



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
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

ХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЛЮТАНТЫ В СИСТЕМЕ
«ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ – ВОДА – МАКРОФИТЫ»
В ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ МАЛЫЕ КИРПИЧКИ

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями
подготовки)
Направленность программы бакалавриата
«Биология. Химия»

Проверка на объем заимствований:
79,18 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована / не рекомендована
« 01 » 06 2019 г.
зав. кафедрой Химии, экологии и МОХ
(название кафедры)
Ср Сутягин А.А.

Выполнила:
Студентка группы ОФ-501/068-5-1
Падалец Анастасия Михайловна

Научный руководитель:
к.х.н., д.б.н., декан
 Левина Сима Гершивна

Челябинск
2019

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| ГЛАВА 1 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА ХИМИЧЕСКИМИ ПОЛЛЮТАНТАМИ (ДОЛГОЖИВУЩИМИ РАДИОНУКЛИДАМИ)..... | 6 |
| 1.1 Источники поступления долгоживущих радионуклидов в биосферу Уральского региона..... | 7 |
| 1.2 Экологические и социальные последствия загрязнения озерных экосистем долгоживущими радионуклидами..... | 9 |
| 1.3 Исследователи пострадавшей территории..... | 11 |
| Выводы по первой главе..... | 13 |
| ГЛАВА 2 ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДЕ, ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И МАКРОФИТАХ ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫЕ КИРПИЧИКИ..... | 14 |
| 2.1 Материалы и методы исследования..... | 14 |
| 2.2 Основные гидрохимические показатели и содержание долгоживущих радионуклидов в воде озера Малые Кирпичики..... | 17 |
| 2.3 Долгоживущие радионуклиды в макрофитах озерной экосистемы Малые Кирпичики..... | 19 |
| 2.4 Долгоживущие радионуклиды в донных отложениях озерной экосистемы Малые Кирпичики..... | 21 |
| 2.5 Взаимосвязь компонентов озерной экосистемы Малые Кирпичики..... | 23 |
| Выводы по второй главе..... | 26 |
| ГЛАВА 3 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ..... | 27 |
| Выводы по третьей главе..... | 42 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 43 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ..... | 45 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ..... | 51 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Водоемы – это сложные биосистемы, особенностью которых является значительная устойчивость. Поддержание баланса в них достигается за счет постоянной перестройки, изменения структуры компонентов в процессе саморегуляции [41]. Воздействие на один компонент вызывает изменения во всей системе. Такими факторами воздействия являются химические поллютанты, источниками которых могут выступать радиоактивные и тепловые сбросы, удобрения, пестициды, смазочные материалы, моющие средства, соли тяжелых металлов [10]. Ввиду того, что на территории, прилежащей к исследуемому водоему Малые Кирпичики, промышленных объектов нет, и загрязнение его обусловлено в большей мере радиоактивными выбросами аварий 1957 и 1967 гг., то основным фактором загрязнения, рассматриваемым в данной работе, являются долгоживущие радионуклиды ^{90}Sr и ^{137}Cs .

XXI век стал наследником века «мирного атома», когда активно разрабатывались и использовались новейшие виды энергии, главным образом атомной. Радиоактивные вещества являются одним из опаснейших загрязнителей гидросферы. В замкнутые водоемы, такие как озера, они попадают в результате аварий на предприятиях ядерно-топливного цикла. Подобные вещества опасны, прежде всего, тем, что их воздействие носит долговременный характер (например, долгоживущие радионуклиды ^{90}Sr и ^{137}Cs). Эти вещества могут также попадать в организм человека, как по пищевым цепям, так и при купании.

Такие аккумулятивные формы ландшафта требуют пристального внимания при проведении мониторинговых работ, так как помимо сосредоточения загрязнителей, они являются частью хозяйственной и бытовой деятельности человека. В целях стабилизации неблагоприятной экологической обстановки Уральского региона необходима реализация

мер по усовершенствованию технологий эксплуатации природных ресурсов, повышению эффективности действующих систем очистки, но в особенности систем безопасности технологических процессов промышленных объектов.

С момента инцидента прошло уже более 60 лет и уровень изначального загрязнения известен, однако отсутствует информация о радиозэкологическом состоянии озерной экосистемы Малые Кирпичики на современном этапе развития. Учитывая динамический характер накопления, распределения и миграции загрязняющих веществ в водных экосистемах, становится очевидной необходимость всестороннего исследования и контроля экологической ситуации в водоемах зоны ВУРСа.

Цель – исследование радиозэкологического состояния озерной экосистемы Малые Кирпичики в системе «донные отложения – вода – макрофиты».

Задачи исследования.

1. Рассмотреть степень изученности проблемы.
2. Определить гидрохимический состав и активность долгоживущих радионуклидов в воде, донных отложениях и макрофитах озерной экосистемы Малые Кирпичики.
3. Установить особенности накопления долгоживущих радионуклидов в исследуемых компонентах озера Малые Кирпичики.
4. Оценить эффективность организации научно-исследовательской деятельности в рамках реализации проектной работы обучающихся на тему «Химические поллютанты в системе «донные отложения – вода – макрофиты» озера Курлады».

Объект исследования – система «донные отложения – вода – макрофиты» озерной экосистемы Малые Кирпичики (ближняя зона ВУРСа).

Предмет исследования – содержание химических поллютантов, в частности, долгоживущих радионуклидов в системе «донные отложения – вода – макрофиты» данной озерной экосистемы ВУРСа.

Научная новизна – определены особенности накопления и распределения долгоживущих радионуклидов в системе «донные отложения – вода – макрофиты» озерной экосистемы Малые Кирпичики.

Практическая значимость – в результате выполнения исследовательской работы был определен современный уровень удельной и объемной активности долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в некоторых компонентах озерной экосистемы Малые Кирпичики, а также содержание некоторых других химических поллютантов. Полученные данные позволяют уточнить особенности накопления и перераспределения долгоживущих радионуклидов в природных водоемах, а также оценить возможность возврата данной озерной экосистемы в хозяйственную деятельность.

Апробация работы – основные положения работы были представлены на Всероссийской научной конференции «Человек и окружающая среда: экология, здоровье, образование» (г. Саранск, 2019 г.); докладывались и обсуждались на XXI международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий» (г. Новосибирск, 2016 г.); общее количество публикаций и конкурсных работ в исследуемой области – 31.

ГЛАВА 1 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА ХИМИЧЕСКИМИ ПОЛЛЮТАНТАМИ (ДОЛГОЖИВУЩИМИ РАДИОНУКЛИДАМИ)

Челябинская область является примером исключительного сочетания высоких техногенных нагрузок, вызывающих необратимое загрязнение различных компонентов биосферы, и огромного количества аккумулированных радиоактивных отходов, представляющих собой опасность загрязнения обширных территорий. На сегодняшний день на территории Уральского региона функционируют порядка двадцати крупных промышленных объектов, в число которых входят радиационно-опасные производства, которые являются потенциальными источниками аварийных ситуаций [46]. Наиболее опасным в этом смысле является ПО (промышленное объединение) «Маяк».

29 сентября 1957 г. в г. Озерске (ранее Челябинск-40) произошла авария на промышленной площадке ПО «Маяк». В результате которой в атмосферу было выброшено огромное количество радиоактивных отходов, и как следствие, загрязнена огромная территория (сформировался Восточно-Уральский радиоактивный след – ВУРС). Деятельность производственного объединения привела к катастрофическому загрязнению районов Челябинской, Свердловской, Курганской и Тюменской областей. В результате выбросов отходов радиохимического производства загрязнение охватило территорию 25 тыс. км². Облучению подверглись 272 тыс. человек в 217 населенных пунктах [24].

Химические поллютанты, единожды попав в компоненты биосферы, перемещаются от своего источника, неравномерно загрязняя экосистему. Данный процесс несет как экологические, так и медико-биологические последствия. Однако следует отметить, что научные и технические достижения в области природоохранных мероприятий не способны

предотвратить экологические катастрофы. Это станет возможным только в комплексе с коренным сдвигом общественного сознания в рамках экологического воспитания, прежде всего подрастающего поколения, т.е. поднятием на качественно новый уровень экологической культуры и этики населения, что подразумевает изменение мировоззрения каждого из нас на прогрессивно-биоцентрическое.

1.1 Источники поступления долгоживущих радионуклидов в биосферу Уральского региона

Современная радиационная обстановка на территории Челябинской области обусловлена в большей мере деятельностью ПО «Маяк» Минатома России в середине прошлого века, созданного на базе промышленного комплекса по получению оружейного плутония и переработке делящихся материалов с целью создания паритета в области ядерного оружия [40]. Это стало результатом несовершенства использования технологий обращения с радиоактивными отходами – вследствие плановых и аварийных выбросов жидких радиоактивных отходов (ЖРАО) в р. Теча в 1949-1956 гг., а также вследствие взрыва емкости с ЖРАО в 1957 г., загрязнения территории радионуклидами 1967 г. В результате аварии 1957 г. образовался Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) [34].

При хранении РАО во избежание взрыва, емкости необходимо было непрерывно охлаждать водой. Но в производственном процессе не могут быть полностью исключены, как технические ошибки, так и влияние антропогенного фактора. Так, 29 сентября 1957 г. на радиохимическом заводе произошел взрыв емкости хранения, где содержалось около 80 м³ («банка» №14 комплекса С-3), служащей хранилищем высокоактивных отходов, из-за выхода из строя системы охлаждения. Взрыв полностью разрушил емкость, находившуюся в бетонном хранилище на глубине 8,2 м [7, 25].

В рамках действий по ликвидации последствий произошедшего были отселены 23 деревни, с общей численностью населения 10–12 тыс. человек. В то время как облучению подверглись 272 000 человек в 217 населенных пунктах [24]. В 1959 г. по решению правительства СССР была образована санитарно-защитная зона, а с 1968 г. эта территория стала именоваться – ВУРС. На сегодняшний день территория заповедника находится под ведением корпорации Росатом [7]. В настоящее время на предприятии реализуется концепция безопасного обращения с ЖРАО, которая предусматривает создание технологических схем, в соответствии с которыми радионуклиды иммобилизуются в твердые инертные носители, пригодные для длительного хранения, а очищенные водные растворы используются в замкнутом технологическом цикле предприятия. Уже более 50 лет ПО «Маяк» не производит сбросов РАО в открытую водную среду [34]. В целях обеспечения безопасности населения, проживающего в районах, приближенных к предприятию, осуществляются мероприятия по радиационному контролю в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения, ведется мониторинг содержания радиоактивных и химических веществ в основных компонентах природных экосистем. По прошествии 62 лет с момента катастрофы, попавшие в окружающую среду, радионуклиды подверглись частичному или полному распаду. В связи с чем, водные объекты, попавшие в зону загрязнения, нуждаются в продолжительном экологическом мониторинге [25].

На современном этапе ПО «Маяк» является передовым предприятием целого комплекса отраслевых направлений. В частности, оно является одним из основных предприятий ядерного оружейного комплекса РФ, обеспечивающим реализацию политики ядерного сдерживания [29]. ПО «Маяк» является мировым лидером по производству источников ионизирующего излучения промышленного назначения на основе радионуклидов, которые используются во многих отраслях промышленности, науки и техники. В частности, по официальным данным

доля ПО «Маяк» на мировом рынке изотопов по ^{137}Cs составляет 100%. При этом на сегодняшний день на заводе разработана комплексная программа по введению системы мер, обеспечивающих безопасность радиоизотопных источников от их разработки и до момента захоронения [34].

Еще одним фактором загрязнения рассматриваемой территории является Карачаевский след, сформировавшийся весной 1967 г. вследствие ветрового разноса радиоактивных иловых отложений с отступившей береговой линии оз. Карачай («водоем В-9»), выступавшим объектом хранения ЖРАО. По официальным данным состав накопившейся смеси ЖРАО являлся около 40% ^{90}Sr и 60% ^{137}Cs , при этом порядка 52% из них были аккумулированы в донных отложениях. Суммарная активность выброшенных в воздушную среду радионуклидов составила около 0,6 МКи (мегакюри) на площади загрязнения 2700 км² [7].

