



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО «ЧГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

**Химико-экологическое состояние воды и почв приозерных территорий
озера Тыгиш**

Выпускная квалификационная работа
по направлению 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность программы бакалавриата
«природопользование»

Работа _____ к защите
рекомендована/не рекомендована

« ____ » _____ 2016 г.
зав. кафедрой химии и методики обучения
химии

_____ к. х. н., доцент
ЧГПУ В.А.Сычев

Выполнила:
студентка группы ОФ-401/058-4-1
Устинова Евгения Андреевна

Научный руководитель:
к. х. н., доцент ЧГПУ
Сутягин Андрей Александрович

Челябинск 2016 год

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА:	
1.1. Формирование Восточно-Уральского радиоактивного следа.....	5
1.2. Загрязнение воды Восточно-Уральского радиоактивного следа.....	10
1.3. Загрязнение почв Восточно-Уральского радиоактивного следа.....	13
1.4. Защитные мероприятия по ликвидации последствий ПО «Маяк».....	16
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:	
2.1. Физико -географическая характеристика озера	22
2.2. Методы исследования проб воды озера Тыгиш.....	24
2.3. Методы исследования проб почв озера Тыгиш.....	27
ГЛАВА 3. СОВРЕМЕННОЕ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДЫ И СУПЕРАКВАЛЬНЫХ ПОЧВ В ВОДОСБОРЕ ОЗЕРА ТЫГИШ:	
3.1. Исследование гидрохимических показателей водоема.....	30
3.2. Физико - химический состав супераквальных почв.....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	49

ВВЕДЕНИЕ

В Уральском регионе очень остро стоит проблема радиозэкологической безопасности. Это обусловлено особенностями естественного фона, а также антропогенным радиоактивным загрязнением, источником которого является комбинат «Маяк», расположенный в городе Озёрске Челябинской области. Так, в период с 1949 по 1952 г. с предприятия производился сброс радиоактивных отходов в реку Теча. Впоследствии, конструктивные недостатки ёмкостей для хранения жидких высокорadioактивных отходов привели к радиационному перегреву одной из них, в результате чего 27 сентября 1957 года произошел взрыв емкости, и в окружающую среду было выброшено значительное количество радиоактивных веществ (20 млн. Ки). Из них часть была разнесена ветром (2 млн. Ки) в северо-восточном направлении от предприятия [1], что привело к образованию Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа). Тысячи квадратных километров были выведены из хозяйственного оборота, эвакуировано население, установлен запрет или ограничения на использование земель и лесов, выпас скота, лов рыбы и охоту [10]. Дополнительному внесению поллютантов территория ВУРСа подверглась после ветрового разноса загрязненных илов с пересохшего побережья озера Карачай – хранилища радиоактивных отходов (1067 г.) [1].

В настоящее время остро стоит проблема возврата в хозяйственный оборот загрязненных территорий, в том числе, расположенных на них водоемов (более 60 озер). Для решения этой задачи необходимо проведение комплексных исследований, которые могли бы позволить оценить современное состояние озерных экосистем, расположенных на территории ВУРСа. Так как миграция радионуклидов в окружающей среде, от которой зависит доступность поллютантов для живых организмов, во многом зависит от химического состава среды, то

эти исследования должны обязательно включать рассмотрение этого аспекта.

Цель работы : изучить современное химико-экологическое состояние воды и почв приозерных территорий озера Тыгиш.

Для реализации цели поставлен ряд задач.

1) Изучение литературного материала, посвященного современному состоянию озерных экосистем ВУРСа.

2) Рассмотреть основные гидрохимические показатели озера Тыгиш.

3) Рассмотреть и определить некоторые химические показатели почв водосборной территории озера Тыгиш.

4) Установить взаимосвязь между химическим состоянием воды и почв приозерной территории озера Тыгиш.

Предмет исследования: современное химико-экологическое состояние воды и почв приозерной территории озера Тыгиш.

Объект исследования: Вода и почва озера Тыгиш.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВОСТОЧНО- УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА

1.1. Формирование Восточно-Уральского радиоактивного следа

Первая крупная радиационная катастрофа в Челябинской области произошла на ядерном комбинате «Маяк» 29 сентября 1957 г. Выброс радиации при аварии 1957 года оценивается в 20 миллионов Кюри (для сравнения, выброс при Чернобыльской аварии составил 50 миллионов Ки) [1]. Место, где произошла эта авария, долгое время было засекречено, у него не было официального названия. Поэтому многим она известна как «Кыштымская авария», по названию города Кыштым, расположенного недалеко от закрытого города Челябинск-65 (сегодня - г. Озерск), где на ядерном заводе «Маяк» произошла эта страшная радиационная катастрофа [16].

29 сентября 1957 года в 16:22 из-за выхода из строя системы охлаждения произошёл взрыв ёмкости объёмом 300 м^3 , где содержалось около 80 м^3 высокорadioактивных ядерных отходов. Взрывом, оцениваемым в десятки тонн в тротиловом эквиваленте, ёмкость была разрушена, бетонное перекрытие толщиной 1 м и весом 160 т отброшено в сторону, в атмосферу было выброшено около 20 млн. Ки радиоактивных веществ. Часть радиоактивных веществ были подняты взрывом на высоту 1-2 км и образовали облако, состоящее из жидких и твёрдых аэрозолей. В течение 10-11 часов радиоактивные вещества выпали на протяжении 300-350 км в северо-восточном направлении от места взрыва (по направлению ветра). В зоне радиационного загрязнения оказалась территория нескольких предприятий комбината «Маяк», военный городок, пожарная

часть, колония заключённых и далее территория площадью 23 000 км² с населением 270 000 человек в 217 населённых пунктах трёх областей: Челябинской, Свердловской и Тюменской. Сам Челябинск-40 не пострадал [26]. 90 % радиационных загрязнений выпали на территории химкомбината «Маяк», а остальная часть рассеялась дальше (рис.1; Прилож. 1).

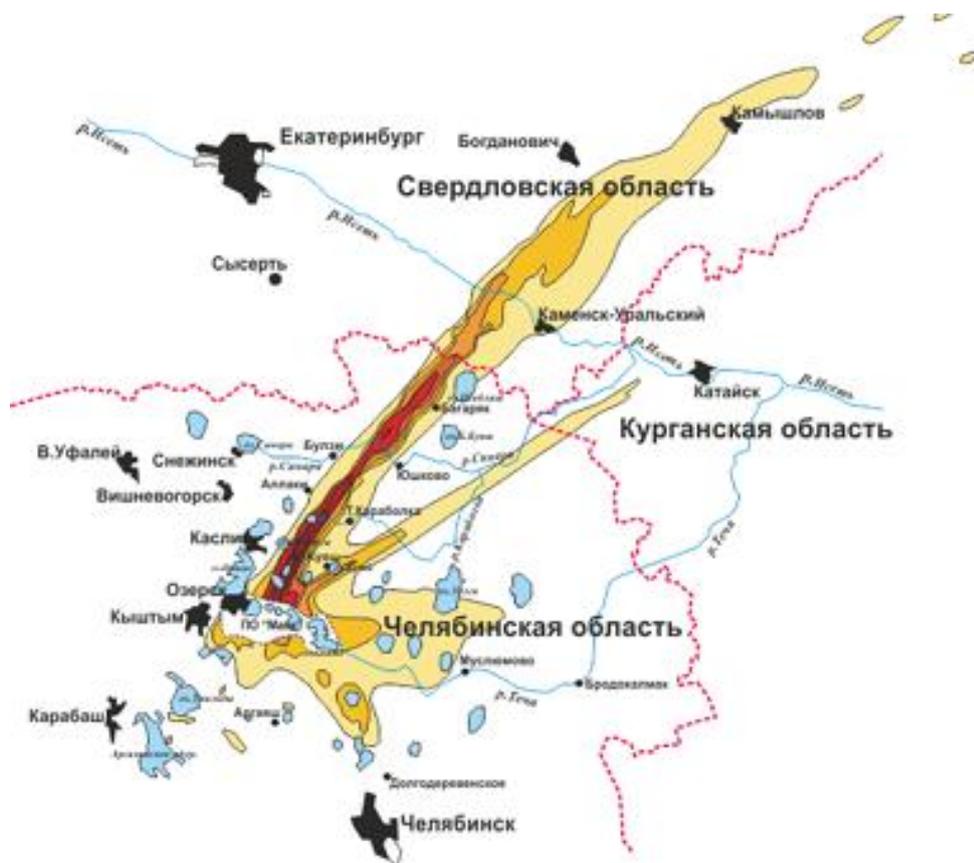


Рисунок 1. Восточно-Уральский радиоактивный след

В ходе ликвидации последствий аварии 23 деревни из наиболее загрязнённых районов с населением от 10 до 12 тысяч человек были отселены, а строения, имущество и скот уничтожены. Для предотвращения разноса радиации в 1959 году решением правительства была образована санитарно-защитная зона на наиболее загрязнённой части радиоактивного следа, где всякая хозяйственная деятельность была запрещена, а с 1968 года на этой территории образован Восточно-Уральский государственный заповедник. Сейчас зона заражения именуется Восточно-Уральским

радиоактивным следом (ВУРС) [14]. Общая протяжённость ВУРСа составляла примерно 300 км в длину при ширине 5-10 км. На этой площади почти в 20 тыс. км² проживало около 270 тыс. человек, из них около 10 тыс. человек оказались на территории с плотностью радиоактивного загрязнения свыше 2 Ки/км² по ⁹⁰Sr (период полураспада 28,8 года) и 2100 человек — на территории с плотностью свыше 100 Ки/км² [3].

В мае 1958 года в 12 км от Озёрска, на территории ВУРСа была создана опытная научно-исследовательская станция. В Челябинске был организован филиал Ленинградского научно-исследовательского института радиационной гигиены, а также комплексная сельскохозяйственная научно-исследовательская радиологическая лаборатория. В декабре 1962 года на их базе образован филиал № 4 Института биофизики (ФИБ-4). Сотрудники этого закрытого научного учреждения проводили медицинское обследование населения в районе реки Течи, а также на территории ВУРСа, вели исследовательскую работу.

В 1958-1959 годах в населённых пунктах, подвергшихся радиационному загрязнению, специальные механизированные отряды произвели ликвидацию и захоронение строений, продовольствия, фуража и имущества жителей. После аварии на всей территории ВУРСа ввели временный запрет на хозяйственное использование территории.

Социально-экологические последствия аварии оказались очень серьёзными. Тысячи людей были вынуждены покинуть места своего проживания, многие другие остались жить на загрязнённой радионуклидами территории в условиях долговременного ограничения хозяйственной деятельности.

После аварии многие водоемы Челябинской и Свердловской области оказались на территории ВУРСа: Бердениш (4 км от эпицентра взрыва), Урускуль (8 км), Кожакуль (7 км), Малое Травяное (10 км), Метлинский пруд. Радиационный след в первые минуты после взрыва полностью

накрыл эти озера и другие более малые водоемы. Дальше ВУРС затронул озёра и водоёмы, на северо-восток: Иртяш, Большое и Малое Касли, Большой Куяш, Шаблиш, Тыгиш, Червяное, Большой Сунгуль, и др. На юго-запад: Акакуль, Увильды, Аргази, и др. Реки, попавшие в зону ВУРСа: Теча, Караболка, Синара, Исеть (и далее Тобол-Иртыш-Обь) [25].

Положение значительно осложнялось тем, что в результате аварии радиоактивному загрязнению подверглись пастбища, леса и пашни. Промышленная деятельность ПО «Маяк» привела к масштабному радиоактивному загрязнению компонентов наземных и водных экосистем Южного Урала (рис.2, Прилож. 2).

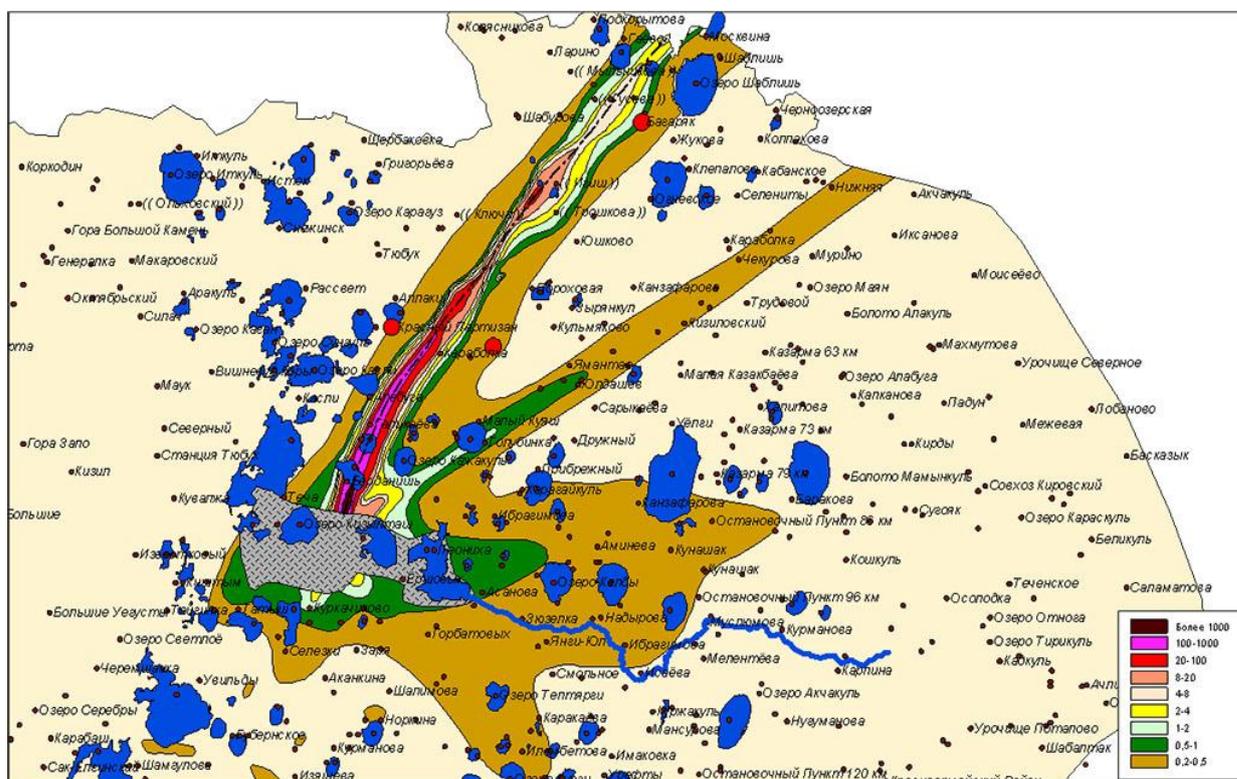


Рисунок.2. Загрязнение водных экосистем Южного Урала.

Возникновение ВУРСа — не единственная причина радиационного загрязнения местности. С октября 1951 г. главный поток жидких радиоактивных отходов производства «Маяк» был направлен в естественное болото верхового типа Карачай, превратившееся в результате в искусственное озеро под названием «Водоём 9», где постепенно

накопилось, по официальным данным, более 120 МКи активности, из них 40 % ^{90}Sr и 60 % ^{137}Cs . Радионуклиды до начала работ по засыпке водоёма распределились ориентировочно следующим образом: 7 % – в воде, 41 % – в суглинках ложа водоёма, 52 % – в донных отложениях [21].

В сентябре 1967 г. были отмечены повышенные выпадения радиоактивных веществ в районе, прилегающем к промышленной зоне ПО «Маяк». Радиоактивные выпадения были обусловлены ветровым переносом радиоактивной пыли с озера Карачай, вызванным необычными по сравнению со средними многолетними погодными условиями: недостаточным количеством атмосферных осадков в течение зимнего периода, ранней и сухой весной, наличием сильных порывистых ветров. В связи с резким понижением уровня воды в водоёме Карачай произошло оголение береговой полосы озера и вовлечение в пылеобразование радиоактивных донных отложений. В апреле – мае 1967 г. и в продолжение следующих месяцев были проведены исследования радиоактивного загрязнения территорий вокруг озера Карачай. По результатам дозиметрического обследования территории и определения радиоизотопного состава была составлена карта загрязнения территории, сложившегося в результате ветрового разноса радиоактивных веществ весной на 1967 г. (рис.3; Прилож.3). К настоящему времени водное зеркало оз. Карачай отсутствует (засыпано бетонными плитами и грунтом).

