %);

- содержание подвижного фосфора в почвах обоих водосборов относительно невелико (<0.05 мг);

- основная масса ионов кальция в почвах водосбора Тыгиш сосредоточена в верхних гумусовых слоях (менее 0,3 мг), а ионов магния – в нижних слоях (менее 0,15 мг);

- в почвах водосборной площади озера Кожакуль преобладают ионы магния (около 10 мг).

Наибольшее содержание ^{90}Sr наблюдается в почвах водосбора озера Тыгиш (254 Бк/кг), а ^{137}Cs – озера Кожакуль (1385 Бк/кг).

Было разработано и проведено внеурочное занятие по теме «Авария на ПО «Маяк»».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аклеев А. В. Радио-эпидемиологические исследования на Урале: итоги и перспективы / А. В. Аклеев, М. О. Дегтева, Л. Ю. Крестинина // Радиационная гигиена. – Санкт-Петербург : ФБУН НИИРГ им. Рамазаева. – 2021. – Т.14(4). – С. 31–44.
2. Аклеев А. В. Радио-эпидемиологические исследования на Урале: итоги и перспективы / А. В. Аклеев, М. О. Дегтева, Л. Ю. Крестинина // Радиационная гигиена. – Санкт-Петербург : ФБУН НИИРГ им. Рамазаева. – 2021. – Т.14(4). – С. 31– 44.
3. Алексахин Р. М. Радиоактивное загрязнение почвы и растений / Р. М. Алексахин. – Москва : Академия наук СССР, 1963. – 132 с.
4. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва : Книга по Требованию, 2013. – 489 с. – ISBN 978-5-458-28118-8.
5. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года. Москва, 2013. / Атлас ВУРСа 2013. – URL : https://downloads.igce.ru/publications/Atlas/CD_VURS/index.html – (Дата обращения 13.10.2022).
6. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – Москва : Педагогика, 1989. – 192 с. – ISBN 5-7155-0099-0.
7. Булдаков Л. А. Проблемы распределения и экспериментальной оценки допустимых уровней ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{106}Ru / Л. А. Булдаков, Ю. И. Москалев. – Москва : Атомиздат, 1968. – 296 с.
8. Давыдов М.Г. Радиоэкология : учебник для вузов / М.Г. Давыдов, Е. А. Бураева [и др.]. – Ростов-на-Дону : Феникс. – 2013. – 635 с.
9. Клечковский В. М. К оценке размеров поступления стронция-90 из почвы в растения и его накопление в урожае / В. М. Клечковский, Н. П. Архипов, А. В. Егоров. — Москва : Агропромиздат, 1969. – №1. – С. 2–4.

10. Ключковский В. М. Сорбция микроколичеств стронция и цезия в почвах / В. М. Ключковский, Л. Н. Соколова, Г. Н. Целищева // Радиобиология и радиационная медицина. – Москва : Атомиздат, 1958 – Т. V. – С. 346–356.

11. Коготков А. Я. Результаты многолетних наблюдений за содержанием и распределением радиоизотопов в различных компонентах водоемов Восточно-Уральского радиоактивного следа : реф. отчета 1967 г. / А. Я. Коготков, В. Г. Осипов // Вопросы радиационной безопасности. – Озерск : ФГУП ПО «Маяк», 2002. – Вып. 3. – С. 44–60.

12. Левина С. Г. Закономерности поведения ^{90}Sr и ^{137}Cs в озерных экосистемах Восточно-Уральского радиоактивного следа в отдаленные сроки после аварии / С. Г. Левина. – Москва : [б.и.], 2008. – 248 с.

13. Левина С. Г. Современная радиэкологическая характеристика озерных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа / С. Г. Левина, А. В. Аклеев. – Москва : [б.и.], 2009. – 272 с.

