



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

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

Тяжелые металлы в прибрежных и водных экосистемах озера Большой Еланчик

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.04.01 Педагогическое образование
Направленность программы магистратуры
«Эколого-биологическое образование»

Проверка на объем заимствований:
68,48 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

« 16 » ноября 2017 г.
зав. кафедрой Химии, экологии и МОХ
(название кафедры)
Су Сутягин А.А.

Выполнила:
Студентка группы ЗФ-301-139-2-1
Трифонова Анастасия Николаевна

Научный руководитель:
д.б.н., профессор
Назаренко Назар Николаевич

Челябинск
2017

ОГЛАВЛЕНИЕ.

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.....	6
1.1. Загрязнение почв тяжелыми металлами.....	6
1.2. Загрязнение тяжелыми металлами водных экосистем. Общая характеристика, причины и последствия.....	8
ГЛАВА 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	16
2.1. Общая характеристика озера Большой Еланчик.....	16
2.2. Методики исследования содержания тяжелых металлов в почве и воде.....	23
ГЛАВА 3 ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПРИБРЕЖНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ОЗЕРА БОЛЬШОЙ ЕЛАНЧИК.....	32
3.1. Оценка уровня загрязнения почв береговой и прибрежной зон озера Большой Еланчик.....	32
3.2. Оценка уровня загрязнения поверхностных вод озера Большой Еланчик.....	43
ГЛАВА 4. . ПРИМЕНЕНИЕ ИССЛЕДУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ НА УРОКАХ В ШКОЛЕ	45
ВЫВОДЫ.....	49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	51
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Южный Урал характеризуется сравнительной большой площадью, занимаемой озерными экосистемами, поверхностные воды которых использовались местным населением для своих нужд. Это не приносило существенного вреда, так как сама природа обеспечивала самоочищение водоемов. В XX веке ситуация кардинально изменилась. Урбанизация, промышленный рост и развитие сельского хозяйства явились причинами загрязнения озерных экосистем [24].

Опасные вещества поступают в водоемы с талыми и дождевыми водами с полей, пастбищ и скотоводческих ферм. Ведущими загрязнителями являются соединения азота, пестициды, фосфор, и их производные. Особенно опасен поверхностный сток тем, что загрязненные воды, стекающие с полей, вообще не подвергаются никакой очистке. Промышленные предприятия выбрасывают как газообразные вещества, так и твердые частицы, которые перемещаются воздушными потоками на большие расстояния и выпадают непосредственно на водную поверхность озер. Поллютанты имеют свойство накапливаться и в почве, и в воде [28].

Еще одним фактором деградации озерных экосистем является колоссальная рекреационная нагрузка на них в летний период. Многочисленные санатории, базы отдыха и отдыхающие также вносят дополнительный вклад в загрязнение озер, которые в Челябинской области страдают от выбросов предприятий горнодобывающей, горно-перерабатывающей и металлургической промышленности [44].

Озера – это природные резервуары воды, регулирующие речной сток. Они принимают излишние воды, а при общем снижении уровня воды в реке – отдают. Крупная водная масса существенно может смягчить климат

близлежащих территорий, потому что ее действие имеет большую тепловую инерцию [29].

Поверхностные воды озер, а так же и прибрежные почвы, подвержены химическому загрязнению, которое наиболее стойкое и далеко распространяющееся. Вредные химические вещества окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок, поэтому полного самоочищения загрязненных вод не происходит.

Охрана вод суши является комплексным мероприятием, направленным на предотвращение или устранение негативных последствий деятельности человека на водный объект, находящийся в данном регионе, районе или на участке территории водотока или водоема [10].

Охрана вод суши является одной из главных составляющих охраны природы как глобальной системы жизнеобеспечения человечества. В это понятие входят также охрана атмосферы, земли, растительного и животного мира и в целом природных комплексов [6].

В связи с этим необходим мониторинг содержания загрязнителей в озерных экосистемах с целью прогноза их состояния. Таким образом, изучение рекреационных объектов Челябинской области для предотвращения губительных последствий антропогенного воздействия и сохранения их биоразнообразия, является актуальной и важнейшей задачей [28].

Целью работы является оценка уровня загрязнения поверхностных вод и почв береговой линии и прибрежной зоны озера Большой Еланчик в рамках мониторинга озер как объектов рекреации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить методические материалы по проведению отбора проб и химических анализов почвы и воды

2. Произвести отбор проб на озере Большой Еланчик и провести их исследование.
3. Разработать сводную таблицу данных с привлечением архивных результатов исследований
4. Проанализировать уровень загрязнения поверхностных вод и почв береговой линии и прибрежной зоны озера Большой Еланчик.

Объектом исследования являются поверхностные воды и почвы береговой линии и прибрежной зоны озера Большой Еланчик.

Предметом – показатели загрязнения поверхностных вод и почв береговой и прибрежной зон озера Большой Еланчик.

Научная новизна: впервые нами была разработана сводная таблица данных за 10 лет исследований для озера Большой Еланчик поверхностных вод, прибрежных и береговых почв.

Практическая значимость - показано, что можно купаться, ловить рыбу и отдыхать организованно и неорганизованно без угрозы для здоровья, поскольку концентрации низкие и превышения ПДК нет.

ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

1.1. Загрязнение почв тяжелыми металлами

Почва – это поверхность земли, имеющая свойства, которые характеризуют как живую, так и неживую природу. Она является индикатором техногенной обстановки. Загрязнения в почву поступают с поверхностными отходами, атмосферными осадками. Также в почвенный слой они вносятся почвенными породами и подземными водами [50].

К тяжелым металлам относятся металлы, у которых плотность превышает плотность железа. Парадокс состоит в том, что они необходимы для обеспечения нормальной жизнедеятельности растений и организмов, но в определенных количествах. А избыток этих элементов может стать причиной тяжелых заболеваний и даже гибели. Причина попадания вредных соединений в организм человека – это пищевой круговорот [29].

Уже сейчас тяжелые металлы занимают по степени опасности второе место, уступая лишь пестицидам и опережая такие загрязнители, как двуокись углерода и серы. Из-за использования в промышленном производстве загрязнители попадают в окружающую среду, так как системы очистки зачастую не модернизируются.

Почва – это основная среда, в которую загрязняющие вещества попадают так же из атмосферы и водной среды. Она является источником вторичного загрязнения вод, которые попадают из нее в Мировой океан и приземного воздуха. Тяжелые металлы из почвы усваиваются растениями, а затем попадают в живые организмы вместе с пищей.

Мощными поставщиками, обогащенных металлами отходов, являются предприятия по выплавке и переработке цветных металлов (Табл. 1).

В пыли металлургических предприятий, заводов по переработке руд концентрация свинца, цинка, висмута, олова может быть по сравнению с литосферой повышена на несколько порядков (до 10–12), а концентрация кадмия, ванадия, сурьмы – в десятки тысяч раз. У предприятий цветной металлургии, заводов лакокрасочной промышленности и железобетонных конструкций отходы обогащены ртутью. В пыли машиностроительных заводов концентрация вольфрама, кадмия и свинца повышена [22].

Таблица 1

Основные техногенные источники тяжелых металлов

Источники тяжелых металлов	Элементы
Цветная металлургия	Pb, Zn, Cu, Hg, Mn, Sb, W, Co, Cd
Черная металлургия	Ni, Mn, Pb, Cu, Zn, W, Co
Энергетика	As, Sb, Se
Нефтяная промышленность	Pb, Cu, Ni, Zn, Mn
Сжигание угля	Sb, As, Cd, Cr, Mo
Сжигание нефти	As, Pb, Cd

Наибольшую опасность тяжелые металлы для биоты представляют, когда они находятся в почвенном растворе. Переход металлов из жидкой фазы в твердую является частью защитной системы почвы и экосистемы в целом. В недоступное состояние для организмов тяжелые металлы в почве могут переходить в ходе разных процессов:

- образование нерастворимых и труднорастворимых соединений;
- сорбция тяжелых металлов минеральными коллоидами;
- сорбция - органическими коллоидами;
- удаления металлов выщелачиванием из почвы, а также выносятся с ветром и поверхностным стоком в виде пыли и паров.

Один из основных процессов, который контролирует концентрацию ионов металлов в почвенном растворе – это процесс «осаждения-

растворения» труднорастворимых соединений. Он имеет важное значение, поскольку в почве значительное количество ортофосфат-, карбонат-, гидроксид- и других ионов, образующих с тяжелыми металлами труднорастворимые соли. Переход в твердую фазу и обратно ионов тяжелых металлов зависит от комплекса условий в экосистеме почвы: температуры, реакции среды, ионного состава почвенного раствора, влажности, биохимических процессов, протекающих в почве и др. На состояние тяжелых металлов в системе «твердая фаза – почвенный раствор» отражается любое изменение, произошедшее в экосистеме [18].

Способы борьбы с загрязнением тяжелыми металлами почв могут быть биологическими, физическими и химическими.

Среди методов можно выделить следующие:

- Известкование – внесение глины и органических веществ, т.к. чем больше кислотность почвы, тем вероятность загрязнения тяжелыми металлами выше.
- Посев – скашивание и удаление некоторых растений с поверхности почвы. Этот способ не только существенно снижает в почве концентрацию тяжелых металлов, но и совершенно.
- Детоксикация подземных вод. Их откачивают и очищают.
- Полное снятие и замена почвенного слоя новым
- Прогнозирование миграций и устранение растворимых форм тяжелых металлов [50].

1.2. Загрязнение тяжелыми металлами водных экосистем. Общая характеристика, причины и последствия.

В природных водах встречаются различные микроэлементы: медь, цинк, марганец, кобальт, железо, свинец, мышьяк, фтор, и др.

- Медь часто можно обнаружить в поверхностных водах. Присутствие меди в воде не представляет опасности для здоровья, но зачастую препятствует использованию воды в бытовых целях. Она придает неприятный вяжущий привкус и окраску воде. Так же увеличивается коррозия алюминиевой и цинковой посуды и арматуры.

- Цинк. Сульфиды, карбонаты, и оксиды цинка плохо растворимы в воде, а высокорастворимые сульфатные и хлоридные соли склонны к гидролизу с образованием карбоната и гидроксида цинка. Поэтому концентрация цинка в природных водах обычно низкая. Вследствие эффективных гомеостатических механизмов регуляции и низкой токсичности цинка опасность для человека хроническая токсичность цинка маловероятна. Но он придает воде вяжущий привкус, кроме этого, может появиться опалесценция и образоваться маслянистая пленка при кипячении.

- Марганец, присутствующий в поверхностных водах, встречается во взвешенной и растворимой формах. С промышленным загрязнением обычно связаны более высокие концентрации марганца. Он придает нежелательный привкус напиткам и окрашивает арматуру и белье при стирке. Когда в растворе соединения марганца подвергаются окислению, то марганец, вызывает проблемы накипеобразования, вследствие выпадения в осадок.

- Железо. В поверхностных водах оно находится в трехвалентном состоянии, но в подземных водах в восстановительных условиях может пребывать и двухвалентное железо. В природных водах его присутствие обусловлено растворением минералов и горных пород, дренаж кислых шахтных вод, стоками предприятий, сбросом сточных вод, выпадают в осадок, потому что являются нестабильными и в виде нерастворимого гидроксида железа, который оседает в виде налёта ржавого цвета. Железо придает, желто-бурую окраску и мутность воде. Эта вода неприятна на вкус (имеет металлический горьковатый вкус), окрашивает бельё и арматуру.