Вследствие аварий середины прошлого века загрязнению подверглись обширные территории, на которых расположено большое число водных объектов, в частности озер, которые являются радиоэкологическими маркерами загрязнения [22].

1.2 Экологические и социальные последствия загрязнения озерных экосистем долгоживущими радионуклидами

В Челябинской области находится огромное богатство озер. После аварий 1957 и 1967 гг. множество водоемов Челябинской области попали в зону загрязнения, в свою очередь многие из них радиационный след накрыл уже в первые минуты после взрыва. Несколько позже загрязнение затронуло водоемы, расположенные далее к северо-востоку от эпицентра аварии 1957 г. [22].

В комплексе защитных мероприятий на территории ВУРСа выделяют два основных этапа – чрезвычайный период, этап плановых

мероприятий. Экстренные мероприятия включали: срочную эвакуацию населения близлежащих населенных пунктов, санитарную обработку населения, запрет на вывоз имущества, введение радиационного контроля, ограничение доступа на часть территории ВУРСа, медицинские обследования, оценка плотностей загрязнения, образование санитарно-охранной зоны. Экстренное отселение явилось одной из самых эффективных мер безопасности. Экстренная эвакуация позволила снизить эффективную дозу облучения в 16 раз в течение всей жизни [2].

Радиационные аварии на территории Уральского региона повлияли на жизнедеятельность людей, их здоровье, социально-экономическую и социально-психологическую ситуацию в регионе. В частности, экстренное отселение стало одним из существенных стрессогенных факторов, так как ввиду режима секретности населению не сообщались подробности причин данных мероприятий [2].

Состояние здоровья пострадавшего населения и их потомков и на сегодняшний день остается одной из острых проблем. В результате аварийных ситуаций, помимо радиационного загрязнения территорий, произошло облучение населения: по некоторым оценкам 18 тыс. человек были эвакуированы [37]. Однако на некоторых облученных территориях до сих пор живут люди. Значительный вклад в развитие хронических радиационных заболеваний вносит внутреннее облучение, связанное с присутствием инкорпорированных радионуклидов. К опосредованным эффектам подобного рода воздействия относятся многие проявления, такие как: воздействие на наследственность, возникновение злокачественных опухолей, развитие иммунодефицита, временная или постоянная стерильность организмов, сокращение средней продолжительности жизни, задержка психического воздействия [37].

Радионуклиды и сейчас поступают в организм человека через растения, растительные организмы и воду. Радиоактивные вещества будут находиться в водных экосистемах пострадавших территорий еще многие

годы. И лишь в последнее десятилетие начали проводить весомые меры по ликвидации последствий радиоактивного загрязнения.

1.3 Исследователи пострадавшей территории

Радиационные аварии являются сравнительно редким явлением, однако они не исключены абсолютно, ввиду антропогенных или технических факторов. Так, в основном на заре становления атомной энергетики произошел ряд трагических событий в разных уголках мира (Windscale 1957 г., Three Mile Island 1979 г., Чернобыльская АЭС 1986 г., Фукусима 2011 г.), к их числу многие исследователи относят и аварию 1957 г. на Южном Урале (Бекман И.Н. 2005 г., Снакин В.В. и др. 2012 г.) [9, 42]. В.А. Костюченко в своих работах (2000-2005 гг.) отмечает, что аварии 1957 и 1967 гг. существенно отличаются по характеру и последствиям, подчеркивая при этом неравномерность выпадения радионуклидов, а также особенности их миграции в различных объектах окружающей среды (аккумулирующие и транзитные объекты). Для ВУРСа и Карачаевского следа характерно понижение вовлечения долгоживущих радионуклидов в пищевые цепи, обусловленное процессами радиоактивного распада, связывания и миграции радионуклидов [17].

В ноябре – декабре 1957 г. Центральной заводской лабораторией ПО «Маяк», а также Институтом прикладной геофизики Госкомгидромета СССР было проведено уточнение фактических масштабов радиационного загрязнения на территории до 105 км от места аварии [48]. Относительно аварии 1967 г. в работах Хохрякова В.В. было отмечено, что по результатам дозиметрического обследования была составлена карта загрязнения территории, сложившегося весной 1967 г., с учетом того, что сложные метеоусловия и продолжительное время воздействия источника поступления радионуклидов в атмосферу вызвали загрязнение территории,

расположенной в широком секторе в соответствии с направлениями ветров [7].

У истоков формирования и первых этапов развития отечественной радиоэкологии стояли выдающиеся ученые-исследователи. Одним из них стал Клечковский В.М.. В годы после аварии 1957 г. Он обратил особое внимание на круговорот радионуклидов на пострадавших территориях. Клечковский придавал работам на Южном Урале широкий междисциплинарный характер, особое внимание он уделил радиационно-генетическим исследованиям, в связи с чем он стал одним из инициаторов придания статуса заповедника части территории радиоактивного следа. Помимо фундаментальных исследований, ученый развернул комплекс работ с целью вернуть загрязненные территории в хозяйственную деятельность. В своих работах он вскрыл закономерности метаболизма ^{90}Sr , зависимость его поведения от присутствия химического аналога – Ca^{2+} [4].

Одним из первых молодых специалистов, прибывших в зону радиационной аварии 1957 г. на Южном Урале, был Алексахин Р.М. В 1963 г. в своей монографии «Радиоактивное загрязнение почвы и растений» он обобщил информацию о миграции радионуклидов в природных средах, действии ионизирующих излучений на биообъекты. Следует отметить, что основной объем информации в этой области знаний был засекречен, ввиду того что был связан, в основном, с опытом испытаний ядерного оружия и экспериментальными работами в этой области. Свои исследования с 1961 по 1966 гг. он посвятил лесной растительности зоны ВУРСа, в которых впервые в мире была показана особая радиочувствительность хвойных древесных форм [3].

Трапезников А.В. в своих многочисленных работах обобщил более чем 40-летний опыт проведения радиоэкологического мониторинга крупных пресноводных экосистем территории ВУРСа, в которых отражены закономерности миграции, накопления и распределения радионуклидов по основным компонентам пресноводных экосистем [46, 47].

Выводы по первой главе

Челябинская область является примером исключительного сочетания высоких техногенных нагрузок, вызывающих необратимое загрязнение различных компонентов биосферы, и огромного количества аккумулированных радиоактивных отходов, представляющих собой опасность загрязнения обширных территорий.

Центром катастрофы 1957 г., которая привела к загрязнению обширных территорий, стало ПО «Маяк». 29 сентября 1957 г. на радиохимическом заводе произошел взрыв емкости хранения [7, 25]. В рамках действий по ликвидации последствий произошедшего были отселены 23 деревни, с общей численностью населения 10–12 тыс. человек. В 1959 г. по решению правительства СССР была образована санитарно-защитная зона, которая с 1968 г. стала именоваться – ВУРС.

Еще одним фактором загрязнения рассматриваемой территории является Карачаевский след, сформировавшийся весной 1967 г. вследствие ветрового разноса радиоактивных иловых отложений с отступившей береговой линии оз. Карачай. По официальным данным состав накопившейся смеси ЖРАО являлся около 40% ^{90}Sr и 60% ^{137}Cs , при этом порядка 52% из них были аккумулированы в донных отложениях.

Вследствие аварий середины прошлого века загрязнению подверглись обширные территории, на которых расположено большое число водных объектов, в частности озер, которые являются радиоэкологическими маркерами загрязнения [22].

Радиационные аварии на территории Уральского региона повлияли на жизнедеятельность людей, их здоровье, социально-экономическую и социально-психологическую ситуацию в регионе.

Радионуклиды и сейчас поступают в организм человека через растения, растительные организмы и воду.

ГЛАВА 2 ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДЕ, ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И МАКРОФИТАХ ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫЕ КИРПИЧИКИ

2.1 Материалы и методы исследования

Материалом для настоящего исследования служили вода, представители высшей водной растительности (макрофитов), а также донные отложения озера Малые Кирпичики. Озерная экосистема Малые Кирпичики находится на территории ВУРСа (Приложение 1). Выпавшая на данной территории радионуклидная смесь преимущественно состояла из короткоживущих радионуклидов: ^{144}Ce , ^{144}Pr , ^{95}Zr , ^{95}Nb . Главную долговременную опасность представляет долгоживущий радионуклид ^{90}Sr с периодом полураспада 28,6 лет [7].

Исследуемый водоем является хорошим модельным объектом, отражающим основные особенности аккумуляции радионуклидов в озерных экосистемах исследуемой зоны. Морфометрические параметры озера Малые Кирпичики представлены в табл. 1 [12, 14 с уточнениями автора].

Таблица 1

Морфометрические параметры водоема

| Озеро | Площадь зеркала, км ² (S) | Объем водной массы, млн. м ³ | Глубина макс., м (H макс.) | Глубина сред., м (H ср.) |
|-----------------|--------------------------------------|---|----------------------------|--------------------------|
| Малые Кирпичики | 2,02 | 3,8 | 3,3 | 2,7 |

Озеро Малые Кирпичики расположено в 19 км на северо-восток от эпицентра аварии. Водоем непроточный, заросший, лишь 28% акватории не покрыта высшей водной растительностью. Она представлена в исследовании пятью видами растений, а именно: рогоз широколистный,

кубышка желтая, водокрас лягушачий, кувшинка белая, телорез алоэвидный. Донные отложения представлены в исследовании сапропельным типом.

Отбор проб воды, донных отложений и водной растительности производили в летний период. Пробы воды отбирали с поверхностных горизонтов батометром Молчанова ГР-18 в трех повторностях для радиохимического анализа (ГОСТ 17.1.5.05-85). Обработка и подготовка к последующему анализу пробы воды проводится по стандартным общепринятым методикам. Химический анализ проб проводится в течение 1 – 3 суток с момента отбора проб [32, 33, 38].

Определение долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде основан на совместном концентрировании из больших объемов ^{137}Cs на ферроцианиде никеля и ^{90}Sr в виде карбонатов. Выделение ^{137}Cs проводят из солянокислых растворов в виде сурьмяноидидной соли после разрушения ферроцианидов серной кислотой. Выход носителя ^{137}Cs определяют весовым методом. Определение ^{90}Sr проводят по дочернему ^{90}Y после экстракционного выделения моноизооктилметиловым эфиром фосфоновой кислоты (МИОМФК). Выход ^{90}Y в экстракт учитывается при определении калибровочных коэффициентов. Выход носителя ^{90}Sr определяют пламенно-фотометрическим методом по эталонам сравнения. Измерение β -активности выделенных препаратов проводится на малофоновой установке УМФ-2000. Погрешность измерения составляет 15% [22]. Радиохимический анализ и анализ физико-химических показателей проб воды проводился на базе Уральского научно-практического центра радиационной медицины.

Отбор проб донных отложений осуществлялся с использованием стандартного гидрологического оборудования, позволяющего получить образцы с ненарушенной стратификацией [46]. Отбор проб донных отложений осуществляли с помощью специального оборудования. Для отбора проб с целью исследования распределения радионуклидов в

донных отложениях использовали поршневую трубку Ливингстона в модификации Субетто Д.А., предназначенную для добывания колонок донного грунта с больших глубин. Колонна донного грунта отбиралась до подстилающих пород (ГОСТ 17.1.5.0.1-80) [33]. Определение долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в донных отложениях проводилось на базе Отдела континентальной радиоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Заречный) [15].

Для отбора макрофитов использовались стандартные методики. Отобранные макрофиты сортировали по видовой принадлежности [46]. Водоем в достаточной степени эвтрофицирован.

Удельную активность ^{137}Cs в исследуемых образцах определяли на низкофоновом полупроводниковом гамма-спектрометре фирмы «Ortec» (США) с коаквиальной детекторной системой на базе высокоочищенного германия (HPGe) с эффективностью 40% при ошибке измерения не более 15% и нижнем пределе обнаружения 1 Бк/кг [22].