14. Левина С. Г. Радиационный мониторинг и особенности радиэкологической обстановки на территории ВУРСа (Изученность проблемы) / С. Г. Левина, Г. Г. Корман, Л. Ф. Мухаметшина // Проблемы радиэкологии и пограничных дисциплин : сборник научных трудов. – Выпуск 13. – Екатеринбург : Полиграфист, 2010. – С. 222–247.

15. Левина С. Г. Современная радиэкологическая обстановка территорий ВУРСа / С. Г. Левина, Л. Ф. Шарова, К. В. Каблова // XXII Бирюковские чтения : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Челябинск-Сатка, 24–29 марта 2017 года. – Челябинск : ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ», 2019. – С. 271–278.

16. Мартюшов В.В. Состояние радионуклидов в почвах Восточно-Уральского радиоактивного следа / Д.А. Спиринов, В.В. Базылев [и др.] // Экология. – 1995 – № 2. – С. 110–113.

17. Мигунов В.И. Проблемы радиозэкологии и пограничных дисциплин / В.И. Мигунов, А.В. Трапезников // Екатеринбург: Издательство Уральского университета. – № 13. – 2010. – 334 с.

18. Нестерова Н.Г. Развитие познавательной активности учащихся в процессе краеведческой деятельности / Н.Г. Нестерова. – Томск : Курсив, 1994. – 370 с.

19. Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона // Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Москва : Комтехпринт. – 2002. – 287 с.

20. Пустовалова Г.И. Исследовательская деятельность краеведческой направленности как средство формирования патриотических и духовно-нравственных качеств одаренных детей / Г.И. Пустовалова // Региональный модельный центр дополнительного образования детей г. Тамбова: [сайт]. – URL : <https://dopobr.68edu.ru/wp-content/uploads/2016/10/%D0%9F%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0-%D0%93%D0%98.pdf> (дата обращения: 20.09.2022). – Текст: электронный.

21. Ровинский Ф. Я. К вопросу миграции ^{90}Sr из почв с поверхностными водами / Ф. Я. Ровинский, З. Л. Синицина, Ю. П. Черханов // Почвоведение. – Москва : Наука, 1976. – № 8. – С. 52–55.

22. Сабитова К. А. Требования к современному уроку в условиях введения ФГОС ООО нового поколения / К. А. Сабитова. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2021. – С. 138–140.

23. Старков, В.Д. Радиационная экология / В.Д. Старков, В.И. Мигунов // Тюмень : ФГУ ИПП «Тюмень». – 2007. – 399 с.

24. Сутягин А. А. Распределение долгоживущих радионуклидов в почвах супераквального элемента ландшафта водосборных территорий некоторых озер дальней зоны ВУРСа / А. А. Сутягин, С. Г. Левина, В. В. Дерягин // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019 : сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. – Севастополь : ФГАОУ ВО «СГУ», 2019. – С. 1585–1589.

25. Толстиков В.С. Ядерное наследие на Урале: исторические оценки и документы / В.С. Толстиков, В.Н. Кузнецов. – Екатеринбург : Банк культурной информации. – 2017. – 400 с.

26. Трапезников А.В. Распределение радионуклидов по основным компонентам озер на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа в пределах Свердловской области / А.В. Трапезников, П.И. Юшков, В.Н. Николкин и др. // Проблемы радиэкологии. – 2000. – Вып.3 – С. 54-94.

27. Трапезников А.В. Радиэкология пресноводных экосистем / А.В. Трапезников, В.Н. Трапезникова. – Екатеринбург: Изд-во УрГСХА. – 2006. – 390 с.

28. Тряпицына Г. А. Анализ накопления ^{90}Sr и ^{137}Cs высшей водной растительностью при радиоактивном загрязнении водоёмов (Уральский регион) / Г. А. Тряпицына, С. Г. Левина, С. В. Тряпицына [и др.] // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность : тезисы докладов Международной научной конференции, посвящённой 150-летию Севастопольской биологической станции. – Севастополь : ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», 2021. – С. 614-615.