Соли двухвалентного железа образуют осадок из-за нестабильности соединения. Из-за осадка железа снижается ток воды и ускоряется рост железобактерий. При окислении железа из двухвалентного в трехвалентное, они получают энергию, и откладывается ил.

- Хром. В поверхностные воды в процессе выщелачивания из пород (уваровит, хромит, крокоит, и др.) попадают соединения трех- и шестивалентного хрома. Значительные количества поступают в водоемы со сточными водами промышленных предприятий. Так же некоторые количества хрома поступают из почв, в ходе процесса разложения растений и организмов. Понижение концентрации в поверхностных водах ионов хрома могут наблюдаться во время их потребления водными организмами и процессов адсорбции.

- Шестивалентный хром может вызывать у человека нефрит, некроз печени, и смерть; к раздражению слизистой оболочки ЖКТ приводят более низкие дозы. Но имеются данные о том, что он та же может вызвать развитие злокачественных новообразований.

Соединения Cr(III) и Cr(VI) в повышенных количествах проявляют канцерогенные свойства, но соединения Cr(VI) более опасны [25].

- Никель обнаруживается в месторождениях железоникелевых руд и сульфидных медно-никелевых руд, через них проходит вода это обуславливает присутствие в природных водах никеля. В воду попадает он из почв и из растительных и животных организмов при их распаде. В синезеленых водорослях обнаружено повышенное, по сравнению с другими типами водорослей, значение никеля. Соединения в водные объекты никеля, также поступают со сточными водами заводов синтетического каучука цехов никелирования, никелевых обогатительных фабрик. При сжигании ископаемого топлива происходят значительные выбросы металла.

Соединения никеля являются катализаторами в кроветворных процессах. Его повышенное содержание оказывает на сердечнососудистую

систему специфическое действие. Никель является канцерогенным элементом. Он может вызвать респираторные заболевания. Считается, что комплексные соединения примерно в 2 раза менее токсичны свободных ионов никеля (Ni^{2+})

- Кобальт в природных водах находится во взвешенном и растворенном состоянии, количественное соотношение между ними определяется химическим составом воды, значениями pH и температурой. Комплексными соединениями представлены в основном растворенные формы, в том числе с органическими веществами природных вод. Для поверхностных вод наиболее характерны соединения двухвалентного кобальта. Так же в присутствии окислителей в заметных концентрациях возможно и существование трехвалентного кобальта.

Кобальт всегда находится в организме растений и животных, потому что относится к числу биологически активных элементов. При недостаточном содержании его в почвах связано недостаточное содержание в растениях кобальта, в результате развивается малокровие у животных. Металл входит в состав витамина B_{12} и активно влияет на поступление азотистых веществ, содержание белкового азота увеличивается, благодаря активации биосинтеза из-за увеличения содержания хлорофилла и аскорбиновой кислоты. Вместе с тем соединения кобальта в повышенных концентрациях являются токсичными.

- Цинк. В воде плохо растворимы сульфиды, карбонаты и оксиды цинка, хотя сульфатные и хлоридные соли высокорастворимы и склонны к гидролизу с образованием карбоната цинка и гидроксида. Поэтому в природных водах концентрация цинка обычно низкая. Вследствие низкой токсичности металла и эффективных гомеостатических механизмов регуляции опасность для человека маловероятна. Но цинк воде придает нежелательный вяжущий привкус, а также, может появиться опалесценция и образоваться маслянистая пленка при кипячении.

- Кадмий – очень токсичный металл. Избыточное поступление в организм кадмия может привести к поражениям печени, анемии, кардиопатии, эмфиземе легких, остеопорозу, деформации скелета, развитию гипертонии. В кадмиозе наиболее важным является поражение почек, он является причиной образования камней в почках (в почках накапливается кадмий более интенсивно) но и поражает легкие, ослабляет кости. Вызывает и усиливает дефицит Zn и Se избыток кадмия, который влияет на кровяное давление. Белок в моче, поражение центральной нервной системы, острые костные боли, дисфункция половых органов - симптомы кадмиевого отравления. Все химические формы кадмия представляют опасность [54].

- Свинец в поверхностных водах обусловлен сбросом стоков промышленных предприятий. Свинец является кумулятивным метаболическим ядом общего действия [52].

- Фтор. Почва и подстилающие её породы являются источником фтора в воде, там находятся растворимые фторсодержащие минеральные соединения. Вода открытых водоемов от промышленных сточных вод может загрязняться фторсодержащими соединениями. В водах артезианских скважин концентрации фтора гораздо выше, чем в водах поверхностных водоемах. Почти весь фтор, потребляемый с водой, всасывается и удерживается в скелете и в небольшом количестве в зубных тканях. Фтор остро токсичен для человека, при высоких дозах развивается геморрагический гастроэнтерит, острый токсический нефрит и поражение печени и сердечной мышцы.

- Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) используются в коммунально-бытовом хозяйстве в промышленности, на транспорте, после использования попадают со сточными водами в водоемы. Эти вещества образуют в водоемах слой пены, который заметен на порогах, перекатах, шлюзах. При концентрации 1-2 мг/л. уже появляется способность к пенообразованию.

Если образуется поверхностные пленки, содержащие нефтяные углеводороды и СПАВ, на границе воздух-вода нарушается газообмен. Загрязняющие вещества накапливаются у водных организмов в тканях и органах, оказывая на них токсическое действие. К гибели малоподвижных форм бентоса от удушья приводит сброс СПАВ на дно и длительная повышенная мутность придонной воды. Но из-за ухудшений условий питания и дыхания у выживших рыб, моллюсков и ракообразных сокращается скорость роста. А иногда видовой состав сообщества полностью меняется.

- Пестициды (ядохимикаты) - это химические препараты для защиты растений, уничтожающие вредителей сельского и лесного хозяйства, паразитов у животных, переносчиков опасных заболеваний и т.п. К сильному загрязнению водоемов приводят расширенное производство и применение вредных соединений на полях.

Происходит загрязнение водных объектов в результате прямого попадания пестицидов при обработке водоемов для борьбы с вредителями, при обработке сельскохозяйственных угодий вода, стекает с обработанной поверхности, при сбросе отходов, производящих предприятий пестициды, а также при транспортировке, хранении и частично с атмосферными осадками.

Пестициды почти не разлагаются в природных условиях. Они легко растворимы в жирах и поэтому накапливаются не только в водной среде, но и в органах рыб, млекопитающих, морских птиц. Токсичные вещества сильное влияние оказывают на наследственность организмов, влияют на кроветворную систему и подавляют ферментативную активность [19].

- Сухой остаток – это общее содержание твердых веществ растворенных в воде. Карбонаты, бикарбонаты, хлориды, сульфаты, нитраты, натрий, калий, кальций, магний являются основными ионами, определяющими сухой остаток. Этот показатель степени минерализации

воды, он так же влияет и на другие показатели качества питьевой воды, такие как привкус, жесткость, коррозирующие свойства и тенденция к накипеобразованию.

- Хлориды бывают минерального и органического происхождения. Присутствие хлоридов в природных водах обусловлено с растворением отложений солей, загрязнением, нанесением соли на дороги в зимний период с целью борьбы со льдом, сбросом стоков предприятиями промышленности. Любой из этих источников может быть загрязнителем поверхностных и подземных вод. Широкое распространение объясняется высокой растворимостью хлоридов.

Значение хлоридов:

- влияет на водносолевой обмен; повышается уровень хлоридов в крови, что приводит к снижению диуреза и перераспределению хлоридов в органах и тканях;

- вызывают нарушение перевариванию пищи, в результате угнетение желудочной секреции,

- обостряют гипертонические заболевания

- Сульфаты. Многие отрасли промышленности сбрасывают в водную среду со сточными водами соединения серы. Трехокись серы (SO_3) в сочетании с парами воды образуют серную кислоту, которая выпадает в виде кислотных осадков.

Значение сульфатов:

- Нарушаются процессы переваривания и всасывания пищи.

- показатель загрязнения поверхностных вод сточными водами предприятий и подземных вод, водами вышележащих водоносных горизонтов.

- Нитраты, нитриты. Нитриты – соли азотистой кислоты представляют собой продукты неполного окисления аммиака под влиянием микроорганизмов в процессе нитрификации. Наличие нитритов

свидетельствует о возможном загрязнении воды органическими веществами, однако нитриты указывают на известную давность загрязнения.

Нитраты – соли азотной кислоты, конечные продукты минерализации бактериями органических веществ. Если в воде есть нитраты, но нет аммиака и нитритов, то значит процесс минерализации, завершается. А одновременное появление в воде всех трех азотистых веществ свидетельствует о продолжающемся загрязнении воды. Однако нитраты могут иметь минеральное происхождение и попадать в воду самостоятельно. Так как нитраты используются в качестве удобрений (селитра), во взрывчатых веществах, в химическом производстве, а так же в качестве консервантов пищевых продуктов.

Но некоторые нитраты являются результатом бактериального синтеза, азотификсирующие бактерии в почве перерабатывают атмосферный, газообразный азот в растворимую форму.

Нитриты тоже используются в качестве консервантов пищевых продуктов, а некоторые нитраты и нитриты образуются при вымывании дождем окислов азота, которые являются результатом разряда молнии.

Значение нитратов, нитритов:

- показатели органического загрязнения воды
- за счет окисления нитритами гемоглобина развивается «водно-нитратной метгемоглобинемии»

- образуются нитрозамины, которые могут быть канцерогенами. Образование этих веществ происходит в организме, где кислотность относительно низкая [23].

- Значение рН (активная реакция). Болотистые воды содержат гуминовые вещества. Они являются кислыми. А в подземных водах присутствуют бикарбонаты. Они – щелочные [53].

- Окисляемость – это индикатор водоема на загрязнение сточными водами. Перманганатная окисляемость выявляет содержание

легкоокисляемой органики, бихроматная - общее содержание органических веществ в воде. По количественному отношению показателей можно предположить о природе органических веществ и о мерах, которые нужно предпринять для очистки воды.

- Для чистой воды показатель окисляемости меньше 5 мг-экв/л [54].

- ГЛАВА 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика озера Большой Еланчик.

Озеро Большой Еланчик впервые в 1736 году обозначено на «ланкарте» прапорщика Михаила Пестрикова, который находился на тот момент в Чебаркульской крепости. Но на ней озеро Кундравы находится восточнее Еланчика и между собой они связаны протоком.

Только в 1742 году на карте озера заняли свои места. Озеро «Иланчик» находится южнее Чебаркуля и соединено с ним протокой. Кундравы нарисованы южнее «Иланчика», и протоки между ними нет, а из Кундравов вытекает Увелька.

В 1826 году, при поисках графита, которые вел начальник Златоустовских заводов и талантливейший ученый-металлург, инженер, Павел Петрович Аносов, на восточном берегу озера появилось урочище «Карандашные ямы» [50].

Озеро Большой Еланчик отнесено к памятникам природы областного значения решением исполнительного комитета Челябинского областного Совета народных депутатов от 23 декабря 1985 года N 553 «О памятниках природы» [1]. Основной целью объявления озера Большой Еланчик памятником природы является сохранение природного комплекса озера, в том числе редких и охраняемых видов растений и животных в естественном состоянии [27].

С башкирского «еланчик» — змеиный, т.е. змеиное озеро. Название такое дано было либо за изогнутую форму озера, либо за большое количество змей, что водились в округе.

Озеро Большой Еланчик начинает голубую цепь озер: Большой Еланчик с отметкой над уровнем моря 363 м - озеро Чебаркуль (319 м) –

озеро Еловое (322 м) – Большой Кисегач (317 м) и Малый Кисегач (315 м) – Большое и Малое Миассово (271 м), затем вода уходит с реку Миасс.