Определение ^{90}Sr в образцах с низкой активностью проводилось после радиохимической обработки с выделением химически чистого осадка оксалата стронция, его высушивания, прокаливания, взвешивания и измерения. Методика определения ^{90}Sr основана на выщелачивании радионуклидов бН соляной кислотой, выделении ^{90}Sr в форме оксалатов, отделении ^{90}Y от ^{90}Sr , радиометрического измерения полученных препаратов (Приложение 4) [30]. Измерение β -активности проводилось на малофоновой установке УМФ-2000 с нижним пределом обнаружения 0,4 Бк/кг, статистической ошибкой измерения не более 15%.

Для обработки данных использовали программный пакет Microsoft Excele. В ходе работы были использованы следующие методы: потенциометрии, титриметрии, атомно-абсорбционной микроскопии, массового γ -спектрометрического анализа.

2.2 Основные гидрохимические показатели и содержание долгоживущих радионуклидов в воде озера Малые Кирпичики

На распределение и миграцию поллютантов в природных водоемах оказывают влияние различные факторы, такие как сезон года, температура, рН и освещенность водной среды. Количество и характер анионно-катионного состава формирует особенности гидрохимического режима водоема. При благоприятных условиях загрязненная вода способна к процессу самоочищения. Аэробные бактерии в ней с помощью кислорода способны окислять органические и биогенные вещества, нейтрализуя их токсическое действие на организмы, переводя их в состояние: CO_2 , H_2O , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} . Однако процессы естественного самоочищения водоема возможны лишь в случае отсутствия сверхнормативных показателей по содержанию органического вещества. В приложении 2 приведены физико-химические показатели воды исследуемого водоема.

Важным показателем чистоты и свойств воды является водородный показатель. Исходя из среднегодовой величины рН воды исследуемого озера, было определено, что для нее характерная слабощелочная реакция среды (9,22). Данная величина рН несколько превышает допускаемые санитарными нормами колебания (6,5–8,5), что может свидетельствовать о нарушении стабильности водной среды озера и возможно об ее загрязнении. Однако величина рН может значительно колебаться в течение года и даже в течение суток, в летний период его значения могут достигать до сильнощелочной среды, а в зимний – снижаться менее семи [22].

Исследованное озеро относится к пресным водоемам. Вода данного озера относится к гидрокарбонатному классу, в катионной группе преобладает двухвалентный магний, ионы натрия; в анионной – гидрокарбонат-ион. Антропогенного загрязнения воды озер рассматриваемой зоны не наблюдается, ввиду отсутствия на близлежащих территориях крупных производственных объектов. Физико-химические

показатели воды оз. Малые Кирпичики не превышают ПДК (искл. Mg^{2+}). Содержание в пробах воды микроэлементов и тяжелых металлов не превышает ПДК. По загрязнению тяжелыми металлами исследуемое озеро на современном этапе можно считать фоновым [35].

Значения удельной активности радионуклидов в воде озера Малые Кирпичики представлены на рис. 1 и в приложении 3.



Рис. 1 Объемная активность долгоживущих радионуклидов в воде оз. Малые Кирпичики

Фоновые значения ^{90}Sr и ^{137}Cs по Уральскому региону составляют 0,09 и 0,04 Бк/л соответственно, что обусловлено их содержанием в глобальных выпадениях на исследуемой территории. Уровень вмешательства по ^{90}Sr в воде составляет 11 Бк/л, по ^{137}Cs – 5 Бк/л (НРБ-09/2009) [27].

Уровни объемной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде исследуемого озера существенно различаются, что связано с различными уровнями первоначального загрязнения и различиями в динамике самоочищения водоемов для каждого радионуклида. Объемная активность ^{137}Cs в воде озера Малые Кирпичики несколько превышает фоновые значения по Уральскому региону, в то время как данный показатель по ^{90}Sr превышен в

большей мере, что возможно, связано с особенностями динамики самоочищения данной озерной экосистемы, либо с изначально высоким уровнем первоначального загрязнения по ^{90}Sr , ввиду его высокого содержания в выбросах. Уровень вмешательства по долгоживущим радионуклидам ^{90}Sr и ^{137}Cs не превышен, что говорит об отсутствии необходимости в дополнительной очистке воды озера от радионуклидов.

В целом, соотношение активностей радионуклидов ($^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$) в воде снижается с расстоянием от места взрыва [21], что, возможно, обусловлено, обогащением выпавшей смеси ^{137}Cs с расстоянием от источника взрыва. Объемная активность ^{90}Sr значительно выше, чем ^{137}Cs (в 2,3 раза), что характерно для озерных экосистем ближней зоны ВУРСа [22]. Это связано с тем, что основным механизмом самоочищения внешней среды являются радиоактивный распад, уменьшение биологической доступности. Плохая растворимость ^{90}Sr затрудняет его подвижность.

2.3 Долгоживущие радионуклиды в макрофитах озерной экосистемы Малые Кирпичики

Значение макрофитов в процессах естественного самоочищения водоемов определяется степенью накопления и прочностью фиксации радионуклидов. Данные показатели зависят в значительной мере от видовой принадлежности растительных объектов. Для экосистемы оз. Малые Кирпичики макрофиты имеют особое значение в связи с тем, что они покрывают 72% водного зеркала.

Высшая водная растительность играет огромную роль в функционировании природных водных экосистем, в частности озерных, участвуя в биоциклах и формировании энергетического баланса водоемов. По мере наращивания растительной массы макрофиты прочно фиксируют определенную долю радионуклидов, включая их в свои структурные компоненты (в большей мере ^{90}Sr , так как он является элементом аналогом Ca). Данный

процесс зависит в значительной мере от видовой принадлежности растительных объектов, а также от экологических условий. Особо подчеркивает главенствующую роль водных растений в аккумуляции радионуклидов тот факт, что их суммарный объем значительно превышает данный показатель у водных животных [43].

В водных экосистемах сезонная организация превалирует над пространственной, в связи с чем процессы аккумуляции радионуклидов высшими водными растениями в значительной мере подчиняются закономерностям динамики физико-химических параметров всех компонентов экосистемы в течение смены сезонов года (в период вегетации роль макрофитов значительно повышается) [22]. На рис. 2 приведена удельная активность исследуемых долгоживущих радионуклидов в пробах макрофитов оз. Малые Кирпичики.

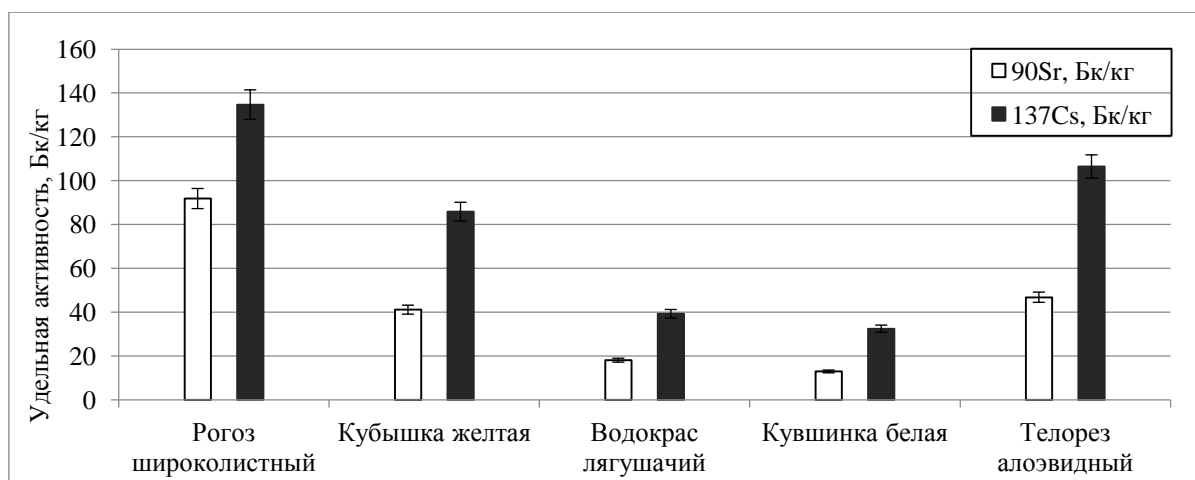


Рис. 2 Удельная активность долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в высшей водной растительности оз. Малые Кирпичики

Как правило, для всех озерных экосистем территории ВУРСа характерно максимальное развитие растительной биоты у побережий с уменьшением растительной массы к центру. Однако, для оз. Малые Кирпичики характерно как береговое расположение групп водной растительности, так и значительная степень зарастания в центральной части водоема. Для сравнительного анализа удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в образцах

высшей водной растительности исследуемого водоема были отобраны пять видов растений различных экологических групп: гидрофиты – рогоз широколистный, телорез алоэвидный; гидатофиты – кубышка желтая, кувшинка белая, водокрас лягушачий. В пресных и ультрапресных непроточных водоемах процесс поглощения ^{90}Sr макрофитами выражен значительно сильнее, чем в переходных и соленых, что ведет к аккумуляции ^{90}Sr в верхних слоях донных отложений после сезонного отмирания высшей водной растительности.

Результаты исследования позволили выявить виды, являющиеся ярко выраженными накопителями исследуемых долгоживущих радионуклидов, которые, вероятно, можно рассматривать в качестве референтных при организации биомониторинга водных экосистем (Приложение 4) [14]. Наибольшие значения удельной активности долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs были выявлены в образцах вида рогоз широколистный и телорез алоэвидный.

2.4 Долгоживущие радионуклиды в донных отложениях озерной экосистемы Малые Кирпичики

Донные отложения являются одной из сред для аккумуляции радионуклидов и микроэлементов. Накопление неорганических поллютантов в придонной области и выведение их из состава донных отложения является одним из важнейших механизмов поддержания динамического равновесия содержания этих веществ в водном компоненте озерной экосистемы. Аккумуляция неорганических поллютантов в донных отложениях происходит в результате ряда процессов: осаждение частиц вещества, адсорбция на дне, диффундирование в толщу грунта. Согласно положениям теории, Вернадского В.И. о биогеохимическом круговороте веществ, неорганические поллютанты, проходя подобный путь, остаются в депонирующей части цикла данных элементов, которые при благоприят-

ных условиях могут стать источником вторичного загрязнения водоема, вследствие их ремобилизации. Однако естественное самоочищение водной фазы происходит не только за счет аккумуляции поллютантов донными отложениями, но и за счет высокой степени эвтрофности водоема, так как некоторые типы высшей водной растительности способны аккумулировать определенного вида загрязнители.

Степень загрязнения донных отложений зависит от их типа. Донные отложения неоднородны, в них можно выделить своего рода горизонты и прослойки механически разного рода веществ. Как правило, содержание различных микроэлементов, а также радионуклидов в донных отложениях, в горизонтах, залегающих ближе к границе раздела фаз наибольшее, и уменьшается с продвижением вглубь грунтов, слагающих массив донных отложений [22]. Послойный отбор донных отложений позволяет изучить распределение долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в колонках грунтов оз. Малые Кирпичики.

В приложении 5 приведена характеристика колонки отобранных донных отложений (оз. Малые Кирпичики). На рисунке 3 представлена удельная активность долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs по глубине профиля донных отложений оз. Малые Кирпичики.