29. Тряпицына С. В. Медико-дозиметрическая база данных «Человек» уральского научно-практического центра радиационной медицины / С. В. Тряпицына, Н. В. Старцев, А. В. Аклев // VIII Съезд по радиационным

исследованиям: тезисы докладов, Москва, 12–15 октября 2021 года. – Москва : Объединенный институт ядерных исследований, 2021.– С. 142.

30. Умаров А. А. Межпредметные связи – дидактическое условие совершенствования естественно научного образования / А. А. Умаров, У. Сафарали // Государственное управление. – Душанбе : Академия государственного управления при Президенте Республики Таджикистан. 2020. – № 2(46). – С. 191–197.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Определение кальция и магния при совместном присутствии [4]

Константы устойчивости этилендиаминтетра-ацетатов кальция и магния различаются на 2 порядка (логарифмы констант устойчивости равны 10,7 и 8,7 для кальция и магния соответственно при 20°C и ионной силе 0,1). Поэтому эти ионы нельзя оттитровать отдельно, используя только различие в константах устойчивости комплексонатов. При $pH=10$ в качестве металлоиндикатора используют эриохром черный Т. При этих условиях определяют сумму кальция и магния. В другой аликвотной части создают $pH>12$, вводя NaOH, при этом магний осаждается в виде гидроксида, его не отфильтровывают, и в растворе определяют комплексометрически кальций в присутствии мурексида, флуорексона или кальциона, являющихся металлоиндикаторами на кальций. Магний определяют по разности.

Метод пригоден для определения жесткости воды. Следы тяжелых металлов титруются совместно с кальцием и магнием: поэтому их маскируют перед титрованием цианидом калия или осаждают сульфидом натрия либо диэтилдитиокарбаминатом натрия. Практически все ионы, присутствующие в воде, можно замаскировать цианидом калия и триэтанололамином; не маскируются щелочные металлы, кальций и магний.

Реагенты и оборудование:

1. ЭДТА, 0,0500М стандартный раствор.
2. Аммиачный буферный раствор с $pH=10$.
3. NaOH или KOH, 2М растворы.
4. Металлоиндикаторы: эриохромовый черный Т; мурексид.
5. Флуорексон; кальцион (смеси с хлоридом натрия в соотношении 1:100).
6. Бюретка; пипетки емкостью 10–20 мл; колбы для титрования.

Методика определения и расчет:

1. Определение суммы кальция и магния.

Отбирают пипеткой 10,00 мл анализируемого раствора из мерной колбы вместимостью 100 мл в коническую колбу для титрования вместимостью 100 мл, прибавляют 2-3 мл буферного раствора с $\text{pH}=10$, 15 мл воды, перемешивают и прибавляют на кончике шпателя 20-30 мг смеси эриохромового черного Т и хлорида натрия. Перемешивают до полного растворения индикаторной смеси и титруют раствором ЭДТА до изменения окраски раствора из винно-красной в голубую. На титрование суммы кальция и магния идет объем раствора ЭДТА, равный $V''\text{ЭДТА}$.

2. Определение кальция.

Отбирают пипеткой 10,00 мл анализируемого раствора в коническую колбу вместимостью 100 мл, прибавляют 2–3 мл раствора NaOH или KOH ($\text{pH}=12$), вводят 20–30 мг индикаторной смеси мурексида (или кальциона, или флуорексона) с хлоридом натрия и титруют раствором ЭДТА до изменения окраски раствора от одной капли раствора ЭДТА. Отмечают объем раствора ЭДТА ($V'\text{ЭДТА}$), затраченного на титрование.

Изменение окраски в конечной точке титрования зависит от выбранного металлоиндикатора. При использовании мурексида окраска изменяется из розовой в фиолетовую; при использовании флуорексона – из желтой с зеленой флуоресценцией в бесцветную или розовую с резким уменьшением интенсивности флуоресценции; при использовании кальциона – из бледно- желтой в оранжевую. В последнем случае щелочную среду создают только 2 М раствором KOH. Содержание ионов кальция рассчитывают по формуле.