С запада голубую цепь озер ограждают горы: Ильменский хребет на севере, к югу от него Чашковские горы, гора Круглая, гора Собака-Камень, гора Лиственная, а за горами, к западу от них, протекает река Миасс [51].

Озеро Большой Еланчик располагается на территории Чебаркульского района Миасского городского округа, в 9 километрах к юго-западу от г. Чебаркуль и в 8 километрах юго-восточнее г. Миасс. Охранная зона озера расположена на территориях Чебаркульского муниципального района и Миасского городского округа [27].

Озеро Большой Еланчик вытянуто на 4–5 километров с севера на юг и относится к котловинному типу с кварцевыми и слюдисто-кварцевыми песками. Средняя ширина составляет 1,4 километра, максимальная глубина – около 8,0 метров, средняя – 4,3 метра, площадь – 625,39 гектара. Общая протяженность границы водного объекта составляет 16,46 километра [26].

Озеро подковообразной формы, дно озера неровное, на двух-трехметровой глубине начинается ил. У озера два плёса — южный и северный. Во многих местах берега обрывистые. С запада, у впадения реки Грязнухи, берег низкий и заболоченный. Из озера вытекает на юго-востоке речка Кундуруша, которая впадает в озеро Чебаркуль.

На озере Большой Еланчик есть 2 острова – Кораблик, названный так за характерную форму и остров Любви. С западного берега есть один крупный полуостров – Копешки, ещё называемый мыс Копешка, который делит озеро почти на половину, за счет этого оно имеет подковообразную форму. Полуостров, сложен из прочных каменистых пород и имеет более возвышенный и обрывистый берег, в отличие от плесов, которые являются заболоченными [5].

Вода в озере чистая и слабо минерализованная, гидрокарбонатно-кальциевого типа [26].

С юго-восточной стороны берега озера застроены детскими лагерями и базами отдыха. А так же к ним прибавляются коттеджи. В летнее время озеро привлекает множество отдыхающих.

Северный берег озера Большой Еланчик находится в 300 метрах от трассы М5 [4].

Рельеф участка не отличается многообразием форм около озера Большой Еланчик и представляет собой с уклоном на север слабо всхолмленную равнину с абсолютными отметками 230–255 м. Гидрографическая сеть района относится к бассейну рек Миасс–Тобол.

Водный режим характеризуется низкой летней и зимней меженью, но высоким весенним половодьем, которое чаще всего проходит в первой половине апреля. В середины мая реки переходят на грунтовое питание и, как следствие, сильно мелеют и уровни воды резко понижаются. Химический состав речных вод гидрокарбонатный, с минерализацией 0,6–0,95 г/дм³. Минерализация их от паводков к межени меняется в незначительных пределах.

Климат. Климат района континентальный, сезоны года четко выражены, холодная зима, длящаяся около 5 месяцев, лето - умеренно теплое, затяжные осенние и весенние периоды.

Направление ветров зимой, главным образом, юго-западное, а в летний период – северо-западное и западное. Характерно усиление ветра в дневное время и снижение скорости до штиля в ночное время.

Среднегодовое количество осадков за последние 6 лет по данным ГМС г. Челябинска составляет около 400 мм, с учетом смачивания – 436 мм, в том числе в холодное время выпадает около 150 мм, в теплый период – около 280 мм

Таблица 2

Климатические характеристики

п/п	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1.	Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С												
	-15,8	-14,3	-7,4	3,9	11,9	16,8	18,4	16,2	10,7	2,4	-6,2	-12,9	2,0
2.	Средняя максимальная температура воздуха, °С												
	-10,8	-8,9	-2,2	9,6	18,4	22,9	24,1	21,8	16,4	6,5	-2,6	-8,7	7,2
3.	Средняя минимальная температура воздуха, °С												
	-20,6	-19,4	-12,5	-0,9	6,0	11,1	13,4	11,2	6,0	-1,1	-9,9	-17,2	-2,8
4.	Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)												
	2,7	2,8	2,9	3,2	3,5	3,3	2,8	2,7	2,9	3,5	3,3	2,6	3,0
5.	Относительная влажность воздуха среднемесячная (%)												
	78	75	75	66	56	61	69	71	71	74	78	79	71
6.	Количество дней с относительной влажностью менее 30%												
	0,1	0,2	0,3	5	13	6	2	2	3	1	0,3	0,2	33
7.	Месячное и годовое количество осадков (мм, с учетом смачивания)												
	19	16	18	23	39	58	82	60	36	37	26	25	439

8.	В том числе: твердые – Т, жидкие – Ж, смешанные - С												
Ж	-	-	-	7	30	57	82	60	32	14	2	-	284
Т	18	15	15	6	1	-	-	-	-	8	17	25	105
С	1	1	3	10	8	1	-	-	4	15	7	-	50
9.	Среднее суточное количество осадков (мм)												
	1,5	1,6	1,9	3,0	3,6	4,6	5,9	4,8	3,2	2,9	2,2	1,9	3,1

Даты появления первого снега обычно близки к осенней дате перехода температуры воздуха через 0°C. Устойчивый снежный покров устанавливается в среднем 12 ноября, среднее количество дней со снегом 172. Наибольшей высоты снежный покров достигает в марте, перед началом таяния. Запасы воды в снеге составляют 150 мм в горной заселенной части территории и почти в 2 раза меньше на открытых, пониженных участках. Сходит снежный покров в конце апреля – начале мая [44]

Ветровой режим на территории области зависит от особенностей размещения основных центров действия атмосферы и изменяется под влиянием орографии. В январе-мае, в основном, преобладают ветры южного и юго-западного направления со средней скоростью – м/с. При метелях максимальная скорость увеличивается до 16-28 м/с. В июне-августе ветер дует с запада и северо-запада, средняя скорость не увеличивается, но при грозах наблюдается кратковременное шквалистое усиление ветра до 16-25 м/с. В сентябре-декабре преобладают ветры южного и юго-западного направления, средняя скорость ветра составляет 3 м/с, максимальная – 18-28 м/с. Среднемесячное значение атмосферного давления в течение года колеблется от 737-745 мм.рт.ст. Самое низкое давление, зарегистрированное на территории области, составило 651 мм.рт.ст. (январь 1981 г.), а самое высокое – 773 мм.рт.ст. (ноябрь 1987 г.).

Почвы и растительность. Почвы Челябинской области расположены зонально. Челябинская область располагается в пределах четырех природных зон: горно-таёжной, лесной, лесостепной и степной.

В лесной зоне распространены темно-серые лесные оподзоленные, серые лесные оподзоленные и светло-серые лесные оподзоленные почвы.

В лесостепной зоне преобладают светло-серые лесные оподзоленные почвы и выщелоченные чернозёмы. На севере и востоке основное место занимают оподзоленные чернозёмы, солонцы, солончаки и солончаковые

чернозёмы. Между Верхнеуральском и Чебаркулем расположены тучные чернозёмы с высоким содержанием гумуса.

Растительность в Челябинской области делится на три зоны:

- Растительность горно-лесной зоны, включает западные и северо-западные районы области, в которые входят подзоны: смешанных хвойно-широколиственных лесов, подгольцевые луга и редколесья, гольцы.

- Растительность лесостепной зоны, включает центральную и северо-восточную, восточную часть области (от реки Уй на север), с преобладанием лесов из берёзы и осины.

- Растительность степной зоны (южнее реки Уй), включает разнотравно-ковыльные луговые степи, кустарниковую растительность по балкам низинам, каменистые степи и островные боры

В Челябинской области встречаются почти все типы растительности, которые распространены в умеренной и арктической зонах России. Южный Урал является местом контакта трех ботанико-географических областей: Европейской, Сибирской и Туранской (Среднеазиатской).

На территории Челябинской области представлен животный мир трех природных зон: горнолесной (фауна горной тайги, широколиственных и смешанных лесов), лесостепной и степной (фауна степи и долин больших рек). Всего в Челябинской области обитает более 60 видов млекопитающих, около 300 видов птиц, около 20 видов пресмыкающихся, около 20 видов земноводных и почти 60 видов рыб.

Экономика и инфраструктура района

Экономика района базируется на сельскохозяйственном производстве с общим животноводческим, птицеводческим и зерновым уклоном. Основными путями сообщения внутри района работ являются грунтовые дороги, местами с гравийным покрытием, пригодные для автотранспорта. Основным населенным пунктом является город Чебаркуль. Население составляет 40612 человек [5].

Город Чебаркуль располагается на Южном Урале, на восточном склоне Ильменского хребта, на берегу одноименного озера. Название города и озера происходят с тюркского языка и означают «красивое, пёстрое озеро».

Город находится на историческом направлении Транссиба, в черте города имеются железнодорожные станции: Чебаркуль, Мисяш, Кисегач и платформа Каширинский.

Основным производством города Чебаркуль является бывший металлургический завод: производство литья, сварочных конструкций для машиностроения и авиации ОАО «Уральская кузница», который теперь входит в группу «Мечел». Предприятие выпускает 77% промышленной продукции от всего объема в городе Чебаркуле. Так же промышленность представлена Чебаркульским крановым заводом», Чебаркульским заводом «Союзтеплострой» (ЗАО «ЧЗС»), шлакоблочным заводом (ООО «Уралстройиндустрия»), Чебаркульской швейной фабрикой (ОАО «Пеплос»), ООО «Чебаркульским фанерно-плитным комбинатом», Чебаркульским лесным хозяйством, ООО «Чебаркульским рыбозаводом», ООО «Чебаркульская птица».

Объектами сельскохозяйственного назначения в с. Сарафаново являются СПК «Сарафаново», СПК «Боровое» [44].

2.2 Методики исследования содержания тяжелых металлов в почве и воде.

1. ГОСТ Р 53123-2008 (ИСО 10381-5:2005) Качество почвы. Отбор проб.

Настоящий стандарт устанавливает рекомендации, касающиеся методики исследования городских и промышленных зон, где подтверждено или предполагается загрязнение почвы. Настоящий стандарт применяется:

- в случае, если необходимо установить уровень загрязнения участка или его экологическое качество для иных целей;

- на участках, где загрязнение почвы не ожидается, но необходимо определить качество почвы (например, чтобы удостовериться в отсутствии загрязнения);

- для оценки загрязнения почвы на любых участках, где необходимо оценить степень и масштаб загрязнения [17].

2. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. Настоящий стандарт распространяется на любые типы вод и устанавливает общие требования к отбору, транспортированию и подготовке к хранению проб воды, предназначенных для определения показателей ее состава и свойств [12].

3. РД 52.18.286-91 Методика выполнения измерений массовой доли водорастворимых форм металлов (меди, цинка, никеля, хрома) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом.

Пробы почвы обрабатываются при комнатной температуре бидистиллированной водой, в полученном растворе атомно-абсорбционным анализом определяются водорастворимые соединения металлов.

Метод атомно-абсорбционного анализа основан, на свойстве атомов металлов поглощать в основном состоянии свет определенных длин волн, который они испускают в возбужденном состоянии. Необходимую для поглощения резонансную линию чаще всего получают от лампы с полым катодом, изготовленным из определяемого элемента [47].

4. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. Настоящий документ устанавливает методику количественного химического анализа проб вод для определения величины рН в диапазоне от 1 до 14 потенциометрическим методом. Метод определения величины рН проб воды основан на измерении ЭДС электродной системы, состоящей из стеклянного электрода, потенциал которого определяется активностью водородных ионов, и вспомогательного электрода сравнения с известным потенциалом [38].

5. ПНД Ф 14.1:2:4.154-99 Методика измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом.

Метод основан на окислении органических и неорганических веществ, присутствующих в исследуемой воде, известным количеством перманганата калия в сернокислой среде при кипячении в течение 10 минут. Перманганат калия, не вошедший в реакцию восстанавливают щавелевой кислотой. Избыток щавелевой кислоты оттитровывают раствором перманганата калия [40].

6. ПНД Ф 14.1:2.1-95 методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом несслера. Фотометрический метод определения массовой концентрации ионов аммония основан на взаимодействии NH^{+4} -ионов с тетраиодомеркуратом калия в щелочной среде $\text{K}_2\text{HgI}_4 + \text{KOH}$ (реактив Несслера) с образованием коричневой, нерастворимой в воде соли основания Миллона $[\text{Hg}^{2}\text{N}] \cdot \text{H}_2\text{O}$, переходящей в коллоидную форму при малых содержаниях NH^{+4} -ионов. Светопоглощение раствора измеряют при $\lambda = 425$ нм в кюветах с длиной поглощающего слоя 1 или 5 см. Интенсивность окраски прямо пропорциональна концентрации NH^{+4} -ионов в растворе пробы. [33]

7. ГОСТ 33045-2014. Методы определения азотсодержащих веществ Метод основан на способности аммиака и ионов аммония взаимодействовать с реактивом Несслера с образованием окрашенного в желто-коричневый цвет соединения с последующим фотометрическим определением и расчетом массовой концентрации определяемых компонентов в исследуемой воде [13].

8. ПНД Ф 14.1:2:3.98-97. Методика измерений общей жесткости в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом.

Метод измерений жесткости основан на титровании пробы воды раствором динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон

Б) в присутствии индикатора эриохрома черного Т (хромогена черного), в результате чего при рН около 10 образуются комплексные соединения трилона Б с ионами кальция и магния. Поскольку комплекс кальция более прочен, чем магния, при титровании пробы трилон Б взаимодействует с ионами кальция, а затем с ионами магния, вытесняя индикатор, комплекс которого с ионами магния окрашен в вишнево-красный цвет, а в свободной форме имеет голубую окраску [37].

9. ПНД Ф 14.1:2:4.50-96. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. Фотометрический метод определения массовой концентрации общего железа основан на образовании сульфосалициловой кислотой или ее натриевой солью с солями железа окрашенных комплексных соединений, причем в слабокислой среде сульфосалициловая кислота реагирует только с солями железа (III) (красное окрашивание), а в слабощелочной среде - с солями железа (II) и железа (III) (желтое окрашивание) [43].

Оптическую плотность окрашенного комплекса для железа общего измеряют при длине волны $\lambda = 425$ нм, для железа (III) - при длине волны $\lambda = 500$ нм [51].

10. ПНД Ф 14.1:2:3.96-97. Методика измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и сточных вод аргентометрическим методом. Титриметрический метод определения массовой концентрации хлоридов основан на образовании труднорастворимого осадка хлорида серебра при прибавлении раствора нитрата серебра к анализируемой воде. После полного осаждения хлоридов избыток ионов серебра реагирует с индикатором - хроматом калия - с образованием красновато-оранжевого осадка хромата серебра. Титрование проводят в нейтральной или слабощелочной среде (рН 6-9), поскольку в кислой среде не образуется хромат серебра, а в сильнощелочной возможно образование оксида серебра Ag_2O [36].

11. ПНДФ14.1:2.159-2000. Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат-ионов в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом. Метод измерения массовой концентрации сульфат-иона основан на образовании стабилизированной суспензии сульфата бария в солянокислой среде с последующим измерением светорассеяния в направлении падающего луча (в единицах оптической плотности) [31].

12. РД 118.02.8-88. Выполнения измерений содержания сухого остатка (растворенных веществ) в сточных водах. Метод измерения количества сухого остатка (растворенных веществ) основан на выпаривании досуха 5 - 1000 куб. см профильтрованной пробы воды, высушивании остатка в течение 3-х часов при температуре 105 °С и взвешивании его на аналитических весах. Масса сухого остатка должна находиться в пределах 50 - 500 мг.

Продолжительность анализа одной пробы - 6 час [45].

13. ПНД Ф 14.1:2.114-97. Методика выполнения измерений массовой концентрации сухого остатка в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом. Гравиметрический метод определения массовой концентрации сухого остатка основан на взвешивании высушенного при температуре $105 \pm 2^\circ\text{C}$ остатка, полученного при выпаривании аликвотной части отфильтрованной пробы исследуемой воды [30].

14. ПНД Ф 14.1:2.4.261-10. Методика измерений массовой концентрации сухого и прокаленного остатка в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом. Гравиметрический метод определения сухого остатка основан на выпаривании аликвотной части профильтрованной анализируемой пробы воды, высушивании полученного остатка при температуре $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ и его взвешивании.

Гравиметрический метод определения прокаленного остатка основан на выпаривании аликвотной части профильтрованной анализируемой пробы воды, прокаливании полученного остатка при температуре $(600 \pm 20)^\circ\text{C}$ и его взвешивании [42].

15. ГОСТ Р 52962-2008 Методы определения содержания хрома (VI) и общего хрома Метод определения хрома (VI) основан на измерении светопоглощения в диапазоне длин волн от 540 до 550 нм окрашенного (красно-фиолетового) комплексного соединения, образующегося в результате реакции 1,5-дифенилкарбазида с бихромат-ионами пробы анализируемой воды в кислой среде и определении хрома (VI) по значению оптической плотности раствора.

Для определения общего хрома соединения хрома предварительно переводят в хром (VI) путем окисления надсернистым аммонием, после чего определяют содержание хрома (VI) в обработанной пробе с 1,5-дифенилкарбазидом.

Содержание хрома (III) определяют как разность между содержанием общего хрома и хрома (VI) [16].

16. ГОСТ 31956-2012 Методы определения содержания хрома (VI) и общего хрома Метод определения хрома (VI) основан на измерении светопоглощения в диапазоне длин волн от 540 до 550 нм окрашенного (красно-фиолетового) комплексного соединения, образующегося в результате реакции 1,5-дифенилкарбазида с бихромат-ионами пробы анализируемой воды в кислой среде и определении хрома (VI) по значению оптической плотности раствора.

Для определения общего хрома соединения хрома предварительно переводят в хром (VI) путем окисления надсернистым аммонием, после чего определяют содержание хрома (VI) в обработанной пробе с 1,5-дифенилкарбазидом.

Содержание хрома (III) определяют как разность между содержанием общего хрома и хрома (VI) [9]

17. ПНД Ф 14.1:2:4.139-98. Методика измерений массовых концентраций кобальта, никеля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра, кадмия и свинца в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Метод основан на

измерении резонансного поглощения света свободными атомами определяемого металла при прохождении света через атомный пар исследуемого образца, образующийся в пламени [39].

18. ПНД Ф 14.1:2:4.214-06. Методика измерений массовых концентраций железа, кадмия, кобальта, марганца, никеля, меди, цинка, хрома и свинца в питьевых, поверхностных и сточных водах методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии. Метод основан на измерении интенсивности атомных спектров поглощения анализируемых веществ в парах пробы, получаемых в пламени атомизатора спектрофотометра.

Примечание. Метод избирателен, но если атомно-абсорбционный спектрофотометр не снабжен устройством для коррекции неселективного поглощения, фон следует скорректировать в соответствии с рекомендациями, изложенными в Руководстве по эксплуатации прибора [41].

19. ПНД Ф 14.1:2.179-02. Методика выполнения измерений массовой концентрации фторид-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с лантан (церий) ализаринкомплексом. Фотометрический метод определения массовой концентрации фторид-ионов основан на взаимодействии их с лантан (или церием)-ализаринкомплексом. При этом образуется тройной комплекс - сиренево-синее соединение, интенсивность окраски которого измеряется при длине волны 610 - 620 нм [32].

20. РД 52.24.496-2005. Руководящий документ температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Температура воды измеряется с помощью ртутного термометра.

Определение запаха основано на органолептической (обоняние) оценке вида и интенсивности запаха при температуре 20°C и 60 °С.

Определение прозрачности основано на измерении высоты столба воды, сквозь который можно наблюдать белый диск определенных размеров, опускаемый непосредственно в водный объект, или же различать на белой бумаге стандартный шрифт [47].

21. ПНД Ф 14.1:2.3-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом грисса. Определение основано на способности нитритов диазотировать сульфаниловую кислоту и на образовании красно-фиолетового красителя диазосоединения с α -нафтиламином. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации нитритов. Протекание реакции в значительной степени зависит от pH среды. Молярный коэффициент поглощения $\epsilon = 3,3 \cdot 10^4$ [34].

22. ПНД Ф 14.1:2.4-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой. Фотометрический метод определения массовой концентрации нитрат-иона основан на взаимодействии нитрат-ионов с салициловой кислотой с образованием желтого комплексного соединения [35].

23. ГОСТ 33045-2014 Методы определения азотсодержащих веществ

Настоящий метод основан на способности аммиака и ионов аммония взаимодействовать с реактивом Несслера с образованием окрашенного в желто-коричневый цвет соединения с последующим фотометрическим определением и расчетом массовой концентрации определяемых компонентов в пробе исследуемой воды.

Мешающие влияния

Мешающее влияние остаточного активного хлора устраняют добавлением эквивалентного количества серноватистокислого натрия; жесткости - добавлением раствора виннокислого калия-натрия и большого количества железа; цветности и мутности - осветлением гидроокисью алюминия, сульфатом алюминия, сульфатом цинка или сульфатом меди с последующей фильтрацией осветленных растворов [13].

24. ГОСТ Р 51209-98 Метод определения содержания хлорорганических пестицидов газожидкостной хроматографией
Настоящий стандарт устанавливает метод определения массовой

концентрации хлорорганических пестицидов (альфа-, бета- и гамма-изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гептахлора, 4,4'-дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ), 4,4'-дихлордифенилдихлорэтилена (ДДЭ), 4,4'-дихлордифенилдихлорэтана (ДДД), альдрина, гексахлорбензола) газожидкостной хроматографией с использованием газового хроматографа с детектором электронного захвата в питьевой воде и воде централизованных систем питьевого водоснабжения в диапазоне массовой концентрации от 0,1 до 6,0 мкг/дм³ (для гептахлора от 0,02 до 1,2 мкг/дм³) [15].

Метод основан на экстракции хлорорганических пестицидов из пробы воды *n*-гексана, очистке экстракта, хроматографическом разделении на капиллярной колонке или набивной колонке, с фиксированием последовательно выходящих компонентов детектором электронного захвата с идентификацией компонентов по времени удержания и расчетом массовой концентрации пестицидов.

25. ГОСТ 31858-2012. Метод определения содержания хлорорганических пестицидов газожидкостной хроматографией. Метод основан на экстракции хлорорганических пестицидов из пробы воды *n*-гексаном, очистке экстракта, хроматографическом разделении на капиллярной или набивной колонке, с фиксированием последовательно выходящих компонентов детектором электронного захвата с идентификацией компонентов по времени удержания пиков на хроматограммах пробы и градуировочного раствора и последующим расчетом их массовой концентрации с использованием градуировочной характеристики [11].

Нормативно-технические документы, регламентирующие исследования и их оценку:

СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод [51].

ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [7].

СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы [50].

ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве [8].

Средства измерений и аппаратура:

- Атомно-абсорбционный спектрометр «Квант-2А»
- Хроматограф «Кристалл 2000М»
- Фотометр КФК-3
- Колориметр КФК-2,
- Весы лабораторные AV 264С
- Преобразователь рН-метрический «СТАТУС»

ГЛАВА 3 ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПРИБРЕЖНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ОЗЕРА БОЛЬШОЙ ЕЛАНЧИК

3.1. Оценка уровня загрязнения почв береговой и прибрежной зон озера Большой Еланчик.

Исследование проводилось в течение 10 лет, пробы брались из 2 точек 4 раза в год. В 2016 – 2017 годах отбор проб почвы и ее исследования проведены автором. Данные 2007 – 2015 годов предоставлены ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту». На рисунке 1 представлена карта озера Большой Еланчик с точками отбора проб почвы.

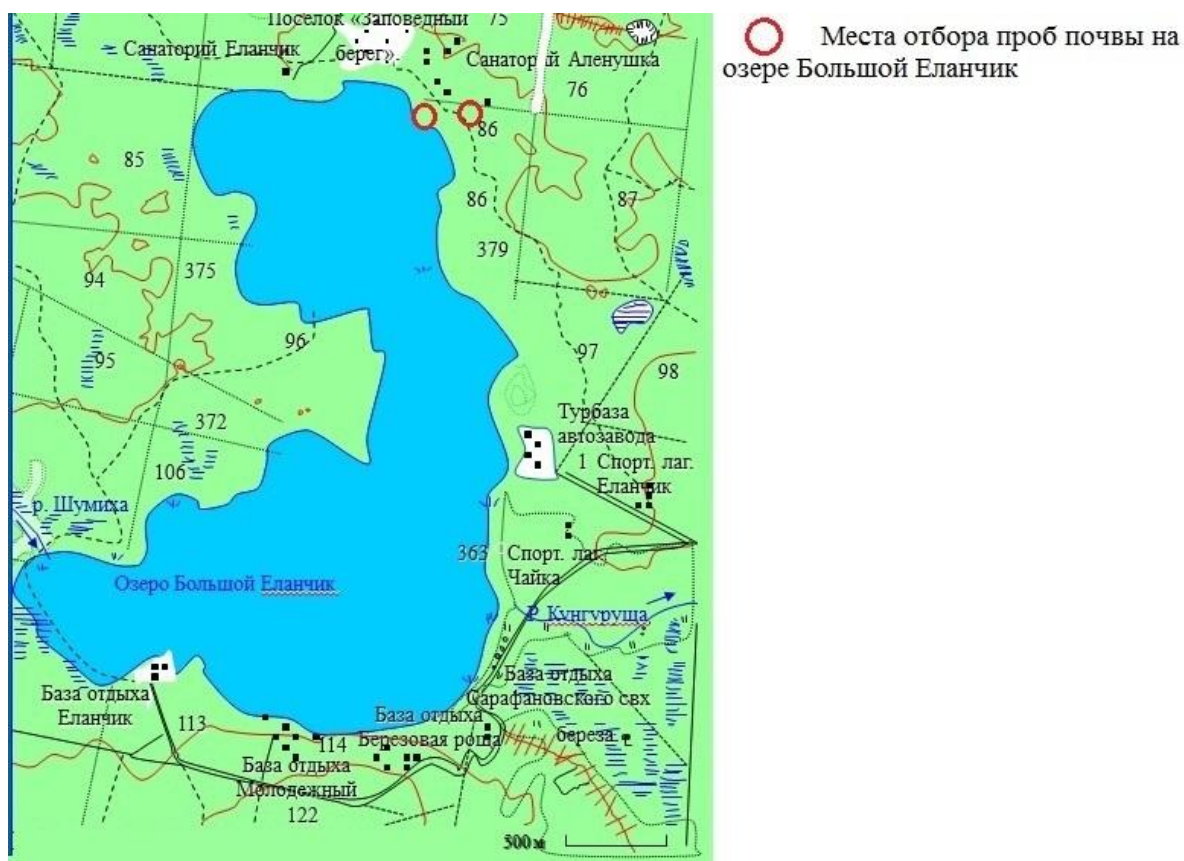


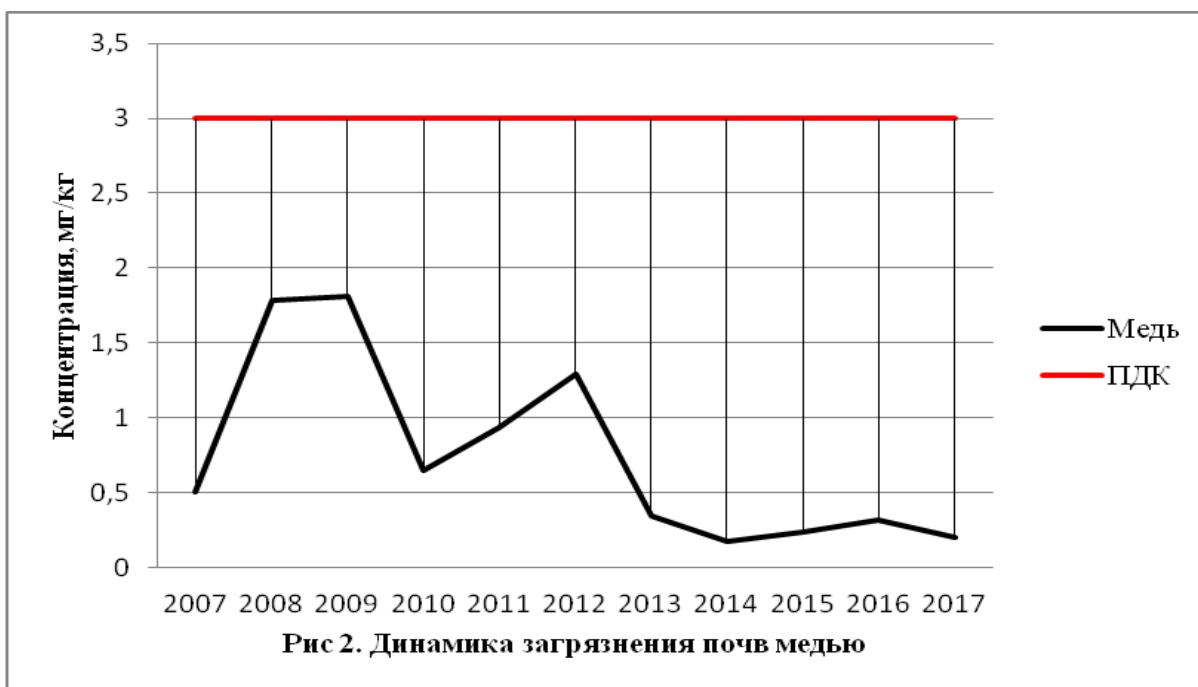
Рис. 1. Карта мест отбора почв на озере Большой Еланчик.

Показатели загрязнения почв береговой и прибрежной зон тяжелыми металлами представлены в таблице 2. (Приложение).

В анализируемой почве прибрежной зоны озера Большой Еланчик за 10 лет не было выявлено превышение ПДК по содержанию тяжелых металлов. Но в 2009 году среднее содержание в почве меди, цинка и хрома имеет самое большое значение с 2007 по 2017 год, хотя среднее значение по никелю не превышает 25% от предельно допустимой концентрации. Зато максимальное содержание никеля в этот год составляет 3,78 мг/кг - это около 95% от ПДК, а максимальное содержание цинка 22,8. Данное значение находится прямо на предельной границе допустимой концентрации.

Динамика показателей загрязнения почв представлена на рисунках 2, 3, 4, 5.

На рисунке 2 изображена динамика загрязнения почвы медью. График представляет собой полином с уравнением $y = -0,0096x^2 - 0,0088x + 1,2447$; $R^2 = 0,4634$. На графике в 2008-2009 году концентрация меди имеет пик, который составляет более половины ПДК. Но с 2012 года появляется тенденция к снижению, и последние 5 лет эти показатели не превышают 25% от ПДК.



Динамика загрязнения никелем представлена на рисунке 3. График является экспоненциальной функцией с уравнением $y = 0,9702e^{-0,08x}$; $R^2 =$

0,2121. В 2013 году наблюдается резкий скачок повышения концентрации в почве никеля, но в 2014 году концентрация уменьшается до значений предыдущих лет, которые наблюдаются и на данный момент.



Динамика загрязнения хромом представлена на рисунке 4 первыми четырьмя годами исследования. График полиномиальной функции с уравнением $y = 0,625x^2 + 3,2535x - 2,8121$; $R^2 = 0,6749$. В 2009 году на графике наблюдается пик, который стремится к полнейшему угасанию.



Рисунок 5 представляет собой динамику загрязнения почвы цинком. Он представляет собой степенную функцию $y = 0,1427x^{1,5412}$; $R^2 = 0,2083$. Концентрация цинка с 2007 по 2017 год постоянно колеблется. То растет и его пик приходится на 2009 год, то его значение стремится к 0. На данный момент наблюдается тенденция к увеличению в почве подвижной формы цинка.



Проанализирована динамика концентраций тяжелых металлов в береговой и прибрежной зонах озера Большой Еланчик. За 10 лет исследований превышения ПДК не наблюдается, но в некоторые года максимальная концентрация никеля и цинка приближается к критическому уровню.

На 2017 год концентрация цинка и никеля по сравнению с 2016 имеет тенденцию к росту, а концентрация меди снижается, но превышений ПДК по всем показателям не выявлено.

3.2. Оценка уровня загрязнения поверхностных вод озера Большой Еланчик.

Мониторинг уровня загрязнения воды проводился в течение 11 лет. Пробы отбирались из 2 точек 4 раза в год. В 2016 – 2017 годах отбор проб воды и ее исследования проведены автором. Данные 2006 – 2015 годов предоставлены ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту». Карта мест отбора проб представлена на рисунке 6. Анализы проб воды проводились согласно нормативным документам.

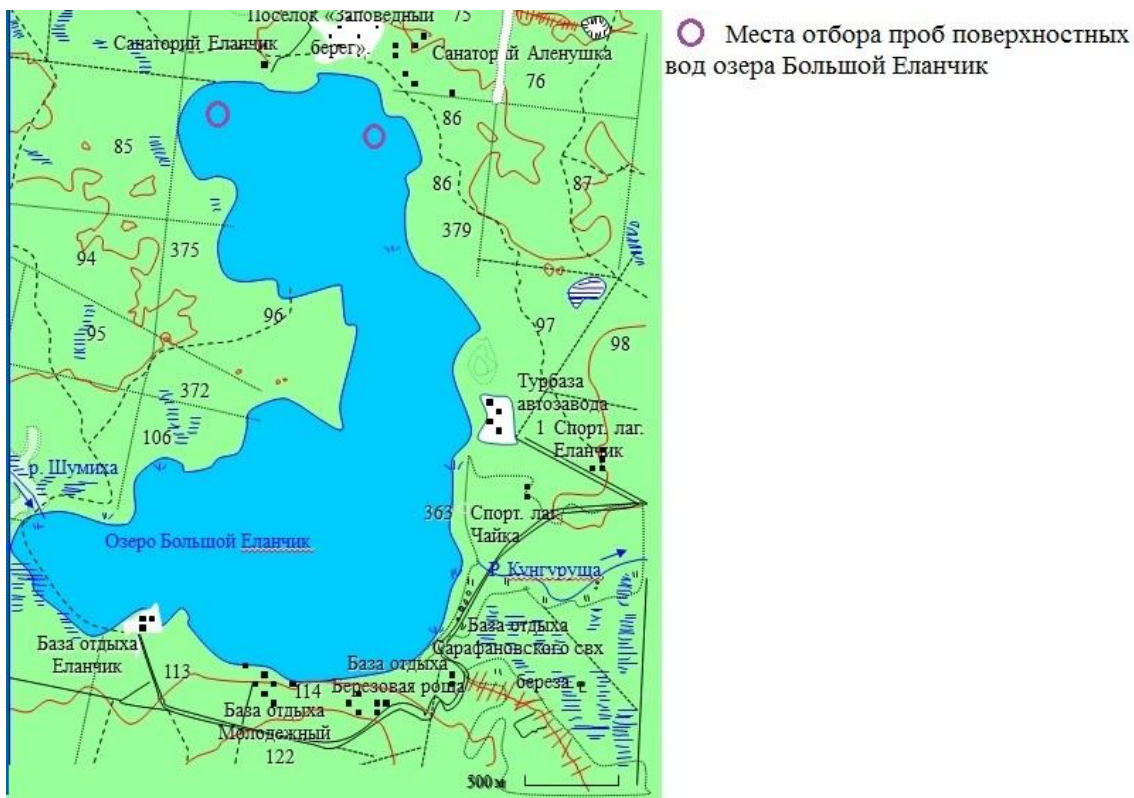


Рис 6. Карта мест отбора проб поверхностных вод озера Большой Еланчик

Показатели загрязнения поверхностных вод озера Большой Еланчик представлены в таблице 3 (приложение). В анализируемой воде за 11 лет проведения исследования выявлены превышения ПДК: рН более 8,5 единиц. Озеро, в котором рН более 7,0, характеризуется богатым содержанием солей и органических веществ [6]. Природный объект является эвтрофным, такие озера отличаются большим содержанием биогенных элементов и органических веществ, активным развитием фитопланктона и макрофитов. Однако среди эвтрофных озер многие являются совсем безрыбными, что

связано либо с высокой минерализацией воды, либо с неблагоприятным кислородным режимом, вызывающим заморы рыбы в зимний сезон[2].

В исследуемом объекте в 2007 и 2014 году железо составляет половину ПДК, но в течение последних 2-х лет и на данный момент этот показатель менее предела обнаружения методикой.

На рисунке 7 представлена динамика загрязнения природных вод железом. График представлен логарифмической функцией с уравнением $y = -0,025 \ln(x) + 0,0869$ $R^2 = 0,0946$. График концентрации железа имеет несколько пиков в 2007, 2011 и 2014 годах. Пики концентраций сменяются полным затуханием.



Динамика загрязнения вод медью представлена на рисунке 8. Этот график полиномиальной функции $y = 0,0009x^2 - 0,0148x + 0,0652$ $R^2 = 0,5084$. С 2006 года значения графика колеблются по 2010. Далее концентрации стремятся к нулю до 2016 года. Но последние 2 года диаграмма начинает расти.

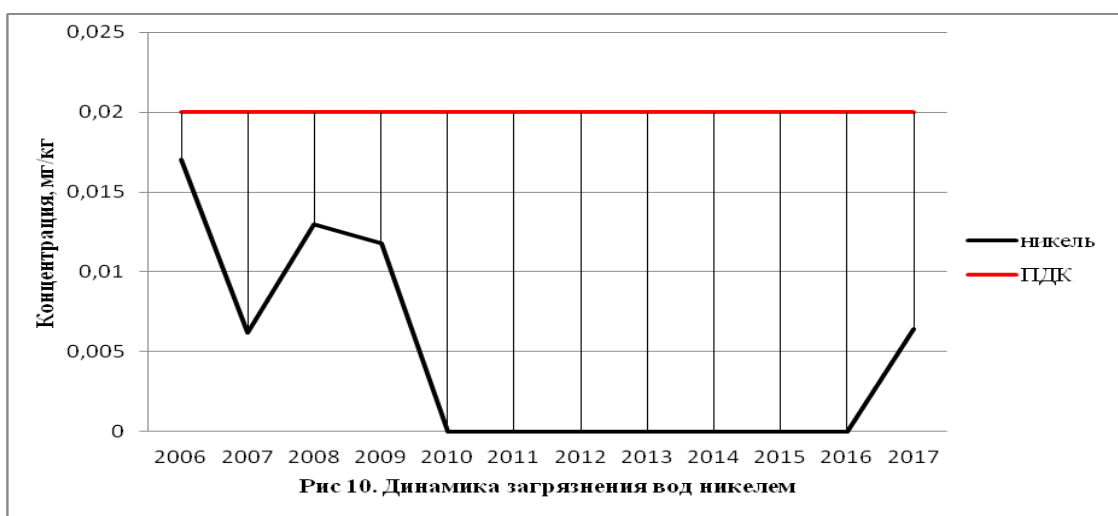


Рисунок 9 – это динамика загрязнения вод хромом, которая представлена полиномиальной функцией с уравнением $y=0,0004x^2-0,0069x+0,0262$ $R^2 = 0,778$. Первые 3 года концентрация тяжелого металла постепенно снижается со значения половины ПДК до полнейшего угосания. На 2017 год хром в поверхностных водах озера Большой Еланчик вне предела обнаружения.



График загрязнения поверхностных вод никелем на рисунке 10 представлен полиномиальной функцией с уравнением $y=0,0003x^2-0,0052x+0,0213$ $R^2 = 0,7262$. Концентрация никеля самое высокое значение имеет в 2006 году

85% от ПДК, до 2010 года происходит то резкое снижение, то она начинает возрастать, то полностью угасает. На данное время график имеет тенденцию к росту.



Полиномная функция $y=0,0001x^2-0,0013x+0,0044$ $R^2 = 0,1257$ динамики загрязнения вод свинцом изображена на рисунке 11. График концентрации свинца имеет 2 пика, в 2007 и 2016 годах, которые приближаются к значению ПДК. В остальные года концентрация свинца в воде озера менее предела обнаружения.



Динамика загрязнения поверхностных вод марганцем представлена на рисунке 12 полиномом с уравнением $y=0,0003x^2+0,0012x+0,021$ $R^2 = 0,4021$.

Наибольшую концентрацию марганец имеет в 2009 году 0,039 мг/кг. Показатели загрязнения марганцем колеблются на протяжении 11 лет, График имеет тенденцию, то к снижению, то к возрастанию, а то вообще затухает. На 2017 год концентрация возрастает.



На рисунке 12 динамика загрязнения вод кобальтом. Логарифмическая функция с уравнения $y=0,007\ln(x)+0,0208$ $R^2 = 0,0577$. График концентрации с 3 затухающими пиками. Самый большой пик приходится на 2010 год более половины ПДК. На настоящее время график угас.



На 13 рисунке график загрязнения вод цинком, он представляет собой полиномиальную функцию с уравнением $y=0,0016x^2-0,0243x+0,0853$ $R^2 = 0,4554$. Основная часть графика располагается ниже оси абсцисс.



Динамика загрязнения кадмием представлена рисунком 14. Он представляет полиномиальную функцию с уравнением $y=6E-06x^2-5E-05x+7E-05$ $R^2=0,2112$. График концентрации кадмия имеет один пик в 2016 году 0,001 мг/кг равный ПДК. Но остальные года невозможно описать, так как предел обнаружения кадмия прибором Квант 2А менее чем 0,001 мг/кг.



Также в воде озера Большой Еланчик проводился анализ нитратов, нитритов, свинца, кадмия, пестицидов: γ -ГХЦГ и ДДТ (сумма изомеров), но их присутствие либо минимально, либо не входит в предел обнаружения методикой.

Таким образом, в настоящее время в озере Большой Еланчик по подавляющему большинству исследованных показателей не наблюдается превышения ПДК, и поверхностные воды озера характеризуется минимальным уровнем загрязнения.

ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ИССЛЕДУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ НА УРОКАХ В ШКОЛЕ

«Методика работы по кейс-технологии на уроках биологии
в условиях введения ФГОС ООО».

Цель: использование метода кейс-технологии в педагогической практике учителя биологии в условиях введения ФГОС ООО.

Задачи:

1. Освоить методические основы кейс – технологии.
2. Отработать алгоритм применения кейс-технологии;
3. Сформировать умения использовать полученные навыки для решения актуальных педагогических проблем.

В свете модернизации образования в РФ принципиально изменяется позиция учителя. Он перестает быть вместе с учеником носителем «объективного знания», которое он пытается передать ученику. Его главной задачей становится мотивировать учащихся на проявление инициативы и самостоятельности. Он должен организовать самостоятельную деятельность учащихся, в которой каждый мог бы реализовать свои способности и интересы.

Фактически учитель создает условия, «развивающую среду», в которой становится возможной выработка каждым учащимся на уровне развития его интеллектуальных и прочих способностей определенных компетенций, в процессе реализации им своих интересов и желаний, приложенных усилий, взятия на себя ответственности и осуществления действий в направлении поставленных целей.

В организации такого рода деятельности одной из перспективных технологий обучения становится так называемая кейс-технология (case-study). Эта технология представляет собой синтез проблемного обучения, информационно-коммуникативных технологий, метода проектов.

Внедрение кейс-технологии показало высокую эффективность при работе с учащимися, повысило их заинтересованность в изучении биологии, повышению успеваемости по предмету, развитию аналитических способностей и, наконец, самое главное: осознание необходимости изучения такой науки как биология в плане неотъемлемой части познания мира, окружающей действительности и практического применения.

Кейс-технология, как технология обучения.

Кейс-технология – современная образовательная технология, в основе которой лежит анализ какой-то проблемной ситуации. Она объединяет в себе одновременно и ролевые игры, и метод проектов, и ситуативный анализ.

Кейс-технология – это не повторение за учителем, не пересказ параграфа или статьи, не ответ на вопрос преподавателя, это анализ конкретной ситуации, который заставляет поднять пласт полученных знаний и применить их на практике.

Данная технология помогает повысить интерес учащихся к изучаемому предмету, развивает у школьников такие качества, как социальная активность, коммуникабельность, умение слушать и грамотно излагать свои мысли.

Цели, реализуемые в кейс-технологии:

1. интеллектуальное развитие обучаемых;
2. осознание многозначности профессиональных проблем и жизненных ситуаций;
3. развитие коммуникативных навыков;
4. приобретение опыта поиска и выработке альтернативных решений.

Данный метод способствует развитию умений:

1. анализа ситуации;
2. выбора оптимального пути решения;

3. оценивания альтернативного решения заданий.

Задачей этого метода является максимальное вовлечение каждого ученика в самостоятельную работу по решению поставленной проблемы или задачи.

Кейс-технологии – инструмент, позволяющий применить теоретические знания к решению практических задач. Данная технология способствует развитию у обучаемых самостоятельного мышления, умения выслушивать и учитывать альтернативную точку зрения, аргументировано высказать свою. С помощью этого метода ученики имеют возможность проявить и усовершенствовать аналитические и оценочные навыки, научиться работать в команде, находить наиболее рациональное решение поставленной проблемы.

Будучи интерактивным методом обучения, метод кейс-технологии завоевывает позитивное отношение со стороны учащихся, обеспечивая освоение теоретических положений и овладение практическим использованием материала; способствует их взрослению, формирует интерес и позитивную мотивацию по отношению к учебе. Одновременно данный метод выступает и как образ мышления преподавателя, его особая парадигма, позволяющая по-иному думать и действовать, обновлять свой творческий потенциал.

При использовании данной технологии обучения, как показывает практика, преодолевается классический дефект традиционного обучения, связанный с «сухостью», не эмоциональностью изложения материала.

Методическая разработка

Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах.

На выполнение задания вам отводится ровно 20 минут. Для этого, в группе необходимо разделить обязанности. Отчет о проделанной работе вы предоставляете в устном виде, соединив результаты.

1. Прочитайте текст 1 (приложение) и ответьте на вопросы:
 1. Какие металлы называются тяжелыми?
 2. Как тяжелые металлы поступают в почву?
 3. Какая причина попадания в живой организм тяжелых металлов
2. Проанализируйте динамику загрязнения почв никелем (рис. 3) ответьте на вопросы
 1. Какой год концентрация никеля в почве была максимальной?
 2. В какой год концентрация никеля была минимальная?
 3. Какова ситуация на 2017 год?
3. Проанализируйте таблицу 1 и ответьте на вопросы:
 1. Какой источник загрязнения имеет самое большое количество, выбрасываемых тяжелых металлов?
 2. Какой источник загрязнения выбрасывает селен?
 3. Какие источники загрязняют кадмием?

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения работы были изучены методические материалы по проведению и химическим анализам почвы и воды.

В 2016 и 2017 году произведен отбор проб на озере Большой Еланчик и проведены химические исследования на базе Южно-Уральского дорожного филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту», г. Челябинск.

Разработана сводная таблица данных загрязнения почв береговой и прибрежной зоны и поверхностных вод озера Большой Еланчик на основании архивных протоколов Южно-Уральского дорожного филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту», г. Челябинск, а так же проведенных исследований почвы и воды озера.

Загрязнение почв озера Большой Еланчик медью. В 2008-2009 году был пик более половины ПДК, но на 2017 год ее концентрация значительно снизилась, и тенденция к снижению продолжается. Концентрации меди в поверхностных водах на протяжении всего исследования выше 5,5% не поднимались.

Загрязнение почв никелем на данный момент, после скачка в 2014 года, снизилось до обычных значений, но начал наблюдаться небольшой рост. Сходные показатели характерны и для загрязнения цинком. Необходим дополнительный мониторинг по этим показателям и оценка риска загрязнения почв никелем и цинком.

Загрязнение поверхностных вод железом на данный момент не вызывает опасений в отличие от 2007 и 2014 годов, когда концентрация составляла более половины ПДК.

В настоящее время в озере Большой Еланчик по подавляющему большинству исследованных показателей не наблюдается превышения ПДК и поверхностные воды и почвы озера характеризуется минимальным уровнем

загрязнения. Необходимо продолжить более детальный мониторинг показателей некоторых тяжелых металлов (медь, цинк, марганец) в почвах и поверхностных водах с целью оценки риска повышения концентрации этих загрязнителей.

Разработаны кейс-задания, которые можно применять в школьном курсе биологии в разделе экология при изучении загрязнений тяжелыми металлами

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. "О памятниках природы" от 23 декабря 1985 года N 553 Исполнительный комитет Челябинского областного совета народных депутатов.- 1985 [электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/438877148> (дата обращения 08.08.2017)
2. Андреева, М.А. Биологические типы озер Южного Урала. [электронный ресурс] Режим доступа: <http://redbook.ru/newprints-579.html>. (дата обращения 10.08.2017)
3. Боголюбов, А.С. Изучение физико-химических свойств природных вод [Текст] / А.С Боголюбов. – М.: "Экосистема", 2001.
4. Весь Южный Урал. Озеро Большой Еланчик [электронный ресурс] Режим доступа: <http://yuzhnyj-ural.ru/obekty/ozera-juzhnogo-urala/94-ozero-elanchik.html> (дата обращения 15.08.2017)
5. Википедия. Озеро Большой Еланчик [электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 20.08.2017)
6. Владимиров, А.М. Охрана и мониторинг поверхностных вод суши [Текст] / А.М. Владимиров, В.Г. Орлов. – СПб.: РГГМУ, 2009. – 220 с.
7. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [электронный ресурс] Введ. 2003-06-15 – М.: Главный государственный санитарный врач РФ Минздрав России, 2003 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
8. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве [электронный ресурс] – 2006-01-23 – М.: Главный государственный санитарный врач РФ, 2006 доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет

9. ГОСТ 31956-2012. Методы определения содержания хрома (VI). [электронный ресурс] Введ. 2014-01-01 – М.: Стандартиформ, 2014 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
10. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения [электронный ресурс] Введ. 1978-07-01 - М.: Госстандарт СССР, 1977 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
11. ГОСТ 31858-2012. Метод определения содержания хлорорганических пестицидов газожидкостной хроматографией [электронный ресурс]– Введ. 2014-01-01 – М.: Издательство стандартов, 2012 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
12. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. [электронный ресурс] – Введ. 2014-01-01 - М.: Издательство стандартов, 2012 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
13. ГОСТ 33045-2014. Методы определения азотсодержащих веществ [электронный ресурс] Введ. 2016-01-01 – М.: Стандартиформ, 2015 год (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
14. ГОСТ 33045-2014. Фотометрический метод определения содержания аммиака и ионов аммония с реактивом Несслера. [электронный ресурс] Введ. 2016-01-01 – М.: Росстандарт, 2015 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
15. ГОСТ Р 51209-98. Метод определения содержания хлорорганических пестицидов газожидкостной хроматографией [электронный ресурс] Введ. 1999-07-01 – М.: Издательство стандартов, 1998 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
16. ГОСТ Р 52962-2008 Методы определения содержания хрома (VI) и общего хрома [электронный ресурс] Введ. 2010-01-01 – М.: Стандартиформ, 2008 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)

17. ГОСТ Р 53123-2008 (ИСО 10381-5:2005) Качество почвы. Отбор проб. [электронный ресурс] Введ. 2010-01-01 – М.: Издательство стандартов, 2008 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
18. Дабахов, М.В., Экотоксикология и проблемы нормирования [Текст] / М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова, В.И. Титова / Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005. – 165 с.
19. Загрязнение воды удобрениями [электронный ресурс] Режим доступа: http://studbooks.net/652162/ekologiya/zagryaznenie_vody_sinteticheskimi_poверхностно_aktivnymi_veschestvami (дата обращения 10.10.2017)
20. Загрязнение поверхностных вод [электронный ресурс] Режим доступа: <http://lektsia.com/1x3bee.html> (дата обращения 30.09.2017)
21. Загрязнение поверхностных вод [электронный ресурс] Режим доступа: http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00177648_0.html (дата обращения 30.09.2017)
22. Зайдельман, Ф.Р. Почвы мочарных ландшафтов – формирование, агроэкология и мелиорация [Текст]/ Ф.Р. Зайдельман, В.И. Тюльпанов, Е.Н. Ангелов, А.И. Давыдов. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 160 с.
23. Касьяненко, А.А. Современные методы оценки рисков в экологии: учебное пособие [Текст] / А.А. Касьяненко. – М.: Изд-во РУДН, 2008. – 271 с.
24. Корнилов, А.Г. Общая экология: учебное пособие [Текст]/ А.Г. Корнилов, А.Н. Петин, П.В. Голеусов. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2004. – 176с.
25. Логинова, Е.В. Гидроэкология: курс лекций Минск [Текст]/ Е.В. Логинова, П.С. Лопух. – БГУ, 2011. – 300 с.
26. О положениях о памятниках природы Челябинской области [электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499501402> (дата обращения 07.08.2017)
27. Областное государственное учреждение «Особо охраняемые природные территории Челябинской области» Озеро Большой Еланчик

- [электронный ресурс] Режим доступа: <http://oopt174.ru/htmlpages/Show/OzeroBolshojElanchik> (дата обращения 20.06.2017)
28. Озёра: характеристика и виды [электронный ресурс] Режим доступа: <http://сезоны-года.рф/озёра.html> (дата обращения 15.07.2017)
29. Особенности накопления тяжелых металлов почвами и растениями в условиях промышленного города [электронный ресурс] Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=6728> (дата обращения 29.09.2017).
30. ПНД Ф 14.1:2.114-97. Методика выполнения измерений массовой концентрации сухого остатка в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом. [электронный ресурс] Введ. 1997-03-21 – М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации, 1997 год (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
31. ПНД Ф 14.1:2.159-2000. Методика измерений массовой концентрации сульфат-ионов в пробах природных вод турбидиметрическим методом. [электронный ресурс] Введ. 2000-03-01 – М.: Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, 2000 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
32. ПНД Ф 14.1:2.179-02. Методика измерений массовой концентрации фторид-ионов [электронный ресурс] Введ. 2002-08-06 – М.: Министерство природных ресурсов, 2002 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
33. ПНД Ф 14.1:2.1-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. [электронный ресурс] Введ. 1995-03-20 - М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 1995 год (издание 2004 г.) (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)

34. ПНД Ф 14.1:2.3-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом грисса [электронный ресурс] Введ. 1995-03-20 – М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации.,1995 год (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
35. ПНД Ф 14.1:2.4-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой. [электронный ресурс] Введ. – М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. - М., 1995 год (издание 2004 г.) 1995 доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет
36. ПНД Ф 14.1:2:3.96-97. Методика измерения массовой концентрации хлоридов в пробах природных вод титриметрическим (аргентометрическим) методом [электронный ресурс] Введ. 1997-03-21 – М.: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 2016 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
37. ПНД Ф 14.1:2:3.98-97. Методика измерения общей жесткости в пробах природных вод титриметрическим методом [электронный ресурс] Введ. 2016-09-01 – М.: Росприроднадзор, 2016 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
38. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97 Методика определения величины рН потенциометрическим методом в природных водах. [электронный ресурс] Введ. 1997-03-21 – М.: Минприроды РФ, 1997 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
39. ПНД Ф 14.1:2:4.139-98. Методика измерений массовых концентраций кобальта, никеля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра, кадмия и свинца. [электронный ресурс] Введ. 1998-06-25 – М.: Государственный комитет Российской Федерации по охране

- окружающей среды, 1998 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
40. ПНД Ф 14.1:2:4.154-99. Титриметрическая методика определения перманганатной окисляемости [электронный ресурс] Введ. 2012-06-20 - М.: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 2012 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
41. ПНД Ф 14.1:2:4.214-06. Методика измерений массовой концентрации кадмия, кобальта, марганца, никеля, меди, цинка и свинца в пробах природных вод методом плазменной атомно-абсорбционной спектrophотометрии. [электронный ресурс] Введ. 2011-03-23 - М.: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 2006 год (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
42. ПНД Ф 14.1:2:4.261-10. Методика измерений массовой концентрации сухого и прокаленного остатка в пробах природных вод гравиметрическим методом. [электронный ресурс] Введ. 2016-01-01 – М.: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 2015 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет.)
43. ПНД Ф 14.1:2:4.50-96. Методика измерения общего железа в поверхностных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. [электронный ресурс] Введ. 2011-03-23 - М.: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 2011 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
44. Проект зон санитарной охраны поверхностного водозабора на оз. Б. Еланчик, используемый для питьевых нужд ДОК «Аленушка». Дирекции социальной сферы ЮУЖД – филиала ОАО «РЖД» - 2017
45. РД 118.02.8-88. Выполнения измерений содержания сухого остатка (растворенных веществ) в сточных водах. [электронный ресурс] – Введ. 1994.02.01– М.: Издательство стандартов, 1988 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)