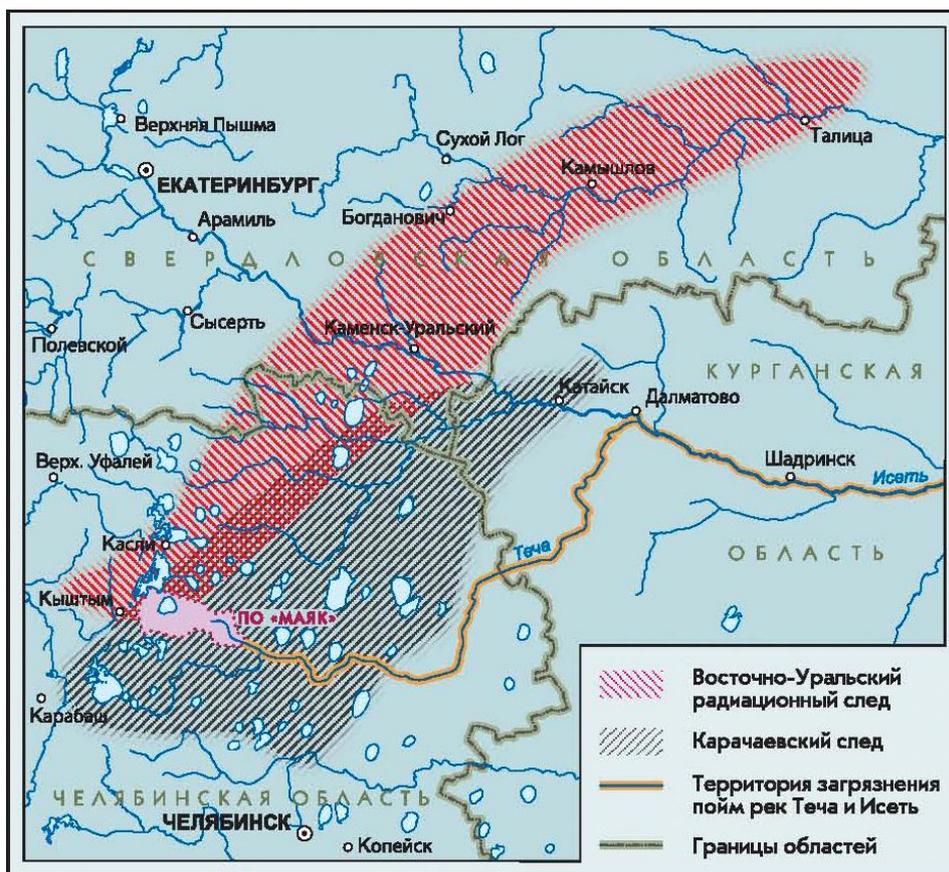


Рисунок 3. Карачаевский след на территории ВУРСа

1.2. Загрязнение вод Восточно-Уральского радиоактивного следа

В природе вода не встречается в чистом состоянии, она содержит различные растворенные в ней вещества. От этого зависит качество воды, соответственно и её использование. Химический состав природных вод представляет собой сложный комплекс растворенных газов, минеральных солей и органических соединений [17].

Любая природная водная экосистема не может быть абсолютно изолирована от внешнего мира и, следовательно, в нее происходит не только поступление различных загрязняющих веществ, но и их вынос [2].

Вода легко загрязняется различными примесями, вбирает в себя промышленные, бытовые и сельскохозяйственные отходы. В водную массу озера все химические элементы поступают различными путями:

1. с поверхностным и подземным стоками;
2. в процессе жизнедеятельности организмов;
3. с атмосферными осадками;
4. в результате ионного обмена в системе вода - донные отложения.

На территории ВУРСа загрязнение водных масс происходило в основном долгоживущими радионуклидами, среди которых преобладают ^{137}Cs и ^{90}Sr . С самого начала формирования радиоактивного загрязнения на территории проводились исследования сотрудниками Института прикладной геофизики (ИПГ, г. Москва), центральной заводской лаборатории ПО «Маяк» (ЦЗЛ, г. Озерск), а позже сотрудниками опытной научно-исследовательской станции ПО «Маяк» (ОНИС, г. Озерск) и филиала №4 Института биофизики (ныне Уральского научно-практического центра радиационной медицины, УНПЦ РМ, г. Челябинск).

Исходя из общей плотности загрязнения радионуклидами озера ВУРСа были разделены по расположению на три зоны – ближняя, 20 км от источника взрыва, центральная (60 км) и периферийная (80 км).

В ближней зоне уровень загрязнения ^{90}Sr (на октябрь 1957г.) достигал 7400 Бк/л, в центральной зоне - 1064 Бк/л. Озера, относящиеся к периферийной зоне, имели уровень радиоактивного загрязнения воды до 400 Бк/л.

На накопление радионуклидов значительное влияние оказывают факторы внешней среды. Наиболее значимыми из них являются: макро- и микроконцентрации химических элементов в водной среде, физико-химическое состояние радионуклидов в воде, рН воды и среды, температура, освещенность и др.[8].

Например, температура водной среды является одним из важнейших экологических факторов. Повышение температуры воды может приводить к увеличению накопления радионуклидов.

Наряду с общими свойствами, каждая озерная экосистема обладает множеством индивидуальных характеристик, которые обуславливают различия в характере осадконакопления и реакции на антропогенное воздействие (в том числе и на загрязнение радионуклидами и тяжелыми металлами).

Водоемы, загрязненные радионуклидами, могут являться потенциальными источниками их поступления в организм человека. Поэтому большое значение имеет выявление закономерностей поведения радионуклидов и дальнейший прогноз их содержания в воде. В настоящее время известно, что биологически наиболее опасным среди техногенных радионуклидов является ^{90}Sr . По результатам длительных наблюдений за содержанием ^{90}Sr в воде непроточных водоемов можно сказать, что данный вид загрязнения является наиболее значимым, с учетом первоначальных уровней загрязнения, подвижностью ^{90}Sr в биоцепочках, возможностью накапливаться в скелете и длительное время облучать организм.

В связи с характером данного загрязнения многие озера расположенные на территории ВУРСа были выведены из хозяйственного оборота, и до сих пор не используются человеком.

К настоящему времени первоначальная картина загрязнения изменилась в результате естественного распада радионуклидов, и основными загрязнителями местности являются долгоживущие изотопы ^{137}Cs и ^{90}Sr .

1.3. Загрязнение почв Восточно-Уральского радиоактивного следа

Почва относится к числу главных составляющих биосферы; она является планетарным узлом экологических связей, объединяющим другие компоненты биосферы: атмосферу, гидросферу, литосферу. Почва представляет собой экологическую нишу для живых организмов, в том числе для растений. В условиях массивированной антропогенной нагрузки на биосферу почвенно-растительный покров выполняет роль первого и основного депо, из которого техногенные загрязнители включаются в глобальные миграционные процессы и пространственно-временное распределение.

Под химическим составом почвы обычно понимают элементный состав минеральной части почвы, а также содержание в ней гумуса, азота, углекислого газа и химически связанной воды. В состав почвы входят почти все известные химические элементы, среди которых наиболее распространенными являются кислород (49 %), кремний (33 %), алюминий (7,13%), железо (3,80 %), углерод (2,0 %), кальций (1,37 %), калий (1,36 %), натрий (0,63 %), магний (0,63%), азот (0,10%) [3].

Формы нахождения химических элементов в почве могут быть различными – в составе минералов, органического вещества, в форме гидроксидов и оксидов, солей, в составе почвенных коллоидов и др. При этом доступность различных форм для биологических объектов также различна. Поэтому часто важно определить не валовое содержание элемента в почве, а только его доступные для растений формы. С этой целью используют различные растворители (растворы солеслабых кислот, щелочей), в вытяжках которых и определяют содержание элементов питания растений. В то же время, валовый анализ также не теряет своего

значения, так как при изменении условий возможны переходы одних форм в другие, в результате чего изменяется и их доступность. Таким образом, химический состав почвы можно рассматривать как показатель экологического состояния почвы [17].

На территории ВУРСа почвенный покров изучается на протяжении длительного периода времени [8]. Почвы являются основной средой для накопления ^{90}Sr и ^{137}Cs , особенно почвы водосборных территорий. Радионуклиды, попадая на поверхность почвы, включаются в биогеохимические процессы миграции и перераспределяются в почвенном покрове. Этому способствует сформированность систем: почва – грунтовые и поверхностные воды [12].

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 [8].

Проведённые на территории исследования позволили установить, что первоначально выпавший на поверхность ^{90}Sr был практически полностью сосредоточен в самом верхнем слое (0–1, 0–2 см) почв. Однако, уже через 10 лет в результате миграционных процессов он был обнаружен на глубине 20–30 см.

В последующие 10–16 лет относительный запас ^{90}Sr в верхнем слое почв уменьшился до 2 и более раз и резко увеличился в нижележащих горизонтах.

Запас ^{90}Sr в слое 0–10 см через 40 лет после аварии в почвах заповедника составил 42–71 %, в слое 10–20 см – 21–39 % и в слое 20–30 см – 7–26 % запаса ^{90}Sr в профиле в зависимости от типа ландшафта и почвенных условий.

Запас ^{137}Cs в поверхностном слое (0–5 см) почв колеблется в настоящее время от 75 % до 95 %. Так же как и для ^{90}Sr , минимальный запас ^{137}Cs обнаружен в данном слое почв болотного и переходного ландшафтов (< 80 %), максимальный – в засоленной почве (95 %) и промежуточное положение занимают элювиальные почвы. Значительное проникновение ^{137}Cs за пределы слоя 0–20 см отмечено в торфяно-глеевой почве, солоди и дерново-подзолистой почве (4–10 % общего запаса в профиле). Запас ^{137}Cs в поверхностном слое почв (0–2 см) через 40 лет снизился почти вдвое до 52–53 %, а в луговых – до 44 % [18].

Было установлено, что в настоящее время скорость миграции ^{90}Sr и ^{137}Cs для верхней части профиля почв серых лесных и чернозёмов выщелоченных составляет в среднем 0,45 см/год и 0,19 см/год, соответственно. Несколько выше (на 25 %) она на чернозёмно-луговых, лугово-болотных и дерново-подзолистых почвах. Во втором десятилетии скорость заглупления ^{90}Sr в почве снизилась примерно на 30 %, а в третьем и четвёртом десятилетиях она существенно не изменилась по сравнению со вторым.

Среди факторов, определивших накопление радионуклидов в почвах ВУРСа, следует назвать рекультивационные работы, проведенные в первые послеаварийные годы [3]. Производилось частичное удаление поверхностного загрязненного слоя почвы, известкование и глубокая вспашка. В ненарушенных почвах содержание ^{90}Sr достигало 34 кБк/м², и лишь 5,4 кБк/м² в рекультивированных [16].

При изучении загрязненных почв территория ВУРСа была условно разделена на импактную (охватывает Восточно-Уральский Государственный заповедник, и располагающуюся на расстоянии от ПО

«Маяк» 6-30 км) и буферную (от границы заповедника до Каменского района Свердловской области протяженностью 70 км). Запас ^{90}Sr в снижается с увеличением расстояния от источника загрязнения от 25 000 кБк/м² до 4000 кБк/м² в импактной зоне, и от 3000 кБк/м² до 70 кБк/м² в буферной. А значения запаса ^{137}Cs меняются от 670 кБк/м² до 5-10 кБк/м²[17].

По прогнозу составленному в 2013 году на 2047 год плотность загрязнения ^{90}Sr не будет превышать 300 Ки/км² (Прилож. 4,5,6), а загрязнение ^{137}Cs – 15 Ки/км²(Прилож. 7,8,9) [21]. Но современные уровни загрязнения почв территории ВУРСа ^{90}Sr преимущественно находятся в диапазоне от 0,2 до 2 Ки/км², также имеются небольшие территории до 4 Ки/км², и отдельные точки с экстремальными значениями от 4 до 13,5 Ки/км². Плотность радиоактивного загрязнения почв ^{137}Cs не превышает 1,0 Ки/км² [17].

1.4. Защитные мероприятия по ликвидации последствий на ПО «Маяк».

Для ликвидации последствий аварии при Челябинском облизполкоме была создана специальная Комиссия, в которую вошли представители Облизполкома, ПО «Маяк», санитарной службы, управления сельского хозяйства и другие. Первые решения о переселении жителей 3-х деревень и ликвидации 3-х колхозов были приняты в начале октября 1957 г. Первая карта-схема границ загрязнения области получена Облизполкомом 25 января 1958 г. Определена территория, которая должна быть изъята из землепользования и перепахана [21] .

Мероприятия, проведенные в ранний период после аварии, 1957-1958 гг.

1. Экстренная эвакуация населения из 3 населенных пунктов через 7-10 дней (Сатлыково, Галикаево, Бердяниш).
2. Определена плотность загрязнения территории, создана карта-схема уровней загрязнения области, декабрь 1957 – май 1958 г.
3. Проведена плановая эвакуация населения через 250-330 дней после аварии (Алабуга, Р. Караболка, Трошково, М. Трошково, Юго-Конево, Коневский Рудник, Игиш, (330 дней) – Метлино, Гусево, М. Шабурово, Боевское, Фадино, Мельниково, Брюханово, Кривошеино).
4. Организована санитарно-охранная зона и ее охрана, созданы лесхозы для проведения работ в лесах
5. Бракераж продовольствия в населенных пунктах в 1958 г.
6. Открыты радиологические лаборатории (г. Касли, Каменск-Уральск) и организован бракераж на рынках (Челябинск, Касли) [14].

Для проведения защитных мероприятий и ведения сельского хозяйства нужны были знания о поведении радиоактивных веществ в окружающей среде и организме человека, поэтому возникла необходимость создания научных учреждений. Уже весной 1958 г. в составе химкомбината «Маяк» была создана Опытная научно-исследовательская станция (ОНИС) с задачей изучения воздействия ионизирующей радиации на природные объекты, сельскохозяйственные растения и на животных, миграции радиоактивных изотопов по пищевым цепям и разработки способов ведения сельского хозяйства на загрязнённых территориях. Был создан ФНИИРГ (с 1991 г. УНПЦ РМ) Постановлением Совета Министров РСФСР 589-64 от 28 мая 1958 г. создан Филиал научно-исследовательского института радиационной гигиены МЗ РСФСР. Их задачей считалось изучение радиоактивности внешней среды и человека для организации санитарно-защитных работ. Одновременно была создана и прикомандирована к ФНИИРГ Комплексная сельскохозяйственная лаборатория МСХ РСФСР. Учреждения были созданы на базе радиологической лаборатории ОблСЭС. Так, для оценки обстановки и

прогноза развития ситуации были выполнены работы по оценке поступления ^{90}Sr в рационы жителей. В 1958 г. начато изучение состава рациона населения и поступление ^{90}Sr в продукты питания и рационы жителей. Работа проводилась в населенных пунктах Аллаки, Булзи, Багаряк и др. Результаты обобщены в работе «Гигиеническая оценка суточного поступления смеси продуктов деления урана и Sr-90 в организм людей, проживающих в зоне радиоактивного загрязнения в период с 1958 по 1961 гг.» [21].

Плановые мероприятия, проведенные на территории ВУРСа в 1959-1973 гг. (Управление с/х, ФНИИРГ, ОНИС) На основании научных работ в 1963, 1968 и 1973 гг. разработаны «Рекомендации по ведению хозяйства на территории ВУРСа».

С целью предотвращения выноса с территории ВУРСа радиоактивных веществ, недопущения несанкционированного проникновения населения на загрязнённую территорию, по инициативе руководства химкомбината «Маяк» 29 апреля 1966 г. на территории головной части следа по решению Совета Министров РСФСР (Постановление Совета Министров РСФСР от 29 апреля 1966 года № 384-20) был создан Восточно-Уральский государственный заповедник (рис. 4, Прилож. 10).