3. Определение магния.

Объем титранта, израсходованный на титрование магния, вычисляют по разности объемов ЭДТА, пошедшей на титрование при $\text{pH}=10$ ($V''\text{ЭДТА}$) и при $\text{pH}=12$ ($V'\text{ЭДТА}$).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Определение легкорастворимых фосфатов в вытяжке Кирсанова [4]

В вытяжке А.Т. Кирсанова определяют содержание доступных для питания растений легкорастворимых фосфатов кислых почв: подзолистых, дерново-подзолистых, подзолисто-болотных, серых лесных, бурых лесных и др.

Фосфаты извлекают из почвы 0,2 н. раствором HCl (pH 0,74) при отношении почвы к раствору 1:5, минутном взбалтывании и 15-минутном отстаивании.

В торфяных горизонтах подзолисто-болотных почв пользуются соотношением 1:50. В вытяжку переходят преимущественно фосфаты кальция и магния, а также некоторая часть фосфатов полуторных оксидов.

Увеличив навеску почвы до 10г в этой же вытяжке поточным методом определяют калий на пламенном фотометре.

Реактивы:

1. 0,2 н раствор HCl.

Берут 16,4 мл HCl пл. 1,19, разбавляют дистиллированной водой до 1 л и перемешивают.

2. Основной стандартный раствор.

0,7165 г KH_2PO_4 предварительно высушенного в термостате в течение 2 часов при 105°C растворяют в мерной колбе объемом 1л. (дист.) H_2O , добавляют для консервирования 2 мл CHCl_3 ; 1мл раствора содержит 0.5 мг PO_4^{3-} .

3. Рабочий стандартный раствор 1.

10 мл основного стандартного раствора доводят до 1л д H_2O ; 1мл этого раствора содержит 0,005 мг фосфата PO_4^{3-} .

4. Рабочий стандартный раствор 2.

50 мл рабочего раствора 1 доводят до 250 мл д H_2O ; 1 мл раствора содержит 0.001 мг PO_4^{3-} .

5. Реактив 1 (кислый раствор молибдата аммония).

25 г соли $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 600 мл д H_2O . К этому раствору осторожно при охлаждении добавляют 337 мл концентрированной серной кислоты. После того, как раствор примет комнатную температуру, его доводят д H_2O до 1 литра. Раствор хранится в бутылки из темного стекла. Пользоваться реактивом можно через 48 часов после приготовления.

6. Реактив 2 (Слабокислый раствор молибдата аммония).

10 г соли $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 400 мл д. H_2O и добавляют 7 мл концентрированной серной кислоты. Раствор хранят в темной комнате. Устойчив около 3 месяцев. Пользоваться реактивом можно через 48 часов после приготовления.

7. Серная кислота. 37% раствор.

337 мл концентрированной H_2SO_4 ($w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98\%$) осторожно приливают небольшими порциями к 600 мл д H_2O . Доводят д H_2O до объема 1 л.

8. Основной стандартный раствор SnCl_2 .

0.39 г кристаллического не выветрившегося $\text{SnCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 10 мл 13.6%-й соляной кислоты (3.7 мл концентрированной HCl доводят до 10 мл д H_2O), не содержащей As . Суспензию тщательно перемешивают, хранят в полиэтиленовой посуде; во избежание окисления бросают внутрь горошину металлического олова. Перед употреблением суспензию хорошо перемешивают.

9. Рабочий раствор хлорида олова (II).

2,5 мл основного стандартного раствора SnCl_2 доводят д H_2O до 10 мл. Необходимо применять свежеприготовленный раствор.

Выполнение определения:

5 г. воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито с отверстиями диаметром 1 мм, помещают, в коническую колбочку емкостью 100 мл и приливают 25 мл 0,2 н раствора HCl , взбалтывают содержимое колбочки

1 мин, оставляют стоять 15 мин и фильтруют раствор через беззольный фильтр.