46. РД 52.18.286-91. Методика выполнения измерений массовой доли водорастворимых форм металлов (меди, цинка, никеля, хрома) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом. [электронный ресурс] Введ. 1991-04-01 – М.: Издательство стандартов, 1990 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет.)
47. РД 52.24.496-2005. Руководящий документ температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши [электронный ресурс] Введ. 2005-07-01 – М.: Росгидромет, 2005 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
48. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод [электронный ресурс] - Введ. 2001-01-01 – М.: Издательство стандартов, 2000 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
49. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы [электронный ресурс] Введ. 2007-04-25 – М.: Главный государственный санитарный врач РФ Минздравмедпром России, 2003 (доступ из ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет)
50. Тяжелые металлы в почве [электронный ресурс] Режим доступа: <http://greenologia.ru/eko-problemy/tyazhelye-metally-pochvu.html> (дата обращения 22.08.2017)
51. Фонотов, М.С. Голубые зеркала Каменного пояса [Текст]/ М.С. Фотонов. – Челябинск : Взгляд, 2004 – 253 с.
52. Химические показатели воды [электронный ресурс] Режим доступа: <http://kursak.net/ximicheskie-pokazateli-vody/> (дата обращения 10.10.2017)
53. Химические показатели воды [электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.maxmir-energy.ru/article-4.html> (дата обращения 10.10.2017)
54. Что нужно знать о воде [электронный ресурс] Режим доступа: <http://m9dom.narod.ru/woda.html> (дата обращения 30.09.2017)

55. Экология воды [электронный ресурс] Режим доступа: <http://ref-4you.ru/e-kologiya-vody/#ixzz4xkD7C04h> (дата обращения 30.09.2017)

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 2

Показатели загрязнения почв береговой и прибрежной зоны

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	ПДК
Медь, мг/кг	Максимум	0,99	1,92	3	0,7	0,99	1,32	0,72	0,35	0,41	0,75	0,26	3
	среднее	0,50	1,78	1,81	0,65	0,93	1,29	0,35	0,18	0,24	0,32	0,20	
	минимум	0,29	1,45	0,14	0,61	0,87	1,26	0,08	0,11	0,18	0,11	0,15	
	дисперсия	0,11	0,05	0,98	0,00	0,01	0,00	0,06	0,01	0,01	0,07	0,00	
Цинк, мг/кг	Максимум	3,75	менее 0,01	22,8	2,85	4,67	6,84	3,61	5,05	7,2	9,56	9,56	23
	среднее	1,48		8,90	2,10	4,38	5,05	1,91	3,24	3,59	2,92	6,55	
	минимум	0,44		8,90	2,10	4,38	5,05	1,91	3,24	3,59	2,92	6,55	
	дисперсия	2,35		62,11	0,47	0,17	6,41	0,82	1,90	7,87	13,82	11,67	
Никел ь, мг/кг	Максимум	0,84	1,04	3,78	0,73	0,48	0,55	3,74	1,21	1,2	0,39	0,73	4
	среднее	0,84	1,01	0,93	0,44	0,46	0,42	1,71	0,50	0,66	0,19	0,48	
	минимум	0,84	1,01	0,93	0,44	0,46	0,42	1,71	0,50	0,66	0,19	0,48	
	дисперсия	0	0,00	1,21	0,07	0,00	0,03	2,69	0,22	0,20	0,03	0,06	
Хром, мг/кг	Максимум	0,02	0,65	менее 0,003	менее 0,02								6
	Среднее	0,02	0,60										
	Минимум	0,01	0,55										
	Дисперсия	0,0000 3	0,002										

Показатели загрязнения поверхностных вод озера Большой Еланчик

Показатель		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	ПДК
рН, ед. рН	Максимум	8,35	8,24	7,88	8,35	7,91	8,38	8,78	8,82	8,48	8,62	8,5	8,51	6,5-8,5
	Среднее	8,11	7,90	7,76	8,25	7,83	8,36	8,74	8,60	8,21	8,44	7,97	8,211	
	Минимум	7,85	7,54	7,63	7,97	7,73	8,33	8,69	8,2	7,93	8,3	7,82	8,09	
	Дисперсия	0,04	0,12	0,01	0,02	0,01	0,001	0,004	0,03	0,04	0,02	0,06	0,03	
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³	Максимум	10,9	7,2	9,11	7,76	8,12	7	7,6	14,7	11,5	14	6,4	11,52	-
	Среднее	9,58	6,96	8,70	4,61	7,59	6,91	7,55	12,41	7,28	13,38	5,61	7,963	
	Минимум	8,03	6,8	8,5	2,92	7,11	6,81	7,5	5,2	3,3	12,7	5,3	3,68	
	Дисперсия	0,04	0,12	0,01	0,02	0,01	0,001	0,004	0,03	0,04	0,02	0,06	9,8	
Ионы-аммония, мг/дм ³	Максимум	0,3	0,24	0,22	0,8	0,4	0,08	0,08	0,08	0,09	0,2	менее 0,1	менее 0,1	1,5
	Среднее	0,24	0,15	0,18	0,23	0,27	0,08	0,08	0,08	0,08	0,14			
	Минимум	0,19	0,008	0,1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08			
	Дисперсия	0,002	0,009	0,002	0,090	0,025	0,0	0,0	0,0	0,0	0,005			
Жесткость, мг/дм ³	Максимум	2,55	2,55	2,5	2,6	4	2,35	2,45	3	3,7	2,65	2,35	3,2	-
	Среднее	2,26	2,26	2,13	2,44	3,13	2,30	2,43	2,63	2,74	2,46	2,29	2,625	
	Минимум	2	2	2	2,2	2,7	2,25	2,4	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	
	Дисперсия	0,04	0,04	0,05	0,02	0,35	0,01	0,001	0,06	0,19	0,03	0,003	0,1	
Железо, мг/дм ³	Максимум	0,11	0,18	менее 0,05	0,05	0,05	менее 0,05	менее 0,05	менее 0,05	0,17	0,1	менее 0,05	менее 0,05	0,3
	Среднее	0,09	0,16		0,05	0,05				0,15	0,10			
	Минимум	0,07	0,14		0,05	0,05				0,13	0,09			
	Дисперсия	0,0003	0,0004		0	0				0,0003	0,0001			
Хлориды, мг/дм ³	Максимум	21,6	15,8	19,2	17	13,8	14,3	14,5	22,7	58,3	16,9	17,3	16,8	350
	Среднее	20,31	13,85	16,93	15,22	13,28	13,10	14,25	14,18	22,86	15,73	16,63	15,54	
	Минимум	19,3	13	14,4	14,1	12,5	11,9	14	1,75	12,6	14,1	15,9	14,5	
	Дисперсия	0,72	0,90	3,34	1,39	0,30	2,88	0,13	48,56	308,02	1,49	0,19	0,87	

Сульфат-ионы, мг/дм ³	Максимум	13,3	44,1	8,22	13	менее 2,0	14,8	7,8	10,3	14,2	32,3	17,8	22,7	500
	Среднее	9,8	39,8	7,7	11,2		12,5	7,5	6,7	8,6	28,2	17,3	12,92	
	Минимум	7,15	38,2	5,7	9,8		10,2	7,2	3,7	4,8	19,6	15,9	5,9	
	Дисперсия	4,06	3,69	1,24	2,14		10,6	0,2	4,4	8,4	22,6	0,4	45,6	
Сухой остаток, мг/дм ³	Максимум	163	145	145	202	219	142	149	177	247	270	196	482	1000
	Среднее	145,9	137,1	143,3	163,6	198,0	138,5	145,5	162,6	181,7	192,3	188,3	239,4	
	Минимум	135	132	140	127	175	135	142	120	135	151	179	171	
	Дисперсия	92,41	21,27	4,21	988,71	378,00	24,50	24,50	261,38	2102,1	1666,7	39,36	16312,9	
Никель, мг/дм ³	Максимум	0,02	0,007	0,013	0,017	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	0,0007	0,02
	Среднее	0,02	0,01	0,01	0,01								0,0007	
	Минимум	0,014	0,005	0,013	0,009								0,0007	
	Дисперсия	0,0001	0,0	0,0	0,0								0	
Кобальт, мг/дм ³	Максимум	0,036	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	0,078	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	0,02	менее 0,005	0,1
	Среднее	0,03				0,067						0,02		
	Минимум	0,02				0,054						0,02		
	Дисперсия	0,0001				0,0001						0		
Медь, мг/дм ³	Максимум	0,07	0,03	0,23	0,07	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	0,01	0,049	1,0
	Среднее	0,04	0,02	0,05	0,05							0,003	0,0395	
	Минимум	0,01	0,02	0,02	0,04							0,001	0,03	
	Дисперсия	0,001	0,0001	0,01	0,0001							0,00001	0,00018	
Цинк, мг/дм ³	Максимум	0,12	менее 0,004	менее 0,004	менее 0,004	менее 0,004	менее 0,004	менее 0,004	0,008	0,099	менее 0,004	0,007	0,0011	1,0
	Среднее	0,12							0,0075	0,099		0,0065	0,0011	
	Минимум	0,12							0,007	0,099		0,006	0,0011	
	Дисперсия	0,00							5E-07	0		0,00001	0,0011	
Марганец, мг/дм ³	Максимум	0,03	0,01	0,04	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	менее 0,01	менее 0,01	0,005	0,013	0,1
	Среднее	0,02	0,01	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01			0,003	0,00635	
	Минимум	0,01	0,00	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01			0,001	0,0014	
	Дисперсия	0,00	0,00	0,00	0,0001	0,0001	0,00001	0,00001	0,00001			-	0,00003	

Хром (VI), мг/дм ³	Максимум	0,05	0,01	0,03	менее 0,025	менее 0,025	менее 0,025	менее 0,025	менее 0,025	менее 0,025	менее 0,025	менее 0,025	менее 0,025	0,05
	Среднее	0,03	0,01	0,01										
	Минимум	0,01	0,004	0,01										
	Дисперсия	0,0005	0,0	0,0001										
Фторид-ионы, мг/дм ³	Максимум	менее 0,04	менее 0,04	менее 0,04	0,24	0,33	0,22	0,30	0,20	0,23	0,16	0,39	0,33	1,5
	Среднее				0,16	0,26	0,22	0,27	0,17	0,19	0,13	0,21	0,226	
	Минимум				0,11	0,18	0,22	0,23	0,14	0,14	0,09	0,17	0,13	
	Дисперсия				0,00	0,00	0,00	0,002	0,0004	0,001	0,001	0,01	0,004	

Текст 1

Почва – это поверхность земли, имеющая свойства, которые характеризуют как живую, так и неживую природу. Она является индикатором техногенной обстановки. Загрязнения в почву поступают с поверхностными отходами, атмосферными осадками. Также в почвенный слой они вносятся почвенными породами и подземными водами.

К тяжелым металлам относятся металлы, у которых плотность превышает плотность железа. Парадокс состоит в том, что они необходимы для обеспечения нормальной жизнедеятельности растений и организмов, но в определенных количествах. А избыток этих элементов может стать причиной тяжелых заболеваний и даже гибели. Причина попадания вредных соединений в организм человека – это пищевой круговорот.

Уже сейчас тяжелые металлы занимают по степени опасности второе место, уступая лишь пестицидам и опережая такие загрязнители, как двуокись углерода и серы. Из-за использования в промышленном производстве загрязнители попадают в окружающую среду, так как системы очистки зачастую не модернизируются.

Почва – это основная среда, в которую загрязняющие вещества попадают так же из атмосферы и водной среды. Она является источником вторичного загрязнения вод, которые попадают из нее в Мировой океан и приземного воздуха. Тяжелые металлы из почвы усваиваются растениями, а затем попадают в живые организмы вместе с пищей.