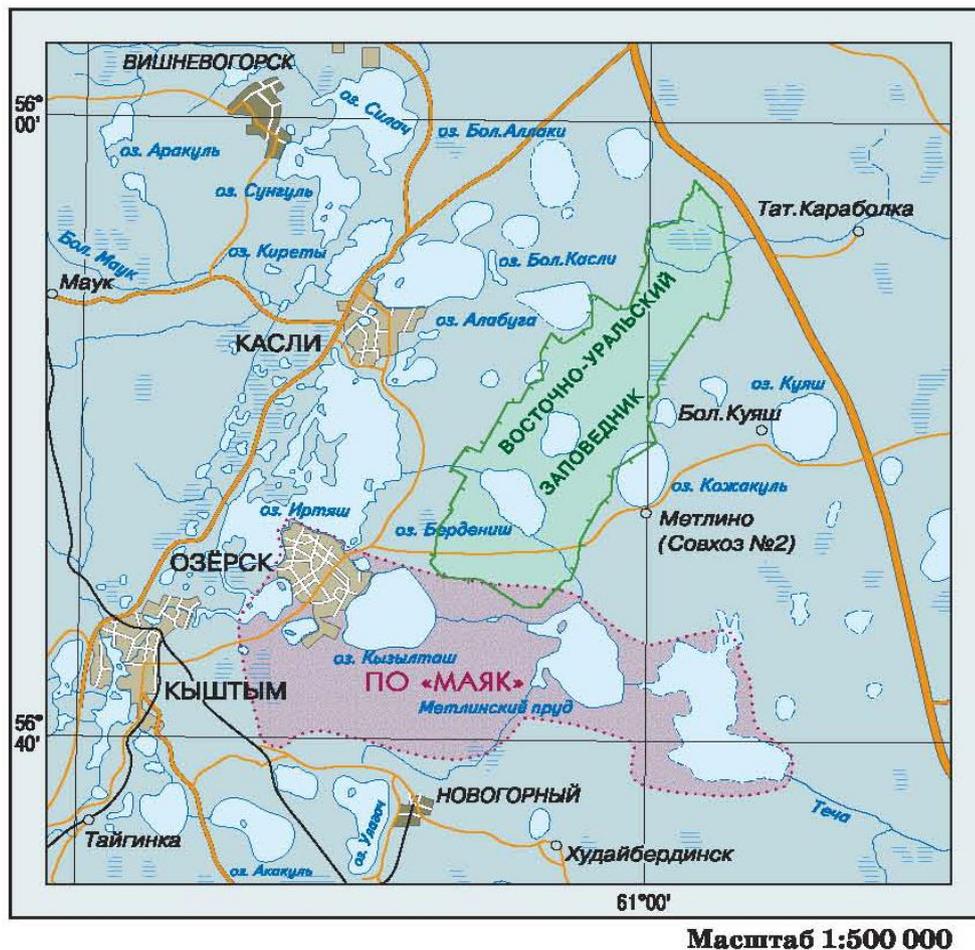


Рисунок 4. Восточно-Уральский заповедник

С 1958 г. Опытная научно-исследовательская станция начала комплекс научно-исследовательских и научно-практических работ на территории ВУРСа по вопросам практической деятельности, разработке, крупномасштабной проверке и внедрению специальных приёмов и методов ведения агропромышленного, лесохозяйственного, рыбохозяйственного, охотхозяйственного производств и отработке современных приёмов дезактивации природных объектов [21].

Все эти работы проводились и проводятся в общей сложности на 250 научных площадках на территории ВУРСа, на которых изучаются:

- поведение и миграция радионуклидов в почве;

- биологическая доступность радионуклидов в различных ландшафтах;
- миграция радионуклидов в системе почва – травянистая и древесная растительность;
- способы закрепления радионуклидов в почве;
- действие радиоактивных выпадений на лес, травянистую растительность и животных;
- геоботаническое и почвенное картографирование территории заповедника;
- влияние метеорологических и гидрологических факторов на миграцию радионуклидов в различных природных ландшафтах;
- миграция радионуклидов в проточных и непроточных водных системах;
- влияние радиоактивного загрязнения на хозяйственные показатели леса;
- способы ведения сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения местности;
- способы ведения садового хозяйства;
- возможности использования загрязнённой воды промышленных водоёмов в хозяйстве;
- генетическое действие радиоактивного загрязнения на различные природные объекты;
- вопросы рационального природопользования на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению;
- способы дезактивации почвы, кормов, продуктов животноводства и растениеводства;
- вопросы заповедного дела;
- вопросы рыбоводства, звероводства и пчеловодства;
- использование минеральных и органических удобрений;

- использование специальных орудий и приёмов при ведении сельскохозяйственного производства на загрязнённой территории;
- ветровой перенос радионуклидов;
- поведение животных и многие другие вопросы.

Начиная с 1957 г. на небольших площадках проводились эксперименты, моделирующие недостающие фрагменты естественных процессов. Особенностью этих экспериментов была их закладка на длительный период. Отдельные явления и процессы, смоделированные в первые годы после аварии, изучаются и в настоящее время.

В заповеднике проводятся различные мероприятия по охране природных объектов, биотехнические и лесохозяйственные работы, направленные на увеличение численности диких животных, сохранение травянистой и древесной растительности и повышение их защитных свойств. Ежегодно в заповеднике проводятся лесохозяйственные и биотехнические мероприятия. Лесохозяйственные работы проводятся круглый год и предусматривают рубки ухода, санитарные рубки в лесах, расчистку просек, грейдерование дорог, пропашку противопожарных минерализованных полос, смену квартальных и граничных столбов, ремонт предупреждающих аншлагов. Кроме того, проводятся ежегодно лесокультурные работы, содействующие естественному возобновлению берёзы, и посадка лесных культур (сосны).

Биотехнические мероприятия, проводимые в заповеднике, предусматривают подкормку зимой лосей и косуль сеном и зерноотходами, изготовление искусственных гнездилищ на водоёмах весной, обновление солонцов, посев кормовых трав для диких животных и птиц, подрубку осины для зайцев, лосей и бобров.

Охрану заповедника осуществляют работники милиции на стационарных постах и по маршрутам, проложенным в заповеднике, и по периметру заповедника в соответствии с законами РФ по охране природы и Положения о заповедниках.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Физико-географическая характеристика озера Тыгиш

Объектом исследования является озеро Тыгиш, расположенное на Среднем Урале, в Каменском районе Свердловской области, относящееся к бассейну реки Исети (Рисунок 5; Прилож.11). Из озера вытекает река Багаряк.

Вода очень прозрачная, дно видно идеально. Озеро преимущественно мелкое, однако есть ямы глубиной до 6-8 метров и длиной около 100 м. Дно сильно заросло водорослями, поэтому реальную глубину понять сложно [28].

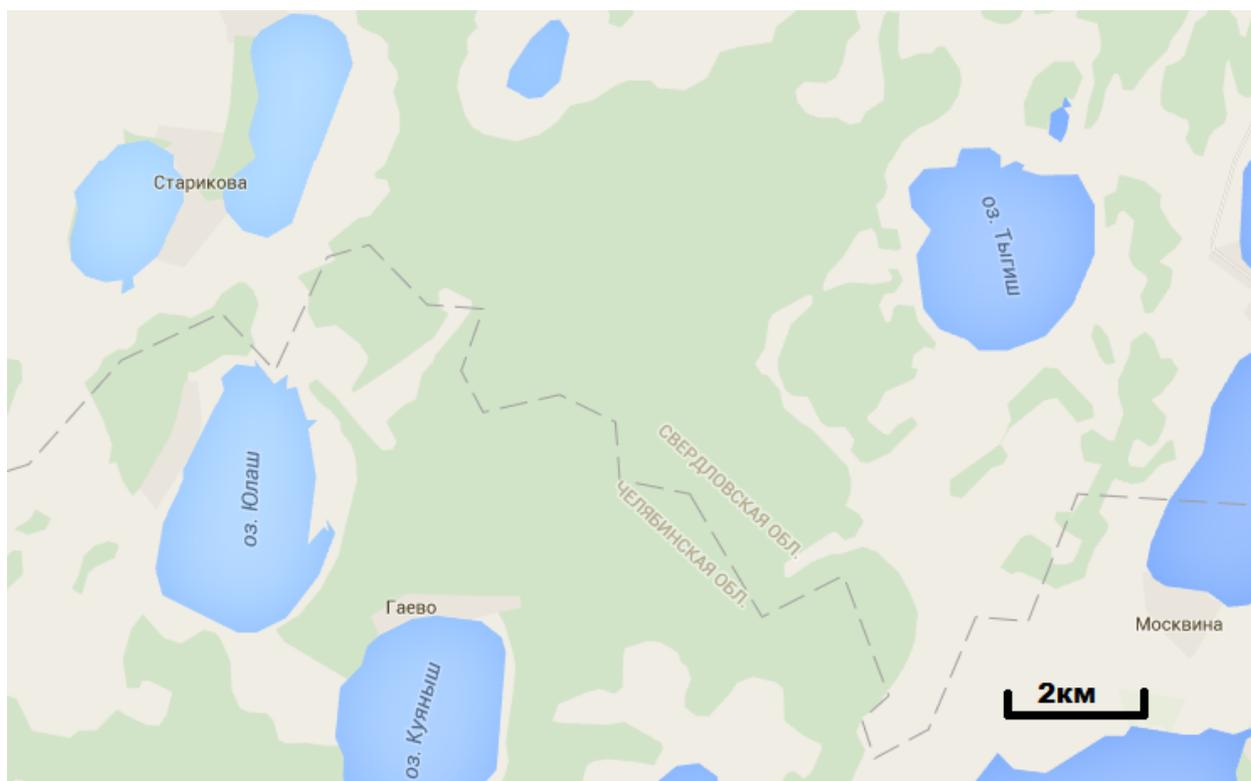


Рисунок 5. Расположение озера Тыгиш на карте

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.

По морфологическим показателям (Таблица 1, Прилож. 12) озера можно понять, что это мелководный водоем имеющий округлую форму, с малоизрезанной береговой линией. Представлен чашеобразной котловиной с равномерно понижающимся дном.

Озеро Тыгиш пресное, сухое. Солевой состав воды обусловлен содержанием хлоридов, сульфатов, калия, магния, натрия.

Донные отложения озера в основном представлены средне-зольными известковыми сапропеллями, а также песчаными и илисто-песчаными грунтами [16].

Таблица 1

Морфологическая характеристика озера Тыгиш

Площадь зеркала озера, км ²	6,7
Средняя глубина, м	1,5
Максимальная глубина, м	6
Отметка уровня воды, м	193,7
Максимальные длина и ширина, км.	3x3

Озеро используется в качестве рыбохозяйственного. На берегу расположена база для рыбаков. В озере обитает карась серебрянный и карась золотистый, карп, ротан, щука [16]. 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 [16,12]. Для купания не пригодно, т.к. берег озера заросший, а дно илистое [28].

2.2. Методы исследования проб воды озера Тыгиш

Материалом для исследования стали вода и суперактивные почвы приозерных территорий озера Тыгиш.

Отбор проб воды проводился в период гидрологического лета (август 2014 г.), отбирались поверхностные пробы воды на глубине 25 см. Общий объем проб составлял 25 л. Пробы отбирались в полиэтиленовые канистры, промытые дистиллированной водой и водой из водоема. Для консервации проб при анализе на тяжелые металлы в часть из них добавлялась концентрированная азотная кислота в соотношении 15 мл на 25 л воды. Часть воды была передана в Институт минералогии УрО РАН (г. Миасс), где выполнялся анализ количественного содержания в воде тяжелых металлов и микроэлементов, а также некоторых основных ионов. Анализ основных показателей проводился на базе лаборатории физико-химических методов исследований кафедры химии и МОХ ЧГПУ. Данные об удельной активности радионуклидов в воде предоставлены лабораторией Биофизической станции отдела континентальной радиоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Заречный).

Измерение прозрачности воды проводилось на местности с использованием диска Секки (рис.6) диаметром 20см.

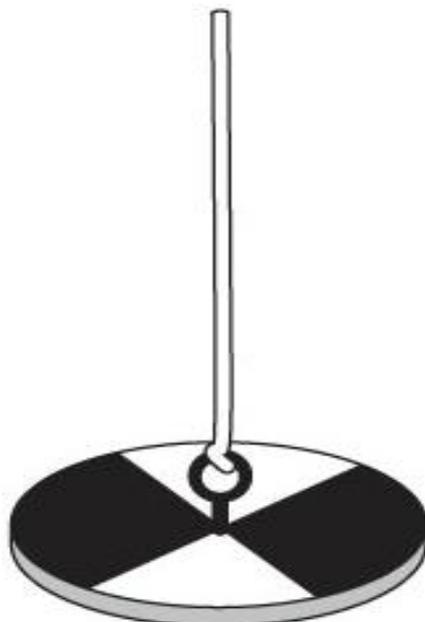


Рисунок 6. Диск Секки

Измерение водородного показателя (рН) проводили потенциометрическим методом, используя в качестве электрода сравнения стеклянный электрод.

Определение хлорид-ионов проводилось argentометрическим методом по Мору. Метод основан на их титриметрическом осаждении в нейтральной или слабощелочной среде нитратом серебра в присутствии хромата калия в качестве индикатора. После осаждения избыток ионов серебра образует оранжево-красный осадок хромата серебра. Метод применим практически для любого количества хлоридов в воде, однако при содержании менее 10 мг/л конец реакции менее отчетлив и погрешность возрастает. В этом случае пробу воды предварительно упаривают. Определение проводят при рН от 6 до 10 (если величина выходит за указанные пределы, то воду нейтрализуют по фенолфталеину). Мутную и окрашенную воду или воду с цветностью выше 50° предварительно обесцвечивают и осветляют коагуляцией суспензией гидроксида алюминия (6 мл на 200 мл воды) или встряхивают с активированным углем, не

содержащим хлоридов (0,5 г на 100 мл воды), с последующим фильтрованием через плотный бумажный фильтр «белая лента», предварительно промытый дистиллированной водой. Первые порции фильтрата отбрасывают. Влияние сероводорода и цветности можно устранить кипячением воды с перекисью водорода. Проведению анализа мешают ортофосфаты в количестве больше 25 мг/л, железо в количестве более 10 мг/л.

Определение сухого остатка проводилось гравиметрическим (весовым) методом, основанным на определении веса высушенного остатка, полученного после выпаривания пробы после фильтрования и высушивания остатка при 105⁰С. Эта величина характеризует содержание минеральных и частично органических примесей, температура кипения и разложения которых превышает 105⁰С.

Количественное содержание общего углерода определялось бихроматной окисляемостью (ХПК), основанной на окислении органических веществ бихроматом калия в кислой среде (хромовая смесь) при длительном кипячении в присутствии катализатора – сульфата серебра с последующим определением остаточного бихромата титрованием солью Мора в присутствии индикатора – фенилортаниловой кислоты. Этот метод позволяет определить содержание органического вещества, в том числе трудноокисляемого.

Величину перманганатной окисляемости определяли методом Кубеля, основанном на окислении легкоокисляемых органических веществ и неорганических восстановителей перманганатом калия в кислой среде при кипячении с последующим довосстановлением перманганата щавелевой кислотой и определением остаточного количества восстановителя обратным титрованием перманганатом.

2.3. Методы исследования проб почв озера Тыгиш

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. Характеризуются поступлением веществ из атмосферы, поверхностными и грунтовыми водами.

Почву отбирали 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 физико-химических методов исследований кафедры химии ЧГПУ. Определение тяжелых металлов проводилось на атомно-абсорбционных спектрометрах и предоставлено лабораторией геоэкологии Института минералогии. Данные о содержании радионуклидов предоставлены Биофизической станцией Института экологии растений и животных.

Супераквальный разрез, 60 м от берега, осинник, береза, подлесок (шиповник, костяника, крапива) вскрыл серые лесные почвы. Площадь отбора проб 45*58см (Таблица 2, Прилож.13).

Описание проб почв приозерной территории озера Тыгиш

Маркировка	Горизонт	Глубина, см	Описание
TSS/1	A0	0-3	Лесная подстилка, черный, дождевые черви
TSS/2	A1	3-5	Супесь, много корней травянистой и древесной растительности, коричнево-черный
TSS/3		5-7	
TSS/4		7-9	
TSS/5		9-11	
TSS/6	A2	11-14	Легкий суглинок, древесные корни, темно-серый
TSS/7		14-17	
TSS/8		17-20	
TSS/9	A3	20-24	Легкий суглинок, древесные корни, дождевые черви, темно-серый
TSS/10		24-29	
TSS/11		29-34	
TSS/12	B1	34-39	Коричнево-черный, средний суглинок
TSS/13	B2	39-48	Коричневый с черным, средний суглинок
TSS/14	C	48-60	Тяжелый суглинок, серый

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,

температура в шкафу не должна превышать 40°C. Сушка в микроволновой печи не допускается.