Берут пипеткой часть фильтрата, помещают в мерную колбу емкостью 50 мл и разбавляют дистиллированной водой до 40-45 мл.

Приливают 2 мл 2,5 % раствора молибдата аммония в серной кислоте и перемешивают содержимое круговым движением.

Прибавляют 3 капли раствора хлорида олова (II), доводят объем раствора дистиллированной водой до метки, закрывают сухой чистой пробкой и перемешивают 3-4кратным перевертыванием колбы.

Сравнение окрасок проводят спустя 5-10 мин после добавления восстановителя фотометрическим или визуальным методом.

Если окраска окажется слишком слабой, определение повторяют с большим количеством вытяжки или же взятый объем помещают в мерную колбу меньшего объема, соответственно уменьшая количество растворов молибдата аммония и хлорида олова.

Если окраска раствора не чисто-синяя, а мутно-зеленоватая (что может быть связано с малым содержанием P_2O_5 , избытком Fe^{3+} или присутствием органических веществ), следует повторить окрашивание с большим количеством вытяжки или восстановить Fe^{3+} металлическим алюминием или же окрашенные вытяжки предварительно обесцветить активированным углем и сильно разбавить.

Об обеспеченности почв доступными легкорастворимыми фосфатами судят по показателям, приведенным в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Обеспеченность почв доступными фосфатами (в мг P_2O_5 на 100 г почвы) по содержанию их в вытяжке Кирсанова [4].

Обеспеченность	Зерновые, зернобобовые	Корнеплоды, картофель	Овощные культуры
Очень низкая	<3	<8	<15
Низкая	<8	<15	<20
Средняя	8-15	15-20	20-30
Высокая	>15	>20	>30

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Определение общего углерода в почве по методу Тюрина [4]

Метод Тюрина основан на определении содержания гумуса в почве раствором дихромата калия в серной кислоте с последующим определением образовавшегося хрома, эквивалентного содержания гумуса колориметрически. Реактивы: хромовая смесь, раствор фенилантраниловой кислоты, соль Мора.

Выполнение определения: Масса пробы зависит от предполагаемого содержания гумуса. Например: если содержание гумуса более 7%, масса почвы для анализа 0,05-0,1 г. В нашем случае, в почве содержится примерно 2-4 %, тогда масса почвы не должна превышать 0,35 г. Из бюретки приливают 10 мл 0,4 Н $K_2Cr_2O_7$ помещают в термостат при $t=150^{\circ}C$ на 20 мин. Содержимое колб разбавляют дистиллированной водой прибавляют несколько капель фенилантраниловой кислоты и титруют 0,2 71 Н раствором соли Мора до перехода окраски из вишнево-красного до темно-зеленого.

Перерасчет общего углерода на гумус рассчитывается по формуле (1):

$$\frac{(a-b) \cdot N \cdot 0,003 \cdot 100}{\rho}, \quad (1)$$

где a – количество соли Мора (мл) пошедшая на титрование холостой пробы,

b – количество соли Мора (мл) пошедшая на титрование образца,

N – нормальность соли Мора (0,213),

ρ – сухая навеска (10 г),

0,003 – грамм эквивалент углерода,

100 – перерасчет в %,

1,724 – коэффициент перерасчета на гумус.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Распределение радионуклидов в почвенном профиле

Таблица 4.1 – Распределение радионуклидов (Бк/кг) по почвенным горизонтам супераквальной позиции водосбора озера Тыгиш