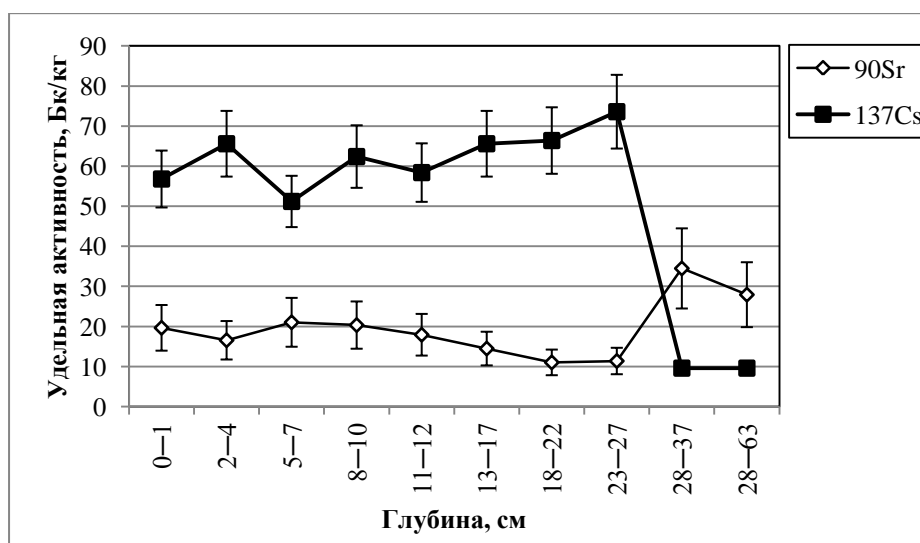


Рис. 3 Удельная активность долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs по глубине профиля донных отложений оз. Малые Кирпичики

Вызывает интерес проявление противоположных тенденций в изменении уровня удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs на глубине 28 - 37 см, что указывает на то, что данный слой является горизонтом, отражающим смену характерных распределений долгоживущих радионуклидов в выбросах аварий 1957 и 1967 годов на ПО «Маяк», что соответствует средней скорости осадконакопления (около 5 мм/год). Не смотря на территориально расположение оз. Малые Кирпичики в ближней зоне ВУРСа, соотношение долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs отвечает характеристике удаленной зоны ВУРСа. В выбросах Кыштымской аварии преобладал ^{90}Sr , в то время как превалирующим радионуклидом аварии, приведшей к формированию Карачаевского следа, являлся ^{137}Cs (около 60%). Также это может быть связано с влиянием фракционного состава органического вещества, что способствует связыванию ^{137}Cs на данной глубине, и миграции ^{90}Sr вглубь.

Сапрпельная структура донных отложений и высокое содержание в них растительных останков не ведут к полному очищению водной среды, так как в озере устанавливается некоторое динамическое равновесие между водой и грунтом, следствием которого является длительное загрязнение водного компонента экосистемы. В подобных водоемах с течением времени происходит перемещение радионуклидов по профилю донных отложений.

2.5. Взаимосвязь компонентов озерной экосистемы

Малые Кирпичики

В частности, в результате поверхностного стока, радионуклиды накапливаются в водоемах и, поступая в растения, мигрируют по пищевым цепям. Накопление поллютантов на дне водоемов и их повторная активация из донных отложений – один из механизмов регулирования содержания данных веществ в водной среде [46]. Непроточные и

слабопроточные водоемы могут служить источником поступления долгоживущих радионуклидов, прежде всего ^{90}Sr как аналог Са, в организм человека и животных. Радионуклиды в водной фазе находятся во взвешенном, коллоидном состоянии и в состоянии истинного раствора.

Основным депо для радионуклидов водных экосистем являются донные отложения и высшая водная растительность [47]. Скорость их выведения из воды водоема с течением времени может значительно уменьшаться, что связано с установлением нового равновесия между грунтом и водой. На рисунке 4 представлен график, отражающий динамику значений K_H (коэффициентов накопления) долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs донными отложениями по глубине отбора колонки относительно воды оз. Малые Кирпичики.

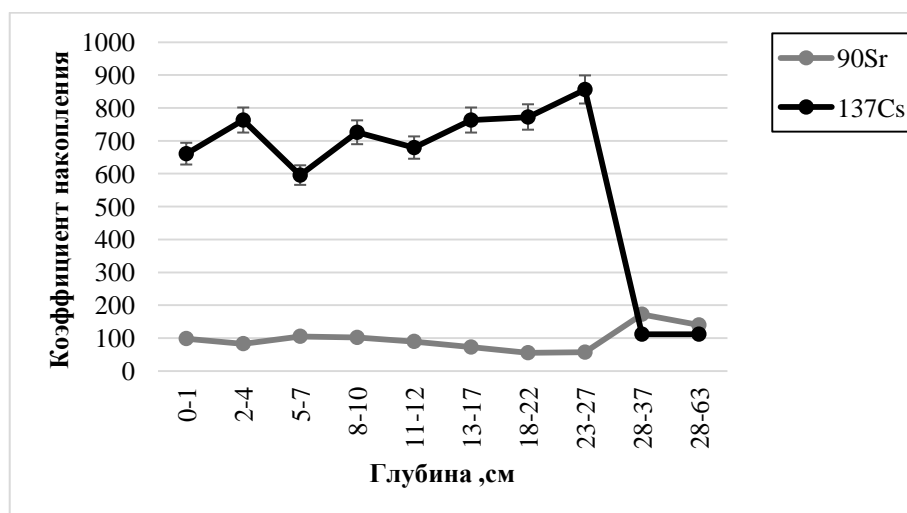


Рис. 4 Коэффициент накопления долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs донными отложениями оз. Малые Кирпичики

Ввиду нехарактерного для ближней зоны ВУРСа соотношения активностей долгоживущих радионуклидов, можно было ожидать нетрадиционные значения коэффициентов накопления в донных отложениях по отношению к воде озера. На величину K_H (Рис. 5) исследуемых долгоживущих радионуклидов оказывают влияние степень минерализации водной среды озера, а также механический состав донных грунтов. Значения K_H по ^{137}Cs в верхних горизонтах значительно

превосходят данный показатель в нижних горизонтах, и напротив, миграция ^{90}Sr в толщу донных отложений (значения K_H ниже), что обусловлено спецификой структуры донных илов, обогащенных растительными останками в нижних слоях. Запасы ^{137}Cs в илах выше, чем ^{90}Sr . Главные экстремумы графика отражают горизонты аварии 1957 г. и 1967 г.

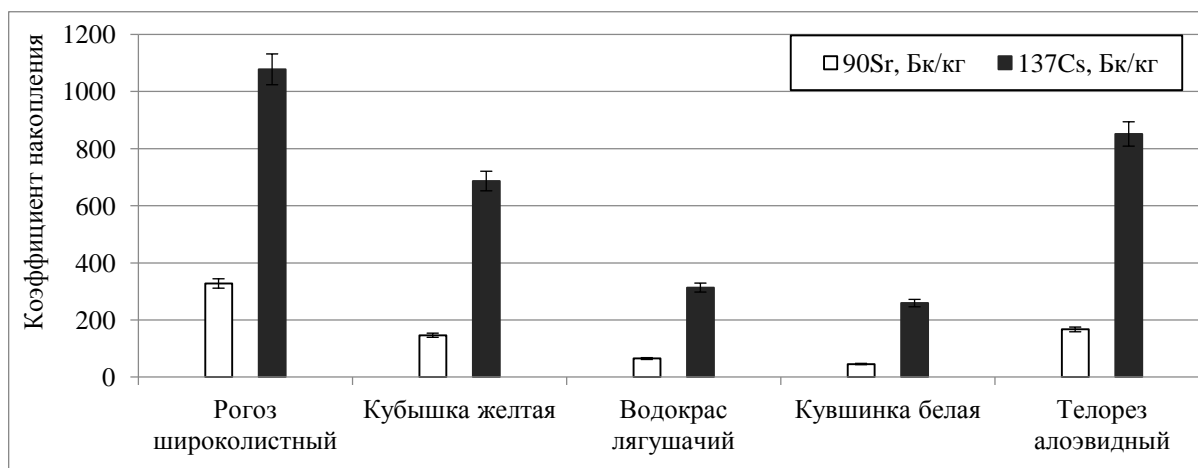


Рис. 5 Коэффициент накопления долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs высшей водной растительностью оз. Малые Кирпичики

Установленный характер динамики K_H в верхних слоях донных отложений подтверждается выявленным соотношением радионуклидов в образцах высшей водной растительности (соотношение $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ для рогоза широколистного = 1,46; для телореза алоэвидного = 2,28). Высокие значение K_H обуславливают устойчивое загрязнение водной фазы, ввиду установления динамического равновесия с ней в каждый отдельный отрезок времени. Путем аккумуляции долгоживущих радионуклидов происходит некоторое самоочищение водоема, хотя оно не является полным и значительно пролонгировано во времени.

Выводы по второй главе

Объёмная активность ^{137}Cs в воде озера Малые Кирпичики несколько превышает фоновые значения по Уральскому региону, в то время как данный показатель по ^{90}Sr превышен в большей мере, однако не превышает уровня вмешательства, что говорит об отсутствии необходимости дополнительной очистки воды озера. Объёмная активность ^{90}Sr значительно выше, чем ^{137}Cs , что характерно для озерных экосистем ближней зоны ВУРСа [22].

Антропогенного загрязнения воды озер рассматриваемой зоны не наблюдается, ввиду отсутствия на близлежащих территориях крупных производственных объектов. Физико-химические показатели воды оз. Малые Кирпичики не превышают ПДК (искл. Mg^{2+}). Содержание в пробах воды микроэлементов и тяжелых металлов не превышает ПДК. По загрязнению тяжелыми металлами исследуемое озеро на современном этапе можно считать фоновым [35].

На глубине 28 – 37 см колонки донных отложений проявляются противоположные тенденции в изменении удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs , что указывает на то, что данный слой является горизонтом, отражающим смену характерных распределений долгоживущих радионуклидов в выбросах аварий 1957 г. и 1967 г. на ПО «Маяк». Превалирующим радионуклидом аварии, приведшей к формированию Карачаевского следа, являлся ^{137}Cs (около 60%).

Результаты исследования позволили выявить виды, являющиеся ярко выраженными накопителями исследуемых долгоживущих радионуклидов, которые, вероятно, можно рассматривать в качестве референтных при организации биомониторинга водных экосистем. Наибольшие значения удельной активности долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs были выявлены в образцах вида рогоз широколистный и телорез алоэвидный [15].

ГЛАВА 3 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ

Обучение призвано ориентировать педагогический процесс на будущее, и предполагает развитие обучающихся. Каждая ступень образования нацелена не только на усвоение необходимых знаний и умений, но и на формирование способности самостоятельно конструировать перспективные формы мышления и сознания. Одним из наиболее эффективных методов осуществления данного подхода на практике является проектная деятельность, в ходе которой достигается зона актуального развития учебных результатов, то есть формируется система мышления, основанная на универсальных способах мыслительной деятельности, ведущих к развитию. Ориентация проектной формы обучения на овладение различными формами деятельности создает условия для формирования и проявления перспективной исследовательской деятельности учащегося.

Проектная деятельность обучающихся – это компонент проектного обучения, связанного с выявлением и удовлетворением потребностей обучающихся, посредством проектирования и создания идеального или материального продукта, обладающего объективной или субъективной новизной [8].

Важнейшей задачей проектной деятельности является формирование у обучающихся умений ориентироваться в непрерывно расширяющемся информационном пространстве современного общества, добывать и применять знания, использовать их для решения учебных и практических задач. Реализация проектной деятельности подразумевает повышение уровня ответственности и инициативности школьников, приобретение дополнительной мотивации учения. Исходя из этого, проектная

деятельность является одним из приоритетных требований Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС).

Особенности проектной деятельности в реализации ФГОС [18]:

- создание условия для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов;
- инструментом достижения данных результатов служат универсальные учебные действия (УУД);
- системно-деятельностный подход является основным при формировании УУД;
- проектная деятельность является одним из основных методов данного подхода в обучении.

Главной педагогической целью проектной деятельности выступает формирование ключевых компетенций обучающихся. Это подразумевает ряд неотъемлемых задач.

- Научить применять на практике базовые знания и навыки, нацеленные на поиск и решение разнообразных задач.
- Стимулировать самостоятельную познавательную деятельность школьников в процессе освоения новой информации и новых способов деятельности.
- Позволить рассмотреть сложные объекты с точки зрения различных наук, что обеспечивает построение метапредметных связей и включение в систему знаний, приближая тем самым объект изучения к реальным жизненным ситуациям.
- Привлечь обучающихся к созидательной и преобразовательной деятельности, которая обеспечивает формирование личностных компетенций.

Успешность реализации проектной исследовательской деятельности зависит в первую очередь от характера взаимодействия педагога и учащегося. Главной функцией педагога при этом является управление

самостоятельной деятельности школьника, ее сопровождение, выполняя тем самым роль тьютора, координатора, консультанта.

Подготовка обучающихся основывается на том, что изучение окружающей среды является неотъемлемой частью жизни не только специалистов, изучающих предметы естественно-научного цикла, но также каждого из нас. Исследовательская работа в данной сфере открывает неисчерпаемые возможности для деятельности преподавателей, обучающихся и людей, небезразличных к тому, что происходит вокруг. Подобного рода исследования носят интегративный характер, что выражается во взаимосвязи с такими разделами науки как геохимия, химия почв, гидрохимия, химия атмосферы, химическая технология, физическая и коллоидная химия, аналитическая химия и др.

Для реализации как познавательной, так и творческой активности обучающихся в ходе учебного процесса применяются современные образовательные технологии, которые позволяют повысить эффективность образовательного процесса, использования учебного времени, долю продуктивной деятельности обучающихся.

Использование широкого спектра образовательных технологий дает возможность преподавателю более эффективно использовать учебное время и добиваться высоких результатов обучения обучающихся.

На практике не существует монотехнологий, которые использовали бы только какой-либо один фактор, метод, принцип, так как образовательная технология всегда носит комплексный характер. Однако благодаря доминирующему влиянию того или иного процесса обучения технология становится характерной.

Проектное обучение основано на создании особого вида мотивации – проблемной, поэтому требует адекватного конструирования дидактического содержания материала, который должен быть представлен как цепь теоретических и практических ситуаций [14]. Проектное обучение предполагает последовательную постановку перед обучающимися задач, в

процессе решения которых они усваивают не только знаниевую компоненту профессиональной деятельности, но и навыки ее осуществления.

Основной дидактической единицей проектирования учебного процесса является учебная проблема. Последовательность действий учащегося при заданном подходе следующая: анализ проблемной ситуации, постановка проблемы, поиск недостающей информации и выдвижение гипотез, проверка гипотез и получение нового знания, перевод проблемы в задачу, поиск способа решения, решение, проверка решения, доказательство правильности решения задачи [17].

Технология проектного обучения позволяет не только приобретать новые знания, умения, навыки, но и накапливать опыт творческого решения разнообразных профильных задач. Обязательной частью проектной деятельности является проблемная интерпретация учебного материала, она состоит в том, что преподаватель не сообщает весь объем знаний в готовом виде, но ставит перед обучающимся проблемные задачи, побуждая искать способы и средства их решения. При выполнении исследовательского проекта обучающийся проходит все этапы формирования самостоятельного мышления [13].

Для решения современных педагогических задач, стоящих перед системой образования, важно коренным образом изменить приоритеты целей обучения. На первый план следует выдвигать развивающую функцию, в большей степени обеспечивающую становление личности обучающегося, раскрытие его индивидуальных способностей, развитие умственной, творческой и социальной активности, что является важным условием их психологической подготовки к жизни в социуме. Через развитие этой активности происходит становление основополагающих качеств личности. В таблице 2 представлен индивидуальный образовательный маршрут учащегося, разработанный в ходе выполнения исследовательской работы в рамках реализации проблемного проектного обучения.

**Лист индивидуального образовательного маршрута
исследовательской деятельности ученика**

| Этапы работы | Форма отчета/демонстрации результатов | Сроки |
|--|---|----------------------|
| 1. Формулирование проблемы, целеполагание | Собеседование с учителем | 16.11. |
| 2. Изучение методов, приемов, способов деятельности, необходимых для работы над решением проблемы, в том числе освоение приемов работы с научной литературой и приемов оформления собственного продукта деятельности | Выполнение индивидуальных заданий с использованием освоенных приемов и т.п. | 17.11. – 02.11. |
| 3. Изучение истории вопроса, теоретических источников по проблеме исследования | Выступление с сообщениями, докладами по проблеме исследования | 22.11. – 24.11 |
| 4. Выявление возможных путей решения проблемы, в т.ч. выдвижение гипотез, оценка антропогенного влияния на водоем, рассмотрение ресурсной базы исследования | Собеседование с учителем | 24.11. – 26.11. |
| 5. Работа с фактическим материалом (наблюдение, отбор, сравнение, освоение экспериментальных методик, эксперимент и др.) | Промежуточные отчеты учащегося с их последующим обсуждением, коррекция самостоятельной деятельности школьника, системный вывод по работ, обсуждение основных положений работы на конференциях | 26.11. – 08.11. |
| 6. Анализ, классификация и систематизация данных, полученных в ходе работы с фактическим материалом, представление информации в различных форматах | | 08.11. – 10.11. |
| 7. Обобщение, выводы | | 10.11. – 15.11. |
| 8. Предъявление и/или защита продукта исследовательской деятельности | | 03.2018 – 04.2018 |

Детальный анализ поэтапного сопровождения исследовательского проекта проведем на примере работы учащегося 10 класса – «Химические поллютанты в системе «донные отложения – вода – макрофиты» в озере Курлады», выполненного под контролем педагога-руководителя во время прохождения производственно-педагогической практики на базе МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска». Обучающийся, с которым осуществлялась проектная деятельность, обучается в профильном химико-биологическом классе. Поэтапный процесс работы представлен в таблице 3.

Прежде всего педагогу необходимо продумать запуск проекта, обеспечивающий заинтересованное включения школьника в проектную деятельность. Это обеспечивалось путем создания проблемной ситуации, обсуждение социально- и экологически значимой задачи. Этот этап может быть проведен в форме обсуждения научных статей, мировых новостей о загрязнении водной среды.

При этом важнейшим приемом педагога является вопрос с построением индивидуального мнения учащегося и самостоятельного ответа. Базовым в таком случае может выступать риторический или проблемный вопрос, который подтолкнет школьника к построению цепочки рассуждений, например, «Почему принято говорить о глобальном экологическом кризисе? Что человечество оставит после себя? Может ли закончиться вода?». Далее необходимо построить область проблемных вопросов, среди которых обучающийся выбирает, или синтезирует из имеющихся новую, проблему, которая будет решаться в ходе выполнения проекта. Наиболее эффективно это можно осуществить в форме кластера, причинной карты или списка факторов. Эти шаги помогают выбрать тему исследовательского проекта, которая обусловлена прежде всего интересом учащегося, а также актуальностью решаемой проблемы, и определить цель проекта.

Дорожная карта реализации исследовательского проекта представлена в таблице 3.

Тема проекта: Химические поллютанты в системе «донные отложения – вода – макрофиты» озера Курлады.

Тип проекта: индивидуальный, исследовательский, экологический.

Предмет / класс: Химия / 10 класс

Цель проекта: установить концентрацию некоторых химических поллютантов в пробах воды, донных отложений и макрофитов озера Курлады.

Задачи проекта.

1. Изучение рассматриваемой проблемы по литературным источникам.
2. Отбор проб и пробоподготовка.
3. Исследование содержания некоторых основных ионов в элементах водной экосистемы.
4. Обработка и интерпретация результатов.

Гипотеза: концентрация исследуемых ионов в компонентах озерной экосистемы превышает ПДК, вследствие чего вода озера требует дополнительной очистки.

Дорожная карта реализации исследовательского проекта

| Основные этапы организации учебного времени | Дидактическая цель этапа | Планируемые результаты | Деятельность ученика | Деятельность учителя | Формируемые УУД |
|---|--|---|---|---|--|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> |
| Подготовительный | Создать мотивацию; сформулировать цель | Сформулированы актуальность, проблема, цель | Обсуждает тему проекта с учителем и получает при необходимости дополнительную информацию. Осуществляет выбор направления и темы исследования – «Химические поллютанты в системе «данные отложения – вода – макрофиты» в озере Курлады». | Знакомит со смыслом проектного подхода и мотивирует обучающихся. Помогает в определении цели проекта. Наблюдает за работой учащегося. Использует проблемные вопросы и ситуационные задачи для выбора темы («Как человек влияет на окружающую среду? Составьте сравнительную карту положительного и отрицательного влияния антропогенного фактора. Какое из видов пагубного воздействия наиболее актуально для изучения в условиях родного края? Какие способы исследования для этого необходимо применить?»). | Личностные: формирование границ собственного знания и «незнания»; Регулятивные: принимать и сохранять исследовательскую задачу |

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> |
|--|---|----------------------------------|---|--|--|
| Концептуализация (программирование) | Разработать совокупность концептуальных идей; создать программу | Сформулированы задачи и гипотеза | Формулирует цель задачи проекта – «Установить концентрацию некоторых химических поллютантов в пробах воды, донных отложений и макрофитов озера Курлады». Вырабатывает план действий. Выбирает и обосновывает свои критерии успеха научно-исследовательского проекта | Предлагает идеи, высказывает предположения. Предлагает источники, которые могут помочь учащемуся в освоении выбранной проблемы. Наблюдает за работой учащегося | Личностные: формирование ценностных ориентиров и смыслов учебной деятельности на основе развития познавательных интересов, учебных мотивов; Познавательные: осознание и произвольное построение речевого высказывания в устной и письменной форме; Коммуникативные: уметь формулировать собственное мнение и позицию |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|-------------------------------|---|---|---|--|
| Планирование | Разработать план деятельности | Определены конкретные шаги в деятельности, составлен план и намечены сроки реализации | <p>Строит план деятельности. Обсуждает возможные варианты исследования, выбор методов и средств. Продумывает ход деятельности. Работает с источниками информации. Делит работу на ряд взаимосвязанных этапов: отбор проб, пробоподготовка, проведение анализа содержания некоторых основных ионов (ионов аммония, нитрат-, нитрит-, фосфат-ионов). Определяет продолжительность работы (каждого этапа и общий срок). Определяет доступные методы работы исходя из имеющейся ресурсной базы.</p> | <p>Предлагает идеи, высказывает предположения. Наблюдает за работой учащегося, при необходимости корректирует ее. Консультирует учащегося по теоретическим вопросам, подбору методик эксперимента, особенностям их проведения. Подготовка реактивов и оборудования для проведения химического эксперимента.</p> | <p>Познавательные: ориентировка на разнообразие способов решения учебных задач; умение осуществлять сравнение, сериацию и классификацию по заданным критериям; умение строить рассуждения в форме связи простых суждений; выдвижение гипотез и их обоснование; Регулятивные: планировать свое действие в соответствии с поставленной задачей и условиями ее реализации, в том числе во внутреннем плане; различать способ и результат действия; выполнять учебные действия в материализованной, громкоречевой и умственной форме</p> |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|---|--|---|--|--|
| Практический | Получить продукт проектной деятельности | Собран материал исследования, проведен эксперимент | Поэтапно выполняет задачи проекта. Осуществляет сбор и анализ информации об объекте исследования (предмет изучения химии окружающей среды; виды загрязнения водной среды; понятие о химических поллютантах и предельно-допустимой концентрации; методы лабораторного анализа концентрации основных ионов в компонентах озерных объектов; методы обработки экспериментальных данных), проведение пробоподготовки и химического эксперимента (высушивание, измельчение, приготовление вытяжек природных компонентов, фотометрия) (на базе Кафедры Химии, экологии и МОХ), обработка полученных результатов. | Наблюдает, советует, косвенно руководит деятельностью учащегося. Строго контролирует выполнение лабораторного эксперимента (соблюдение техники безопасности при работе с реактивами и лабораторным оборудованием), осуществление контроля над соблюдением сроков выполнения проекта. | Личностные: формирования новых границ собственного знания и «незнания»; Познавательные: осознанное и произвольное построение речевого высказывания в устной и письменной форме; ориентировка на разнообразие способов решения заданий; умение осуществлять синтез как составление целого из частей; умение устанавливать причинно-следственные связи; Регулятивные: осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату |

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> |
|---------------|--------------------|---|---|---------------------------------------|---|
| Аналитический | Провести рефлексию | Оформленная работа, включающая весь ход исследования и выводы | Работает над проектом, анализирует информацию. Сравнивает планируемые результаты и фактические, делает обобщение и выводы. Оформляет документации проекта. Решает возникающие вопросы и проблемы, корректирует план в соответствии с принятыми решениями. | Наблюдает, при необходимости советует | <p>Регулятивные: адекватно воспринимать оценку учителя; вносить необходимые коррективы в действие после его завершения на основе его оценки и учета характера сделанных ошибок;</p> <p>Личностные: развитие познавательных интересов, учебных мотивов; оценка своих поступков;</p> <p>Коммуникативные: адекватно использовать речевые средства для решения различных коммуникативных задач; строить монологическое высказывание, владеть диалогической формой речи.</p> |

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> |
|--------------------------|---|--|---|--|---|
| Контрольно-коррекционный | Осуществить при необходимости коррекцию | Итоговый вариант работы | Анализ успехов и ошибок, поиск способов коррекции ошибок | Наблюдает, при необходимости советует | Регулятивные: адекватно воспринимать оценку учителя; вносить необходимые коррективы в действие после его завершения на основе его оценки и учета характера сделанных ошибок; Коммуникативные: адекватно использовать речевые средства для решения различных коммуникативных задач; строить монологическое высказывание, владеть диалогической формой речи. |
| Заключительный | Защитить проект | Участие в научно-практических конференциях | Представляет проект, проводит его самоанализ и оценку. Оформляет отчет, проводит выступление и защиту проекта. Защита производится на научно-практических конференциях: «Человек на Земле», НПК ЧелГУ. Намечает план дальнейшей научной деятельности, перспективные направления работы. | Слушает, задает вопросы. При необходимости направляет процесс анализа. Оценивает усилия учащегося, качество отчета, потенциал проекта. Предлагает возможную структуру и форму отчета | Познавательные: осознанное и произвольное построение речевого высказывания в устной форме; умение осуществлять синтез как составление целого из частей; умение устанавливать причинно-следственные связи; Регулятивные: осуществлять итоговый контроль. |

Достижение поставленной цели предполагало выполнение ряда педагогических задач.

1. Актуализация знаний учащегося в области химии окружающей среды, экологии, химии.

2. Освоение методик отбора проб, пробоподготовки, проведения химического эксперимента.

3. Отработка навыков обработки и интерпретации экспериментальных данных.

4. Совершенствование навыков проведения логических операций: сериация, обобщение, систематизация, анализ, синтез.

5. Совершенствование навыка публичного выступления.

Контроль и коррекция педагогической деятельности предполагает отбор специальных средств оценивания и анализа ее результатов. Весь процесс проектной деятельности сопровождается анализом и рефлексией. Процесс развития учащегося, степень овладения УУД фиксируется на каждом этапе проектной деятельности. Для этого строится оценочный лист наставника, в котором педагог фиксирует степень усвоения конкретных УУД (Приложение 7). Подробный анализ проделанной работы позволил выявить сильные и слабые стороны реализации проектно-исследовательской деятельности. Успешность реализации основных этапов работы отражены на рисунке 6.

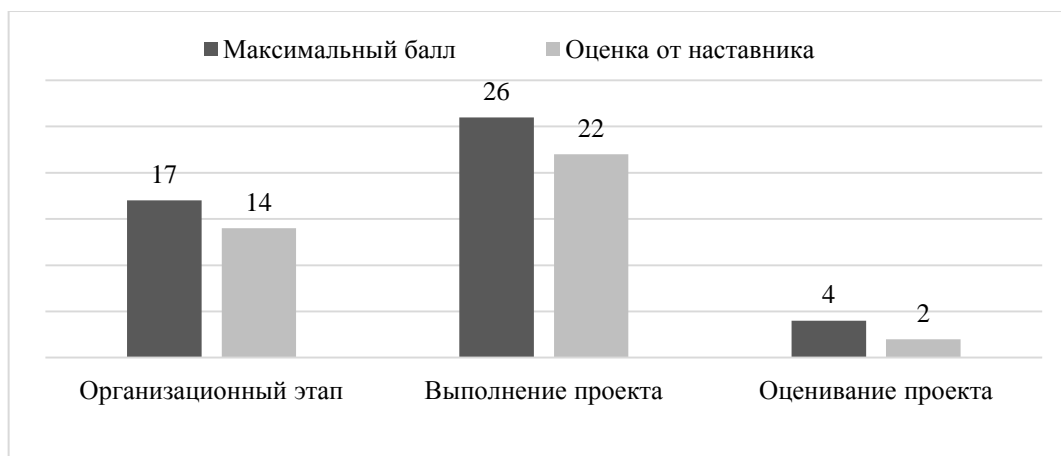


Рис. 6 Оценка наставником этапов реализации проекта

Анализируя диаграмму, можно заключить:

- наиболее успешно обучающийся справился с основным этапом работы – выполнение проекта (85%). В достаточной мере выработаны навыки самостоятельного анализа информации, планирования деятельности, проведения химических экспериментов, а также интерпретации полученных данных;
- высокие результаты имеет организационный этап (82%), что говорит о сформированных навыках работы с информацией, ее поиск, построение на ее основе проблемы и нахождение путей ее решения.
- этап оценивания работы показал эффективность равную 50%, что указывает о необходимости совершенствования умения самостоятельного определения степени своего успеха, его критериев, способов и причин его достижения. На данном этапе требуется наибольшая поддержка наставника.

Данный исследовательский проект был представлен на профильных научно-практических конференциях, целью которых явилось:

- 1) повышение уровня экологического образования школьников;
- 2) привлечение обучающихся образовательных учреждений к решению экологических проблем родного города;
- 3) формирование у подрастающего поколения чувства гражданской ответственности за состояние природной среды родного края;
- 4) стимулирование инициативы образовательных организаций, педагогов и обучающихся в решении экологических проблем города и региона.

Документы, подтверждающие участие школьника в научно-практических конференциях и присуждение призовых мест, представлены в приложениях 8, 9.

Выводы по третьей главе

Одним из наиболее эффективных методов осуществления личностно-ориентированного подхода на практике является проектное обучение. Оно открывает неисчерпаемые возможности для деятельности преподавателей и обучающихся. Оно предполагает последовательную постановку перед обучающимися задач, в процессе решения которых они усваивают и навыки осуществления деятельности, что полностью соответствует требованиям ФГОС.

Используемые методы реализации всех этапов проектной деятельности направлены на формирование и развитие у учащегося универсальных учебных действия, которые позволяют развить у школьника потребности и навыка самостоятельного учения. Тематика исследования соответствует образовательной программе профильного химико-биологического класса. В процессе выполнения проекта ученик усовершенствовал навыки химического эксперимента, проекции его результатов в теоретическую плоскость. Каждый из приведенных этапов выполнения исследовательского проекта был направлен, прежде всего, на развитие личности школьника, ориентировано на его индивидуальные потребности, интересы и возможности. На протяжении всего проекта проводилось формирование дополнительной мотивации учения не в узкоспециализированной области, а целостного и комплексного изучения окружающего нас мира во всех его проявлениях и взаимосвязях.

При новой парадигме образования педагог выступает больше в роли организатора, тьютора самостоятельной активной познавательной деятельности учащегося, компетентным консультантом и помощником.

Наиболее успешно обучающийся справился с основным этапом работы – выполнение проекта (85%). Данный исследовательский проект был успешно представлен на профильных научно-практических конференциях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, аварии, произошедшие на Урале во второй половине XX в., привели к масштабному загрязнению окружающей среды. В ходе работы были выявлены общие особенности процессов аккумуляции ^{90}Sr и ^{137}Cs в исследуемых компонентах озерной экосистемы Малые Кирпичики.

1. На современное радиэкологическое состояние оз. Малые Кирпичики оказала влияние не только Кыштымская авария 1957 г., но и ветровой разнос радиоактивной пыли с береговой линии оз. Карачай 1967 г., образовавший Карачаевский радиоактивный след.

2. Содержание основных ионов в воде озера, как правило, не превышает предельно-допустимых концентраций.

3. Сопоставляя современные уровни объемной активности водной массы водоема с уровнем вмешательства, можно отметить, что вода озера не требует дополнительной очистки от радионуклидов.

4. По распределению ^{90}Sr в колонке донных отложений следует отметить, что до 42% его удельной активности сосредоточено на глубине 28 – 63 см, что указывает на его высокую миграционную способность и преобладающее содержание в выбросах аварии 1957 г.

5. По распределению ^{137}Cs в колонке донных отложений следует отметить, что до 96% его удельной активности сосредоточено на глубине до 28 см, что обусловлено в том числе составом выпавшей радионуклидной смеси аварии 1967 г.

6. Наибольшие значения удельной активности долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs были выявлены в образцах видов рогоз широколистный и телорез алоэвидный.

7. Особенности миграции радионуклидов в донных отложениях озер обусловлены первоначальным уровнем загрязнения, составом воды и

сорбционной способностью донных отложений и высшей водной растительности.

8. Преобладание ^{137}Cs в верхних слоях донных отложений возникло из-за добавочного воздействия аварии 1967 г., формируя, отклоняющееся от закономерного для ВУРСа, соотношение долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs .

9. На загрязненной радионуклидами территории возможно выделить три характерных типа загрязнения – ВУРС, Карачаевский радиоактивный след, двойное загрязнение.

10. По результатам оценки исследовательского проекта была выявлена высокая степень эффективности его реализации (85%), что подтверждено результатами выступлений на городской и региональной научно-практических конференциях.

11. Эффективность проектной деятельности обусловлена четкой траекторией обучения, которая позволяет осознать сообразность применяемых методик.

Установленные физико-химические показатели воды оз. Малые Кирпичики являются естественными и не препятствуют ее использованию в целях децентрализованного водоснабжения. В целом вода исследуемого водоема может считаться безопасной по содержанию ^{90}Sr и ^{137}Cs . В исследованиях макрофитов оз. Малые Кирпичики было выявлено отношение некоторых представителей высшей водной растительности к радиоактивному загрязнению, референтными в данном отношении являются телорез алоэвидный и рогоз широколистный.

Макрофиты и донные отложения в озерной экосистеме играют роль аккумулирующих радионуклиды компонентов, следовательно, одним из условий использования данного объекта является отсутствие нарушений структурной целостности донных отложений. Анализ радиоэкологического состояния экосистемы позволяет утверждать, что наибольшую опасность составляют донные отложения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аклеев, А.В. Муслюмово: итоги 50-летнего наблюдения [Текст] / А.В. Аклеев, М.Ф. Киселев. – Челябинск: Уральский научно-практический центр радиационной медицины, 2001. – 30 с.
2. Аклеев, А.В. Социально-психологические последствия аварийного облучения населения Уральского региона [Текст] / А.В. Аклеев, В.П. Гриценко, Т.А. Марченко. – М.: РАДЭКОН, 2008. – 351 с.
3. Алексахин, Р.М. Проблемы радиоэкологии [Текст] / Р.М. Алексахин. – М.: Россельхозакадемия, 2006. – 880 с.
4. Алексахин, Р.М. У истоков отечественной радиоэкологии [Текст] / Р.М. Алексахин // Вестник Российской Академии наук. – 2001. – Т.71. – №1. – С. 63–70.
5. Андреева, М.А. Озера Среднего и Южного Урала (гидрологический режим и влияние на него атмосферной циркуляции) [Текст] / М.А. Андреева. – Челябинск: Южно-Уральское издательство, 1973. – 272 с.
6. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 488 с.
7. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года [Текст] // Под ред. Ю.А. Израэля. – М.: ИГКЭ Росгидромета и РАН, Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа, 2013. – 140 с.
8. Байбородова, Л.В. Проектная деятельность школьников в разновозрастных группах [Текст] / Л.В. Байбородова, Л.Н. Серебренников. – М.: Просвещение, 2013. – 175 с.
9. Бекман, И.Н. Ядерная индустрия: Курс лекций [Текст] / И.Н. Бекман. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 867 с.

10. Бобель, Н.С. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда [Текст] / Н.С. Бобель, В.Ф. Демин, И.А. Ильин // под ред. А.П. Александрова. – М.: Энергоиздат, 1981. – 296 с.
11. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. СанПин 2.1.5.980-00 [Текст] / Утвержден 22.06.2000 года. – Введ. с 01.01.2001. – Москва, Минздрав России, 2014. – 13 с.
12. Государственный водный реестр [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.textual.ru/gvr/index.php?card=195859> (дата обращения 07.02.2019), свободный. – Загл. с экрана
13. Другов, Ю.С. Пробоподготовка в экологическом анализе [Текст] / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – Санкт-Петербург: «Анатолия», 2002. – 755 с.
14. Каблова, К.В. Накопление и распределение долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде, донных отложениях и макрофитах озера Малые Кирпичики [Текст] / К.В. Каблова, В.В. Дерягин, С.Г. Левина, А.А. Сутягин // Радиационная биология. Радиэкология. – 2014. – Т. 54. – №6. – С. 650–656.
15. Каблова, К.В. Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях озера Малые Кирпичики (Восточно-Уральский радиоактивный след) [Текст] / К.В. Каблова, С.Г. Левина, В.В. Дерягин, И.Я. Попова, Р.В. Кузьмина // GISAP: Biology, Veterenary Medicine and Agricultural Sciences. – 2013. – №3. – С. 16–19.
16. Колеченко, А.К. Энциклопедия педагогических технологий [Текст] / А.К. Колеченко. – СПб.: КАРО, 2008. – 368 с.
17. Костюченко, В.А. Радиационно-экологические последствия аварий на Южном Урале [Текст]: дис. ... д-р биол. наук / В.А. Костюченко. – Челябинск, 2005. – 220 с.
18. Краснова, В.В. Проектная деятельность в реализации ФГОС нового поколения [Текст] // Юный ученый. – 2016. – № 6.1. – С. 31-33.

19. Ксенцова, Г.Ю. Перспективные школьные технологии [Текст] / Г.Ю. Ксенцова. – М.: Педагогическое общество России, 2000. – 224 с.
20. Кудрявцев, В.Т. Проблемное обучение: истоки, сущность, перспективы [Текст] / В.Т. Кудрявцев. – М.: Знание, 1991. – 37 с.
21. Левина, С.Г. Некоторые закономерности поведения радионуклидов в воде озер Восточно-Уральского радиоактивного следа [Текст] / С.Г. Левина, Н.Б. Шагина, С.Г. Захаров, Д.З. Шибкова, В.В. Дерягин, В.Н. Удачин, И.Я. Попова, З.П. Земерова // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2008. – Т. 48. – №5. – с. 616–626.
22. Левина, С.Г. Современная радиоэкологическая характеристика озерных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа [Текст] / С.Г. Левина, А.В. Аклеев. – М.: РАДЭКОН, 2010. – 238 с.
23. Матюшкин, А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении [Текст] / А.М. Матюшкин, А.М. Кудрявцев. – М.: Директмедиа, 2008. – 392 с.
24. «Маяк» – трагедия длиной в 50 лет [Текст]: доклад Гринпис России / – М.: Гринпис России, 2007. – 32 с.
25. Новоселов, В.Н. Атомный след на Урале: главы из книги [Текст] / В.Н. Новоселов, В.С. Толстиков // Южноуральская панорама. – 1997. – № 25, 26.
26. Новоселов, В.Н. Тайны «сороковки» [Текст] / В.Н. Новоселов, В.С. Толстиков. – Екатеринбург: ИПП «Уральский рабочий», 1995. – 470 с.
27. Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009. СанПин 2.6.1.2523-09 [Текст]: Утвержден 07.07.2009 года №47. Введ. с 01.09.2009. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2009. – 87 с.
28. О государственной программе Челябинской области «Воспроизводство и использование природных ресурсов Челябинской области на 2014-2019 годы» (с изменениями на 17.11.2017 г.) Постановление Правительство Челябинской области от 22.10.2013 года № 356-П.

- [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/-document/460211474> (дата обращения 07.02.2019), свободный. – Загл. с экрана
29. О реструктуризации атомного энергопромышленного комплекса Российской Федерации. Указ президента РФ № 556 [Текст]: Введ. 27.04.2007 года. Утвержден 27.04.2007 – М.: Собрание законодательства РФ, 2018. – 58 с.
30. Определение содержания стронция-90 в почвах и растениях радиохимическим методом [Текст]: Утвержден 09.02.1995 года. – М., 2019. – 35 с.
31. Орлов, Д.С. Химия почв [Текст] / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 401 с.
32. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Рекомендации. Р 52.24.353-2012 [Текст]: Утверждены 10.05.2012 г. – Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2012. – 40 с.
33. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. ГОСТ 17.5.01-80 [Текст]: Введ. 01.01.1982 года. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2018. – 7 с.
34. ПО «Маяк» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.potmayak.ru/>(дата обращения 07.02.2019), свободный. – Загл. с экрана
35. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03 [Текст]: Утверждены 27.04.2003 года №78. Введ. с 30.04.03. – М., Минздрав России, 2017. – 152 с.
36. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [Текст]: Утвержден 18.10.2013 года №544н – М.: Министерство труда и социальной защиты РФ, 2015. – 24 с.

37. Рагузина, Г.И. Катастрофа по имени «Маяк» [Электронный ресурс] / Г. Рагузина // Экология и право. – 2015. – № 57. – Режим доступа: <https://bellona.ru/2015/10/05/mayak/> (дата обращения 07.02.2019), свободный. – Загл. с экрана
38. Резников, А.А. Методы анализа природных вод [Текст] / А.А. Резников, Е.П. Муликовская, И.Ю. Соколов. – М.: Изд-во НЕДРА, 1970. – 488 с.
39. Селевко, Г.К. Энциклопедия образовательных технологий [Текст] / Г.К. Селевко. – М.: НИИ школьных технологий, 2006. – 816 с.
40. Славский, Е.П. Заключение специальной комиссии Министерства среднего машиностроения СССР и Министерства здравоохранения СССР об изучении условий и возможности проживания в радиоактивной зоне Челябинской области. Документ №48 от 03.02.1958 [Электронный ресурс] / Е. Славский, М. Ковригина. – Режим доступа: <https://www.alexanderyakovlev.org/fond/issues-doc/1020528> (дата обращения 07.02.2019), свободный. – Загл. с экрана
41. Смагин, А.И. Экология водоемов в зоне техногенной радионуклидной геохимической аномалии на Южном Урале [Текст] / А.И. Смагин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 205 с.
42. Снакин, В.В. История формирования радиоактивного загрязнения на Южном Урале / В.В. Снакин, В.Н. Василенко, Е.М. Артемов, Е.В. Имшенник, В.Р. Хрисанов и др. // Жизнь Земли. – Вып. 33. – М.: Изд-во МГУ, 2012. – С. 213–225
43. Соловьева, В.В. Гидробиотаника. Роль водных растений в функционировании водных экосистем [Текст] / В.В. Соловьева, А.Г. Лапилова. – Самара: ПГСГА, 2013. – 354 с.
44. Средняя месячная и годовая температуры воздуха по городам России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.center-pss.ru/st/st63.htm> (дата обращения 07.02.2019), свободный. – Загл. с экрана
45. Сутягин, А.А. Распределение долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs по компонентам озерной экосистемы Малые Кирпичики [Текст] /

- А.А. Сутягин, С.Г. Левина, В.В. Дерягин, К.В. Каблова // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды. – 2018. – С. 108–110.
46. Трапезников, А.В. Радиоэкологический мониторинг пресноводных экосистем. Том I [Текст] / А.В. Трапезников, В.Н. Трапезникова, А.В. Коржавин, В.Н. Николкин. – Екатеринбург: АкадемНаука, 2014. – 496 с.
47. Трапезников, А.В. Радиоэкология пресноводных экосистем [Текст] / А.В. Трапезников, В.Н. Трапезникова. – Екатеринбург: Изд-во УрГСХА, 2006. – 390 с.
48. Хохряков, В.В. Характеристика техногенного радиационного воздействия на территорию и население [Текст] / В.В. Хохряков, Е.Г. Дрожко, Г.Н. Романов, Ю.Г. Мокров, А.М. Кямкин и др. // Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона: сб. науч. работ. – М.: Комтехпринт, 2002. – С. 39–44.
49. Экология ПО «Маяк» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.po-mayak.ru/about/activities/ekologiya/> (дата обращения 07.02.2019), свободный. – Загл. с экрана
50. Энциклопедия Челябинской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://chel-portal.ru/enc/user/pravka/75072> (дата обращения 07.02.2019), свободный. – Загл. с экрана
51. Яблоков, А.В. Миф о безопасности малых доз радиации [Текст] / А.В. Яблоков. – М.: Центр экологической политики России, 2002. – 145 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

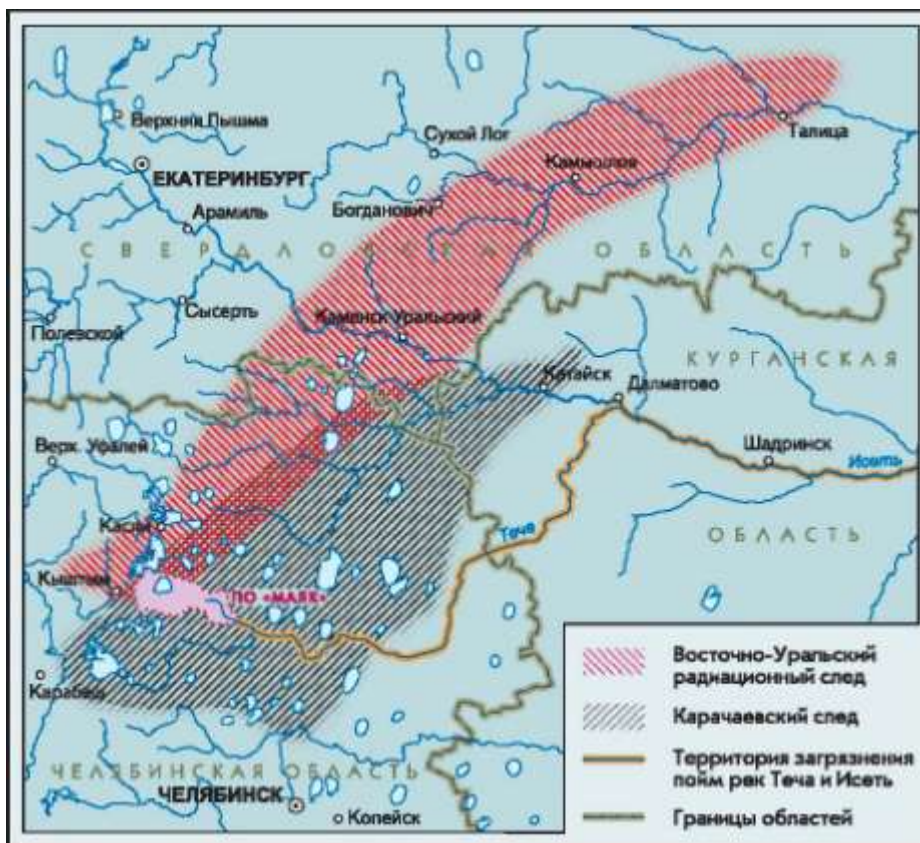


Рис. 7 Ориентировочная схема радиоактивного загрязнения территории в результате деятельности ПО «Маяк»

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 4

**Физико-химические показатели вод исследуемого водоема
(оз. Малые Кирпичики)**

| Озеро | Малые Кирпичики | ПДК |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Анионно-катионный состав, мг/л | | |
| рН, ед. рН | 9,22 | 6 – 8 |
| CO_3^{2-} | 6,30 | – |
| HCO_3^- | 867,00 | – |
| Cl^- | 293,00 | 350 |
| SO_4^{2-} | 55,00 | 500 |
| NO_2^- | 0,011 | 3,3 (по NO_2^-) |
| NO_3^- | <0,10 | 45,0 (по NO_3^-) |
| NH_4^+ | 0,24 | 2,00 (по азоту) |
| PO_4^{3-} | 0,016 | – |
| $\text{Ж}_{\text{общ}}$, моль/л | 7,70 | |
| Ca | 6,39 | 30–140 |
| Mg | 89,67 | 20–85 |
| K | 45,3 | – |
| Na | 359,0 | – |
| Микроэлементы, мкг/л | | |
| Fe | – | 100 |
| Ni | – | 100 |
| Cu | – | 1 |
| Zn | – | 10 |

«–» – отсутствие норматива по данному показателю

по СанПиН 2.1.4.1175-02

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 5

**Значения объемной активности радионуклидов
в воде исследуемого водоема**

| Озеро | Удельная активность | |
|---|-------------------------|--------------------------|
| | ^{90}Sr , Бк/л | ^{137}Cs , Бк/л |
| Малые Кирпичики | 0,20 | 0,086 |
| Уровень фона по Уральскому региону, Бк/л* | 0,09 | 0,040 |

* Фоновые значения ^{90}Sr и ^{137}Cs по Уральскому региону составляют 0,09 и 0,04 Бк/л соответственно, что обусловлено их содержанием в глобальных выпадениях на исследуемой территории.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 6

Накопительная значимость основных видов высшей водной растительности озера Малые Кирпичики

| Название вида | Индикаторы | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| | Органические загрязнения | Ацидофикация | Эвтрофикация | Тяжелые металлы |
| Рогоз широколистный | | | + | + |
| Кубышка желтая | + | | | |
| Водокрас лягушачий | | | + | + |
| Кувшинка белая | | | + | |
| Телорез алоэвидный | + | + | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица 7

Характеристика колонки донных отложений оз. Малые Кирпичики

| Глубина, (см) | Описание слоя |
|------------------|---|
| 0-1 | Черный жидкий (неконсолидированный) сапропель |
| 2-4 | Темно-бурый слабо консолидированный (творожистый) сапропель |
| 5-7 | Темно-бурый с сизым оттенком консолидированный сапропель, распадающийся с крупными раковистыми изломами |
| 8-10 | Темно-бурый консолидат с ракушкой |
| 11-12 | Очень темный сапропель с редкой ракушкой |
| 13-17 | Серый с редкой ракушкой и коричневыми примазками книзу. Верхняя граница - растительные остатки, похожие на Carex и Phragmites |
| 18-22 | Коричневый ил с мелкой ракушкой |
| 23-27 | Серый ил с редкой мелкой ракушкой |
| 28-37 | Коричневый ил с редкой мелкой ракушкой |
| 38-63 | Темно-коричневый ил, подстилаемый слоем растительных остатков типа Carex или Phragmites |

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Подготовка проб донных отложений к определению долгоживущего радионуклида ^{90}Sr

Навеску воздушно-сухой пробы донных отложений (100–500 г) прокаливают при температуре 450–500°C (около 4 ч.). Прокаленную пробу помещают в 1,5–2-литровый стакан, прибавляют раствор стабильного стронция (1 мл) и 250 мл воды. После перемешивания добавляют 250 мл концентрированной соляной кислоты на 500 г донных отложений и продолжают перемешивать в течение 30 мин. Солянокислый экстракт фильтруют через 2 бумажных фильтра (белая или красная лента) на воронке Бюхнера. Остаток промывают 500 мл горячей воды, переносят в стакан и повторяют обработку 500 мл 6Н соляной кислоты. Смесь фильтруют на воронке Бюхнера и остаток промывают горячей водой до обесцвечивания промывного раствора. К объединенным солянокислым экстрактам и промывным водам прибавляют 30–100г кристаллической щавелевой кислоты, нагревают до растворения и нейтрализуют конц. NH_4OH до $\text{pH}=4$, контролируя кислотность раствора. Раствор с осадком отстаивают не менее 4 часов. Если до достижения $\text{pH}=4$ осадок окрашивается в бурый цвет, то добавляют еще 10–50 г щавелевой кислоты для связывания железа в растворимый оксалатный комплекс. Осадок оксалатов должен быть чисто белого цвета. Осадок оксалатов отфильтровывают через два фильтра с синей лентой на воронке Бюхнера. Фильтрат выбрасывают. Осадок промывают водой, переносят вместе с фильтром в фарфоровый тигель и прокаливают 30 мин при $t=750\text{--}800^\circ\text{C}$. Осадок взвешивают. Если осадок весит менее 1 г, то его загружают в тарелочки (1 или 2) для подсчета на малофоновой установке УМФ-2000, осадки большего объема просчитывают на спектрометрической установке.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Таблица 8

Оценочный лист наставника исследовательского проекта

| Этапы | Код | Критерии | Макс. балл | Оценка от наставника |
|-------------------------------------|--------------|--|------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1.Организационный | | | 17 | 14 |
| 1.1. Определение темы проекта | 2.1.2 | - не сформировано умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему; | 0 | 2 |
| | | - формирует умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему с помощью наставника; | 1 | |
| | | - формирует умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему. | 2 | |
| | 2.1.1 | - не анализирует существующие и не планирует будущие образовательные результаты; | 0 | 1 |
| | | - анализирует существующие и планирует будущие образовательные результаты с помощью наставника; | 1 | |
| | | - анализирует существующие и планирует будущие образовательные результаты самостоятельно. | 2 | |
| 1.2. Поиск и анализ проблемы | 2.1.3 | - не выдвигает версии решения проблемы, не формулирует гипотезы, | 0 | 1 |
| | | - выдвигает версии решения проблемы, формулирует гипотезы с помощью наставника; | 1 | |
| | | - выдвигает версии решения проблемы, формулирует гипотезы, предвосхищает конечный результат самостоятельно | 2 | |
| | 1.3.2 | - не умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков; | 0 | 1 |
| | | - умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков с помощью наставника; | 1 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------|-------|--|---------------------|---|
| | | - умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков. | 2 | |
| 1.3. Постановка цели проекта | 2.1.4 | - не ставит цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей; - ставит цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей с помощью наставника - ставит цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей самостоятельно. | 0 1 2 | 1 |
| | 2.1.5 | - не умеет самостоятельно формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели; - умеет самостоятельно формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели с помощью наставника; - умеет самостоятельно формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели. | 0 1 2 | 2 |
| | 2.2.2 | - не обосновывает и не осуществляет выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач; - обосновывает и осуществляет выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач с помощью наставника; - обосновывает и осуществляет выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач самостоятельно | 0 1 2 | 2 |
| | 3.1.5 | - не строит позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности; - строит позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности с помощью наставника; - строит позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности самостоятельно. | 0 1 2 | 2 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------|--------------|---|---|-----------|
| | 3.1.7 | <ul style="list-style-type: none"> - не умеет критически относиться к собственному мнению, с достоинством признавать ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректировать его; - критически относится к собственному мнению, с достоинством признает ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректирует его. | <p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> | 2 |
| 2.Выполнение проекта | | | 26 | 22 |
| 2.1. Анализ имеющейся информации | 1.1.2 | <ul style="list-style-type: none"> - не находит в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности); - находит в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности) с помощью наставника; -находит в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности) самостоятельно. | <p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> | 2 |
| | 1.1.5 | <ul style="list-style-type: none"> - не устанавливает взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов; - устанавливает взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов с помощью наставника; - устанавливает взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов самостоятельно. | <p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> | 2 |
| | 1.3.4 | <ul style="list-style-type: none"> - не умеет обобщать понятия; формулировать и обосновывать гипотезы под руководством наставника; - умеет обобщать понятия; формулировать и обосновывать гипотезы под руководством наставника. | <p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p> | 1 |
| | 1.3.8 | <ul style="list-style-type: none"> - не объединяет предметы и явления в группы по определенным признакам, не сравнивает, не классифицирует и не обобщает факты и явления; - объединяет предметы и явления в группы по определенным признакам, сравнивает, классифицирует и обобщает факты и явления с помощью | <p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">1</p> | 1 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------|-------|---|---------------------|---|
| | | наставника; - объединяет предметы и явления в группы по определенным признакам, сравнивает, классифицирует и обобщает факты и явления самостоятельно. | 2 | |
| 2.2. Сбор и изучение информации | 1.2.5 | - не определяет логические связи между предметами и/или явлениями, не обозначает данные логические связи с помощью знаков в схеме; - определяет логические связи между предметами и/или явлениями, обозначает данные логические связи с помощью знаков в схеме с помощью наставника; - определяет логические связи между предметами и/или явлениями, обозначает данные логические связи с помощью знаков в схеме самостоятельно. | 0 1 2 | 2 |
| | 1.2.8 | - не переводит сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот; - переводит сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот с помощью наставника; - переводит сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот самостоятельно. | 0 1 2 | 1 |
| | 1.5.2 | - не осуществляет взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями; - осуществляет взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями с помощью наставника; - осуществляет взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями самостоятельно. | 0 1 2 | 2 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------------|---|---|----------|
| | 1.5.3 | <ul style="list-style-type: none"> - не формирует множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска; - формирует множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска с помощью наставника; - формирует множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска самостоятельно. | <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> | 1 |
| 2.3. Построение алгоритма деятельности | 2.2.6 | <ul style="list-style-type: none"> - не составляет план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования); - составляет план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования) с помощью наставника; - составляет план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования) самостоятельно. | <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> | 2 |
| | 2.2.9 | <ul style="list-style-type: none"> -не планирует свою индивидуальную образовательную траекторию; -планирует и корректирует свою индивидуальную образовательную траекторию с помощью наставника; -планирует и корректировать свою индивидуальную образовательную траекторию самостоятельно. | <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> | 2 |
| 2.4. Выполнение плана работы над индивидуальным учебным проектом | 2.3.4 | <ul style="list-style-type: none"> - не оценивает свою деятельность, аргументируя причины достижения или отсутствия планируемого результата; - оценивает свою деятельность, аргументируя причины достижения или отсутствия планируемого результата. | <p>0</p> <p>1</p> | 1 |
| | 2.3.6 | <ul style="list-style-type: none"> - работает по своему плану, вносит коррективы в текущую деятельность на основе анализа изменений ситуации для получения запланированных характеристик продукта/результата с помощью наставника; - работает по своему плану, вносит коррективы в текущую деятельность на основе анализа изменений ситуации для получения запланированных | <p>1</p> <p>2</p> | 2 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------------|---|----------------------|----------|
| | | характеристик продукта/результата самостоятельно. | | |
| | 2.3.8 | - сверяет свои действия с целью и, при необходимости, исправляет ошибки с помощью наставника - сверяет свои действия с целью и, при необходимости, исправляет ошибки самостоятельно. | 1 2 | 2 |
| 2.5. Внесение (по необходимости) изменений в проект | 2.4.4 | - не оценивает продукт своей деятельности по заданным критериям в соответствии с целью деятельности; - оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности. | 0 1 | 1 |
| | 2.4.6 | - не фиксирует динамику собственных образовательных результатов. - фиксирует и анализирует динамику собственных образовательных результатов. | 0 1 | 0 |
| 3.Оценивание проекта | | | 4 | 2 |
| 3.1. Анализ результатов выполнения проекта | 2.4.4 | - не оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности; - оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности. | 0 1 | 0 |
| 3.2. Оценка качества выполнения проекта | 2.5.4 | - не определяет причины своего успеха или неуспеха и находит способы выхода из ситуации неуспеха; - самостоятельно определяет причины своего успеха или неуспеха и находит способы выхода из ситуации неуспеха. | 0 1 | 1 |
| | 2.5.5 | - не определяет, какие действия по решению учебной задачи или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности; - ретроспективно определяет, какие действия по решению учебной задачи | 0 1 | 0 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---------------|--|--------------------------|----------|
| | | или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности. | | |
| | 3.2.10 | -не делает оценочного вывода о цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и не обосновывает его; - делает оценочный вывод о достижении цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и обосновывает его. | 0 1 | 1 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Результаты апробации методического исследования по итогам научно-практической конференции «Человек на Земле» (МБУДО «Центр детский экологический г. Челябинска»)



ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Результаты апробации методического исследования по итогам региональной научно-практической конференции школьников по биологии Челябинского государственного университета