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.

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 объема. 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

Измерение водородного показателя почв проводили из водной вытяжки или вытяжки раствором нейтральной соли (хлорид натрия) потенциометрическим методом. В качестве индикаторного электрода использовали стеклянный электрод.

Определение хлорид-ионов производили из водной вытяжки аргентометрическим методом по Мору.

Общий углерод определялся по методу Тюрина, основанном на определении содержания гумуса в почве раствором дихромата калия (сущность метода аналогична определению ХПК воды)..

Определение тяжелых металлов производилось атомно-адсорбционным методом, с использованием атомно-абсорбционных спектрометров.

ГЛАВА 3. СОВРЕМЕННОЕ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДЫ И СУПЕРАКВАЛЬНЫХ ПОЧВ В ВОДОСБОРЕ ОЗЕРА ТЫГИШ

3.1. Исследование гидрохимических показателей озера Тыгиш

При анализе проб воды были исследованы такие общие гидрохимические показатели, как водородный показатель, электропроводность и прозрачность.

Полученные результаты анализа представлены в таблице 3. Значения ПДК были взяты для водных объектов рыбохозяйственного значения (для качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения – приказ от 18.01.2010 №20).

Таблица 3

Общие гидрохимические показатели озера Тыгиш

Показатель	Значение	ПДК
Водородный показатель (рН)	8.54	6.0-8.0
Электропроводность, мкСм/см	322	300-1200
Прозрачность воды, см	500	Не ниже 20
Сухой остаток, мг/л	340	Не более 1000
Содержание растворенного O ₂ , мг/л	3.31	Не менее 4
Перманганатная окисляемость, мгO ₂ /дм ³	8.48	5,0-7,0

Водородный показатель воды не является постоянным показателем, он меняется по сезонам года и с глубиной. Его определение проводится непосредственно на местности или в течении первых 2 часов после отбора проб. В исследуемых пробах показатель был равен 8,54 (ПДК 6-8), среда в озере слабощелочная. Повышение щелочной среды может быть обусловлено присутствием в воде карбонатов щелочных металлов, гидролиз которых приводит к щелочной среде водных растворов. Повышение щелочной среды способствует осаждению из водной массы

поллютантов вследствие их переходу в нерастворимые формы гидроксидов, что способствует самоочищению водоема

Электропроводность – это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток, которая в свою очередь зависит от степени минерализации. Электропроводность исследуемой воды составляет 322 мкСм/дм, что соответствует минерализации воды 208,3 мг/л, т.е. воды озера Тыгиш относятся к слабоминерализованным пресным водам. Это же подтверждает величина сухого остатка, находящаяся в пределах 340 мг/л, что соответствует пресным водам.

Прозрачность воды зависит от ряда факторов: количество взвешенных частиц глины, песка, микроорганизмов, содержание химических соединений. Этот показатель позволяет косвенно определить количество взвешенных частиц и коллоидов в воде. При полевом методе прозрачность воды определяется с помощью диска Секки. Прозрачность воды, как и многие показатели воды не является постоянным показателем. Она меняется как по сезонам, так и с течением времени. Наиболее часто наименьшая прозрачность воды составляет в конце лета - начале осени во время максимального «цветения» воды. Озеро Тыгиш не является исключением, так как его дно заросшее водорослями, особенно сильно — с середины лета. Исследуемая вода имела максимальную величину прозрачности 5 метров (высокая).

Для исследуемых вод озера Тыгиш характерно несколько пониженное содержание растворенного кислорода, особенно для поверхностных вод, что может говорить о присутствии в воде восстановителей, на окисление которых затрачивается кислород, а также протеканию биологических процессов, например, гниение отмирающей растительности. Это согласуется с данными о сильной заиленности водоема вследствие его зарастания, а также несколько завышенному значению перманганатной окисляемости воды. Последняя величина также

свидетельствует о наличии в воде восстановителей, в том числе, легкоокисляемых органических веществ, образующихся при разложении растительных остатков, а также при вымывании их из верхних горизонтов почв супераквальных позиций.

Данные о содержании основных ионов в воде озера Тыгиш приведены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание основных ионов в пробах воды озера Тыгиш

Показатель	Значение	Значение ПДК
Карбонаты, мг/дм ³	9.0	
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	195.2	
Хлориды, мг/дм ³	19.85	350
Сульфаты, мг/ дм ³	31.4	500
Аммоний, мг/ дм ³	0.16	2.0
Нитраты, мг/ дм ³	<0.1	45.0
Фосфаты, мг/ дм ³	3.2	3.5
Жесткость, ммоль/ дм ³	3.2	4-8
Кальций, мг/ дм ³	13.83	180
Магний, мг/ дм ³	28.31	40
Калий, мг/ дм ³	4.8	

По общему составу основных ионов вода относится к гидрокарбонатному классу группы магния I типа (С^{MgI}). Подобные воды в значительных количествах накапливают гидрокарбонаты и карбонаты. Кроме того, в воде в больших количествах присутствуют хлориды и сульфаты, что может быть связано с растворением горных пород. Повышенное содержание сульфатов ухудшает органолептические свойства воды, но сульфаты присутствуют практически во всех поверхностных водах и являются одними из важнейших анионов. Главным источником

сульфатов в воде озера Тыгиш являются процессы химического выветривания и растворения серосодержащих минералов.

Жесткость исследуемой воды составляет 3,2 ммоль/л, что соответствует мягкой воде. Это согласуется с достаточно низким содержанием катионов кальция и магния. Низкая жесткость не способствует переходу поллютантов из донных отложений в водную массу, что не вызывает вторичного загрязнения водоема.

В целом, для исследуемых вод озера Тыгиш не выявлено превышение по ПДК для основных ионов.

В таблице 5 приведены данные о количественном содержании в воде озера Тыгиш микроэлементов.

Таблица 5

Содержание микроэлементов в пробах воды озера Тыгиш

Показатель	Значение	Значение ПДК
Железо, мг/л	0.1	0.1
Марганец (2+), мг/дм ³	0.004	0.1
Медь (2+), мг/дм ³	0.003	1.0
Цинк (2+), мг/дм ³	0.011	1.0
Никель (2+), мг/дм ³	0.023	0.01
Кобальт (2+), мг/дм ³	0.009	0.5
Кадмий (2+), мг/дм ³	<0.001	0.001
Свинец (2+), мг/дм ³	<0.001	0.03

В целом, для проб воды не выявлено превышения ПДК по микроэлементам и тяжелым металлам для озер рыбохозяйственного назначения. Исключение составляет никель, содержание которого в 2,5 раза превышает величину ПДК. Это может быть вызвано составом горных пород, через которые проходят подземные воды, т.к. попадание никеля в ходе антропогенной деятельности на данный водоем не наблюдается.

В таблице 6 (Прилож.17) приведены данные об удельной активности долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде озера Тыгиш. Оценивая уровни содержания радионуклидов в воде, можно сделать вывод, что современный уровень радионуклидного загрязнения водоема находится на порядки ниже уровня вмешательства (УВ) по нормам НРБ-99/2009, т.е. данная вода может быть использована для хозяйственной деятельности без дополнительной очистки от радионуклидов.

Таблица 6

Удельная активность радионуклидов в пробах воды озера Тыгиш

	^{90}Sr , Бк/л	УВ, Бк/кг	^{137}Cs , Бк/л	УВ, Бк/кг
Тыгиш	0,30	4,9	0,020	11

Обобщение полученных данных о современном гидрохимическом и радиологическом состоянии воды озера Тыгиш позволяет сделать вывод о том, что вода озера на современном этапе соответствует качеству вод рыбохозяйственного назначения.

3.2. Физико-химический состав супераквальных почв водосборной территории озера Тыгиш

Под химическим составом почвы обычно 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.

Супераквальные почвы формируются на пониженных элементах рельефа, где грунтовые воды близко подходят к поверхности. В них осуществляется дополнительный приток химических элементов с грунтовыми водами. Эти почвы характеризуются высокой продуктивностью биоценозов вследствие сочетания промывного и выпотного режимов. Это приводит к накоплению органического вещества и высокой степени гумификации почв.

Для проведения определения физико-химического состава почв заложен супераквальный разрез, на расстоянии 60 м от берега, который вскрыл серую лесную почву (Приложение 13). После предварительной обработки определены следующие физико-химические параметры почв: рН, содержание хлорид – ионов, общего углерода и нитратов.

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 на рис. 7.

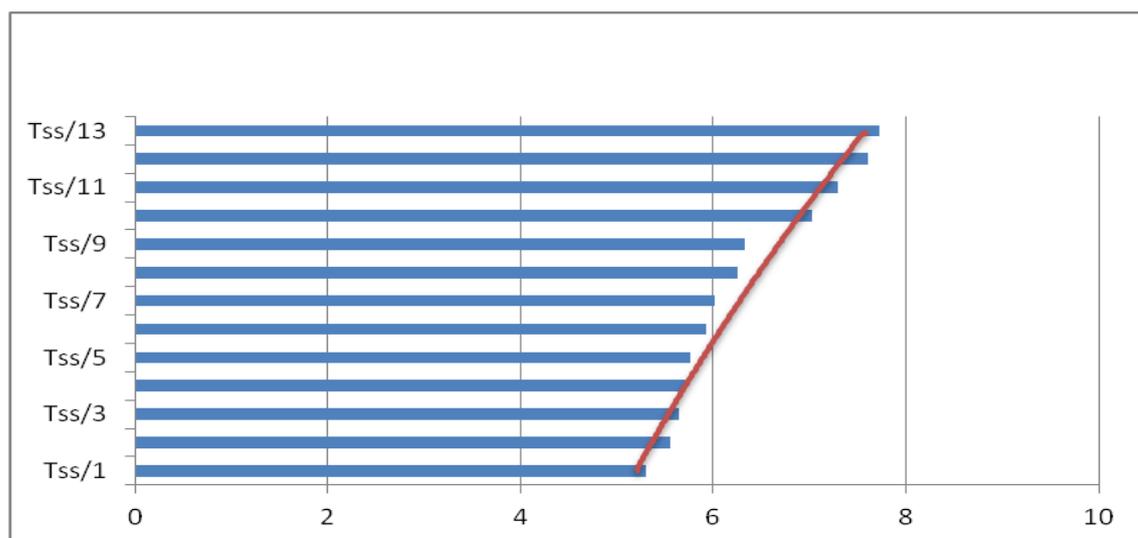


Рисунок 7. Изменение рН почвенной вытяжки по горизонтам почвенного разреза водосбора озера Тыгиш

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.

На рис. 8 показано распределение по глубине почвенного профиля хлорид-ионов. По графику видно, что вниз по профилю содержание уменьшается, что может быть связано с накоплением хлорид-ионов в верхних слоях почвы. Наличие хлоридов приводит к увеличению кислой среды, кроме того, они могут вымываться из верхних горизонтов в водную массу, повышая содержание хлоридов в воде. Связываясь с поллютантами, хлориды образуют водорастворимые соединения, способствуя повышению их миграционной способности.

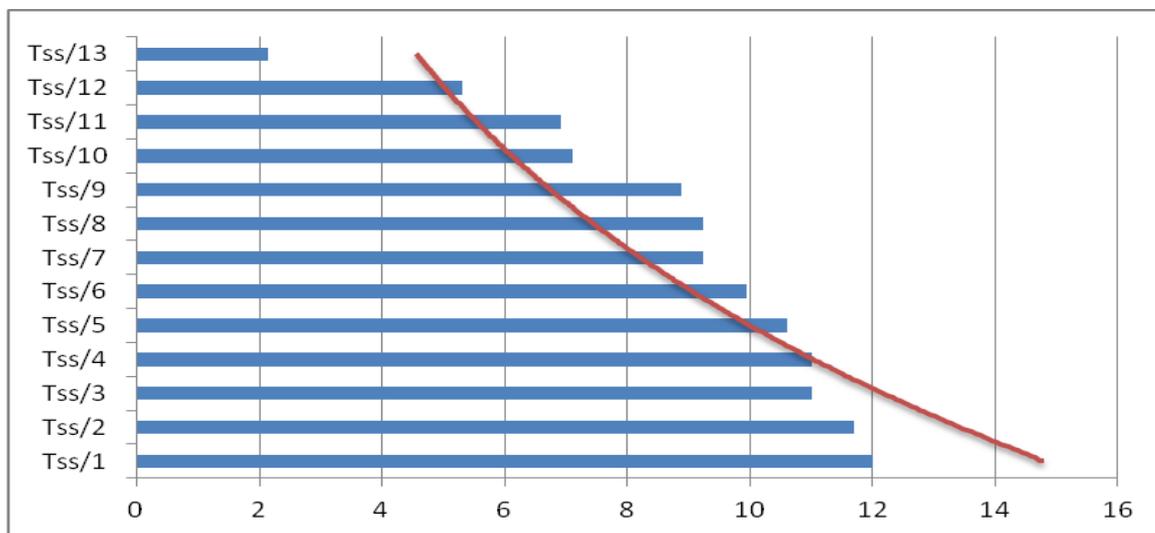


Рисунок 8. Изменение содержания хлорид-ионов (мг/ 100 г) по горизонтам почвенного разреза водосбора озера Тыгиш

Содержание общего углерода в почве закономерно уменьшается по глубине профиля (рис.9). В целом почвы сильно гумифицированы, что характерно для супераквальных почв. Содержание органического углерода

в лесной подстилке достигает 30%, что обусловлено большим количеством растительных остатков. Даже в нижних горизонтах содержание углерода превышает 5%, что приводит к выносу поллютантов в глубь почвы.

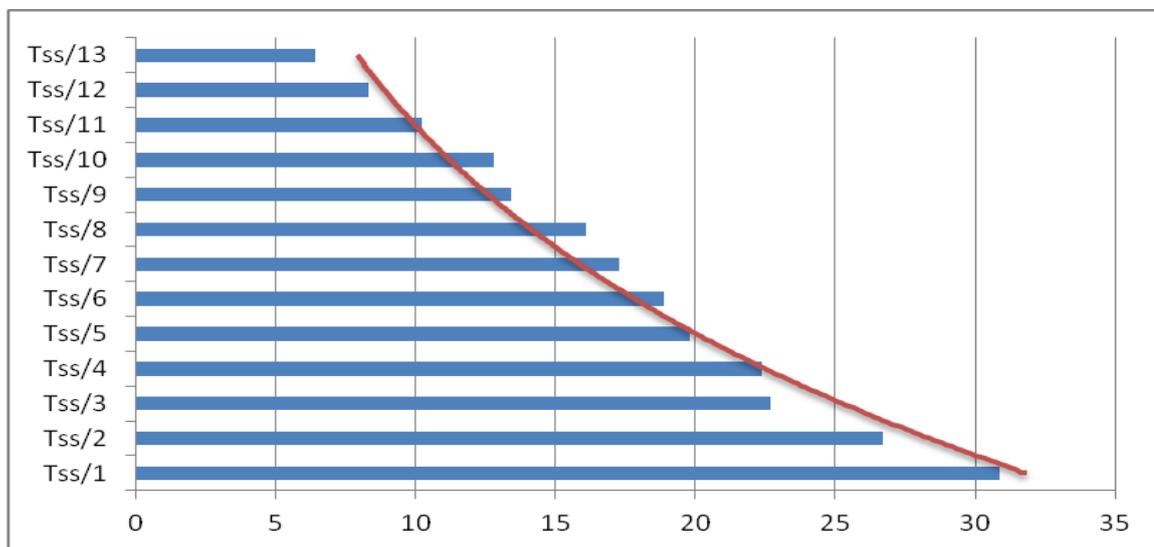


Рисунок 9. Изменение содержания общего углерода (%) по горизонтам почвенного разреза водосбора озера Тыгиш

Содержание нитратов в почвенных образцах характеризуется неравномерным распределением по глубине профиля (рис.10). Наибольшим содержанием нитратов характеризуются глубинные горизонты, для что может быть обусловлено деятельностью нитрифицирующих бактерий в анаэробных условиях.

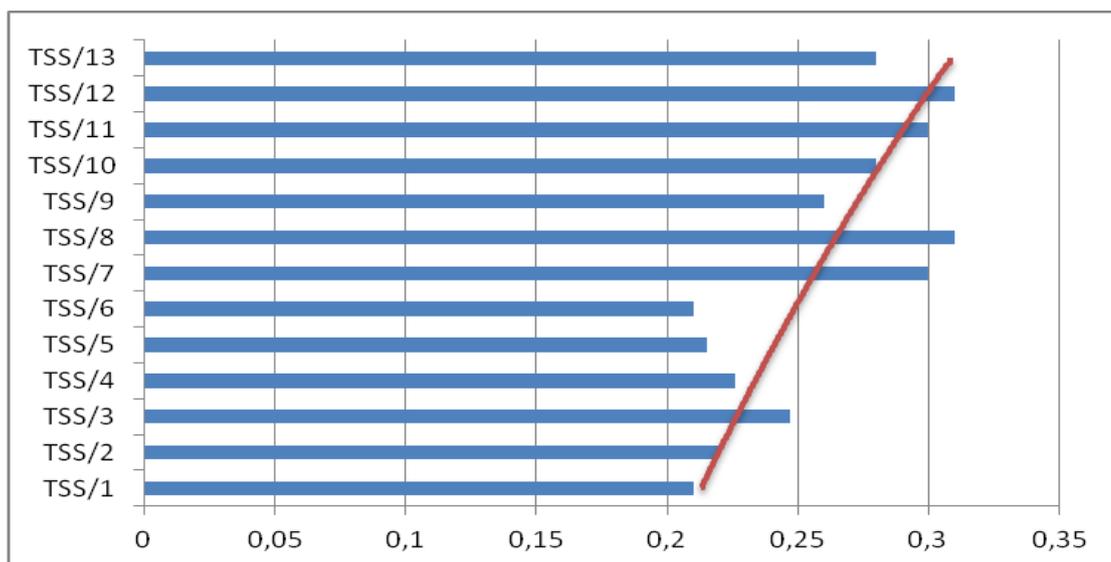


Рисунок 10. Изменение содержания нитратов (мг/ 100г) по горизонтам почвенного разреза водосбора озера Тыгиш

По предоставленным Институтом минералогии УрО РАН данным о содержания тяжелых металлов и микроэлементов в почве построены графики изменения содержания этих элементов по глубине почвенного профиля (рис. 11-13, Приложение 18). Тяжелые металлы часто называют наиболее опасными загрязнителями окружающей среды, т.к. они высокотоксичны, могут накапливаться и перемещаться.

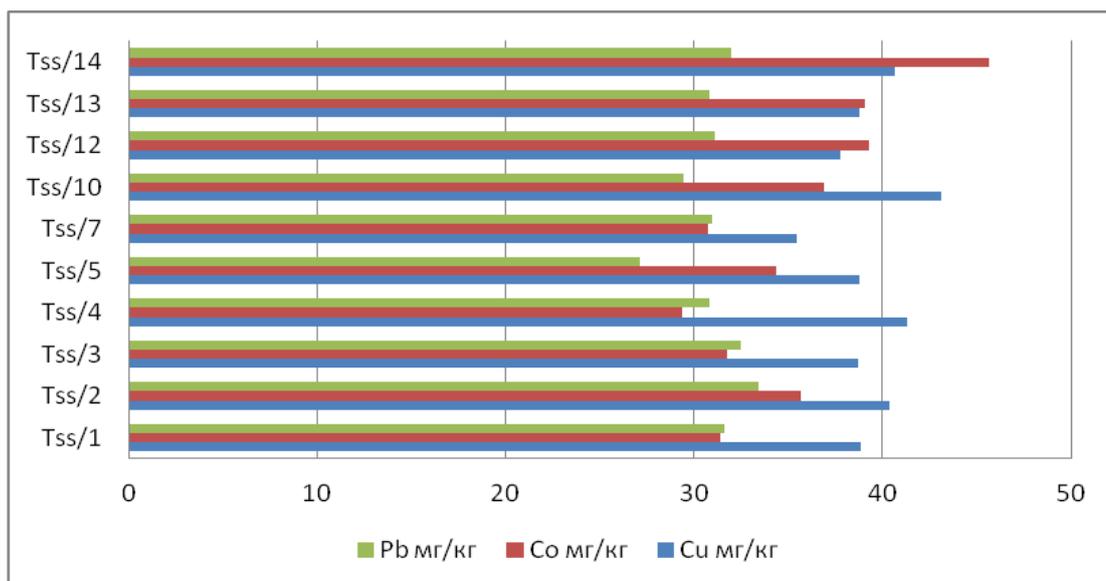


Рисунок 11. Распределение металлов (Cu, Pb, Co) по почвенному разрезу

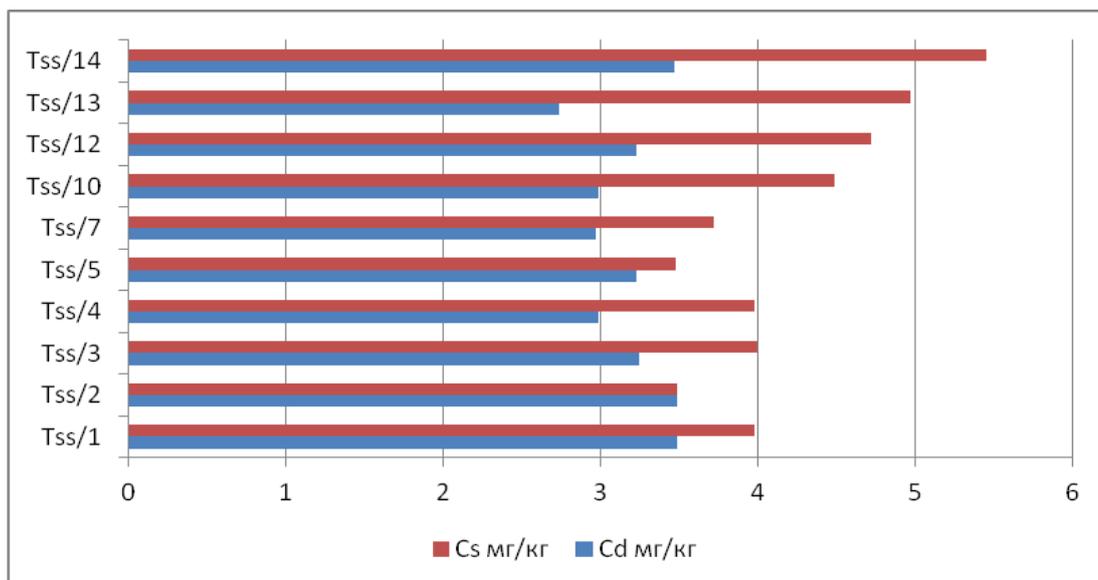


Рисунок 12. Распределение металлов (Cs, Cd) по почвенному разрезу

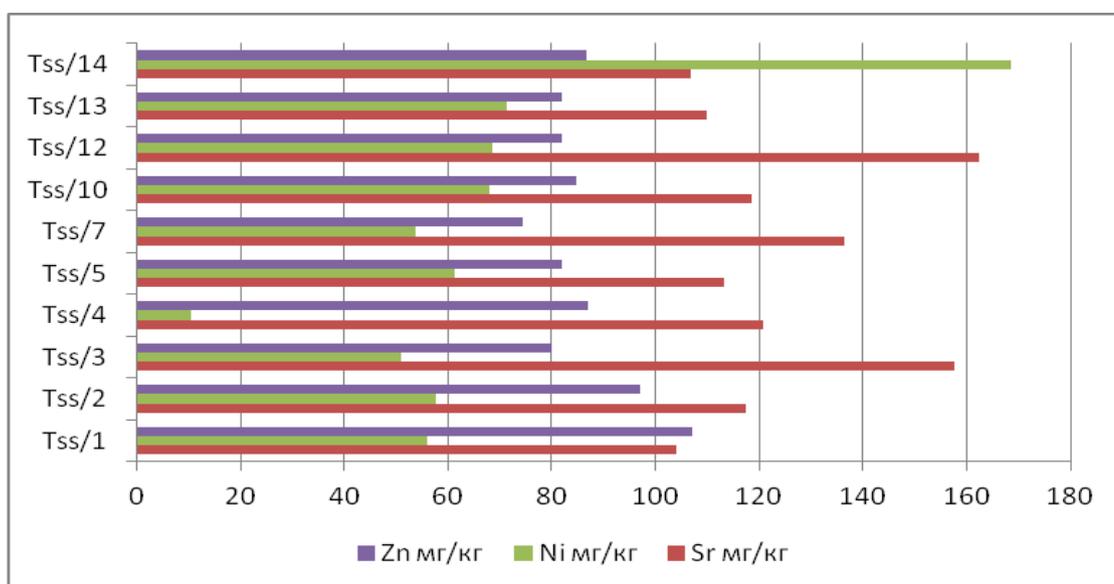


Рисунок 13. Распределение металлов (Zn, Ni, Sr) по почвенному разрезу

При обобщении построенных графиков можно сказать, что вниз по почвенному разрезу содержание некоторых металлов увеличивается (Co, Cs, Ni, Cu) или остается практически неизменным (Zn, Sr, Cd, Pb). Увеличение содержания некоторых металлов можно объяснить увеличением кислотности почв вниз по почвенному разрезу.

Превышений ПДК по тяжелым металлам наблюдается у никеля и цинка. Никель в больших концентрациях может пагубно влиять на живые организмы. Для растений это подавление процессов фотосинтеза, а для организма человека – желудочно-кишечные расстройства. Цинк при его высоких концентрациях является интенсивным загрязнителем. Подавляет жизнедеятельность микроорганизмов, что в свою очередь, нарушает процесс образования органического вещества в почве.

При анализе содержания в почве радионуклидов (Таблица 7, Прилож.19) можно сделать вывод, что вниз по профилю удельная активность снижается.

Таблица 7

Распределение радионуклидов в почвенном профиле

№, п/п	Код пробы	Содержание радионуклида, 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

Это можно объяснить тем, что основная часть радионуклидов концентрируется в верхних слоях почвы (0-5 см), характеризующихся наибольшим накоплением органического вещества, откуда потом поллютанты мигрируют в более глубокие слои. Основная доля активности распределена в верхних 25-ти сантиметрах (рис. 14), но ⁹⁰Sr проникает по

профилю в самые глубокие слои. В целом для исследованных почв характерны классические закономерности распределения радионуклидов для почв, подвергшихся импактному техногенному воздействию.

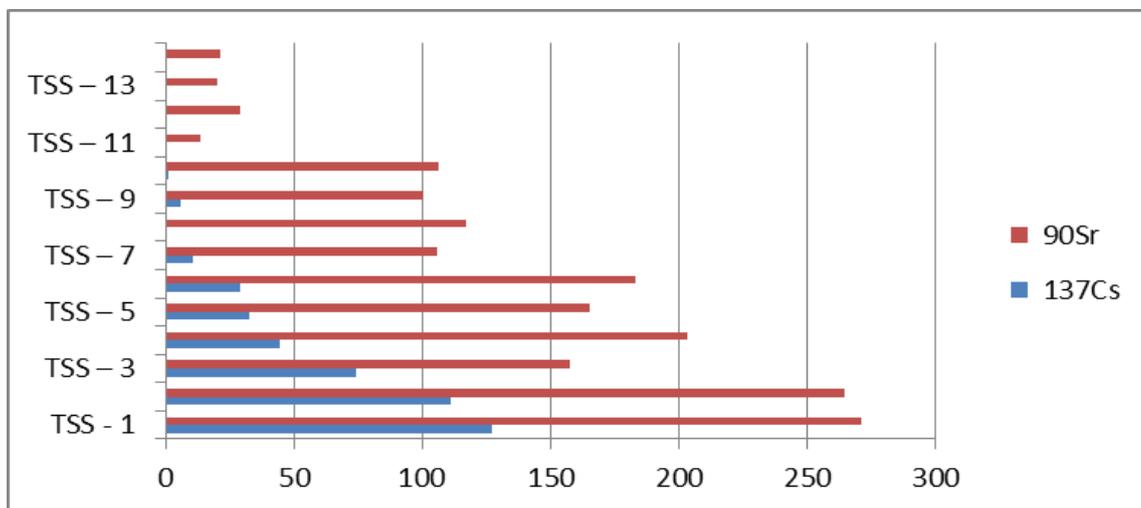


Рисунок 14. Распределение радионуклидов (Бк/кг) по почвенному разрезу

В целом, при сравнении распределения химических показателей по глубине почвенного профиля с химическим составом воды можно обнаружить некоторые особенности, демонстрирующие взаимосвязь этих компонентов. Так, высокое содержание органического вещества в почвах совпадает с повышенным значением перманганатной окисляемости воды, которая может быть обусловлена выносом продуктов разложения органического вещества из верхних почвенных горизонтов. Вынос вещества может служить и причиной пониженного содержания в верхних почвенных горизонтах хлоридов и нитратов. Как в почвах, так и в водной массе наблюдается повышенное содержание никеля, который в кислой среде изученных почв приобретает повышенную миграционную способность и может вымываться в водную массу. В целом же, для всех микроэлементов наблюдается пониженное содержание в верхних почвенных горизонтах, несмотря на высокое содержание в них органического вещества. Возможно, что в кислой среде повышается

миграционная способность элементов, они выносятся из почвы в водную массу, где в щелочной среде они переходят в связанную форму гидроксидов и мигрируют в донные отложения.

Таким образом, химический состав почв супераквальных позиций водосбора принимает участие в формировании химического состава водной массы водоема.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы.

1) Вода озера Тыгиш относится к гидрокарбонатному классу группы магния I типа и соответствует по основным гидрохимическим показателям водам рыбохозяйственного назначения.

2) Поверхностные воды характеризуются как пресные слабоминерализованные, с превышением показателя перманганатной окисляемости, что говорит о наличии легкоокисляемого органического вещества.

3) Для исследованных вод не отмечено превышения ПДК по содержанию тяжелых металлов и микроэлементов за исключением никеля, что может быть связано с превышением его содержания в супераквальных почвах.

4) Удельная активность долгоживущих радионуклидов в поверхностных водах на порядки ниже уровня вмешательства, что говорит о возможности использования воды в хозяйственных целях без дополнительной очистки от радионуклидов.

5) Почвы супераквальных позиций водосбора характеризуются как серые лесные с высоким содержанием органического вещества, распределенного по всей глубине почвенного профиля.

6) Верхние слои почвы характеризуются наименьшим содержанием основных ионов, что может быть связано с особенностями режима увлажнения супераквальных почв, а также с вымыванием элементов из верхних горизонтов в водную массу.

7) Для исследуемых почв не выявлено превышения ПДК по содержанию тяжелых металлов и микроэлементов за исключением никеля и цинка, что возможно связано с местными геохимическими условиями.

8) Для исследуемых почв выявлены классические закономерности распределения удельной активности долгоживущих радионуклидов, характерные для почв, подвергшихся импактному техногенному воздействию.

Библиографический список

1. Ааркрог, А. Радионуклиды в зонах воздействия двух ядерных инцидентов: Кыштым, 1957; оз. Карачай, 1967 [Текст] / А. Ааркрог, Х. Дальгаардт, С.П. Нильсен, А.В. Трапезников, И.В. Молчанова, В.Н. Позолотина, Е.Н. Караваева, П.И. Юшков // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин. Выпуск 1. – 1998. – Стр.3-49
2. Андреева, М.А. Озера Среднего и Южного Урала / М.А. Андреева // - Челябинск, ЮУКИ, 1973.- 270с.
3. Воробьева, Л.А. Химический анализ почв [Текст] / Л.А. Воробьева. – Москва: Наука, 2000. – 380с.
4. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. – Москва: Издательство стандартов, 2008
5. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения. – Москва: Издательство стандартов, 2008
6. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения – Москва: Издательство стандартов, 2008
7. Захаров, С.Г. Мы изучаем озера [Текст] / С.Г. Захаров – Челябинск, 2001 г. 60 с.;
8. Левина, С.Г. Радиационный мониторинг и особенности радиоэкологической обстановки на территории ВУРСа (Изученность проблемы) [Текст] / С.Г. Левина, Г.Г. Корман, Л.Ф. Мухаметшина // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин: Сборник научных трудов. Выпуск 13. –Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та: Полиграфист, 2010.- Стр. 222-247

9. Лурье, Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод [Текст] / Ю.Ю. Лурье // Издание 2-е исправленное. - М.: Химия, 1973. - 376 с.
10. Лысенко, Н.П. Ведение животноводства в условиях радиационного загрязнения среды: Учебное пособие [Текст] / Н.П. Лысенко, А.Д. Пастернак, Л.В. Рогожина, А.Г. Павлов // – СПб.: Издательство «Лань», 2005. - 240с.
11. Мартюшов, В.З. Формы нахождения стронция -90 и цезия- 137 и связь стронция- 90 с макро- и микроэлементами в почвах ВУРСа [Текст] / В.З. Мартюшов, В.В. Базылев, В.В. Мартюшов, Т.А. Григорьева // Проблемы радиозэкологии и пограничных дисциплин: Сборник научных трудов. Выпуск 5. –Екатеринбург, 2004.- Стр. 67-75
12. Молчанова, И.В. Радиозэкологические исследования почвенно-растительного покрова Восточно-Уральского радиоактивного следа [Текст] / И.В. Молчанова, В.Н. Позолотина, Е.Н. Караваева, Л.Н. Михайловская, Е.В. Антонова, Э.М. Каримуллина, Л.В. Лобанова // Проблемы радиозэкологии и пограничных дисциплин: Сборник научных трудов. Выпуск 11. –Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007.- Стр. 320-346
13. Нормы Радиационной Безопасности (НРБ-99/2009): Гигиенические нормативы. М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы. 2009. – 116с
14. Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона // Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – М.: 2002. – 204с.
15. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ от 18.01.10 №20 // Росрыболовство

16. Трапезников, А. В. Радиоэкология пресноводных экосистем [Текст] / А.В. Трапезников, В.Н. Трапезникова // – Екатеринбург: Изд-во УрГСХА, 2006. – 390стр.
17. Трапезников, А.В. Миграция радионуклидов в пресноводных и наземных экосистемах [Текст] / А.В. Трапезников, И.В. Молчанова, Е.Н. Караваева, В.Н. Трапезникова // – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007.- Т. II.- 400с.; ил.16 с.
18. Трапезников, А.В. Распределение радионуклидов по основным компонентам озер на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа [Текст] / А.В. Трапезников, П.И. Юшков, В.Н. Николкин, В.Н. Трапезникова, М.Я. Чеботина, А.А. Екидин // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин. Выпуск 3. – Заречный, 2000. – Стр. 54-94
19. Челябинская область. Атлас [Текст] / под ред. проф. В. В. Латышина. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – Челябинск: АБРИС, 2014. – 32с.
20. Яблоков, А.В. Радиация и биосфера [Текст] / А.В. Яблоков // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин. Выпуск 3. – Заречный, 2000. – Стр.4-15
21. Атлас ВУРСА [Электронный ресурс] Режим доступа http://downloads.igce.ru/publications/Atlas/CD_VURS (Дата обращения 21.04.16)
22. Атлас Свердловской области [Электронный ресурс] Режим доступа <http://sverdlovsk-oblast.ru/495412.html> (Дата обращения 29.01.16)
23. Библиотека ГОСТов [Электронный ресурс] Режим доступа vsegost.com/ (Дата обращения 15.12.15)
24. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.rosatom.ru> (Дата обращения 18.03.16)
25. Катастрофа на комбинате «Маяк» 29 сентября 1957 г. [Электронный ресурс] Режим доступа nuclear.tatar.mtss.ru/fa230907.htm (Дата обращения 16.03.16)

26. Кыштымская авария [Электронный ресурс] Режим доступа www.kp74.ru/kyshtymская-avariya.html (Дата обращения 08.10.15)
27. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения. Росрыболовство. [Электронный ресурс] Режим доступа www.fish.gov.ru (Дата обращения 29.01.16)
28. Озеро Тыгиш [Электронный ресурс] Режим доступа www.тыгиш.рф (Дата обращения 15.12.15)
29. Российский химико-аналитический портал [Электронный ресурс] Режим доступа www.anchem.ru/literature/books/muraviev/034.asp (Дата обращения 10.12.15)
30. Ураловед [Электронный ресурс] Режим доступа uraloved.ru/mesta/chelyabinskaya-obl/vostochno-uralskiy-zapovednik (Дата обращения 21.04.16)



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЧГУ»)**

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

КАФЕДРА ХИМИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

по направлению 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность программы бакалавриата

«природопользование»

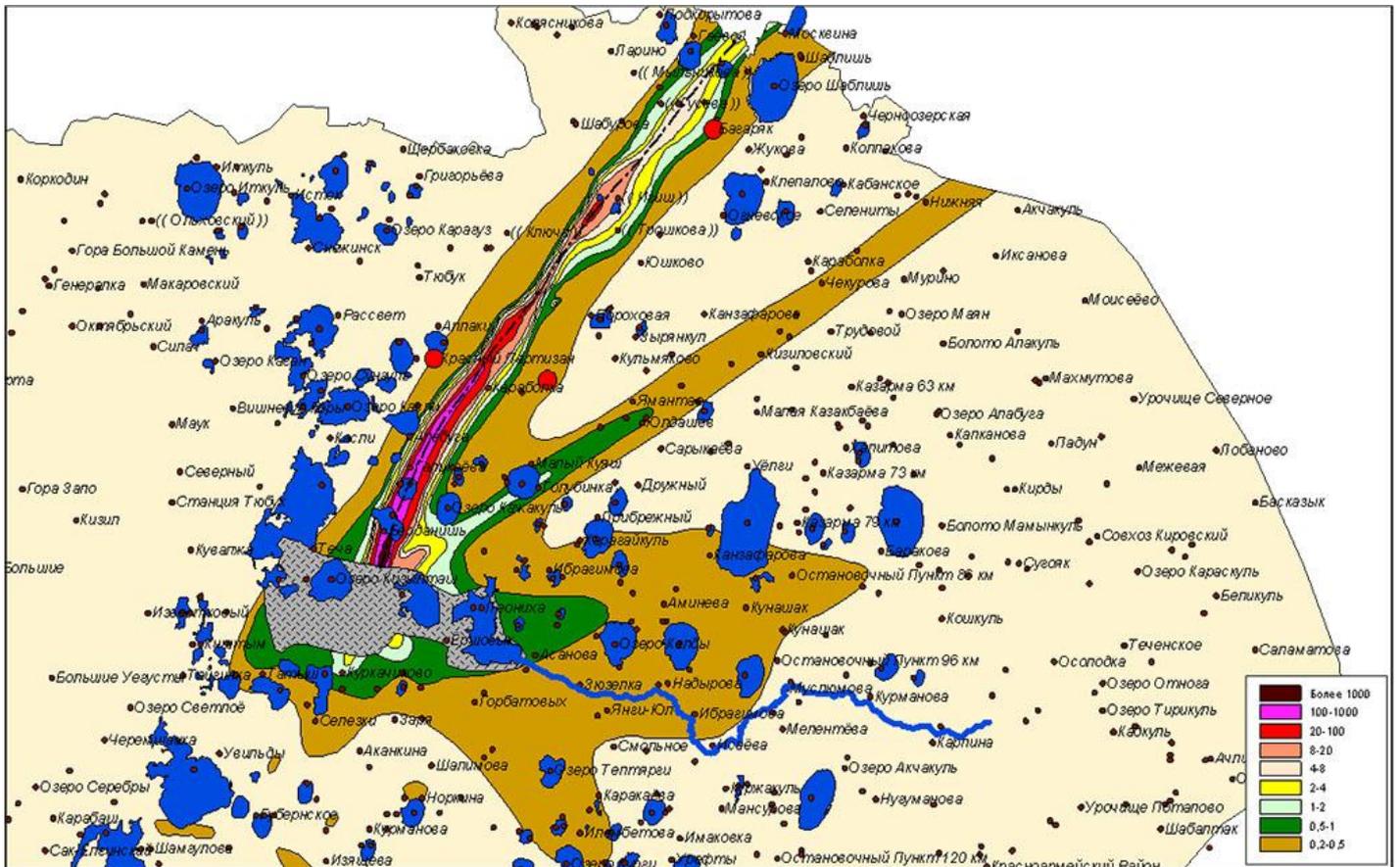
Приложение к выпускной квалификационной работе

Химико-экологическое состояние воды и почв приозерных территорий озера

Тыгиш

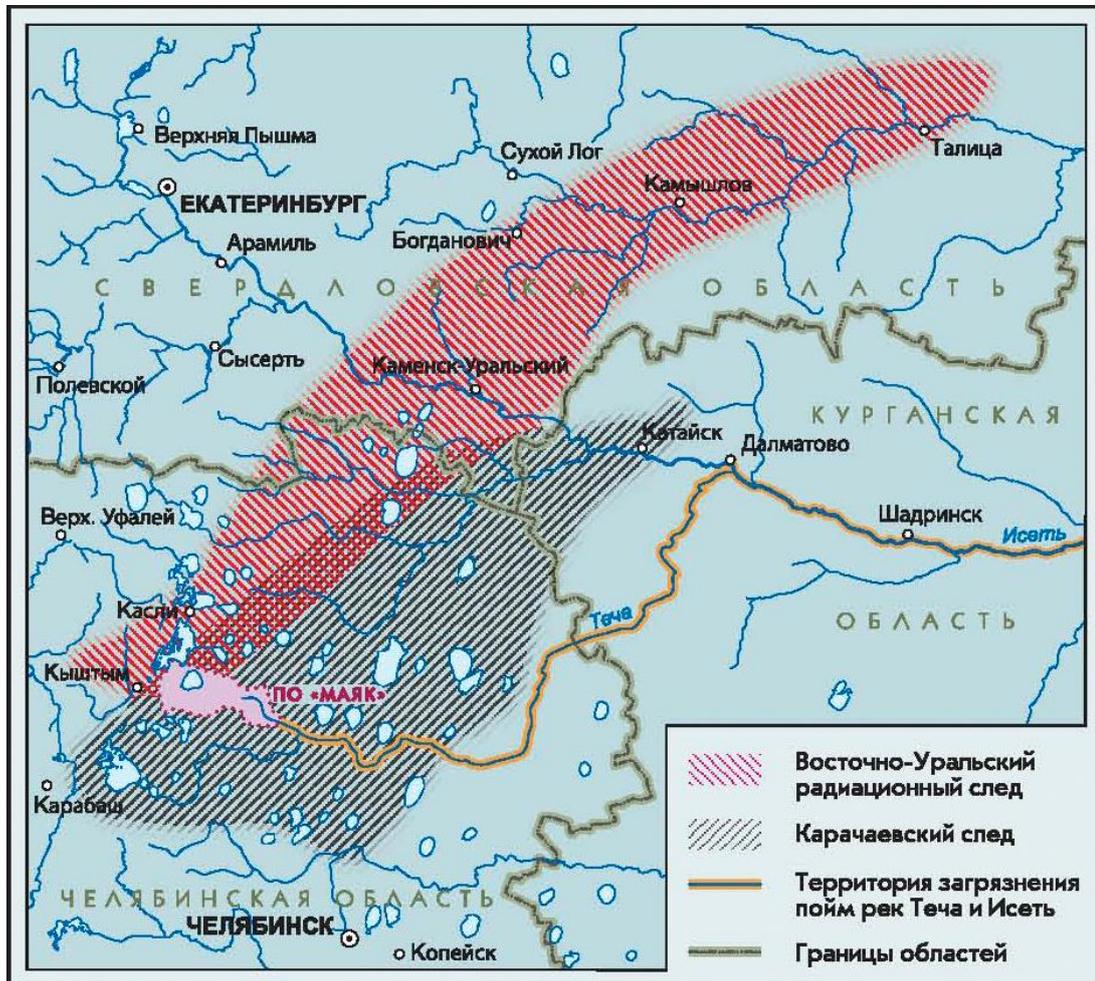
Челябинск 2016 год

Загрязнение водных экосистем Южного Урала



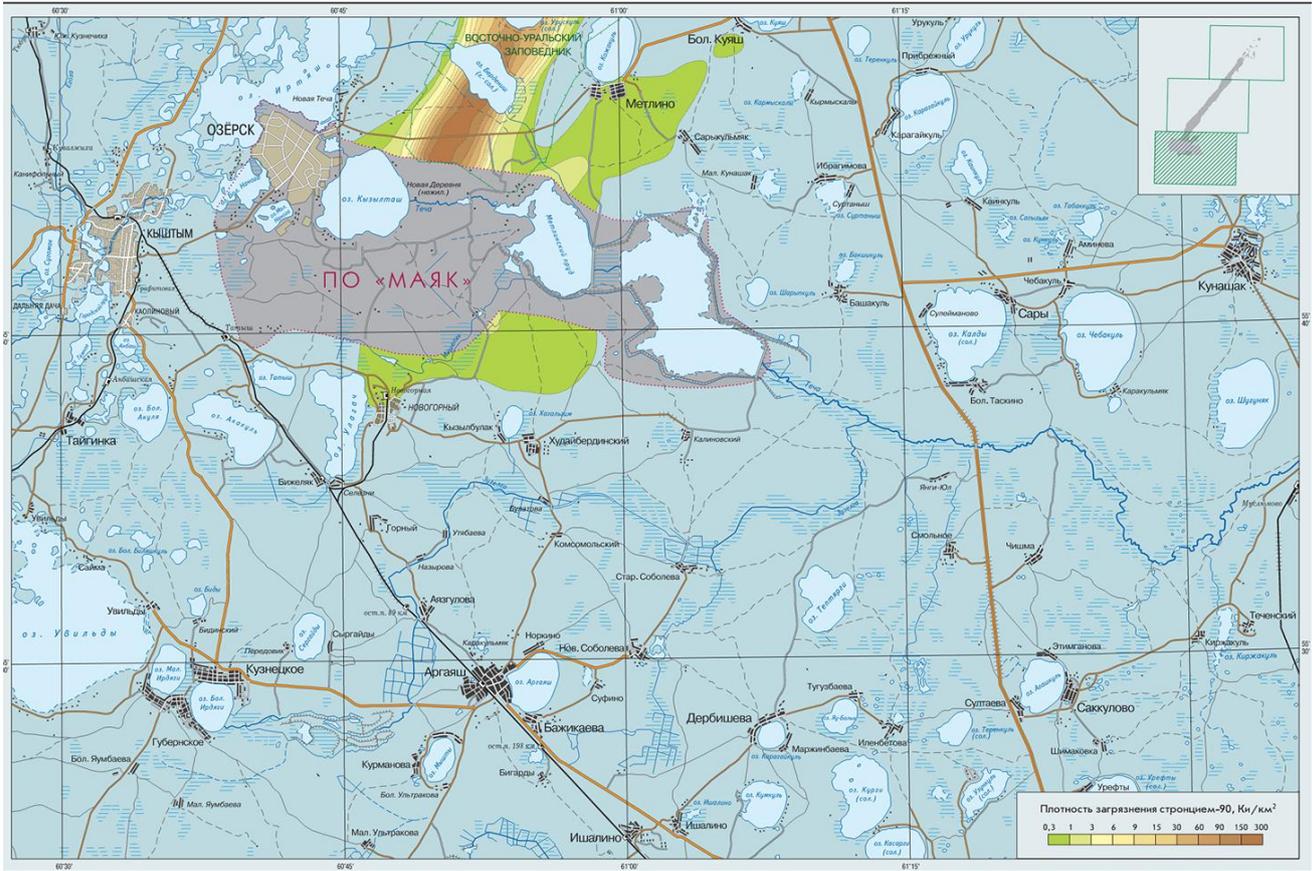
Источник: <http://www.kp74.ru/kyshtymskaya-avariya.html>

Карачаевский след на территории ВУРСа



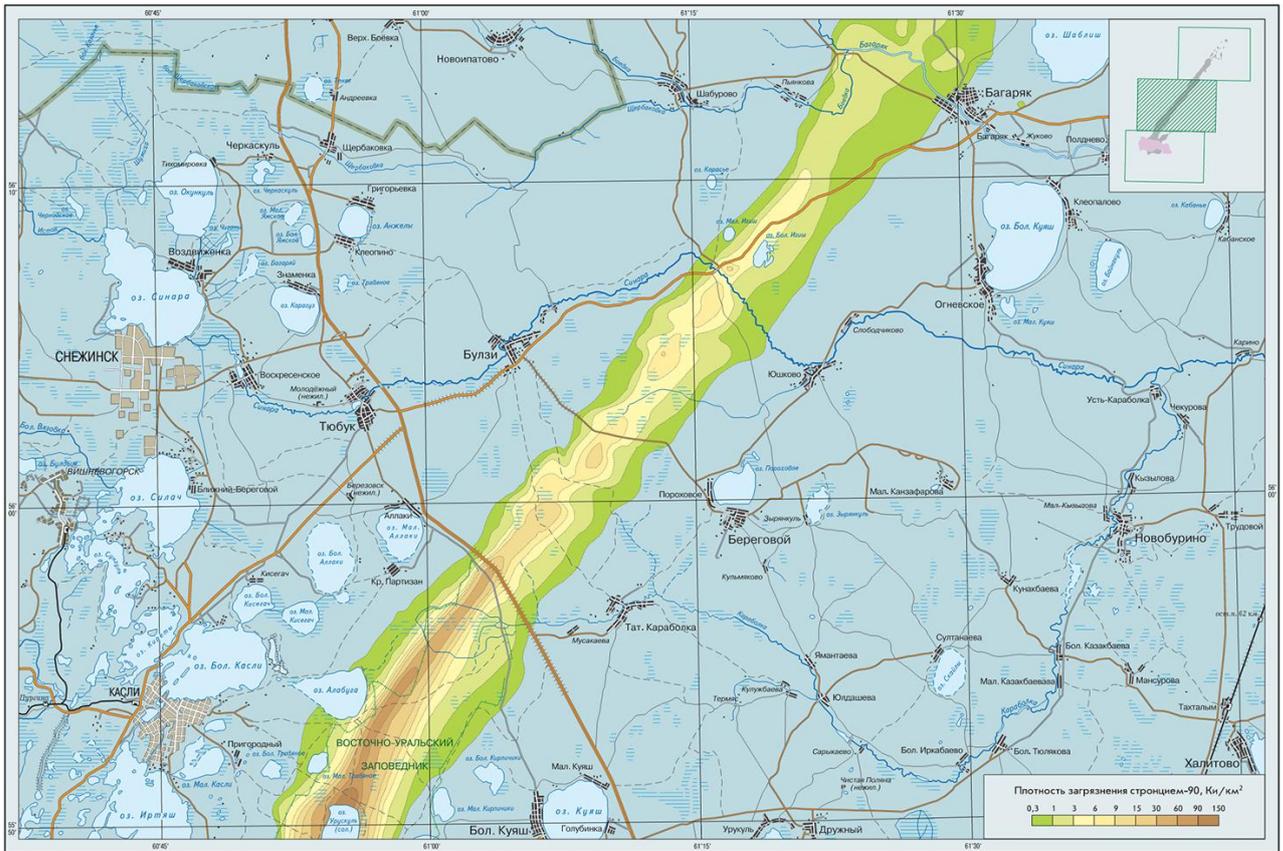
Источник: <http://www.kp74.ru/kyshtymskaya-avariya.html>

Прогнозная карта радиоактивного загрязнения почв ^{90}Sr на 2047 г.. Лист 1.



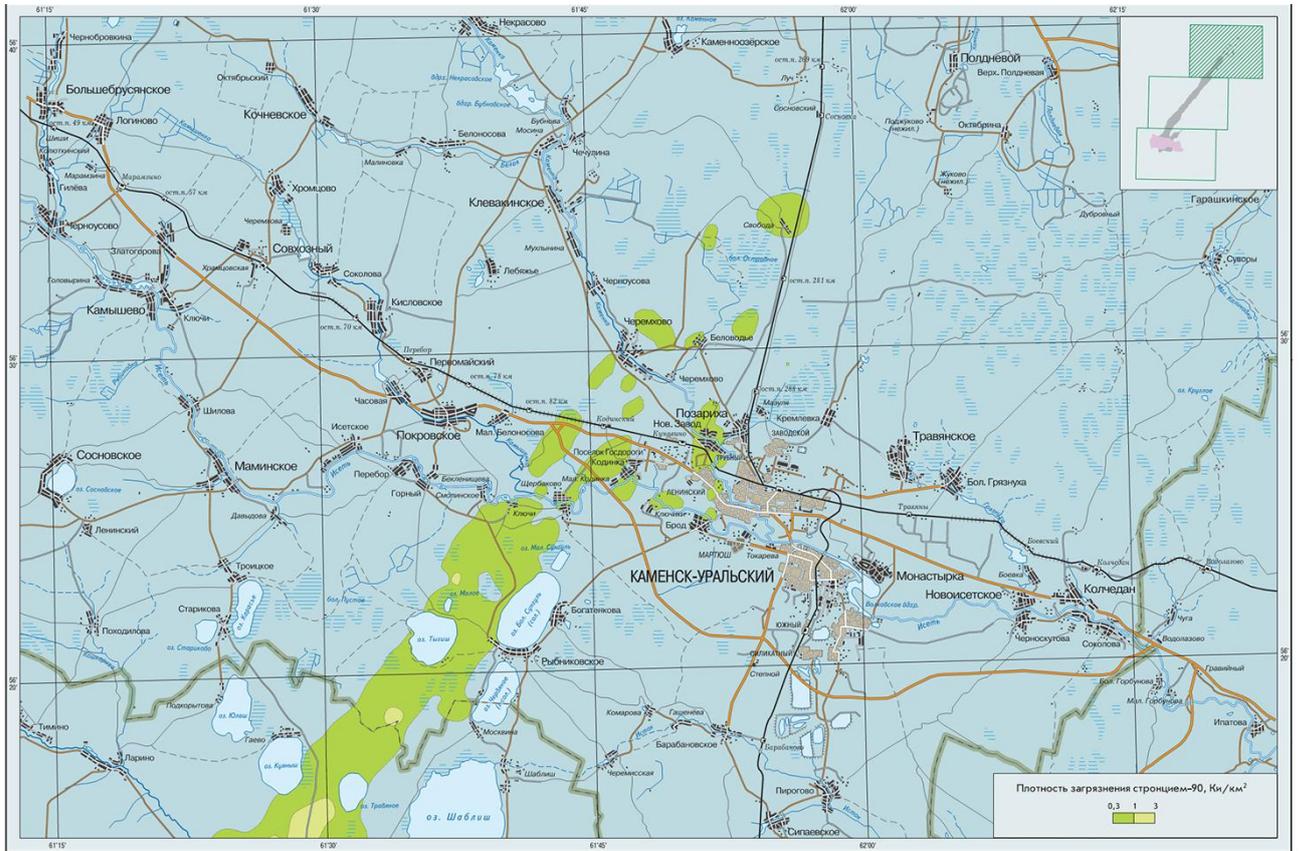
ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Прогнозная карта радиоактивного загрязнения почв ^{90}Sr на 2047 г.. Лист 2.



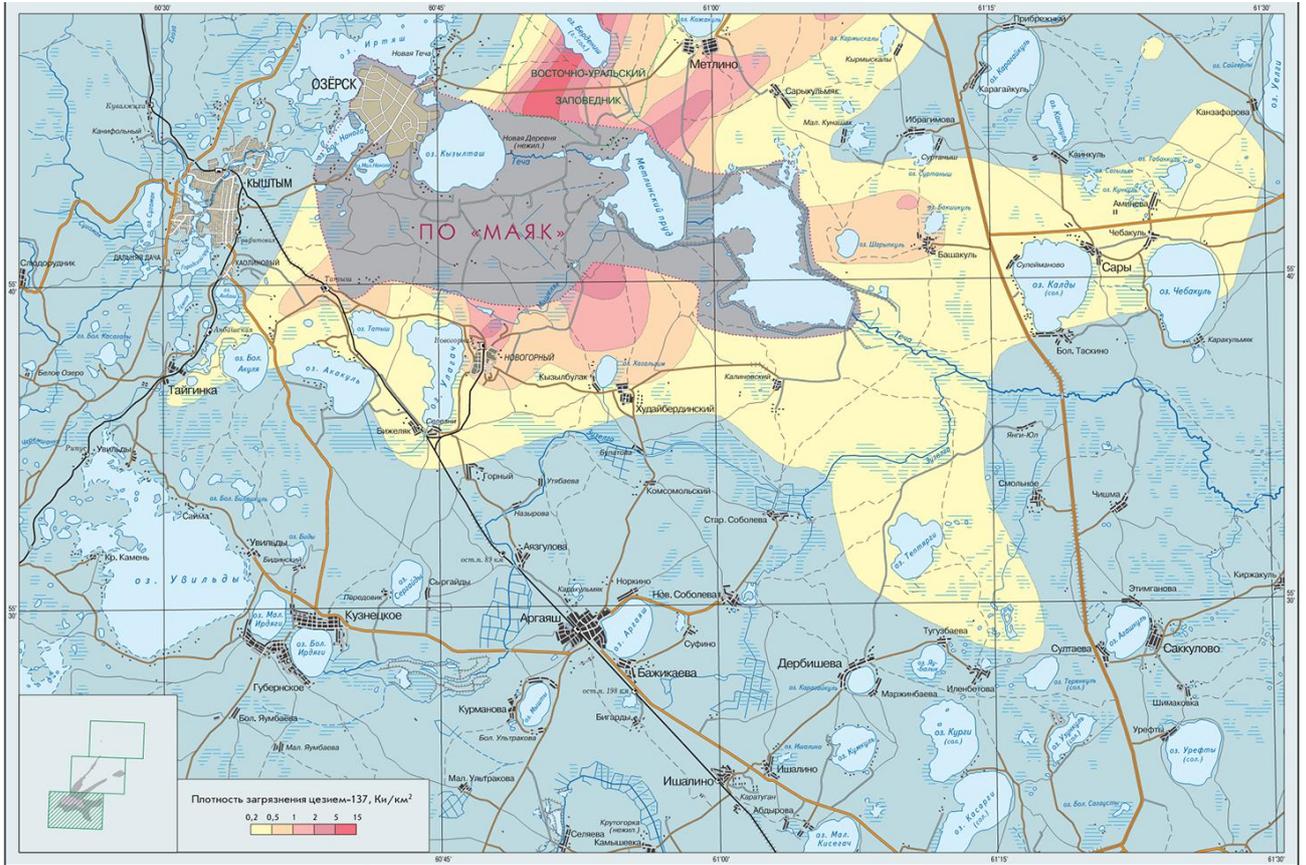
ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Прогнозная карта радиоактивного загрязнения почв ^{90}Sr на 2047 г.. Лист 3.

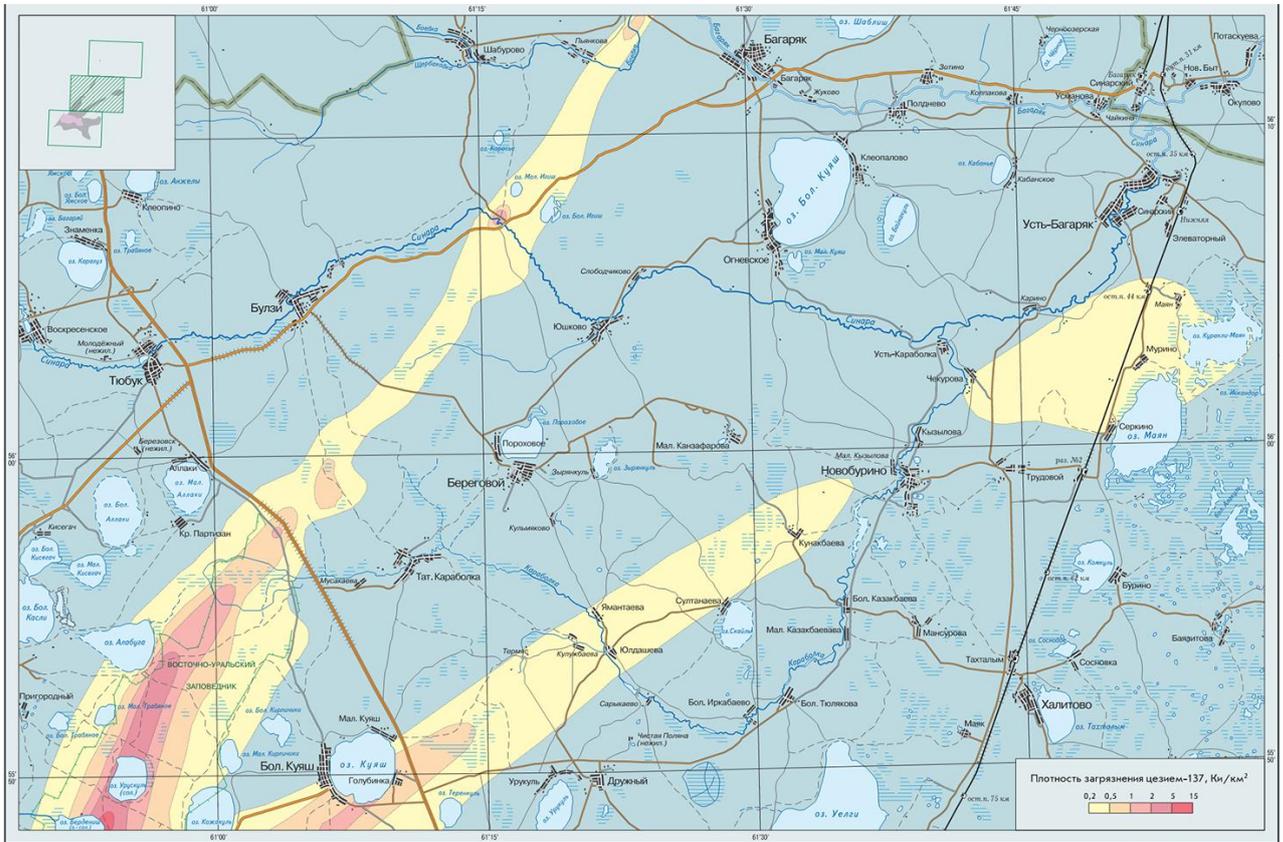


Масштаб 1:200 000

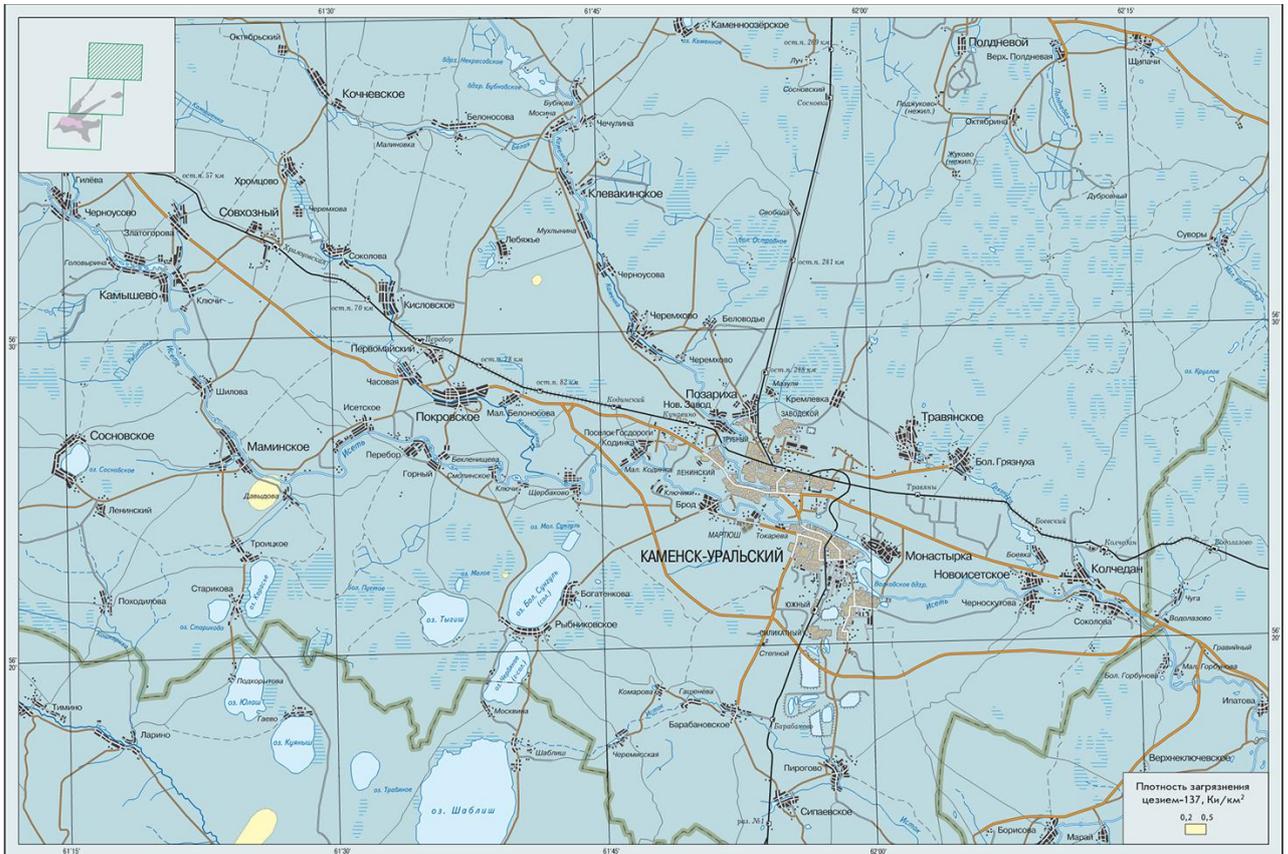
Прогнозная карта радиоактивного загрязнения почв ^{137}Cs на 2047 г. Лист 1.



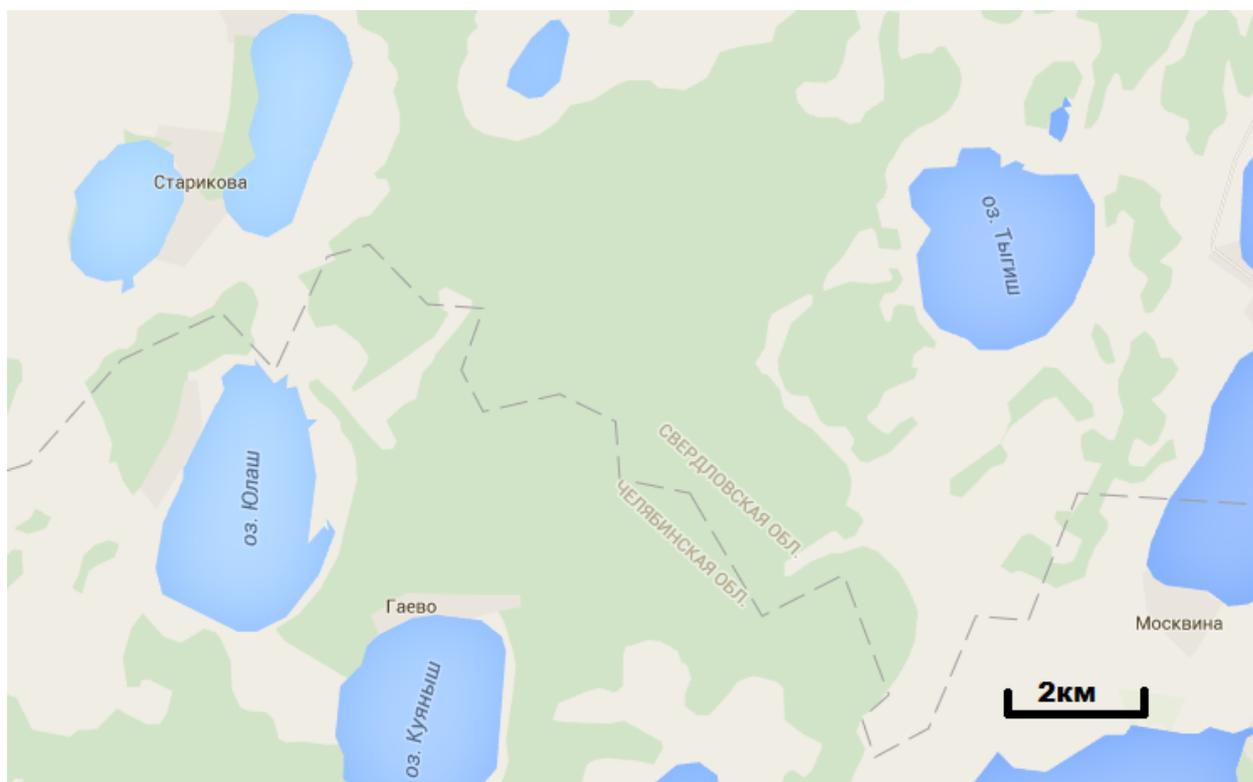
Прогнозная карта радиоактивного загрязнения почв ^{137}Cs на 2047 г. Лист 2.



Прогнозная карта радиоактивного загрязнения почв ^{137}Cs на 2047 г. Лист 3.



Расположение озера Тыгиш



Морфологическая характеристика озера Тыгиш

Площадь зеркала озера, км ²	6,7
Средняя глубина, м	1,5
Максимальная глубина, м	6
Отметка уровня воды, м	193,7
Максимальные длина и ширина, км.	3x3

Описание проб почв приозерной территории озера Тыгиш

Маркировка	Горизонт	Глубина, см	Описание
TSS/1	A0	0-3	Лесная подстилка, черный, дождевые черви
TSS/2	A1	3-5	Супесь, много корней травянистой и древесной растительности, коричнево-черный
TSS/3		5-7	
TSS/4		7-9	
TSS/5		9-11	
TSS/6	A2	11-14	Легкий суглинок, древесные корни, темно-серый
TSS/7		14-17	
TSS/8		17-20	
TSS/9	A3	20-24	Легкий суглинок, древесные корни, дождевые черви, темно-серый
TSS/10		24-29	
TSS/11		29-34	
TSS/12	B1	34-39	Коричнево-черный, средний суглинок
TSS/13	B2	39-48	Коричневый с черным, средний суглинок
TSS/14	C	48-60	Тяжелый суглинок, серый

Отбор проб проводился Сутягиным А.А.

Общие гидрохимические показатели озера Тыгиш

Показатель	Значение	ПДК
Водородный показатель (рН)	8.54	6.0-8.0
Электропроводность, мкСм/см	322	300-1200
Прозрачность воды, см	500	Не ниже 20
Сухой остаток, мг/л	340	Не более 1000
Содержание растворенного O ₂ , мг/л	3.31	Не менее 4
Перманганатная окисляемость, мгO ₂ /дм ³	8.48	5,0-7,0

Содержание основных ионов в пробах воды озера Тыгиш

Показатель	Значение	Значение ПДК
Карбонаты, мг/дм ³	9.0	
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	195.2	
Хлориды, мг/дм ³	19.85	350
Сульфаты, мг/ дм ³	31.4	500
Аммоний, мг/ дм ³	0.16	2.0
Нитраты, мг/ дм ³	<0.1	45.0
Фосфаты, мг/ дм ³	3.2	3.5
Жесткость, ммоль/ дм ³	3.2	4-8
Кальций, мг/ дм ³	13.83	180
Магний, мг/ дм ³	28.31	40
Калий, мг/ дм ³	4.8	

Содержание микроэлементов в пробах воды озера Тыгиш

Показатель	Значение	Значение ПДК
Железо, мг/л	0.1	0.1
Марганец (2+), мг/дм ³	0.004	0.1
Медь (2+), мг/дм ³	0.003	1.0
Цинк (2+), мг/дм ³	0.011	1.0
Никель (2+), мг/дм ³	0.023	0.01
Кобальт (2+), мг/дм ³	0.009	0.5
Кадмий (2+), мг/дм ³	<0.001	0.001
Свинец (2+), мг/дм ³	<0.001	0.03

Удельная активность радионуклидов в пробах воды озера Тыгиш

	⁹⁰ Sr, Бк/л	УВ, Бк/кг	¹³⁷ Cs, Бк/л	УВ, Бк/кг
Тыгиш	0,30	4,9	0,020	11

ПРИЛОЖЕНИЕ 18

Содержание тяжелых металлов в почве озера Тыгиш

Распределение радионуклидов в почвенном профиле

№, п/п	Код пробы	Содержание радионуклида, 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

Методики проведение анализа некоторых химических показателей

1. Определение величины прозрачности воды

При измерении прозрачности воды использовался диск Секки диаметром 20 см, который опускался на веревке в воду с прикрепленным к нему грузом таким образом, чтобы диск уходил под воду вертикально вниз. Диск опускался до тех пор, пока не пропадал из вида. Глубина, на которой опущенный диск переставал быть видимым (т.е. черные сектора нельзя было отличить от белых), и была показателем прозрачности воды в метрах.

2. Определение величины рН водной вытяжки

Для измерения кислотности почвы использовались технические весы, шейкер, электронный рН-метр, водная вытяжка из почвы. Пробы почвы взвешивались на весах (40 г), почва помещалась в коническую колбу на 200-250 мл. К навеске приливалась дистиллированная вода (100 мл) и взбалтывалась на шейкере в течении 40 минут. После водная вытяжка была отфильтрована, и значения были получены в ходе измерения рН-метром.

3. Определение хлорид-ионов argentометрическим методом по Мору

Реактивы: 10% - ный раствор K_2CrO_4 , титрованный раствор $AgNO_3$.

Проба на Cl^- : в пробирку поместить 5 мл вытяжки, подкислить азотной кислотой, не содержащий HCl . Прибавить несколько капель раствора азотнокислого серебра и перемешивать взбалтыванием. По величине осадка установить объем вытяжки.

Выполнение определения:

В пробу бесцветной водной вытяжки, прибавляют 1 мл 10%-ного раствора K_2CrO_4 , и титруют Cl^- 0,02N раствором $AgNO_3$ до появления не исчезающей красно-бурой окраски. Титрование ведут при энергичном

взбалтывании раствора.

Маркировка (разрез)	Количество затраченного титрование, мл	AgNO ₃ , на	Содержание хлорид- ионов
TSS/1	0,6		0,109
TSS/2	1,5		0,119
TSS/3	1,7		0,1155
TSS/4	2,0		0,1085
TSS/5	2,5		0,1085
TSS/6	2,6		0,105
TSS/7	2,6		0,098
TSS/8	2,8		0,091
TSS/9	3,0		0,091
TSS/10	3,1		0,0875
TSS/11	3,1		0,07
TSS/12	3,3		0,0595
TSS/13	3,4		0,0525

4. Определение общего углерода в почве по методу Тюрина

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 К₂Cr₂O₇ помещают в термостат при t=150°C на 20 мин. Содержимое колб разбавляют дистиллированной водой прибавляют несколько капель фенилантраниловой кислоты и титруют 0,2

Н раствором соли Мора до перехода окраски из вишнево-красного до темно-зеленого.

Расчет:

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

Р

а- количество соли Мора (мл) пошедшая на титрование холостой пробы

в- количество соли Мора (мл) пошедшая на титрование образца

Н- нормальность соли Мора (0,213)

р- сухая навеска (10г)

0,003- грамм эквивалент углерода

100- перерасчет в %

1,724- коэффициент перерасчета на гумус

Маркировка (разрез)	Количество соли Мора затраченного на титрование, мл	Содержание углерода, %	Перерасчет на гумус = С%*1,724
TSS/1	17,2	30,9	53,2
TSS/2	17,4	26,7	46,03
TSS/3	17,7	22,7	39,14
TSS/4	17,0	22,4	38,62
TSS/5	18	19,8	33,66
TSS/6	16,9	18,9	32,13
TSS/7	16,5	17,3	29,41
TSS/8	16,3	16,1	27,37
TSS/9	16,05	13,4	22,78
TSS/10	15,5	12,8	21,76
TSS/11	14,85	10,2	17,34
TSS/12	15,45	8,3	14,11
TSS/13	15,9	6,4	10,88

5. Определение содержания нитратов в почве

Нитраты - это соли азотной кислоты, которые не несут сами по себе угрозу здоровью, поскольку являются естественными составляющими пищевых продуктов растительного происхождения и воды. Однако, попадая в организм вместе с пищей или водой, они восстанавливаются до солей азотной кислоты - нитритов, становясь ядом. Нитриты действуют на весь организм, и особенно на иммунную систему, нарушают обмен веществ, очистительную функцию печени. Поэтому очень важно знать допустимую концентрацию нитратов и массу, имеющуюся в той или иной почве.

Метод определения нитратов с гидразином основан на восстановлении нитратов в присутствии меди, как катализатора и с последующим фотоколориметрированием.

Реактивы: Раствор хлорида калия (1 Н) , раствор катализатора ($\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), окрашивающий раствор (запасной и рабочий), щелочной раствор пиррофосфата натрия и основной стандартный раствор (в качестве холостой пробы для сравнения).

Выполнение определения: 30 г почвы помещают в колбу 200 мл, приливают 75 мл раствора хлорида калия. Ставят на шейкер перемешивать в течении 60 минут. Отфильтровывают. К 5 мл фильтрата и приливают 10 мл щелочного пиррофосфата натрия, 10 мл рабочего восстановителя и перемешивают. Через 10 минут добавляют 25 мл окрашивающего раствора и снова перемешивают. Через 15-20 минут фотометрируют при длине волны 490 нм. И считают массу нитратов по формуле :

$$m(\text{NO}_3^-) = \frac{a \cdot 100 \cdot K \cdot 2}{m}$$

где а – содержание нитратов по графику, К – коэффициент влажности почвы, m – навеска почвы.

Для построения графика берут 10 мерных колб на 50 мл, отбирают 0,25; 0,35; 0,5; 1; 1.25; 2; 2.5; 3; 3.5; 5 мл стандартного рабочего раствора

приливают 10 мл щелочного пирофосфата натрия, 10 мл рабочего восстановителя и перемешивают. Через 10 минут добавляют 25 мл окрашивающего раствора и снова перемешивают. Через 15-20 минут фотометрируют при длине волны 490нм.

Маркировка (разрез)	Содержание NO ₃ , мг
TSS/1	0,210
TSS/2	0,220
TSS/3	0,247
TSS/4	0,226
TSS/5	0,215
TSS/6	0,210
TSS/7	0,3
TSS/8	0,31
TSS/9	0,26
TSS/10	0,28
TSS/11	0,3
TSS/12	0,31
TSS/13	0,28

6. Определение перманганатной окисляемости для проб воды

Оборудование и реактивы:

Водяная баня, колбы плоскодонные для кипячения вместимостью 100–150 мл, стеклянные шарики-кипелки, бюретка или пипетка для титрования, пипетки мерные. Раствор перманганата калия (0,01 моль/л экв., титрованный), раствор серной кислоты (1:3), раствор серной кислоты (1:15), раствор щавелевой кислоты (0,01 моль/л экв.).

Определение:

В колбу для кипячения помещают несколько стеклянных шариков-кипелок и 50 мл анализируемой пробы воды, в которую уже добавлен раствор серной кислоты (1:3) в количестве 2,5 мл. Туда же стеклянной пипеткой добавляют и 10 мл раствора перманганата 0,01 моль/л экв.

Содержимое колбы перемешивают. Помещают в кипящую водяную баню на 10 мин. По истечении 10 мин кипячения в колбу к горячему раствору пипеткой добавляют 10 мл 0,01 моль/л экв. стандартного раствора щавелевой кислоты и ожидают до обесцвечивания раствора. Обесцвеченный раствор титруют горячим рабочим раствором перманганата калия (0,01 моль/л экв.) до бледно-розового оттенка, сохраняющегося не менее 30 с. При титровании определяют израсходованное количество раствора перманганата.

Выполняют холостой опыт, повторяя операции 1–4, используя в качестве пробы 50 мл очищенной воды, не содержащей восстановителей. При титровании в холостом опыте аналогично определяют количество раствора перманганата. Расход раствора перманганата не должен превышать 3 мл.

7. Определение величины сухого остатка

Оборудование:

Весы аналитические с комплектом разновесов, мерный стакан, сушильный шкаф с термометром (103–105°C), фарфоровая чашечка (стакан) на 300 мл, щипцы.

Ход работы: Предварительно готовят чистую фарфоровую чашечку: высушивают ее в сушильном шкафу при температуре 103–105°C не менее часа; Достают ее, дают ей остыть до комнатной температуры (2–3 часа). Определяют массу пустой чашечки (M_1) в г, взвесив ее на аналитических весах с точностью до $\pm 0,0001$ г. Мерным стаканом отмеряют 100мл пробы воды в фарфоровую чашечку. Помещают в сушильный шкаф при температуре 103–105°C на ночь для выпаривания. Достают чашечку из шкафа, дают остыть. Определяют массу чашечки с остатком путем взвешивания на аналитических весах. Рассчитывают величину сухого остатка в мг/л по уравнению:

$$M_{\text{co}} = \frac{M_1 - M_2}{V} * 10^6$$

где: M_1 и M_2 – вес чашки с остатком после высушивания и пустой чашки соответственно, г;

V – объем воды, взятой для анализа, мл;

10^6 – коэффициент пересчета единиц измерения из г/мл в мг/л.