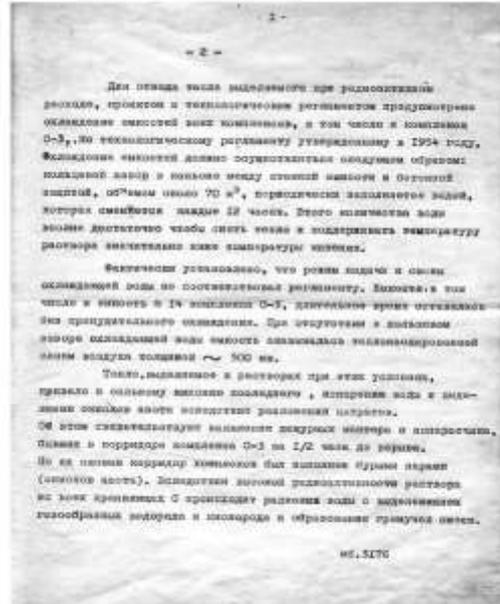
№ пробы	Код пробы	Удельная активность Бк/кг	
		^{137}Cs	^{90}Sr
1	TSS-1	127,1 ± 9,1	270,9 ± 7,9
2	TSS-2	110,9 ± 7,6	264,3 ± 5,7
3	TSS-3	74,3 ± 5,6	157,7 ± 6,8
4	TSS-4	44,7 ± 4,5	203,3 ± 7,2
5	TSS-5	32,5 ± 2,9	165,35 ± 3,3
6	TSS-6	29,1 ± 3,1	183,2 ± 6,1
7	TSS-7	10,4 ± 1,4	105,8 ± 0,7
8	TSS-8	7,3 ± 1,3	117,2 ± 6,0
9	TSS-9	6,1 ± 1,2	100,15 ± 4,32
10	TSS-10	1,27 ± 0,4	106,3 ± 0,3
11	TSS-11	Не измерялись	13,72 ± 1,32
12	TSS-12	Не измерялись	29,2 ± 1,09
13	TSS-13	Не измерялись	20,16 ± 0,28
14	TSS-14	Не измерялись	21,44 ± 2,36

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

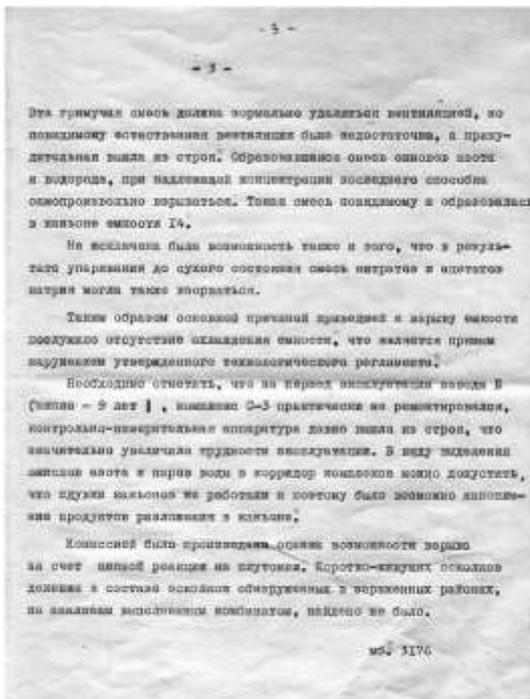
АКТ Комиссии по расследованию причин взрыва в хранилище радиоактивных отходов комбината 817



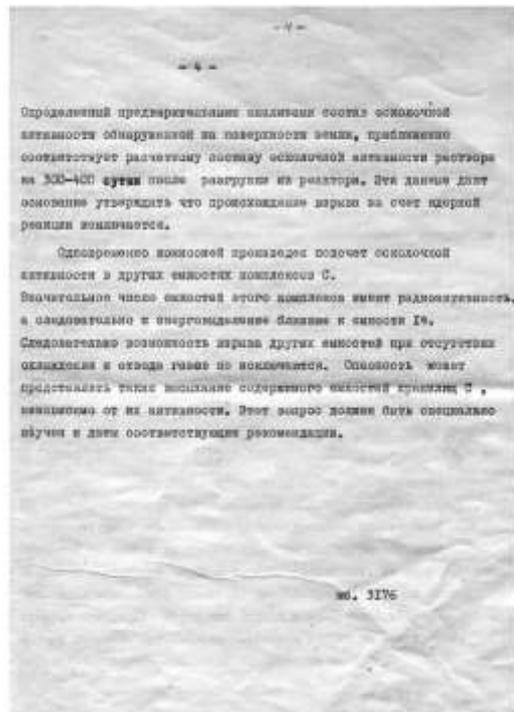
ГФ НТД ПО «Маяк». Ф. 1. Оп. 1. Д. 804. Л. 1-7. 140



ГФ НТД ПО «Маяк». Ф. 1. Оп. 1. Д. 804. Л. 1-7. 141



ГФ НТД ПО «Маяк». Ф. 1. Оп. 1. Д. 804. Л. 1-7. 142



ГФ НТД ПО «Маяк». Ф. 1. Оп. 1. Д. 804. Л. 1-7. 143

Рисунок 5.1 – Исторический документ о причинах взрыва на ПО «Маяк» [25]

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Лист наблюдения оценки эффективного учебного занятия №2 по методике

Беспалько

Тема занятия: Авария на ПО «Маяк» в 1957 году

Время занятия: 45 минут

Число учащихся: 25 человек

Класс: 11Б

Школа: МАОУ Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска

Таблица 7.1 – Лист наблюдения оценки эффективного учебного занятия

Номер этапа	Этапы занятия	Учебно-познавательная деятельность учащихся на этапе <i>a_{эм}</i>	Время этапа <i>t</i> , мин	Распределение учащихся в моносистемах на этапах урока (дидактические системы)									
				0	1	2	3	4	5	6	<i>m</i>	<i>m_j</i>	
1	Постановка целей и задач, которые необходимо достичь по ходу занятия	I	5	-	-	-	25	-	-	-	-	19	18
2	Вовлеченность в беседу с учителем. Задаются проблемные вопросы в общую аудиторию	I-II	15	-	-	25	-	-	15	-	-	25	17
3	Работа в группах (выполнение 4-х заданий). Помощь педагога при необходимости	II	10	-	-	-	-	-	-	12	-	22	20
4	Проверка усвоения темы занятия (обсуждение, включенность ребят)	II-III	5	-	-	-	-	-	6	-	-	23	18
5	Анализ результатов выполненной работы (разбор проблем, типичных ошибок, ответы на вопросы учащихся)	II	5	-	9	-	4	-	-	-	-	18	15
6	Участие в рефлексии по значимости материала.	-	5	15	-	-	-	-	-	-	-	25	19
	Итого:		45										

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Диаграммы коэффициентов эффективности учебного процесса

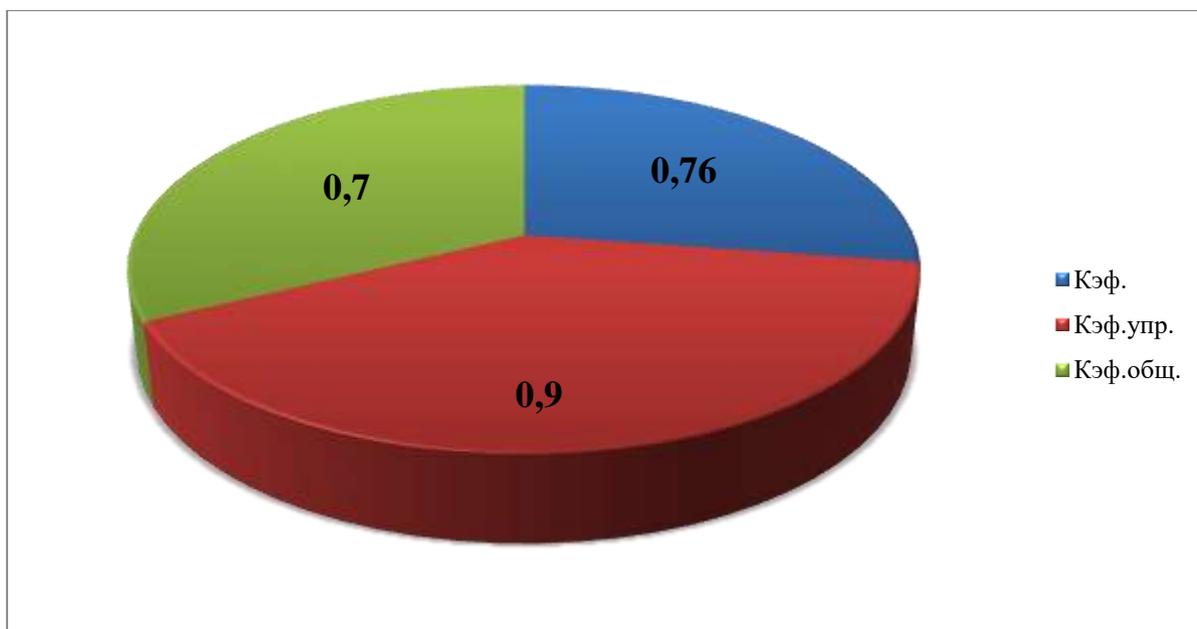


Рисунок 8.1 – Диаграмма коэффициентов эффективности учебного процесса в 11а МБОУ «СОШ № 22 г. Челябинска»

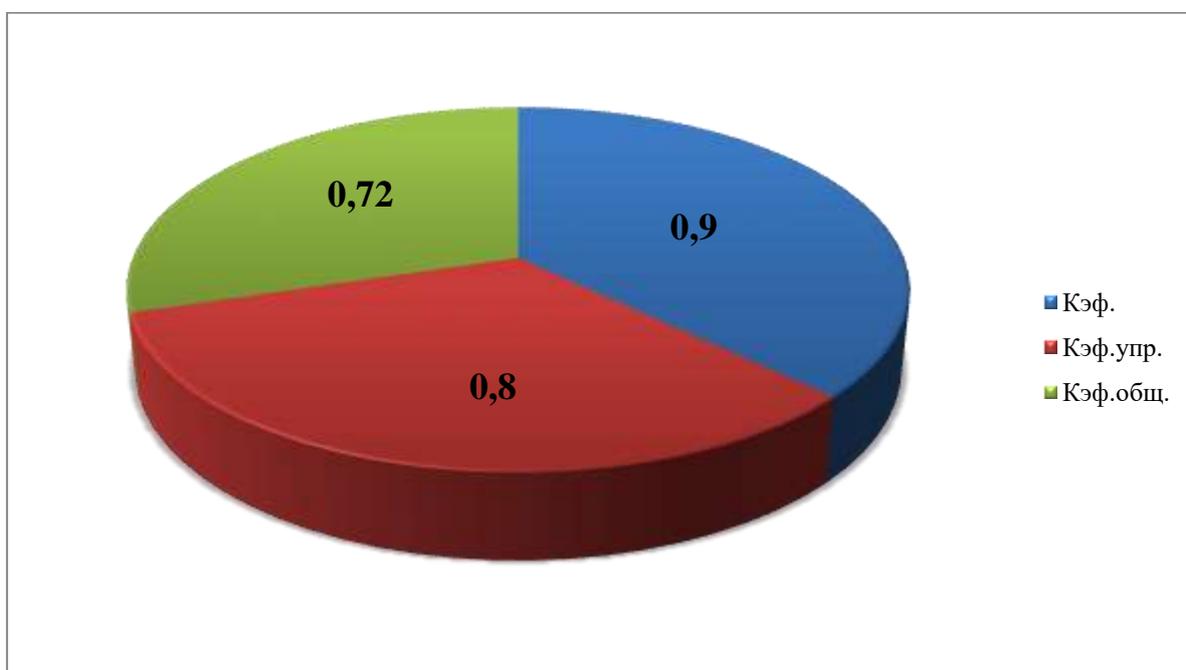


Рисунок 8.2 – Диаграмма коэффициентов эффективности учебного процесса в 11б МАОУ «Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска»