

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П.
АСТАФЬЕВА»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии

Выпускающая кафедра географии и методики обучения географии

Сирастинова Анастасия Сергеевна

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ
«ВЛИЯНИЕ ВОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА»
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ 6 КЛАССА**


Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) образовательной программы

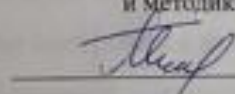
География

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ


И.о. заведующего кафедрой, к.г.н.,
доцент Дорощева Л.А.

 10.06.2025
(дата, подпись)

Руководитель к.г.н., доцент кафедры географии
и методики обучения географии
Мельниченко Т.Н.



Обучающийся Сирастинова А.С.


(дата, подпись)
Дата защиты 18.06.2025

Оценка отлично
(прописью)

Красноярск 2025

Содержание

Содержание.....	1
Введение.....	3
Глава 1. Теоретические аспекты проектной работы в рамках изучения географии	5
1.1. Возрастные психолого-педагогические особенности обучающихся и их учет в организации проектной деятельности в 6 классе	5
1.2. Сущность и характеристика понятия «метод проектов»	10
1.3. Организация проектной деятельности	16
1.4. Проектная деятельность как средство формирования экологической грамотности	17
Глава 2. Физико-географическая и гидрологическая характеристика реки Енисей.....	21
2.1. Географическое положение реки Енисей	21
2.3. Рельеф долины реки Енисей	24
2.4. Гидрологическая характеристика р. Енисей	35
2.5. Характеристика источников водоснабжения и качества питьевой воды	46
Глава 3. Учебно-исследовательский проект "Влияние качества воды на здоровье человека"	60
3.1. Влияние качества питьевой воды на здоровье человека	60
3.2. Тематическое планирование внеурочных занятий	63
3.3. Рекомендации по организации проектной деятельности обучающихся 5 класса на примере проекта "Влияние качества воды на здоровье человека"	65
Заключение	77
Список использованных источников	79

Введение

«Я оттуда, где клубится

Беспредельный Енисей...»

Гиляровский В. А., Люди театра, 1935.

В настоящее время такой актуальный вопрос, как формирование экологической культуры и грамотности, а также в полной степени осознанного отношения к окружающему миру человечества и собственному здоровью в целом, решается путём экологического просвещения граждан.

Важность формирования экологической грамотности в младшем и среднем школьном возрасте нельзя переоценить, поскольку именно на данном этапе жизненного цикла, учащиеся полностью открыты для новых знаний и формирования новых навыков, у них складывается полностью субъективное представление о мире, и именно в этот период надлежит закладывать в него понимание о бережном отношении к природе.

Во ФГОС ООО среди основных направлений работы школы подчеркнуто, что воспитание эмоционально-ценностного, позитивного отношения к себе и к окружающему миру имеет большое значение в современной системе образования, в этой связи, государство ставит перед общеобразовательной школой задачу совершенствования экологического образования подрастающего поколения, перехода к экологическому образованию для стабилизации возникших экологических всемирных проблем в будущем [«Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования», 2010].

Одним из популярных методов деятельностного обучения является метод учебных проектов. Проектная деятельность направлена на развитие познавательных навыков, умений самостоятельно конструировать знания обучающихся, ориентироваться в потоке информационного пространства, что соответствует цели образовательной деятельности. Также учебные проекты способны повысить степень самостоятельности, инициативности

школьников и их познавательную мотивированность; способствуют развитию навыков коммуникации в процессе групповых взаимодействий класса; пробуждают интерес к чтению и информационной грамотности; развивают умения презентовать и отстаивать своё мнение, вести диалог, принимать мнение одноклассников. Прохождение цикла внеурочных занятий, учащиеся могут под руководством учителя провести исследование реки Енисей и р. Большая Бобровка и оценить качество воды, сделать выводы о её экологическом состоянии. Это будет способствовать формированию новых знаний и их закреплению на практике.

Цель: разработка методических рекомендаций по организации проектной деятельности обучающихся 6 класса на примере проекта "Влияние качества воды на здоровье человека"

Задачи

1. Рассмотреть аспекты проектной работы по географии
2. Представить анализ р. Енисей и его качества вод
3. Разработать цикл внеурочных занятий, направленных на создание проекта "Влияние качества воды на здоровье человека"

Объект: проектная деятельность по географии

Предмет исследования: применение проектной деятельности во внеурочной деятельности по географии в 6 классе.

Методы исследования:

- **Анализ.** Применялся для выделения особенностей применения проектной деятельности.
- **Описание.** Применялся метод для составления характеристики р. Енисей.
- **Математический метод.** Применялся в работе для описания показателей качества вод.
- **Педагогическое проектирование.** Применялся для разработки цикла внеурочной проектной деятельности.

Глава 1. Теоретические аспекты проектной работы в рамках изучения географии

1.1. Возрастные психолого-педагогические особенности обучающихся и их учет в организации проектной деятельности в 6 классе

Образовательная деятельность в школе реализуется согласно требованиям Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС). Данным стандартом регламентирована деятельность педагога, в которой рекомендовано использование инновационных методов и технологий обучения [«Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования», 2010].

Традиционный урок в обучении становится неактуальным. На сегодняшний день в педагогике популярными становятся деятельностные методы обучения. Одним из популярных методов деятельностного обучения является метод учебных проектов.

Проектная деятельность направлена на развитие познавательных навыков, умений самостоятельно конструировать знания обучающихся, ориентироваться в потоке информационного пространства, что соответствует цели образовательной деятельности. Также учебные проекты способны повысить степень самостоятельности, инициативности школьников и их познавательную мотивированность; способствуют развитию навыков коммуникации в процессе групповых взаимодействий класса; пробуждают интерес к чтению и информационной грамотности; развивают умения презентовать и отстаивать своё мнение, вести диалог, принимать мнение одноклассников.

В младшем подростковом возрасте происходят изменения во всех сферах развития [Выготский Л. С., 1999]. В интеллектуальной сфере развивается теоретическое и рефлексивное мышление. Активно начинают развиваться творческие способности. Характерной чертой подростков является любознательность, стремление к познанию и поиску информации, подросток стремится овладеть как можно большим количеством

информации, не систематизируя её. Как правило, подростки направляют умственную деятельность на ту сферу, которая больше всего их увлекает [Кулагина И. Ю., 2009].

Дети младшего подросткового возраста способны решать интеллектуальные задачи, именно в данном возрасте у обучающихся заложен фундамент работы над учебным проектом. Дело в том, что в младшем школьном возрасте уже закладываются ценностные установки, личностные качества и отношения. В проектной деятельности они учатся размышлять, прогнозировать, предвидеть, формировать адекватную самооценку.

Возрастной период, следующий за младшим школьным, называется подростковым, определяя его границы возрастом обучающихся 5-11 классов. При этом школьников 5-9 классов относят к младшим и средним подросткам, 10-11 классов – к старшим подросткам. Средний школьный возраст (от 11-12-ти до 15-ти лет) - переходный от детства к юности. Он совпадает с обучением в школе (5-9 классы) и характеризуется глубокой перестройкой всего организма [Выготский Л. С., 1999]. В шестом классе школьники вступают в новый период — подростковый. В этом возрасте им предстоит пройти важнейший личностный кризис — кризис идентичности. Основное его содержание — формирование нового целостного представления о себе как о взрослом человеке [Хухлаева О. В., 2006].

Идентичность развивается в течение всего жизненного пути, причем важнейшими этапами являются так называемые нормативные кризисы. Их проживание необходимо для полноценного формирования идентичности, каждый из них вносит свой определенный вклад в ее становление.

Определение «подростки» можно рассматривать, как особую переходную социально-демографическую группу, включающую детей в возрасте от 10-11 до 16-17 лет и обладающую рядом следующих характерных признаков и вытекающих из них социальных черт:

1) физиологические, определяющиеся незавершённостью созревания организма, то есть физического развития, которое выражается в

неспособности или ограниченной способности занимать самостоятельные позиции в общественном разделении труда;

2) психологические, обуславливающие неустойчивость, несформированность психических функций организма ребёнка;

3) социальные, означающие неполную интегрированность в общественные отношения, что проявляется в социальной неуверенности, несамостоятельности, зависимости от взрослых [Алмазов Б. Н., 2008].

Подростковый возраст – это определенный отрезок жизненного пути между детством и зрелостью. В западной культуре он постоянно увеличивается, и полного согласия по поводу сроков его начала и завершения отсутствует. Подростковый возраст рассматривается как промежуточная ступень между детством и взрослой жизнью, проходит он для каждого ребёнка по-разному и в определённое время [Степанов П.А., 2006].

С социально-педагогической точки зрения, подростковый возраст – это этап от 10-11 до 15 лет, соответствующий переходу от детства к юности. Это критический период развития, связанный с кардинальными изменениями во всех сферах развития ребёнка: сознания, деятельности, отношений; характеризуется быстрым ростом и формированием организма, что влияет на психофизиологические особенности подростка [Мардахаев Л. В., 2002]. Для детей подросткового возраста характерно стремление приобщиться к миру взрослых, ориентация поведения на его нормы и ценности, развитие самосознания и самооценки, интереса к себе как к личности, к своим возможностям и способностям. Отсутствие положительных условий и возможностей для самоутверждения подростка может привести к отклоняющемуся поведению [Мардахаев Л. В., 2002].

Общение как вид деятельности подростков переходит в самостоятельный вид деятельности. Они стремятся выйти за рамки учебной деятельности, что является немаловажным в работе над учебным проектом.

Эмоциональные отношения подростков оказывают влияние на развитие психики, выполняя следующие функции:

– получение опыта социализации и общественных отношений, необходимых для дальнейшего развития и построения взаимоотношений с окружающими его людьми.

– формирование идентичности, выражающейся в обобщении, осмыслении и построении увиденного вокруг. Одним из механизмов формирования идентичности является идентификация себя с одноклассниками, друзьями, педагогами и родителями.

– развитие системы устойчивых представлений подростка о самом себе, формирование адекватной самооценки [Кулагина И. Ю., 2009].

Стоит обратить внимание на психологическую особенность младшего подросткового возраста в избирательности внимания. Дети откликаются на необычные, захватывающие уроки. В этом возрасте школьникам нравится решать проблемные ситуации, находить сходство и различие, наблюдать за экспериментом, определять причину и следствие, решать проблему, участвовать в дискуссии, отстаивать и доказывать свою точку зрения [Кулагина И. Ю., 2009].

В младшем подростковом возрасте развивается теоретическое рефлексивное мышление. Мыслительные операции становятся формально логическими операциями. Подросток, абстрагируясь от конкретного, наглядного материала начинает рассуждать словесно, строит гипотезы. Кроме того, он учится оперировать гипотезами, решая интеллектуальные задачи, способен на системный поиск решений. Сталкиваясь с учебными проблемами, обучающийся ищет всевозможные решения, проверяя логическую эффективность каждой проблемы. Таким образом, подростки стремятся проявить свои возможности, занять определённую позицию по каким-либо вопросам или утверждениям, что выражается в его самоопределении [Шаповаленко И. В., 2025].

В подростковом возрасте повышается значимость общения со сверстниками. У подростков меняются интересы, поэтому традиционный урок и методы преподавания не в полной мере вызывают познавательную

активность обучающихся. Возрастные особенности обучающихся являются условиями участия в проектной деятельности. Ведь именно в младшем подростковом возрасте проявляется теоретическое рефлексивное мышление, что в учебном проекте является немаловажным.

На сегодняшний день учебные проекты реализуются с дошкольной ступени образования, таким образом, в пятом классе школьники уже имеют представление о приёмах проектирования. Но в данном возрасте ещё имеются определённые затруднения обучающихся при применении на уроках метода учебного проекта. Детям данного возраста трудно самостоятельно выделить проблему, сформулировать цели и задачи, а также разработать план работы над своим проектом. У детей этого возраста ещё не окончательно сформировалось субъективное ощущение времени, и они не всегда могут распределить его рационально, не всегда объективно оценивают свои силы и возможности. Младшие подростки часто не в состоянии быстро перейти от решения одной проблемы на другую, реагировать на новые обстоятельства и вносить коррективы в свою работу. Им трудно сохранять интерес к одной теме на протяжении длительного периода, выделить главное из предложенного текста. Кроме того, пятиклассники не всегда понимают прочитанное, не умеют анализировать, обобщать и классифицировать. У обучающихся данного возраста не сформированы навыки самопрезентации, не хватает словарного запаса при защите своей проектной работы.

Также повышенная эмоциональная чувствительность проявляется чаще всего в трудных ситуациях. Ученикам тяжело приступить к самоподготовке, соблюдать школьные правила в конце дня. У ребят повышается уровень эмоционального реагирования на трудности. Это может быть отказ от выполнения инструкций, обида, открытая агрессия: «Я не буду это делать. Это глупо». Ребенок может замыкаться в себе или демонстративно обесценивать сложную работу, показывая, что ему это не интересно и не нужно. Некоторые учащиеся реагируют на трудные ситуации

психосоматическими симптомами: головными, желудочными болями. Другие плачут даже при небольших проблемах [Шаповаленко И. В., 2025].

Эмоциональная чувствительность проявляется также в налаживании контактов с учителями. Школьники ищут общения вне урока — им это важно, хочется заинтересовать учителя собой, получить поддержку.

Несмотря на все вышеперечисленные особенности возраста, существует и множество умений, которые способствуют усвоению учебного материала и выполнению различных педагогических технологий, в том числе и проектных. У младших подростков развивается теоретическое рефлексивное мышление, они могут оперировать гипотезами, решать интеллектуальные задачи. Способны на системный поиск решений, сталкиваясь с новой задачей, стараются отыскать подходы к решению задачи, проверяя логическую эффективность.

В трудностях младших подростков, возникающих в работе над проектом, педагогу необходимо разбираться и помогать обучающемуся.

Проект для обучающегося – это средство самореализации, а это важная в подростковом возрасте потребность и стимул в образовательной и любой другой деятельности [Пахомова Н.Ю., 2004].

Также необходимо подчеркнуть важность возрастных возможностей ребёнка при выполнении проектной работы, а также личностных потребностей и индивидуальных особенностей школьника. Педагогу нужно научиться сохранять самостоятельность ребёнка в выполнении учебных заданий и стимулировать его мотивы на всех этапах проектной работы, а с другой стороны, необходимо контролировать работу обучающегося и чаще организовывать ситуацию успеха.

1.2. Сущность и характеристика понятия «метод проектов»

Чтобы ответить на вопрос, что такое проектный метод в образовательном процессе, необходимо выделить его характерные особенности при анализе различных определений. Е. С. Полат считает, что в

основе методики проектов лежит развитие когнитивных навыков обучающихся, умений самостоятельно формировать свои знания, умений ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического и творческого мышления [Полат Е.С., 2000].

Проектный метод – это способ достижения дидактической цели посредством детальной разработки технологии, которая должна реализована с помощью реального и осязаемого практического результата, разработанного тем или иным способом. Учителя - дидактики, обратились к этому методу для решения свои дидактических и образовательных задач [Выготский Л. С., 1999].

Проектный метод основан на идее, составляет сущность понятия "проект". Его прагматическая направленность заключается в результате, который может быть достигнут при решении практически или теоретически значимой проблемы.

Этот результат можно увидеть, понять и применить в реальной практической деятельности. Для достижения такого результата необходимо научить детей самостоятельно мыслить, находить и решать проблемы, получая для этой цели знания из разных областей, уметь прогнозировать результаты и возможные последствия различных вариантов решения, умения устанавливать причинно-следственные связи.

Исследовательский метод обучения – это организация поисковой, познавательной деятельности обучающихся путем постановки учителем познавательных и практических задач, требующих самостоятельного творческого решения.

Сущность метода исследования главным образом заключается в его функциях. Он организует творческий поиск и применение знаний, обеспечивает овладение методами научного познания в процессе поисковой деятельности, является условием формирования познавательного интереса, потребности в творческой деятельности и самообразовании [Алексеев Н.Г., 2019].

Впервые возникнув в педагогике в последней трети XIX века, исследовательский метод способствовал ликвидации системы заучивания в образовательном процессе, формированию у обучающихся готовности к самостоятельной интеллектуальной деятельности, способствовал формированию атмосферы увлечённости учением в рамках образовательного учреждения, доставлял учащимся радость от самостоятельного поиска и приобретения новых ЗУН [Брыкова О.В., 2006].

При реализации исследовательского метода у обучающихся формируются такие элементы творческой деятельности, как самостоятельный перенос ЗУН в новой ситуации, видение задачи в знакомой ситуации, выявление новой функции и структур объекта, самостоятельное сочетание известных способов деятельности для изучения нового и альтернативный подход к поиску решения проблемы. Указанные элементы творческой деятельности проявляются в решении задач, связанных с поиском нестандартного способа решения проблемы [Алексеев Н.Г., 2019].

Исследовательский метод играет важную роль в процессе трудового обучения. Большинство исследовательских заданий в школе представляют собой небольшие поисковые задания, требующие, но все (или большинство) исследовательских этапов требуют: наблюдения и изучения фактов и явлений; постановки задачи (выявления неизвестных явлений, подлежащих исследованию); выдвижения гипотез; построения и реализация плана; выявления связей исследуемого явления с другими; решения, его объяснения и проверки; выводов о возможном и необходимом применении полученных знаний [Калиткина, Е. В., 2019].

Однако метод проектов не охватывает весь процесс обучения. Ученик не может и не должен усваивать все знания только через личное исследование и открытие новых для себя законов, правил и т.д., поскольку независимое изучение требует больше времени, чем понимание объяснений учителя [Леонтьев А. Н., 2019].

В случае возникновения затруднениях при выполнении исследовательских заданий обучающимся оказывается помощь, но таким образом, чтобы сохранить проблематику задачи. Например, введением дополнительных данных, которые позволяют сократить время поиска решения, разделяют трудную задачу на 2-3 подзадачи и т.д. Все эти виды помощи в решении задач преобразуют исследовательский метод в эвристический метод (частично-поисковый).

Самостоятельное решение задач предполагает формирование у учащихся навыков поиска, как соотнесение данных условия задачи и каждого этапа поиска между собой и с вопросом задачи, доказательность каждого суждения и операции, проверка полноты и достаточности доказательства и решения, соотнесение результата решения с вопросом задачи. Важную роль в реализации метода исследования играет индивидуальный подход в обучении посредством корректировки сложности и типов задач [Васильева Н.О., Царёв В.И., 2018].

В педагогике проектно-исследовательская деятельность рассматривается как способ организации педагогического процесса, который основан на сотрудничестве и сотворчестве педагога и учащихся в процессе поэтапной практической деятельности по достижению намеченных целей.

Метод проектов всегда ориентирован на самостоятельную деятельность учащихся - индивидуальную, парную, коллективную в течение определенного времени и ориентирует на решение какой-либо проблемы.

Работа над проектом позволяет учащимся сделать первый шаг в выборе темы и цели проекта. Идя к этой цели, учащийся сталкивается с тем, что ему приходится размышлять, самостоятельно искать, анализировать, обобщать, добывать нужную информацию. Во время проектной деятельности учащиеся реализовывают свои творческие способности, интеллектуальные - память, внимание, воображение, фантазию, критическое и творческое мышление, соединяя и подчиняя разрозненные сведения конкретной цели. Черпая знания

из разных предметных областей, учащиеся развиваются и совершенствуются в процессе проектной деятельности.

В работе над проектами учитель необходимо учитывает возрастные и социальные особенности обучающихся - их уровень культуры, развитие, интересы, склонности, гендерные различия учащихся. Развитие и самореализация личности в процессе обучения это одна из общих образовательных целей обучения. Чтобы создать условия для развития и саморазвития личности, необходим анализ, изучение личности обучающихся с помощью диагностики, тестирования, беседы, самонаблюдения, выявления личностных особенностей студентов. В результате мы получим как бы два измерения человека: «как он есть» (выявленный диагностический потенциал) и «каким он должен (может) быть» (модель), т.е. смоделировать желаемый результат с помощью взаимообучения и индивидуального развития.

Использование проектов в образовательном процессе ведет к переориентации учебного процесса на разнообразные виды самостоятельной деятельности учащихся, на приоритет деятельности исследовательского, поискового, творческого характера [Бабанский Ю. К., 2015]. В процессе работы над проектом знания приобретаются в соответствии с их возрастными потребностями. Как это проявляется в учебно-воспитательном процессе?

Метод проектов, будучи природосообразным, при обучении подростков, позволяет сгладить некоторые проблемные проявления «трудного» возраста, такие как:

- чувство взрослости, проявляющееся в потребности равноправия, уважения и самостоятельности, доверия. Если школа не предложит подростку способов удовлетворения этой потребности, она может проявиться в нарушениях поведения, уверенности в несправедливости и необъективности взрослых. Работа же над проектом позволяет выстроить особые отношения с учителем - отношения сотрудничества и равноправия.

- склонность к фантазированию, когда возможность осуществить собственный замысел становится мощным стимулом к действию. Если в ходе

учебы не находится места для оригинального, творческого подхода - она теряет в глазах подростка свою привлекательность. В то же время проект дает возможность проявить свое творческое видение процесса и результата работы, создать проектный продукт, в котором воплотится собственный замысел, и которым будут пользоваться студенты и педагоги, может быть через несколько лет после того, как автор проекта уже закончит свое обучение.

- стремление определить границы своих физических и интеллектуальных возможностей. Если подросток не находит для этого приемлемые формы, он начинает эксперименты со своей внешностью, нарушает установленные в учебном заведении правила поведения, а иногда и законы общества. А поскольку исходная проблема проекта, как правило, имеет личностно окрашенный характер, то его автор получает шанс лучше понять себя, четче представить свои возможности, оценить приобретаемый учебный и житейский опыт - ясно увидеть процесс своего взросления [Алексеев Н.Г., 2019].

Все это дает возможность применять проектную деятельность, как эффективную образовательную технологию, так и как своеобразный метод психолого-педагогического сопровождения подростков.

Работа над проектом позволяет реализовать многие личностные потребности молодых людей. Она дает учащемуся возможность применить и умножить не только свои академические знания, но и использовать свой житейский опыт, заявить о себе, как о неповторимой личности, продемонстрировать свои сильные стороны, что в полной мере соответствует их потребностям и интересам. В этом находит реализацию гуманистический подход в обучении. Главным в обучении становится не только усвоение знаний, но и ориентирование на личность учащегося, его воспитание и развитие самооценности.

Грамотное использование метода проектов в обучении – залог успеха учителя. Это возможность предоставить ученику самостоятельность и

простор для самореализации, общения со сверстниками, развития навыков работы в команде, но в то же время деятельность ученика остаётся контролируемой [Добротина И.Г., Заграничная Н.А., 2013].

Таким образом, индивидуальный подход в процессе проектирования способствует становлению личности (от «как есть» и «как должно быть») [Брыкова О.В., 2006]. При этом учёт возрастных, социальных и индивидуально -психологических особенностей обучающихся - этот необходимый и важный «контрапункт» педагоги сотрудничества, позволяет открывать для каждого человека свой путь к универсальному развитию и успешной самореализации.

1.3. Организация проектной деятельности

Тематика проектов формируется на начало учебного года руководителем проектной деятельности с учётом мнений и пожеланий педагогических работников школы и условий реализации проектной деятельности. Проектная работа в 5 классе может быть организована как в рамках освоения знаний по учебному предмету, так и в рамках внеурочной деятельности. Учащийся сам выбирает тему проекта из предложенного списка руководителя и вносит сведения в сводную заявку. Одну и ту же тему проекта могут выбрать как один, так и группа учащихся разного возраста.

В соответствии с целями подготовки проекта образовательным учреждением для каждого обучающегося разрабатываются план, программа подготовки проекта, которые, как минимум, должны включать требования по следующим рубрикам [Сергеев И.С., 2005]:

- организация проектной деятельности;
- содержание и направленность проекта;
- защита проекта;
- критерии оценки.

Требования к организации проектной деятельности должны включать положения о том, что обучающиеся сами выбирают как тему проекта, так и руководителя проекта.

Тема проекта должна быть утверждена (уровень утверждения определяет образовательное учреждение; план реализации проекта разрабатывается обучающимся совместно с руководителем проекта).

Результатом (продуктом) проектной деятельности может быть любая из следующих работ [Сергеев И.С., 2005]:

а) письменная работа (эссе, реферат, аналитические материалы, обзорные материалы, отчёты о проведённых исследованиях и др.);

б) художественная творческая работа (в области литературы, музыки, изобразительного искусства, экранных искусств), представленная в виде прозаического или стихотворного произведения, инсценировки, художественной декламации, исполнения музыкального произведения, компьютерной анимации и др.;

в) материальный объект, макет, иное конструкторское изделие;

г) отчётные материалы по социальному проекту, которые могут включать как тексты, так и мультимедийные продукты. Одной из особенностей работы над проектом является самооценивание хода и результата работы. Это позволяет, оглянувшись назад, увидеть допущенные просчёты (на первых порах это переоценка собственных сил, неправильное распределение времени, неумение работать с информацией, вовремя обратиться за помощью).

1.4. Проектная деятельность как средство формирования экологической грамотности

В настоящее время в педагогической практике большое распространение получил метод проектов или технология проектного обучения. Проектная деятельность, являясь универсальным педагогическим

средством, применимым в различных направлениях образовательной деятельности, может оказать неоценимую помощь в формировании экологической культуры школьников [Глазачев С. Н., 2018].

Для достижения ряда образовательных целей и задач проектная деятельность является ведущей, в частности, при формировании экологической культуры детей.

Если мы обратимся к структуре экологической культуры школьников, обнаружим, что одним из основных ее компонентов является экологическая деятельность. Опыт показал, что при использовании традиционных педагогических средств достаточно сложно обеспечить полноценное включение детей в конкретную экологическую деятельность. Использование метода проектов как педагогического средства, напротив, предоставляет широкие возможности для этого, что обусловлено тем, что проектная деятельность носит четко выраженный практико-ориентированный характер.

Проектная деятельность предполагает замену образования абстрактного, оторванного от жизни, направленного на заучивание теоретических знаний, на образование с помощью деятельностного подхода которое обогащает личный опыт ребенка, предполагает освоение способа самостоятельного познания окружающего мира.

В рамках проектной деятельности возможно также формирование других, не менее важных компонентов экологической культуры школьников: экологических знаний и экологического сознания [Захлебный А. Н., 2017].

Участвуя в экологическом проектировании, школьники вырабатывают навыки бережного отношения к природе, активно включаются в систему общественных отношений, овладевают природоохранным и социальным опытом, реализуют его на практике. Позитивной чертой технологии экологического проекта является его органичное включение в образовательно-воспитательную деятельность школы, так как вокруг его реализации объединяются администрация школы, педагоги, учащиеся, общественность.

Проектная деятельность заинтересовывает учащихся, если они знают, что их проект будет востребован. Выбирая тему проекта и выполняя его, школьники учатся выявлять потребности приложения своих сил, находить возможности для проявления своей инициативы, способностей, знаний и умений, проверяют себя в реальном деле, проявляют целеустремленность и настойчивость [Голуб Г.Б., 2006].

Имея начальный опыт проектной деятельности в начальной школе учащиеся 5 класса способны создавать более сложные проекты экологической направленности.

Проектная деятельность способствует повышению уровня осознания школьниками экологических проблем современности, теоретических основ охраны природы. Повышается интерес к экологическим проблемам, к социально-экологической активности [Матрусов И. С., 2010]. Учащиеся начинают осознанно соблюдать правила поведения в природе, окружающей среде, что способствует повышению уровня экологического самоконтроля личности.

Действенность этого метода обусловлена тем, что он позволяет детям выбрать деятельность по интересам, которая соответствует их способностям, и направлен на формирование у них знаний, умений и навыков. Выполняя проекты, школьники осваивают алгоритм инновационной творческой деятельности, учатся самостоятельно находить и анализировать информацию, получать и применять знания, восполнять пробелы, приобретать опыт решения творческих задач [Баленков Д. С., Миронов П. А., Неватус И. С., 2019].

В экологическом воспитании возможно применение разных видов учебных проектов:

- практико-ориентированный – направлен на решение социальных задач.
- исследовательский – направлен на формирование навыков учебного исследования.

- информационный – направлен на сбор, анализ и обобщение информации о каком-либо объекте или явлении.

- творческий – направлен на развитие творческого потенциала личности.

Экологическое воспитание школьников через проектную деятельность способствует формированию экологической культуры личности, актуализации знаний, умений, навыков ребенка, их практическому применению во взаимодействии с окружающим; стимулирует потребность ребенка в самореализации, самовыражении, в творческой личностно и общественно значимой деятельности; реализует принцип сотрудничества детей и взрослых, позволяет сочетать коллективное и индивидуальное в педагогическом процессе, является технологией, обеспечивающей рост личности ребенка [Матрусов И. С., 2010]. Участие в проектной деятельности позволяет каждому ученику увидеть себя человеком способным и компетентным.

Глава 2. Физико-географическая и гидрологическая характеристика реки Енисей

2.1. Географическое положение реки Енисей

Длина реки Енисей от слияния рек Бий-Хем - Большой Енисей и Ка-Хем - Малый Енисей в Кызыле до его устья в Карском море, бассейна Северно-Ледовитого океана, составляет 3487 км. Исток Бий-Хема расположен на хребте Восточных Саян рядом с подножием пика Топографа, Ка-Хем вытекает с Сангиленских гор, расположенных на территории Монголии [Большая советская энциклопедия, 1978]. Водосборный бассейн Енисея составляет 2580 км². Протекая в умеренном климатическом поясе Енисей, река имеет наибольшее количество воды [Гидропосты на р. Енисей, 2023]. Енисей протекает в российских субъектах: Тыва, Хакасия и Красноярский край, разделяя Сибирь на Восточную и Западную.

Площадь бассейна Енисея составляет 2 580 000 км² (рис. 1). Она занимает 57 % от всей территории Красноярского края.

Енисей делят на три части, каждая из которых имеет свой характер течения. Это верхний Енисей, средний и нижний.

Верхний Енисей начинается от места слияния Бий-Хем и Ка-Хем и заканчивается около устья реки Туба. Его течение сравнимо по характеру с горной рекой, быстрое и шумное. Речная вода на пути в 280 км прорезает Западную часть Саянских гор и образует узкую долину, которая в некоторых местах не превышает 100 метров в ширину. По течению Верхнего Енисея возникло 6 больших порогов, наиболее известный среди которых Большой порог. Ширина реки в этом месте не превышает 75 м. Вода в Верхнем Енисее течет со скоростью 25-40 км/ч. На этом участке река имеет три притока Хемчик, Кантегир и Ус (таб.1).

Средний Енисей расположен между устьем реки Абакан и реки Ангара. На этом участке река изменчива, то равнинная, то горная. Протекая по Минусинской котловине, течение в некоторых местах замедляется, и образуются островки длиной 5-8 км. Горный характер Енисей приобретает,

пересекая Восточный Саян. В этом месте происходит сужение речной долины, и вода несется в каменистом русле с большой скоростью. Между Ангарой и Красноярском находится наиболее известный порог Среднего Енисея – Казачинский. Средний Енисей имеет множество притоков.



Рисунок 1. - Географическое положение р. Енисей и его водосборный бассейн.

Нижний Енисей начинается от места, где в него впадает река Ангара. Долина реки здесь доходит до 15 км. Ширина русла Енисея составляет 3-4 км, а глубина 10 – 15 м.

Самыми крупными притоками Енисея считаются Турухан, Елогуй, Касс, Кемь, Сым, Ангара, Нижняя и Подкаменная Тунгуска. Более 50% всего водного стока Енисея приходится на три притока: Ангару, Нижнюю и

Подкаменную Тунгуску. Всего же в Енисей впадает около 500 более или менее значительных рек, причем общая длина их более 300 тыс. км.

Устье реки Енисей находится в месте впадения реки в Енисейский залив Карского моря. Русло реки в низовьях достаточно глубокое, а мели в этом районе не значительны, что позволяет перемещаться глубокосидящим морским судам [География. 9 класс: атлас, 2012].

Таблица 1.- Крупнейшие притоки Енисея от истока до устья

Левый приток	Правый приток
Малый Енисей	Большой Енисей
Хемчик	Туба
Кантегир	Мана
Абакан	Базаиха
Кача	Кан
Кемь	Ангара
Сым	Большой карьер
Дубчес	Подкаменная Тунгуска
Елогуй	Бахта
Турухан	Нижняя Тунгуска
Большая Хета	Курейка
Танама	Хантайка
Грязнуха	Дудинка

Огромные гидроэнергоресурсы Енисея способны обеспечить потребности Красноярского края в воде не только на современном этапе, но и в отдаленном будущем. В целом по своим богатейшим природным ресурсам Енисейский бассейн считается одним из самых перспективных для освоения российских регионов.

В бассейне Енисея насчитывается 39 водохранилищ суммарным полным объемом 368768 млн. м³ в том числе 29 малых водохранилищ полным объемом от 1 до 10 млн. м³, два небольших — объёмом 136,8 млн. м³, одно среднее — объемом 116 млн. м³ и 7 крупных — суммарным полным объемом 368446 млн. м³ [Государственный водный реестр России, 2024]. В настоящее время на Енисее действует каскад из трех ГЭС. Это прежде всего Красноярская ГЭС с крупнейшим водохранилищем, площадь водного

зеркала которого составляет 2000 км², полный объем 73,3 км³, полезный — 30.4 км³, и Саяно-Шушенская ГЭС, водохранилище которой имеет площадь 633 км², полный объем 22, полезный -14,6 км³. В нижнем бьефе Саяно-Шушенской ГЭС создана Майнская ГЭС, осуществляющая суточное регулирование за счет небольшого водохранилища, полный объем которого 0,1 км³.

Наиболее известные ГЭС и водохранилища на водосборной территории Енисея [Google Map, 2023]:

- Саяно-Шушенская ГЭС.
- Саяно-Шушенское водохранилище.
- Майнская ГЭС
- Красноярская ГЭС.
- Красноярское водохранилище.
- Курейская ГЭС.
- Курейское водохранилище.
- Усть-Хантайская ГЭС.
- Усть-Ханстайское водохранилище.

ГЭС и водохранилища, расположенные на р. Ангара:

- Богучанская ГЭС.
- Богучанское водохранилище.
- Братская ГЭС.
- Братское водохранилище.
- Усть-илимская ГЭС.
- Усть-Илимское водохранилище.

2.3. Рельеф долины реки Енисей

Бассейн Енисея имеет характерное асимметричное строение. Речная сеть его в основном развита по правобережью, в пределах Средне-

Сибирского плоскогорья; здесь в реку впадают его крупнейшие притоки - Верхняя, Подкаменная и Нижняя Тунгуски, Ангара. Правобережная часть бассейна составляет около 82% поверхности водосбора. Слева в Енисей впадают лишь сравнительно небольшие притоки. В гидрографическом отношении система Енисея относится к бассейну Северного Ледовитого океана [География. 9 класс: атлас, 2012].

Общее падение реки, от истоков до устья, около 1500 м, а средний уклон равен 0,37.

Енисей является наиболее глубокой рекой в стране. Большие глубины позволяют морским судам подниматься по Енисею почти на 1000 км. На протяжении свыше 2000 км от устья Енисей сохраняет значительную глубину, которая колеблется от 9 м на фарватере (район впадения Ангары) до 49 м в губе. Максимальные глубины зафиксированы на ямах у Осиновских порогов — 66 м и в дельте — 65—70 м. Минимальные глубины всего нижнего Енисея колеблются от 5 до 8,5 м. Ниже Дудинки преобладающие глубины 20—25 м [Государственный водный реестр России, 2024].

Верхний Енисей имеет горную долину. От города Кызыл до устья Хемчика река протекает среди горно-холмистой степной местности Тувинской котловины. На севере долина ограничена склонами отрогов Западного Саяна, переходя в Минусинскую впадину, на юге – пологими в нижних своих частях скатами отрогов хребта Танну-Ола. Рельеф Тувинской котловины холмисто-равнинный, с участками мелкосопочника и полого наклоненных шлейфов. Для этого района характерно наличие множества межгорных изолированных котловин, в общей сложности простирающихся с запада на восток на 400 км. Низкогорным массивом Адар-Даш Тувинская котловина разделяется на западную часть (Хемчикская котловина) и восточную часть (Улуг-Хемская котловина) и находится в пределах бассейнов левых притоков Верхнего Енисея (Улуг-Хема) и является наибольшей из всех котловин. Ниже впадения реки Хемчик Енисей прорывается через Западный Саян. Это сильно расчлененная горная система,

состоящая из горных хребтов с обширными выровненными поверхностями. Над среднегорными вершинами и плоско-верхними хребтами высотой до 2000 метров возвышаются более высокие остроконечные вершины и пилообразные гребни альпийского типа [Альтер С.П., 1960].

К востоку от Енисея простирается хребет Куртушибинский, а наиболее высокие точки всего нагорья находятся на плато Алаш. На северных склонах Западного Саяна берут начало правобережные притоки Абакана и Тубы. На южных – притоки Хемчика, Енисея и Большого Енисея. Долина реки тут на протяжении около 280 км узкая, местами имеющая вид скалистого коридора-каньона шириной до 100-150 м. Здесь расположен так называемый Большой порог, где скорости течения бурного потока в половодье достигают 5-7 м/сек.

Ниже г. Саяногорска Енисей вступает в пределы обширной Минусинской впадины тектонического происхождения, где долина его становится достаточно широкой (5-15 км). В средней части она прорезается долиной Енисея. Этот участок является наиболее низким (240- 250 метров). На правобережной стороне дно представляет собой всхолмленную равнину, сложенную толщей рыхлых отложений. Местами наблюдаются небольшие поднятия (500-700 метров) с пологими склонами. Левобережная же часть характеризуется низкогорным рельефом, где не редко встречаются бессточные впадины и участки с куэстовыми формами рельефа [Альтер С.П., 1960].

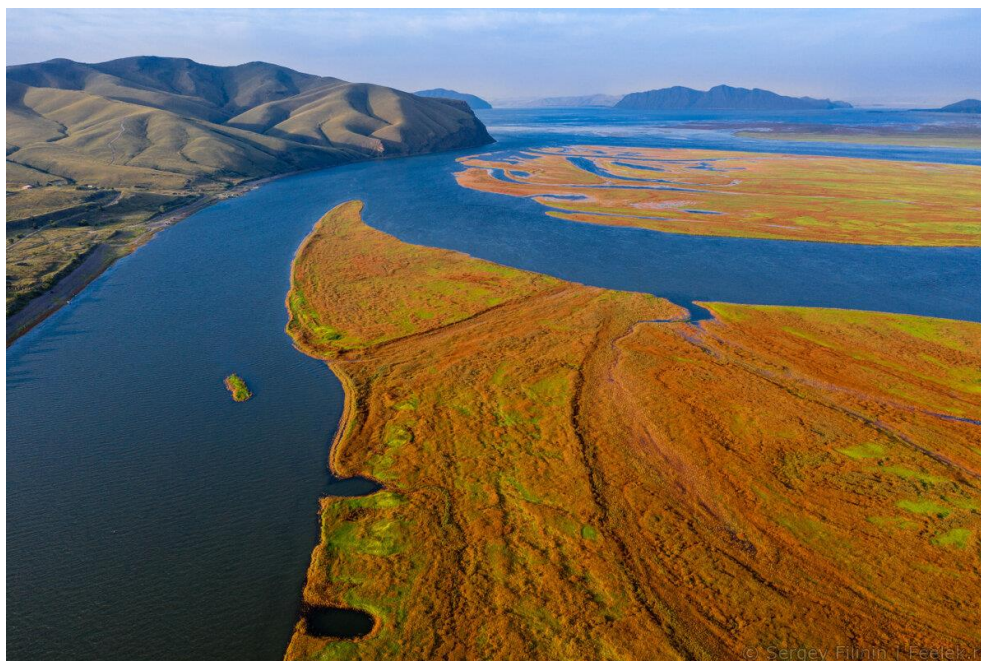


Рисунок 2. - Верхний Енисей. Абакан

Средний Енисей. От устья Тубы до устья Ангары располагается Средний Енисей, который, как и Нижний Енисей, частично находится в обширной Минусинской котловине. В её строении ярко выражены два яруса. Верхний ярус образуют невысокие хребты и кряжи, разделяющие между собой меньшие по размеру котловины Чулымо-Енисейскую и Сыдо-Ербинскую от Минусинской впадины. Чулымо-Енисейская котловина расположена севернее и простирается между Солгонским и Батеневским кряжами. Её дно представляет собой холмистую равнину (150-300 м), окаймлённую низкогорными грядами. Местность, примыкающая к долине Енисея, характеризуется особой расчлененностью: в образовавшихся в результате карстовых и эрозионных процессов понижениях располагаются небольшие бессточные озера.

Сыдо-Ербинская котловина располагается между Чулымо-Енисейской и Минусинской впадиной и значительно уступает им по размерам. В своей средней части она прорезана долиной Енисея. Правобережная же её часть характеризуется относительно спокойным рельефом, однако к долине Енисея возрастает расчлененность, появляются куэсты. Типично куэстовой является и левобережная приенисейская часть котловины.

Ниже по течению Средний Енисей до пос. Шумиха (район г. Дивногорска) утратил свой былой облик, так как на этом участке ныне расположено Красноярское водохранилище, возникшее в результате перекрытия реки ГЭС. При полном объеме площадь его зеркала составляет 2100 квадратных километров [Васильева Н.О., Царёв В.И., 2018]. Береговая линия крайне извилиста и периодически обрушаема, особенно в средней и в верхней частях водоема, в местах залегания супесчаных грунтов и лессовидных суглинков. Ближе к плотине ГЭС берега в основном скалистые: вода тут подходит к бровке коренной енисейской террасы, которая преимущественно состоит из песков и супесчаных грунтов [Баленков Д. С., Миронов П. А., Неватус И. С., 2019]. Ниже г. Красноярск к реке справа на протяжении 900 километров подходят отроги Енисейского кряжа, высотой 500-600 метров. Это древнее горное сооружение, сложенное метаморфическими породами, пронизанными интрузиями гранитов. Склоны и поверхность кряжа сильно расчленены, а многие участки характерны каменными россыпями – курумами. Река, вплоть до устья Ангары, течет у подножий Енисейского кряжа. Его крутые склоны местами почти отвесно поднимаются над урезом воды. Слева от реки простирается всхолмленная, залесенная и частично заболоченная местность. Долина имеет ширину до 10-11 километров и хорошо выраженный ассиметричный характер: правые ее склоны – крутые и высокие, левые – преимущественно пологие и умеренно крутые. Река часто преодолевает низкие отроги кряжа, поэтому на этом участке насчитывается 28 перекатов с малыми глубинами и значительными скоростями течения.

В русле среднего Енисея встречаются пороги. Наибольшим из них является Казачинский порог, где, вследствие больших скоростей течения, судоходство производится с помощью туерной тяги. После впадения Верхней Тунгуски Енисей становится особенно полноводным. Его долина расширяется до 10-20, а местами до 40 км и более; левый ее склон, низменный, луговой, а правый преимущественно гористый. Ниже г.

Красноярска и до устья Подкаменной Тунгуски по правому берегу Енисея тянется Енисейский кряж, сложенный кристаллическими породами; его крутые склоны местами отвесно обрываются к реке. Выше устья Подкаменной Тунгуски Енисей образует группу Осиновских порогов, представляющих одно из наиболее затруднительных мест для судоходства [Величко А.А., Герасимов И.П., Маккавеев Н.И., 1960].



Рисунок 3. - Средний Енисей. Красноярск [Путеводитель по Сибири, 2023].

Нижний Енисей берет начало в устье Ангары, в месте, где происходит её слияние с Енисеем. До впадения Нижней Тунгуски имеет резко ассиметричную долину шириной до 10-20 км и до 40 км в местах расширений. Правый склон, до впадения в Енисей Подкаменной Тунгуски, представлен, как и на Среднем Енисее, крутыми и высокими скалистыми склонами Енисейского кряжа, нередко поднимающимися от уреза воды отвесными скалами и утесами. Далее, до устья Хантайки, правый берег остается все еще гористым, однако, не столь высоким и крутым, каким он был ранее. Он образован западными отрогами Среднесибирского плоскогорья, простирающегося к северу вплоть до Северо-Сибирской низменности. Среднесибирское плоскогорье – это обширное и достаточно

широкое плато. Оно занимает западную часть Сибирской платформы, где широко распространены вулканические породы. Абсолютные высоты на большей части плоскогорья однообразны: их изменение происходит в пределах от 500 до 800 м. Однако некоторые вершины горного массива Путорана, который является наиболее высокой частью плоскогорья, достигают отметок в 1400-1700 м. Горы Путорана охватывают огромную территорию, разделенную глубокими разломами на ряд отдельных блоков, поднятий и возвышенностей. В некоторых местах глубина разломов достигает до 1000 м. Юго-западнее самой высокой части гор Путорана местность переходит в Тунгусское плато, со средней высотой около 1000 м. В далекие времена на Среднесибирском плоскогорье образовались огромные залежи каменного угля. В различные времена здесь образовались сланцы, известняки, песчаники, а также бесчисленное множество других осадочных пород. Кроме того, на плоскогорье развиты магматические породы: базальты, диабазы и другие породы, близкие к ним по составу и происхождению. На плоскогорье отчетливо видны следы продолжительной работы ледников: тут много цирков, каров, трогов и конечных морен. В местах последнего оледенения долины рек проложены по отложениям ледникового периода – они слабо разработаны, а террасы – отсутствуют. Однако в не подвергшихся оледенению районах террасы выражены отчетливо [Альтер С.П., 1960].

Ниже по течению Енисей пересекает границу Таймыра и прокладывает свой путь через Северо-Сибирскую тундровую низменность. Она протягивается параллельно горам Бырранга на 1100 км, а ее ширина составляет около 400 км. На низменности преобладает равнинный рельеф, иногда нарушаемый невысокими грядами и увалами. С поверхности низменность сложена толщей четвертичных отложений ледникового и морского происхождения. На самом севере русло Енисея проходит вдоль узкой полосы Северо-Таймырской арктическо-полупустынной низменности, сложенной морскими четвертичными отложениями, среди которых местами

выходят на поверхность коренные породы. Они нередко поднимаются над поверхностью на 50, а иногда и на 100 м.

В то время как правый берег Енисея представлен Среднесибирским плоскогорьем и Таймыром, левый берег полностью расположен на Западно-Сибирской равнине, которая, в свою очередь, разделена на ряд подрайонов. Первый из них – Кеть-Чулымо Енисейская равнина, которая характеризуется сильной неоднородностью рельефа. Западная её часть сильно заболочена, с высотами 100-200 м. В восточной же части располагается плоская водораздельная гряда, разделяющая бассейн Енисея и водосбор Оби [Государственный водный реестр России, 2024]. Ее высота составляет 150-200 м. В основном здесь преобладает пологоувалистый рельеф, а заболоченных участков крайне мало.

Ниже по течению русло Енисея проходит через Кеть-Енисейскую возвышенную равнину, которая является более приподнятой в высотном отношении по сравнению с другими равнинами. Здесь можно выделить более высокую среднюю часть, приподнятую под влиянием Енисейского кряжа. Эти отроги погребены под толщей ледниковых отложений, а высота моренных гряд достигает 200-300 м.

Несколько выше устья Подкаменной Тунгуски Енисей прорезает отрог кряжа, распространившийся на ее левый берег, образуя Осинский порог, а сама долина здесь имеет вид ущелья. Северная часть района представлена тремя надпойменными террасами Енисея, общая ширина которых вместе с поймой составляет 50-60 км [Тугаринов А.Я., 1908].

В южной же части развиты аллювиальные надпойменные террасы. В районе слияния Нижней Тунгуски и Енисея левый берег представлен Тазовско-Енисейской холмистой равниной, которая состоит в основном из поймы и трех надпойменных террас Енисея. Их поверхность сильно заболочена. Не менее заболоченной является и Туруханская озернохолмистая лесотундровая равнина, расположенная в районе речных портов Игарка и Дудинка. Однако в некоторых местах поверх заболоченной равнины

возвышаются холмы, сложенные ледниковыми отложениями. Высота таких холмов порой достигает до 200 м. В этом районе русло начинает делиться на рукава, ширина увеличивается до 7-12 км. Глубина потока изменяется от 4-5 до 10-15 м, а ниже Игарки она равна 20-40 м.

На самом севере Западно-Сибирской равнины Енисей протекает через Гыданско-Енисейскую холмисто-грядовую тундровую равнину. Холмисто-моренный рельеф, зандровые заболоченные участки и краевые ледниковые образования, характерные для этой местности – следы последнего зырянского оледенения. Данная местность характеризуется сильными 11 понижениями и, как следствие, сильной заболоченностью пойменной части Енисея. Ниже мыса Крестовского начинается устьевой участок реки длиной около 300 км. Здесь имеются две группы островов – Мининские и Бреховские. В этом районе Енисей расчленяется на многочисленные рукава и протоки. Общая ширина реки в створе островов достигает 40-50 км.

В устье Енисея лежат Бреховские острова, они имеют площадь около 1400000 га. Они обеспечивают водно-болотную среду обитания редких и исчезающих птиц. Практически вся группа островов является низменной болотистой равниной дельтового типа, состоящей из множества островов разного размера, разделённых протоками. Максимальная высота — не более 10 метров над у.м. Очертания островов и проток заметно изменяются год от года.

Острова левобережья в основном сложены озерно-аллювиальными и дельтовыми отложениями верхнего плейстоцена и голоцена, супесчано-суглинистыми осадками с многочисленными прослоями растительного детрита, торфа и полигонально-жильными льдами. На правобережье преобладают суглинистые отложения с прослоями песков, галечников, торфа и жилами льдов. Это в основном морские и ледниково-морские осадки верхнего плейстоцена. Высокие террасы Енисея сложены в основном песчаными породами. Фрагментами на правом берегу Енисея выходят меловые породы [Тугаринов А.Я., 1908].

Низменная дельтовая равнина на островах и левобережье Енисея усыпана многочисленными небольшими озёрами и спущенными озёрными котловинами. Многочисленные тундровые озера обычно не глубже 2-3 м, но встречаются отдельные водоёмы глубиной до 15-20 м. К останцам более высоких террас примыкают низменные песчаные побочни, ежегодно затапливаемые в половодье и при высоких уровнях воды.



Рисунок 4. - Нижний Енисей. Дудинка.

Бассейн Ангары. Территория данного бассейна занимает юго-западную окраину Средне-Сибирского плоскогорья и большую часть горной системы Восточного Саяна. Линия водораздела бассейна на юге и юго-западе проходит по Большому Саяну и Енисейскому кряжу, на севере и северо-востоке – по водоразделу между притоками Ангары и Подкаменной Тунгуски, а на востоке граница проходит по Илимскому и Приморскому хребту, а также Олотской возвышенности.

Восточно-Саянское нагорье, характеризующее южную часть рассматриваемого бассейна, является обширной горной системой,

простирающейся с северо-запада на юго-восток более чем на 1000 километров. Рельеф нагорья представляет собой сложную систему из высоких хребтов, плоскогорий, глубоких долин и понижений [Тугаринов А.Я., 1908]. Помимо этого, встречается большое количество участков, подвергавшихся в прошлом воздействию ледников: их следы деятельности выражены в наличии каров, цирков и троговых долин. Северная окраина системы представляет собой низкогорье, где высотные отметки не превышают 1000 м.

К подножию Восточного Саяна примыкает пониженная часть плоскогорья – Предсаянская впадина, представленная Иркутско-Черемховской равниной на востоке и Канско-Рыбинской – на западе. Поверхности междуречий здесь имеют высоту до 700 м. Далее местность постепенно повышается, достигая своих максимальных высот на границе бассейна. В центральной части бассейна четко прослеживается полоса высот траптовых массивов – Ангарский кряж. Наибольшая его отметка составляет 1022 м [Величко А.А., Герасимов И.П., Маккавеев Н.И., 1960].

С севера, к нему вплотную подходит Ковинский кряж с высотами до 650 м, а с юга примыкает Бирюсинское плато с небольшими высотами (до 500 м). В пределах рассматриваемого бассейна залегают породы разных возрастов. На юге, в горных областях широко распространены породы архейского и протерозойского возрастов, представленные гнейсами, мрамором, сланцами, а также кристаллическими известняками и кварцитами. Мощность данных отложений измеряется несколькими километрами. Центральную часть бассейна занимают силурийские и ордовикские отложения, в основном представленные мергелями, песчаниками и известняками.

В западной части и на севере бассейна небольшими полями залегают породы девонского, пермского и каменноугольного возрастов. Помимо этого, на территории Ангарского бассейна сохранились небольшие участки третичных отложений, сложенные, в большей мере, глинами, песчаниками и

в редких случаях песками. Четвертичные же отложения представлены в основном аллювием, слагающим многочисленные террасы крупных рек.



Рисунок 5. - Ангара [Исток Ангары из Байкала, 2023].

2.4. Гидрологическая характеристика р. Енисей

Енисей имеет все источники питания, наибольшая доля принадлежит снеговому и грунтовому питанию. Ледники и притоки равнинных и горных рек также питают Енисей. Река представляет интерес для исследователей не только своими размерами и количеством притоков, но и тем, что благодаря протяженности проходит через все климатические зоны, представленные в Сибири. Часть верхнего и среднего Енисея протекает по территории степи, по берегам же реки находится немало растительности: березы, ивы, осины. Далее Енисей переходит в лесостепную зону, в Красноярский край, чуть ниже Енисей начинает перетекать в таежную природную зону, в этих краях смешанные леса по берегам Енисея переходят в хвойные. В самых низовьях Енисей протекает в лесотундре, растительность появляется все реже, начинается зона тундры [География. 9 класс: атлас, 2012].

Енисей относится к рекам с преимущественно снеговым питанием (83%), на долю дождевых осадков и грунтового питания приходится соответ-

ственно 8 и 9%. Для Енисея характерны высокое и продолжительное весенне-летнее половодье (май – июль), сменяющие друг друга летне-осенние паводки и межень (август – октябрь), зимняя межень (ноябрь – апрель). Максимальные расходы воды весенне-летнего половодья отмечаются с конца мая до середины июня [Гордеев И. Н., 2012]. Среднеголетний расход воды у г. Игарка $18\,500\text{ м}^3/\text{с}$ (один из крупнейших в мире; макс. $132\,000\text{ м}^3/\text{с}$, минимальный ($5210\text{ м}^3/\text{с}$), за период 1936–2004 наибольший расход воды зафиксирован 12.6.1969 ($176\,000\text{ м}^3/\text{с}$), наименьший – 24.4.1954 ($2080\text{ м}^3/\text{с}$); среднегодовой объём стока 584 км^3 , при впадении в Енисейский залив – до 625 км^3 . В многолетних колебаниях стока выделяются периоды: средние по водности (1936–52 и 1973–87), маловодные (1953–72) и многоводные (1988–2004).

При слиянии с Енисеем Ангара несёт значительно больше воды — около посёлка Стрелка среднегодовой расход воды в Енисее составляет $3\,350\text{ м}^3/\text{с}$ или $\approx 104\text{ км}^3$ в год, а в устье Ангары — $4\,530\text{ м}^3/\text{с}$ или $\approx 143\text{ км}^3$ в год. Бассейн верхней части Енисея составляет менее 400 тыс. км^2 , то есть значительно меньше площади водосбора Ангары — 1 040 тыс. км^2 [Государственный водный реестр России, 2024]. Поэтому Енисей считается главной рекой по причине более древнего геологического строения его речной долины и в силу исторически сложившейся традиции.

На гидрологический режим Енисея существенное влияние оказывают крупные водохранилища (Саяно-Шушенское и Красноярское - на Енисее, Иркутское, Братское и Усть-Илимское - на Ангаре, Хантайское, Курейское), способные регулировать ежегодно около 23% от общего стока Енисея, а в нижнем течении – до 36,7%. С вводом в строй Богучанского гидроузла в низовьях Ангары степень зарегулирования реки возрастёт до 38,6%.

Значительная освоенность гидроэнергетических и водных ресурсов Енисея и его притоков существенно не повлияла на годовой объём стока реки, заметное уменьшение стока отмечалось только в период заполнения водохранилищ. В 1961–70 на заполнение «мёртвого» объёма водохранилищ было

израсходовано 169,6 км³ воды, в 1971–80 – 81,8 км³. Безвозвратное водопотребление в бассейне Енисея незначительно: в 1981–90 оно составило 0,67 км³/год, в 1996–2001 – 0,39 км³/год [Арсеньев Г.С., 2008].

В естественных условиях на долю тёплого периода года (май – июль) приходилось более 63% годового стока воды, холодного (ноябрь – апрель) – 13,1%. В зарегулированных условиях сток в тёплый период уменьшился до 58,3% (несмотря на увеличение общей водности реки с 571 до 596 км³/год), в холодный период увеличился до 21,5%. Летне-осенние минимумы приходятся обычно на август (35% случаев), сентябрь (25%) и октябрь (40%) [Арсеньев Г.С., 2008].

Регулирование стока привело к некоторому снижению водности летне-осеннего меженно-паводкового периода и его экстремальных расходов. Минимумы в зимнюю межень заметно ниже расходов в период открытого русла, до зарегулирования стока они обычно отмечались в марте – апреле, после зарегулирования стали наблюдаться в ноябре – январе и немного повысились.

До зарегулирования Енисея среднемноголетние сток взвешенных наносов и мутность воды у Игарки составляли соответственно 12,0 млн. т/год и 22 г/м³ (макс. 90 г/м³). После зарегулирования реки сток взвешенных наносов уменьшился в ср. до 4,7 млн. т/год, мутность воды снизилась до 8 г/м³ (величина наибольшей мутности почти не изменилась), 16.06.1979 было зафиксировано самое высокое за весь период наблюдений значение мутности – 190 г/м³; существенно снизились абсолютные величины стока взвешенных наносов в мае – ноябре (в мае с 1000 кг/с до 98,5 кг/с) [Государственный водный реестр России, 2024]. Наибольшее количество наносов по-прежнему проходит во время половодья (около 90%).

Ледостав в нижнем течении с конца октября до конца мая – начала июня; в среднем течении с начала ноября до конца апреля – середины мая; в верхнем течении с конца ноября – декабря до конца апреля. Для Енисея характерны интенсивное образование внутриводного льда и осенний

ледоход. Весенний ледоход сопровождается заторами. Воды Енисея загрязнены, особенно в районах крупных городов; ниже устья Ангары повышено содержание соединений меди и цинка.

Енисей судоходен на водохранилищах и от Красноярска до устья. Для проводки судов из Верхнего Енисея в Красноярское водохранилище и обратно сооружён судоподъёмник. В нижнем течении для продления навигации и вскрытия ледяной перемычки от пос. Сопкарга до о. Крестовский используются ледоколы. На берегах Е. находятся нац. парк «Шушенский Бор», заповедники – «Саяно-Шушенский» и национальный парк «Красноярские Столбы». Гл. города и порты (вниз по течению) – Кызыл, Саяногорск, Минусинск, Абакан, Дивногорск, Красноярск, Лесосибирск, Енисейск, Игарка, Дудинка.

При этих условиях амплитуда колебания уровня воды бывает весьма значительной и достигает в Саянском ущелье 7-14 м, у г. Красноярска - 10,7 м, у г. Енисейска - 15,6 м, у г. Туруханска - 17-20 м, у с. Дудинка - 11-15 м, в Усть-Порту - 8-12 м и в устье - 2-3 м [Арсеньев Г.С., 1993].

В летнее время ежегодно наблюдаются паводки, уступающие, однако, по своей высоте весеннему половодью.

В нижнем течении имеют место сгонно-нагонные и приливо-отливные колебания уровня. Прилив на Енисее заметен между Гуруханеком, и Курейкой, т. е. на расстоянии свыше 800 км от Диксона. По своей водности Енисей занимает первое место среди рек СССР и седьмое-восьмое - среди рек земного шара. Средний годовой расход воды его в устье равен 17400 м³/сек, а годовой объем вод, сбрасываемых в Карское море, достигает большой величины - 548 км³. Особенно полноводной река становится после впадения Ангары, которая по своей водности превышает Енисей в месте их слияния.

Наращение расхода воды по длине реки характеризуется следующими данными:

- Выше устья Ангары - 3350 м³/сек

- Подкаменной Тунгуски – 7500 м³/сек
- Нижней Тунгуски – 10900 м³/сек
- В устье – 17400 м³/сек

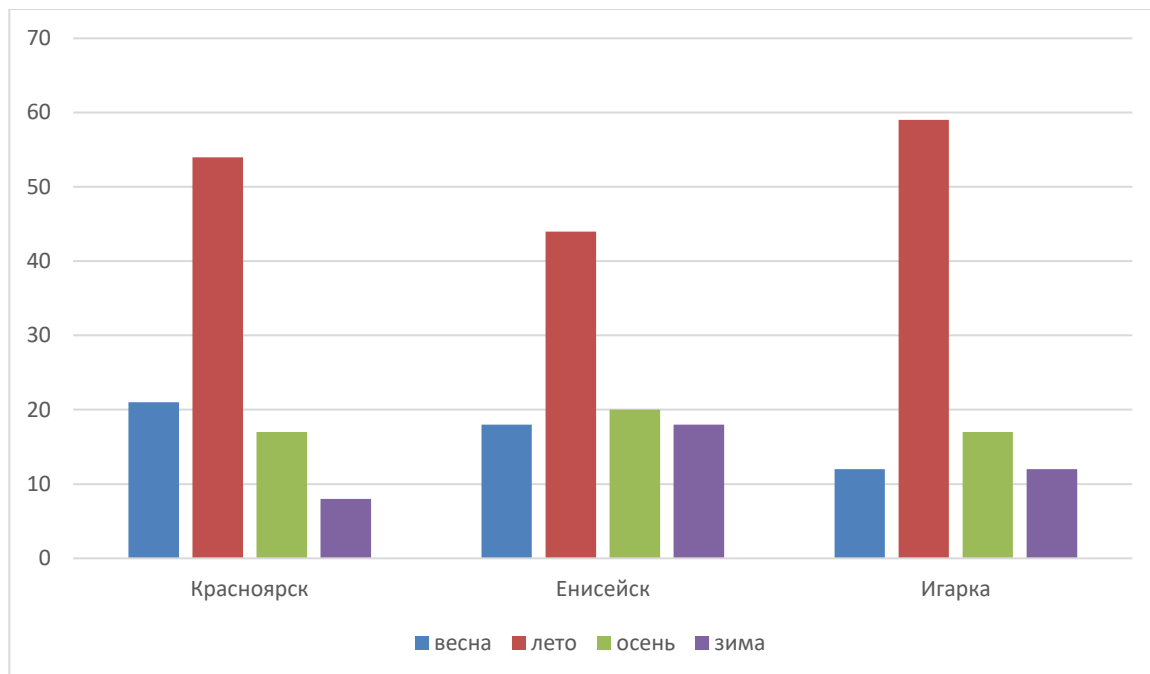


Рисунок 6. - Внутригодовое распределение стока Енисея у различных пунктов (в % от годового) [Гидропосты на р. Енисей, 2023].

В период половодья максимальный расход воды в устье достигает 180000 м³/сек, зимой же расход воды понижается до 2700 м³/сек.

Замерзание Енисея начинается в низовьях и отсюда постепенно распространяется к истоку, вскрытие, наоборот, идет от верховий к устью.

Ледостав на Енисее в нижнем течении наступает примерно на декаду позже, чем на соседних местных реках. Это объясняется тем, что Енисей, имея большую водность, выносит к устью значительный запас тепла, поэтому на охлаждение водной массы потока требуется довольно продолжительное время. В период замерзания образуется большое количество донного льда, называемого «шакша». Весной в период вскрытия наблюдаются мощные заторы льда, достигающие особой силы в районе Красноярска и Енисейска. Уровень воды во время заторов поднимается до 20 м. Причина столь мощных заторов льда заключается в том, что, вскрываясь

раньше в верхнем течении, Енисей несет большое количество льда в районы, где лёд ещё крепок и для его разрушения требуется большая механическая сила [Большая советская энциклопедия, 1978].

Анализ водного режима р. Енисей можно проводить на основе общедоступных данных из Атласов России, а также с помощью данных гидропостов, которые обновляются каждый день [Гидропосты на р. Енисей, 2023].

Средний расход воды в устье Енисея 19 800 м³/сек, максимальный может достигать 190 000 м³/сек, до строительства ГЭС на реке и притоках минимальный расход воды опускался в зимний период до 2 700 м³/сек. Диапазон колебаний уровня Енисея в верховьях 5—7 м в расширениях и 15—16 м в сужениях, в нижнем течении он больше (28 м. у Курейки), к устью уменьшается (11,7 м. у Усть-Порта) [Гидропосты на р. Енисей, 2023].

До устья Ангары на протяжении почти 1400 км ширина Енисея не превышает 500—700 м. После слияния с Ангарой, которая здесь почти в 3 раза шире Енисея, ширина реки сразу же увеличивается до 2,5 км. После принятия Нижней Тунгуски ширина Енисея увеличивается до 3—5 км. Уклон русла невелик, поэтому течение здесь плавное и не превышает 0,24—0,25 м/с. Все последующие притоки — сначала Подкаменная, затем Нижняя Тунгуска и следом Турухан и Курейка — расширяют русло Енисея до 3—5 км.

При слиянии с Енисеем Ангара несёт значительно больше воды — около посёлка Стрелка среднегодовой расход воды в Енисее составляет 3 350 м³/с или ≈104 км³ в год, а в устье Ангары — 4 530 м³/с или ≈143 км³ в год.

Максимальные скорости течения наблюдаются в паводок, а минимальные — зимой, в подледный период. Для Енисея характерны большие скорости течения вследствие большого уклона русла реки. В верховьях реки они особенно значительны и в летнее время составляют 2—2,5 м/с. В районе Казачинского порога река суживается до полукилометра, скорость течения достигает скорости горного потока — 5—7 м/с. По мере

продвижения к устью скорости течения снижаются. После принятия Нижней Тунгуски ширина Енисея увеличивается до 3—5 км. Уклон русла невелик, поэтому течение здесь плавное и не превышает 0,24—0,25 м/с [Гордеев И. Н., 2012]. В дельте и губе скорость течения продолжает падать и снижается до минимума. Более того, под влиянием сильных нагонных ветров и особенно во время приливов течение здесь принимает обратное направление.

Осадки. Наиболее увлажненной является центральная, наиболее возвышенная часть бассейна Енисея, где более всего проявляется циклоническая деятельность как летом, так и зимой. Наибольшее количество осадков выпадает в июле, а на крайнем севере в августе. Средняя многолетняя величина их изменяется по территории от 35 - 50 до 200 мм. Наименьшее количество влаги выпадает зимой - в январе - феврале, когда над территорией Сибири формируется антициклон [Бабкин В.И., 2016]. В зависимости от широты и высоты места изменяется начало, конец и продолжительность холодного и теплого периодов года.

Холодный период на севере длится с сентября по май, теплый - с июня по сентябрь, а на юге, в степных районах, холодный период охватывает время с ноября по март, а теплый - с апреля по октябрь. На преобладающей части территории в теплое время года осадков выпадает больше, чем в холодный период. К востоку от енисейского кряжа и плато Путорана, на Среднесибирском плоскогорье, количество осадков уменьшается, составляя в долинах рек в среднем 400 - 500 мм. На западных склонах Верхне - Тунгусской возвышенности, в истоках Северной и Южной Чуни, Подкаменной и Нижней Тунгуски, сумма осадков возрастает до 700 - 800 мм. К северу и к югу от зоны наибольшего увлажнения количество осадков уменьшается. Уменьшение осадков к северу обусловлено общим понижением количества влаги, содержащейся в атмосфере, а уменьшение в южном направлении - повышением температуры воздуха и дефицитом влажности, что особенно характерно для межгорных котловин.

Интенсивность дождей по территории возрастает в направлении с севера на юг. Максимальная интенсивность дождя местами достигала 5 - 9 мм/мин. Средняя продолжительность ливней колеблется по территории от 300 до 720 мм [Бабкин В.И., 2016].

Снежный покров. Процесс снегонакопления в бассейне реки во многом зависит от характера атмосферной циркуляции в зимний период года. Перенос воздушных масс над умеренными широтами северного полушария происходит с запада на восток. Поступление влажных воздушных масс с Атлантики в более высокие слои тропосферы над территорией Восточной Сибири имеет большое значение в формировании режима облачности и осадков над рассматриваемой территорией. Запасы воды в снежном покрове изменяются по территории в зависимости от высоты, экспозиции склона и «экранирующего» эффекта соседних хребтов.

Наибольшие запасы снега накапливаются на периферии горной страны, на склонах, обращенных к преобладающему направлению переноса воздушных масс. Горный комплекс Саян характеризуется достаточным и значительным увлажнением. Более всего твердых осадков выпадает на западных склонах Восточного Саяна, которые расположены на пути основного переноса воздушных масс [Большая советская энциклопедия, 1978].

Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова колеблется от 140 до 320 дней. На островах Карского моря и в горах Бырранга он держится 280 - 320 дней. Наименьшее число суток с устойчивым снежным покровом (менее 140 -160 дней) характерно для пониженных участков тувинской котловины и для Абаканских степей. Устойчивый снежный покров начинает разрушаться после наступления дневных положительных температур. На большей части территории данный процесс заканчивается после перехода температур через 0 С и установления устойчивых положительных температур.

В некоторые годы разрушение снежного покрова может проходить на 10 - 25 дней ранее или позднее средних сроков. Наибольшая высота снежного покрова чаще всего наблюдается перед началом снеготаяния - в феврале - марте, а на побережье Карского моря - в апреле. Средняя высота слоя снега колеблется в значительных пределах - от 5 - 10 см в районе Абаканских степей до 100 см у Туруханска; а в горах Путорана, на Енисейском кряже, в Западном Саяне и Восточном Саяне толщина слоя снега достигает 150 - 200 см. Максимальные снеготаяния в степных районах обычно формируются в феврале, в лесостепных - в марте, на территории Среднесибирского плоскогорья - в конце марта - начале апреля, на п-ове Таймыр - в конце апреля - мае. Наиболее ранние и поздние сроки отклоняются от средних на 1 - 1,5 месяца [Большая советская энциклопедия, 1978].

Величина запасов воды в снежном покрове колеблется в очень больших пределах - от 20 - 40 мм на территории сухих степных районов до 400 - 500 мм на высотах Саян, Енисейского кряжа и Путорана. Продолжительность процесса снеготаяния, исчисляемая от даты начала таяния до даты схода снежного покрова, колеблется от 10 - 14 дней в степных районах до 22 - 38 суток на остальной территории. Средняя интенсивность таяния снега в степных районах составляет 3 - 5 мм/сутки, на территории Среднесибирского плоскогорья и в горах 6 - 9 мм/сутки. Максимальная интенсивность снеготаяния на открытой местности в пределах Среднесибирского плоскогорья в среднем составляет 4 - 5 мм/час; в отдельные годы она колеблется от 2 - 3 мм/ час при малых снеготаяниях и до 8 - 12,5 мм/час при больших снеготаяниях. В 1959 г., когда сформировалось весьма высокое весеннее половодье в бассейнах рек Нижней Тунгуски и Подкаменной Тунгуски, средняя интенсивность снеготаяния по территории была около 7 мм/час с колебанием от 6 до 12 мм/час. Наибольшая интенсивность таяния отмечалась тогда в нижней части бассейна Подкаменной Тунгуски.

Замерзание Енисея начинается в низовьях (начало октября). Так, Нижний Енисей замерзает почти на месяц раньше — в конце октября, а освобождение реки ото льда проходит в конце мая — начале июня, т.е. период ледостава длится 180—200 дней. Становление льда в Верхнем и Среднем Енисее приходится на вторую половину ноября, а вскрытие — на конец апреля — начало мая. Период ледостава здесь продолжается 150—170 дней. Ледостав в низовьях с конца октября, в середине ноября в среднем течении и у Красноярска, и в конце ноября — декабре в горной части. После ГЭС на сотню км река не замерзает [Арсеньев Г.С., 2008]. На отдельных участках в русле возникают мощные наледи. Чем ближе к устью, тем ледостав раньше, а вскрытие позже. Нарастание льда продолжается до весенних месяцев. Для Енисея характерны интенсивное образование внутриводного льда, осенний ледоход. Для большей части Енисея характерно растянутое весеннее половодье и летние паводки, зимой резкое сокращение стока (но уровни падают медленно из-за развития зажоров). Для верховьев характерно растянутое весенне-летнее половодье. Половодье на Енисее начинается в мае, иногда в апреле, на среднем Енисее несколько раньше, чем на верхнем, на нижнем в середине мая — начале июня. Весенний ледоход сопровождается заторами, ледовыми нагромождениями, разрушающими берега [Баленков Д. С., Миронов П. А., Неватус И. С., 2019].

Вскрытие реки Енисей. Становление льда в Верхнем и Среднем Енисее приходится на вторую половину ноября, а вскрытие на конец апреля-начало мая. Период ледостава здесь продолжается 150-170 дней. Чем ближе к устью, тем ледостав раньше, а вскрытие позже. Так, Нижний Енисей замерзает почти на месяц раньше - в конце октября, а освобождение реки ото льда проходит в конце мая-начале июня, т.е. период ледостава длится 180-200 дней. Нарастание льда продолжается до весенних месяцев. Весенний ледоход сопровождается заторами, нагромождением льда на берега и их разрушением.

В Нижнем Енисее река замерзает к началу ноября. Весеннее половодье обычно начинается в середине мая, длится 2,5 - 3,5 месяца, скрытие реки проходит в конце мая - начале июня, ледостав длится до 180- 200 дней. Весенний ледоход часто сопровождается заторами льда, при этом уровни воды могут повышаться на 15-20 м, что приводит к катастрофическим наводнениям [Тугаринов А.Я., 1908]. Под влиянием Красноярской ГЭС замерзание Енисея в нижнем течении происходит посредством образования ледяных перемычек, повышения уровня воды, уменьшения уклонов на кромке льда и как следствие смерзания поступающего с верхних участков реки ледяного материала (шуги) [Арсеньев Г.С., 2008]. Скорость наступления кромки ледостава зависит от температуры воздуха, и от расходов воды в период замерзания. Ледяная перемычка практически ежегодно образуется у Осиновского Порога, от нее идет продвижение кромки льда вниз по реке. При установлении ледостава на Енисее движение кромки ледяного покрова продолжается до тех пор, пока достаточное количество ледяного материала поступает с верхних участков. При сокращении длины шугообразующего участка наступает равновесие и местоположение кромки льда стабилизируется. Колебания температуры воды приводят к неоднократному срыву кромки льда, поступлению ледяного материала под ледяной покров, увеличению стеснения русла и как следствие - к значительным подъемам уровней воды, которые, в зарегулированных условиях при установлении ледостава возросли в 2-3 раза.

Таяние ледового покрова. С наступлением периода положительных температур начинается таяние льда и поступление воды в реки за счет поверхностного стока. Во время таяния снега появляется вода поверх льда сначала у берегов, затем - на всем ледяном покрове. Таяние льда наиболее интенсивно происходит вдоль берегов вследствие поступления талых вод с бассейна, а также в результате того, что почва нагревается быстрее. Из-за подъема уровня воды лёд выпирает. Вдоль берегов образуется понижение, по

нему течет вода и размывает ледяной покров. Образующиеся при этом полосы воды, свободные ото льда, называются закраинами.

При дальнейшем подъеме уровня воды основной ледяной покров отрывается от берега. Ледяной покров лежит на воде и не скреплен с берегами. Береговой лед остается под водой. Закраины расширяются и углубляются. В местах скопления воды на льду в дальнейшем образуются промоины. Процесс разрушения ледяного покрова завершается быстрее на перекатах, где лед тоньше, чем на плёсах. Разрушение ледяного покрова на перекатах создает условия для перемещения ледяных полей с плёсов вниз по течению. Возникают подвижки льда. Иногда на реке наблюдается несколько подвижек. Дальнейшее увеличение расхода воды и одновременное уменьшение прочности ледяного покрова под влиянием воздействия солнечных лучей, теплого воздуха и дождей приводят к тому, что ледяной покров разрушается и течение переносит льдины.

Начинается весенний ледоход. Хотя лёд в период весеннего ледохода и обладает меньшей прочностью, чем в период осеннего ледохода, но так как в движение приходят большие его массы и при больших скоростях течения, воздействие весеннего ледохода на русло реки и имеющиеся сооружения оказывается более значительным, чем в период осеннего ледохода. На многих реках весенний ледоход сопровождается образованием заторов. Затвор – это нагромождение льдин в русле реки, вызывающее стеснение живого сечения и подъем уровня воды [Большая советская энциклопедия, 1978].

2.5. Характеристика источников водоснабжения и качества питьевой воды

Различают две основные группы воды по происхождению при получении питьевой воды: подземные воды и поверхностные воды.

Группа подземных вод подразделяется на:

1. **Артезианские воды.** Речь идет о водах, которые с помощью насосов поднимаются на поверхность из подземного пространства. Они

могут залегать под землей в несколько слоев или так называемых ярусов, которые полностью защищены друг от друга. Пористые грунты (особенно пески) оказывают фильтрующее и, следовательно, очищающее действие, в отличие от трещиноватых горных пород. При соответствующем длительном нахождении воды в пористых грунтах артезианская вода достигает средних температур почвы (8-12 градусов) и свободна от микробов. Благодаря этим свойствам (практически постоянная температура, хороший вкус, стерильность) артезианская вода является особо предпочтительной для целей питьевого водоснабжения. Химический состав воды, как правило, остается постоянным [Воронцова Н. И., 1996].

2. Инфильтрационная вода. Эта вода добывается насосами из скважин, глубина которых соответствует отметкам дна ручья, реки или озера. Качество такой воды в значительной мере определяется поверхностной водой в самом водотоке, т. е. вода, добытая при помощи инфильтрационного водозабора, является тем более пригодной для питьевых целей, чем чище вода в ручье, реке или озере. При этом могут иметь место колебания ее температуры, состава и запаха [Воронцова Н. И., 1996].

3. Родниковая вода. Речь идет о подземной воде, самоизливающейся естественным путем на поверхность земли. Будучи подземной водой, она в биологическом отношении безупречна и по своему качеству приравнивается к артезианским водам. Вместе с тем родниковая вода по своему составу испытывает сильные колебания не только в кратковременные периоды времени (дождь, засуха), но и по временам года (например, таяние снега). [Речкалова Н. И., Сысоева Л. И., 2004].

Основные параметры исследования питьевых вод [Викулина В. Б., 2011]:

Физические показатели.

Цветность — естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа. Цветность воды может определяться свойствами и структурой дна водоема,

характером водной растительности, прилегающих к водоему почв, наличием в водосборном бассейне болот и торфяников и др. Цветность воды определяется визуально или фотометрически.

Желтоватый, коричневый или желто-зеленый оттенки воды природных источников объясняются главным образом присутствием в воде гумусовых веществ. Цветность свойственна воде рек, питающихся частично болотной водой, а иногда и воде водохранилищ [Воронцова Н. И., 1996].

Прозрачность воды измеряют в стеклянном цилиндре или стеклянной трубке с сантиметровой шкалой. При этом определяют толщину слоя воды (в см), через который еще виден нанесенный черной краской на белой пластинке условный знак в виде двух крестообразно расположенных линий толщиной 1 мм (крест) или специальный стандартный шрифт. Таким образом, прозрачность измеряется в см вод. ст.

Использование мутной воды (без ее предварительного осветления) для некоторых категорий потребителей нежелательно или даже недопустимо. Требования к качеству воды, подаваемой водопроводами для хозяйственно-питьевых нужд, регламентируются государственными стандартами. Количество взвешенных веществ в воде, подаваемой для хозяйственно-питьевых целей централизованными водопроводами, не должно быть более 1,5 мг/л. Многие производственные потребители могут использовать воду с содержанием взвешенных веществ более высоким по сравнению с допускаемым для питьевой воды [Воронцова Н. И., 1996].

Наличие **запахов и привкусов** у воды природных источников обуславливается присутствием в ней растворенных газов, различных минеральных солей, а также органических веществ и микроорганизмов. Запах и привкус имеют болотные и торфяные воды, а также воды, содержащие сероводород; в ряде случаев запах обуславливается присутствием в воде живых или гниющих после отмирания водорослей. Неприятный запах имеет вода после хлорирования при наличии в ней

некоторых количеств остаточного хлора. Интенсивность запаха, как правило, увеличивается с повышением температуры воды.

Привкус солоноватый и даже горько-солоноватый часто имеют сильно минерализованные воды подземных источников. Для количественной оценки запаха и привкуса воды применяют обычно условную пятибалльную шкалу. Следует, однако, отметить, что эта оценка в значительной мере субъективна, так как зависит от индивидуальной восприимчивости исследователя.

Химические показатели качества воды.

Жесткость воды обуславливается содержанием в ней солей кальция и магния. Различают карбонатную жесткость, обуславливаемую наличием в золе двууглекислых солей кальция и магния, и некарбонатную, при которой в воде содержатся другие соли Ca и Mg (сульфаты, хлориды, нитраты и др.). Суммарная жесткость воды называется общей жесткостью. Вода разных природных источников имеет весьма различную жесткость.

Речная вода, за некоторыми исключениями, обладает относительно небольшой жесткостью. Вместе с тем вода рек, прорезающих толщу известковых и гипсовых пород, часто отличается весьма большой жесткостью. Жесткость речной воды обычно меняется в течение года, снижаясь до минимального значения в период паводков.

Воды подземных источников в большинстве случаев имеют более значительную жесткость, чем поверхностные воды. Для питья может использоваться относительно жесткая вода, так как наличие в воде солей жесткости не вредно для здоровья и обычно не ухудшает ее вкусовых качеств. Однако использование воды с большой жесткостью для хозяйственных целей вызывает ряд неудобств: образуется накипь на стенках варочных котлов и кипятильников, увеличивается расход мыла при стирке, медленно развариваются мясо и овощи и т. д. Поэтому общая жесткость воды, подаваемой водопроводами для хозяйственно-питьевых нужд, не должна превышать 7 ммоль/л [ГОСТ 31954-2012, 2018].

Водородный показатель (рН). Активная реакция воды характеризуется показателем концентрации в ней водородных ионов (рН). При нейтральной реакции рН=7; при кислой реакции. рН<7, при щелочной реакции рН>7. Вода, подаваемая хозяйственно-питьевым водопроводом, должна иметь рН в пределах 6—9. Для вод большинства природных источников значение рН не выходит из указанных пределов [ГОСТ 31954-2012, 2018].

Содержание взвешенных частиц. Сухой осадок (минерализация) свидетельствует о концентрации органических элементов и растворенных неорганических солей.

Это оказывает воздействие на функции желудка, с нарушением солевого равновесия. Сухой остаток нормируется содержанием в 1000 мг/литр.

Содержание взвешенных частиц в воде может быть определено или непосредственно — весовым способом, или косвенно — путем определения мутности (или прозрачности) воды [ГОСТ Р 57164-2016, 2019].

Содержание ионов. Железо довольно часто встречается в воде подземных источников, в основном в форме растворенного двухвалентного железа. Иногда железо содержится и в поверхностных водах — в форме комплексных соединений, коллоидов или тонкодисперсной взвеси. Наличие железа в водопроводной воде может придавать ей плохой вкус, вызывает отложение осадка и зарастание водопроводных труб. В воде, подаваемой централизованными системами хозяйственно-питьевого водоснабжения, содержание железа допускается в количестве не более 0,3 мг/л.

При использовании подземных вод в исключительных случаях по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы в воде, подаваемой в водопроводную сеть, может быть допущено содержание железа в количестве до 1 мг/л.

Сульфаты — соли серной кислоты. Сульфаты кальция и магния образуют соли некарбонатной жесткости; сульфат натрия, содержащийся в больших дозах, вреден для желудка.

Хлориды — соли соляной кислоты. Хлорид кальция CaCl_2 обуславливает некарбонатную жесткость воды. Хлорид натрия NaCl содержится в значительных количествах в воде морей, а также некоторых озер и подземных источников. Предельно допустимое содержание в воде сульфатов — 500 мг/л и хлоридов — 350 мг/л.

Здесь перечислены лишь основные свойства воды природных источников. В практике использования воды водоемов для различных потребителей приходится встречаться еще с целым рядом специфических свойств воды. Например, согласно требованиям ГОСТ 2761-84, питьевая вода, подаваемая водопроводом, не должна содержать более 0,05 мг/л мышьяка, 1 мг/л меди, 5 мг/л цинка и 0,0005 мг/л свинца.

Поверхностные источники характеризуются большими колебаниями качества воды и количества загрязнений в отдельные периоды года. Качество воды рек и озер в большой степени зависит от интенсивности выделения атмосферных осадков, таяния снега, а также от загрязнения ее поверхностными стоками и сточными водами городов и промышленных предприятий [Ашамина Т. Я., 2000].

Воды красноярского края:

Проблемы защиты природных вод красноярского края определяются двумя факторами: во-первых, наложением географической неравномерности заселения территории на распределение природных вод; во-вторых, структурой и объемами водозабора. Большая часть населения региона проживает в южной части территории, именно там, где запасы природных вод были изначально меньшими. Антропогенная нагрузка на водные объекты этой части территории зачастую превышает способность водных объектов к самоочистке [«О качестве и безопасности водоснабжения населения Красноярского края», 2016]. В результате возникают проблемы

заболачивания, истощения, загрязнения малых рек, микробного и бактериального заражения городских пляжей и мест отдыха в городах.

Объемы сброса сточных вод районами края невелики – 1,6 %; 10 крупнейших городов края составляют сброс 95 %. Использование большей доли водозабора на производственные нужды обуславливает состав загрязняющих веществ сточных вод. Многие годы сброс в ближайшие водоемы был естественным путем избавления от различных отходов. Это не создавало серьезных проблем, пока концентрация отходов была не столь велика, они не были столь токсичны [Алексеев Л.С.,2018].

На сегодняшний день непосредственный сброс в водоемы невозможен: слишком велика антропогенная нагрузка, слишком велики объемы промышленных отходов, а также необратимо их действие на живые существа. Последствия попадания в водоёмы даже единичных доз, не прошедших очистку промышленных отходов, могут быть катастрофичны. К сожалению, полная очистка проводится далеко не всеми предприятиями, но даже она не способна вернуть первоначальный состав и свойства воды. Ежегодно в водные объекты края сбрасывается около 200 тыс. тонн загрязняющих веществ (только по тем параметрам, которые фиксируются). Общий вес загрязняющих веществ был представлен в материале [«О качестве и безопасности водоснабжения населения Красноярского края», 2016], для большей наглядности в ходе работы информация была переведена в рис. 6. Из диаграммы видно, что наибольшее содержание у нефтепродуктов, жиров и хлоридов.

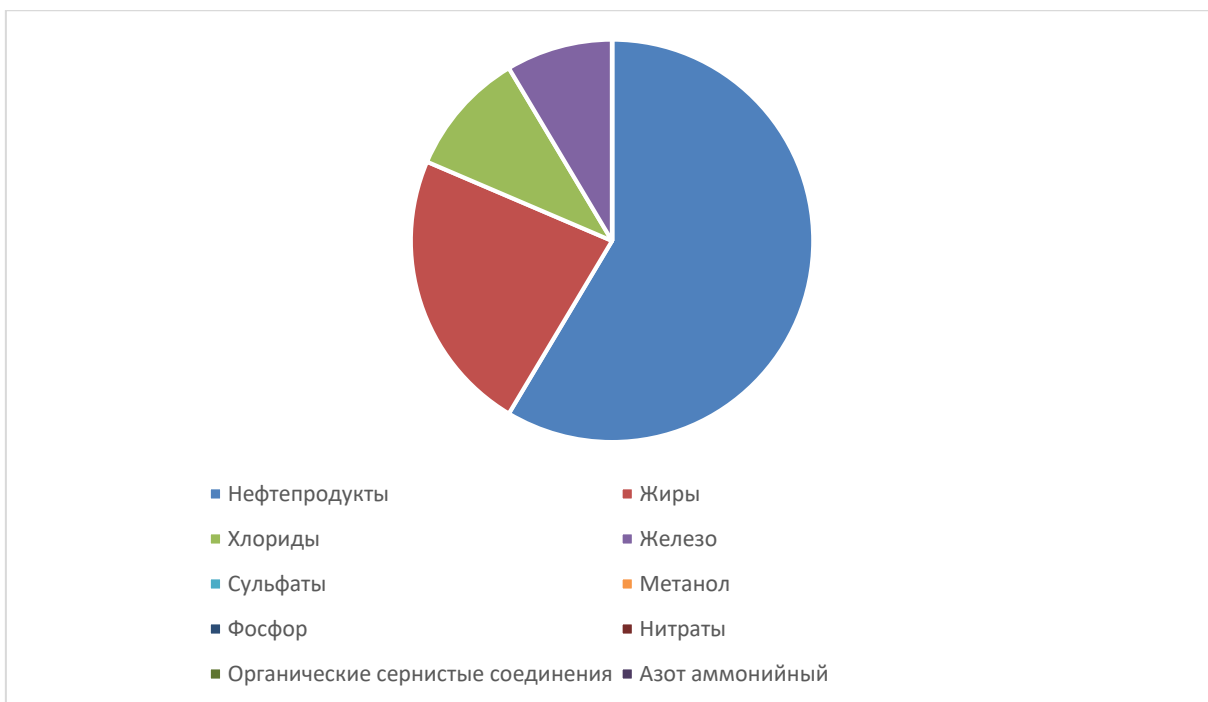


Рисунок 7.- Общий вес загрязняющих веществ в водных объектах Красноярского края [Горяев Д. В., Тихонова И. В., Торотенкова Н. Н., 2016].

В среднем одним горожанином расходуется 243 л. питьевой воды в сутки, что несколько выше общероссийской нормы. В то же время в 7 городах края расход воды на одного жителя составляет всего лишь 140 л. в сутки, что требует развития современных систем водоснабжения. Одним жителем районного центра или посёлка городского типа расходуется 125 л. воды в сутки, что ниже рекомендуемого для данной категории населенных пунктов – 150 л. А ряд сельских населённых мест, в которых проживает 4,7 % от общего числа жителей края, расходует всего около 50 литров [Государственный водный реестр России, 2024].

Вода большинства водных объектов, из которых осуществляется водозабор воды в ряде сельских населённых мест относится к 3-4 классу качества и оценивается как «грязная» (70 %) и «очень грязная» (30 %). Это в значительной мере обусловлено тем, что эти объекты являются не только основными приёмниками сточных вод, но и загрязняются отходами лесосплава, судоходства, при использовании водных акваторий для добычи полезных ископаемых и т. д.

В настоящее время мощности очистных сооружений Красноярска должны быть увеличены минимум на 10-15 %, чтобы предотвратить прогрессирующее загрязнение Енисея. В сутки в Енисей поступает 1 600 000 м³ коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, из которых десятая часть вообще не очищается. Естественно, это сказывается на здоровье жителей города Красноярска. Помимо жителей окрестностей города страдают и жители населённых пунктов, расположенных ниже по течению р. Енисей.

Одной из важнейших задач в сфере создания санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации является обеспечение его доброкачественной питьевой водой, безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по химическому составу. Проблема нарушения здоровья граждан при использовании питьевых вод ненадлежащего качества является глобальной. При этом есть понимание, что потери здоровья влекут за собой и существенные экономические ущербы народному хозяйству [Клейн С.В., Вековщина С.А., Сбоев А.С., 2013].

Основными источниками водоснабжения населения Красноярского края являются напорные и безнапорные подземные водные объекты, за счет которых обеспечивается питьевой водой 66,8 % жителей края, в том числе треть из них – за счет инфильтрационных водозаборов. Из открытых водоисточников обеспечивается питьевой водой 17,7 % жителей края. К числу крупных водных объектов, используемых населением края в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, относятся реки Енисей, Ангара, Кан, Чулым.

Ряд исследований свидетельствует о том, что качество воды поверхностных источников и подземных вод по региону существенно различается. Указывается, что подземные воды по своему составу хлоридные, сульфатно-карбонатные, магниевые-кальциевые, кальциевые-натриевые с минерализацией до 1,9 г/дм³, общей жесткостью до 11,77 мг-экв/дм³. В восточной части края водоносный горизонт артезианских вод

соседствует с месторождением каменной соли, а водоносный горизонт грунтовых вод – с угленосно-терригенными отложениями восточного крыла Канско-Ачинского месторождения. Неблагоприятные природные факторы способствуют формированию гидрохимического состава вод с неоптимальным содержанием микро- и макроэлементов.

На качество водоисточников значительное влияние оказывает хозяйственная деятельность человека. Так, на территориях таежной зоны, где массово складывается и перерабатывается древесина, водотоки загрязнены растворимыми органическими веществами – прежде всего фенольными соединениями – продуктами разложения отходов деревообработки. Сельскохозяйственная деятельность способствует появлению в воде источников нитратов, пестицидов, нефтепродуктов [Морозова О.Г., Вчерашний П.М., 2015]. Питьевые воды содержат природные радионуклиды, которые формируют недопустимые риски отдаленных стохастических эффектов [Скударнов С.Е., Куркатов С.В., 2010].

Установлено, что вода поверхностных и подземных водоисточников, используемых населением Красноярского края для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, по данным исследований 2011–2015 гг. не соответствует гигиеническим нормативам по санитарнохимическим показателям в 20,8–32,1 % проб и в 2,8–7,7 % – по микробиологическим показателям безопасности. Регистрируемое в 2015 г., по сравнению с 2014 г., улучшение качества воды поверхностных и подземных водоисточников связано с выраженным снижением доли проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, с 4,8 до 3,2 % и, в меньшей степени, по санитарно-химическим показателям – с 20,9 до 20,8 % [«О качестве и безопасности водоснабжения населения Красноярского края», 2016].

В 2015 г., по сравнению с 2014 г., в регионе улучшилось санитарное состояние поверхностных источников питьевого водоснабжения – доля источников, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам

и нормативам, снизилась с 43,9 до 37,8 % соответственно. При этом ухудшилось санитарное состояние подземных источников – доля не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам подземных источников увеличилась с 47,8 до 49,2 %.

Доля проб воды, не отвечающих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям и превышающих средний показатель по Красноярскому краю 2015 г. (20,8 %), регистрировалась в 22 городских округах и муниципальных районах Красноярского края [«О качестве и безопасности водоснабжения населения Красноярского края», 2016].

Качество воды поверхностных и подземных водоисточников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, выраженное долей проб воды, не отвечающих гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям, характеризовалось превышением среднего показателя по Красноярскому краю в 2015 г. (3,2 %) в 13 городских округах и муниципальных районах. В их числе города – Красноярск, Лесосибирск, Ачинск; районы – Березовский, Богучанский, Большемуртинский, Емельяновский, Енисейский, Ермаковский, Мотыгинский, Пировский, Ужурский, Эвенкийский. При этом в отдельных территориях Красноярского края отмечается стабильное превышение среднекраевых показателей биологического загрязнения воды водоисточников на протяжении 2011–2015 гг. в г. Лесосибирске (2, 3-е и 4-е ранговые места), Богучанском районе (1, 2, 7, 10-е ранговые места), Ужурском районе (4, 5, 9, 11-е), Енисейском районе (на протяжении 4 лет – 2, 5, 6-е ранговые места), Балахтинском районе (на протяжении 3 лет – 3, 5, 8-е), Назаровском районе (на протяжении 3 лет – 2, 7, 9-е) [«О качестве и безопасности водоснабжения населения Красноярского края», 2016].

Санитарно-техническое состояние надземных объектов водоснабжения населения остается неудовлетворительным – на 105 водопроводах отсутствует необходимый комплекс водоочистки, на 89 водопроводах нет

обеззараживающих установок, необходимых по эпидемиологическим показаниям.

В Красноярском крае в 2015 г., по сравнению с 2014 г., отмечается увеличение числа объектов питьевого водоснабжения, не отвечающих санитарным требованиям. Доля таких водопроводов увеличилась с 28,3 до 32,3 %, в том числе из-за отсутствия оборудованных систем обеззараживания (с 6,8 до 7,2 %) и комплексов водоподготовки (с 6,1 до 8,6 %). Следует отметить, что доля объектов водоснабжения, не отвечающих санитарным требованиям, не оборудованных комплексом водоподготовки и системами обеззараживания, в крае значительно ниже показателей по Российской Федерации (39,4 и 13,2 % соответственно).

И если доля водопроводов из поверхностных источников, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, значительно сократилась с 50,0 % в 2014 г. до 38,7 % в 2015 г., то из подземных источников, наоборот, увеличилась – с 27,7 до 32,2 % соответственно.

В течение 2011–2015 гг. более 50,0 % питьевых водопроводов не соответствовали санитарным нормам и правилам в городах и районах Красноярского края, относящихся к западной группе районов – г. Ачинск, Бирилюсский, Боготольский, Большеулуйский, Тюхтетский районы; северной группе районов – г. Лесосибирск, Енисейский, Идринский, Казачинский, Пировский и Мотыгинский районы; районах Крайнего Севера – Эвенкийский и Таймырский (Долгано-Ненецкий) районы; в Тасеевском районе из восточной группы районов и Краснотуранском из южной группы районов. В результате качество питьевой воды, подаваемой населению отдельных территорий Красноярского края, характеризуется высокой долей проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям (Дзержинский, Тасеевский, Абанский, Богучанский районы, города Лесосибирск и Енисейск и пр.).

По микробиологическим показателям качества питьевой воды из распределительной сети, превышающими краевой показатель 2015 г. (2,7 %) в 1,5–5,0 раза, являются: г. Лесосибирск, Балахтинский, Березовский, Бирилюсский, Большемуртинский, Большеулуйский, Енисейский, Ермаковский, Каратузский, Краснотуранский, Новоселовский, Партизанский, Пировский, Рыбинский, Саянский, Сухобузимский, Тасеевский, Уярский, Шушенский районы.

В 20 районах Красноярского края питьевая вода в отдельные годы (период 2011– 2015 гг.) характеризуется показателями жесткости >10 мг-экв/л, при этом доля проб питьевой воды с жесткостью > 10 мг-экв/л колеблется в Красноярском крае в пределах 2,5–4,7 %, а количество населения, потребляющего такую питьевую воду >10 мг-экв/л, составляет 0,3–0,7 % от общей численности населения края.

Превышение гигиенических нормативов зарегистрировано по таким показателям, как железо; фтор; аммиак и аммонийный азот, нитраты; хлорорганические соединений, марганец, алюминий. В воде в значимых концентрациях регистрируются такие канцерогены, как бензапирен, кадмий, мышьяк, никель. По свинцу отмечены превышения гигиенических нормативов в Лесосибирске, Норильске, Емельяновском районе.

Анализ токсикологических профилей химических веществ показал, что потребление населением питьевой воды, не соответствующей гигиеническим нормативам по содержанию отдельных химических соединений, в том числе соединений, обеспечивающих повышенную жесткость (соли кальция и магния), формирует канцерогенные риски для здоровья населения, а также риск развития заболеваний мочеполовой и эндокринной систем и органов пищеварения.

Обеспечение населения городских округов и муниципальных районов Красноярского края доброкачественной питьевой водой требует проведения комплекса различных мер с разработкой и реализацией программ по улучшению водоснабжения населенных мест. Многолетние наблюдения за

качеством воды водоисточников и питьевой воды централизованного водоснабжения служат значимой информацией в условиях внедрения риск-ориентированной модели надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Глава 3. Учебно-исследовательский проект "Влияние качества воды на здоровье человека"

3.1. Влияние качества питьевой воды на здоровье человека

1. Вода необходима для жизнедеятельности человека. Тело человека на 71% состоит из воды. Все химические реакции в каждой клеточке организма идут между растворенными веществами. Ежегодно человек пропускает через себя количество воды, равное более чем пятикратному весу нашего тела, а в течении жизни каждый из нас поглощает около 25 т воды. Решение проблемы удовлетворения потребностей человека в воде для различных целей тесно связано с обеспечением её необходимого качества [Алексеев Е.В.,2007].

Вода не только необходима человеку для обеспечения жизнедеятельности, но и оказывает непосредственное влияние на здоровье организма. Вода, загрязненная химическими веществами, бактериями или вирусами, может стать причиной различных заболеваний, включая инфекционные, желудочно-кишечные расстройства и даже хронические заболевания [Чернова М. Н., 2006]. Регулярное употребление некачественной воды может привести к ослаблению иммунной системы, нарушению обмена веществ и развитию аллергических реакций. В частности, избыток нитратов в воде опасен для младенцев, а присутствие тяжелых металлов может вызывать серьезные проблемы с нервной системой и почками. По данным Всемирной организации здравоохранения, около 80% всех инфекционных болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения. В мире 2 млрд. человек имеют хронические заболевания в связи с использованием загрязненной воды. Загрязняются и грунтовые воды. Сейчас подземные источники, используемые для питьевой воды, содержат осадочные продукты сельскохозяйственных химикатов, пестицидов, поступающих вместе со

стоками с полей, растворителей, хлорированных углеводородов химической промышленности [Клейн С.В., Вековшина С.А., Сбоев А.С., 2013].

По данным ВОЗ от использования недоброкачественной питьевой воды ежегодно в мире страдает каждый десятый житель планеты. Поэтому в комплекс мероприятий, направляемых на предупреждение негативных последствий влияния питьевой воды на здоровье человека, ведущее место должно занимать гигиенически обоснованное водоснабжение.

По оценке экспертов ООН, до 80% химических соединений, поступающих во внешнюю среду, рано или поздно попадают в водоисточники. Ежегодно в мире сбрасывается более 420 км³ сточных вод, которые делают непригодными около 7 тыс. км³ воды.

Серьезную опасность для здоровья населения представляет химический состав воды. В природе вода никогда не встречается в виде химически чистого соединения. Обладая свойствами универсального растворителя, она постоянно несет большее количество различных элементов и соединений, соотношение которых определяется условиями формирования воды, составом водоносных пород. В комплекс мероприятий, направляемых на предупреждение негативных последствий влияния питьевой воды на здоровье человека, ведущее место должно занимать гигиенически обоснованное водоснабжение.

Таким образом, наибольшую опасность для здоровья населения территорий Красноярского края из перечня исследуемых в питьевой воде химических веществ, согласно данным регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга, представляют: в развитии канцерогенных эффектов – мышьяк; в развитии неканцерогенных (общетоксических) эффектов – нитраты и фтор.

Болезни мочеполовой системы в структуре классов фактически регистрируемой впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края занимают 3-е ранговое место, после класса болезней органов дыхания и травм. В 2014 г. в 17 территориях уровень заболеваемости

населения болезнями мочеполовой системы достоверно превышает средний показатель по Красноярскому краю в 1,1–2,3 раза: г. Ачинск, Дивногорск, Красноярск, Лесосибирск, Минусинск, Назарово, Норильск, Шарыпово, Ачинский, Бирилюсский, Держинский, Идринский, Казачинский, Краснотуранский, Тасеевский, Шушенский, Эвенкийский районы. Мочекаменная болезнь, входящая в класс болезней мочеполовой системы, составляет 4,0 % от всех случаев заболеваний по данному классу, в том числе у детей – 0,3 %, у подростков – 0,6 %, у взрослых – 4,5 %. Основная доля впервые выявленных случаев мочекаменной болезни приходится на взрослое население – 98,6 %. В 2014 г. уровень заболеваемости мочекаменной болезнью детского населения (на 1000 детского населения) статистически достоверно превышал средний показатель по Красноярскому краю в 1,1–8,1 раза в г. Ачинске, Красноярске, Назарово, Норильске, определяя их как территории риска. К территориям риска по уровню заболеваемости мочекаменной болезнью взрослого населения относятся 19 территорий с превышением среднего показателя по краю в 1,4–3,6 раза (г. Лесосибирск, Сосновоборск, Дивногорск, Норильск, Минусинск, Назарово Шарыпово, Новоселовский, Большеулуйский, Держинский, Северо-Енисейский, Казачинский, Ужурский, Краснотуранский, Боготольский, Сухобузимский, Эвенкийский, Туруханский, Таймырский районы).

Анализируя результаты исследований качества воды водисточников, санитарного состояния водопроводов, качества питьевой воды централизованного водоснабжения, характеризующихся выраженным несоответствием санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, высокими рисками здоровью населения, можно говорить о значительном числе территорий Красноярского края – территорий риска, в которых соответствующими субъектами (объектами) хозяйствования нарушаются требования законодательства в сфере санитарноэпидемиологического благополучия населения, ухудшаются при этом параметры среды обитания

человека (качество потребляемой питьевой воды) и возрастает связанная с этим вероятность нарушений здоровья населения.

3.2. Тематическое планирование внеурочных занятий

Рамках внедрения исследовательской деятельности учащихся в 5 классе предлагается организовать курс внеурочной деятельности, направленной на экологическое образование в сфере потребления, использования и охраны водных ресурсов. Курс разделен на 3 раздела: «Вода вокруг нас», «Исследование воды» и «Итоговая игра».

Раздел 1 направлен на укрепление и расширение знаний о воде, полученных учащимися в ходе освоения курса «экология» в начальной школе, посредством более глубокого изучения материал с акцентом на практических заданиях, опытах и использовании наглядного материала.

Раздел 2 направлен на подготовку и проведение исследовательской работы «Влияние качества воды на здоровье человека». Исследование воды предлагается провести с использованием воды из местных водных объектов. Это позволит обучающимся осознать практическую значимость исследования, а также учащиеся сами смогут сформулировать выводы о том, как качество воды в каждом населённом пункте может влиять на здоровье человека.

Раздел 3 предусматривает проведение большого мероприятия-игры в формате квеста, направленного на обобщение и закрепление информации полученной в ходе освоения курса внеурочной деятельности «Вода».

Курс внеурочной деятельности «Вода» направлен на учащихся 5 класса. 17 часов – 1 занятие в неделю в течении полугодия.

Таблица 2. - Тематическое планирование курса внеурочной деятельности «Вода»

№ п\п	Тема занятия	Содержание
Раздел 1. Вода вокруг нас		
1.	Происхождение воды.	История появления воды на Земле, опыт по получению воды.

2.	Химический состав воды	Химический состав, влияние примесей в воде на её вкус и цвет.
3.	Биологический состав воды	Водные растения, бактерии, их влияние на вкус и цветность воды, лабораторная работа «вода в микроскоп».
4.	Круговорот воды	Обмен веществ в природе, круговорот воды, её разные агрегатные состояния, физические свойства воды.
5.	Водоёмы	Виды водоёмов и их особенности. Охрана водных объектов.
6.	Питьевая вода и техническая	Сходства и различия питьевой и технической воды, повседневное потребление воды, нормы потребления воды.
7.	Мировой запас воды	Проблема мирового запаса воды, страны по потреблению воды, пресная и солёная вода. Влияние соли на организм человека.
8.	Роль воды в экосистеме и жизни человека. Влияние воды на здоровье человека	Взаимосвязь воды и элементов экосистемы, использование воды в хозяйственной деятельности человека Роль воды в организме человека, влияние воды на организм, взаимосвязь качества воды и заболеваний.
Раздел 2. Исследование воды		
9.	Р. Енисей.	Географическое положение р. Енисей, питание и режим реки, качество воды.
10.	Р. Большая Бобровка	Географическое положение р. Енисей, питание и режим реки, качество воды.
11.	Подготовка к оценке качества воды	Изучение основных параметров исследования питьевой воды и их влияния на здоровье человека.
12.	Отбор проб воды и проведение оценки качества воды	Экскурсия на р. Енисей и Б. Бобровка, отбор проб воды из рек, школьного водоснабжения и проведение оценки качества в соответствии с методикой в условиях школьной лаборатории.
13.	Анализ результатов	Систематизация результатов, анализ полученных данных, соотнесение их с показателями качества питьевой воды.
14.	Оформление результатов измерений	Оформление и систематизация результатов исследования.
15.	Оформление проекта	Помощь учащимся в оформлении проекта, требования к оформлению проекта, презентации, индивидуальные консультации групп учащихся, корректировка работ.
16.	Защита проектов	Публичная защита проектов, оценивание проектов жюри.
Раздел 3. Итоговая игра		
17.	Игра «Вода – часть природы»	Командная квест-игра на закрепление знаний.

3.3. Рекомендации по организации проектной деятельности обучающихся 5 класса на примере проекта "Влияние качества воды на здоровье человека"

Большинство населённых пунктов располагаются возле водных объектов, которые служат источником забора воды. Некоторые водозаборы расположены вблизи артезианских бассейнов, однако, чаще всего питьевая вода имеет инфильтрационное происхождение.

В посёлке Раздольное Большемуртинского района Красноярского края организовано водоснабжение из скважин с водой инфильтрационного типа. Хозяйственно-питьевой водой из поверхностных водных объектов пользуется 53,2 % населения Красноярского края. При этом централизованными системами водоснабжения в настоящее время обеспечиваются 83 % населения края, децентрализованными системами – 16 %, лишь около 1 % пользуются водой рек без всякой очистки (около 25 тыс. чел.) [«О качестве и безопасности водоснабжения населения Красноярского края», 2016], соотношение их отражено в рис. 7.

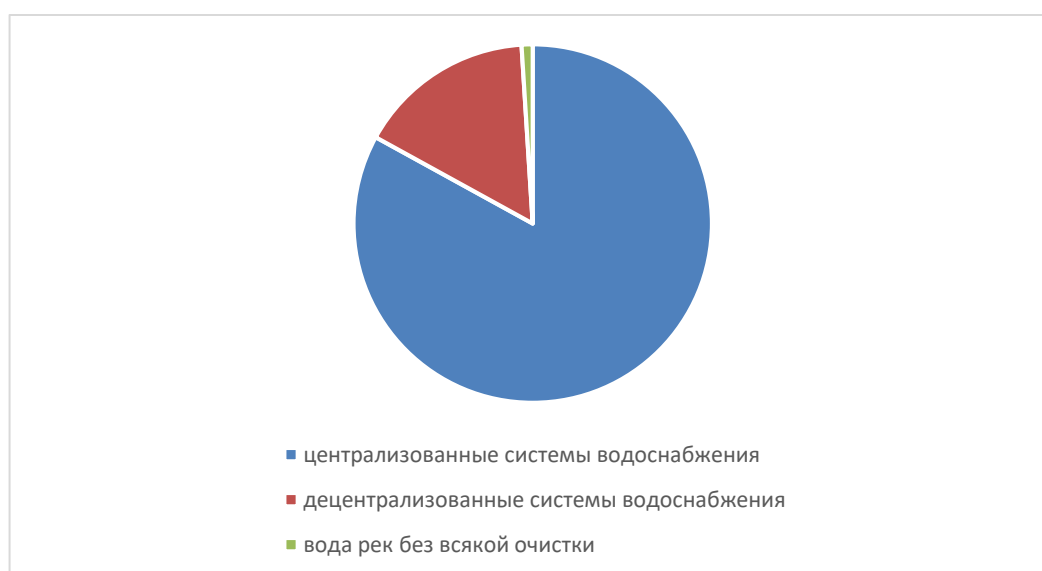


Рисунок 8. - Соотношение систем водоснабжения хозяйственно-питьевой водой по Красноярскому краю.

В качестве источников водоснабжения населенных пунктов используются лишь некоторые поверхностные водотоки: Енисей, Кан,

Чулым, Ангара, Оя, Курейка, Ирба, Канзыба, Рыбная, Барга, Кривляжная, Тея, Джебь, Березовка, Олоннокон, Гравийка (всего 37 водозаборных сооружений). Другой источник коммунального водоснабжения – подземные воды.

В связи с этими данными становится актуально изучение качества речных вод и питьевых. Для обучающихся 5 класса исследовательский проект "Влияние качества воды на здоровье человека" имеет непосредственное значение – приобретение исследовательских навыков, навыков поиска и систематизации информации.

Наши исследования по изучению качества питьевой воды проводились на базе филиала "Раздольненская школа" МКОУ "Таловская СОШ" в лабораторных условиях при участии учеников 5 класса. Были использованы физико-химические методы. Определялись следующие параметры: физические свойства (цветность, прозрачность, запах и привкус), химические показатели (жесткость, содержание ионов железа, содержание органических веществ).

Пробы воды:

1. Дистиллированная вода (эталон качества)
2. Водопроводная вода
3. Вода из р. Б. Бобровка
4. Вода из р. Енисей

Пробы были отобраны в окрестностях посёлка Раздольное Красноярского края в ходе экскурсии к р. Большая Бобровка и р. Енисей в осенний период. Эксперименты в условиях лаборатории проводились на следующее утро. На рис. 9. Отмечены места взятия проб воды. 1. Дистиллированная вода (не указана на карте), 2 – водопроводная вода, 3 – вода из р. Б. Бобровка, 4 – вода из р. Енисей. Далее во всех исследованиях образцы под этими номерами.

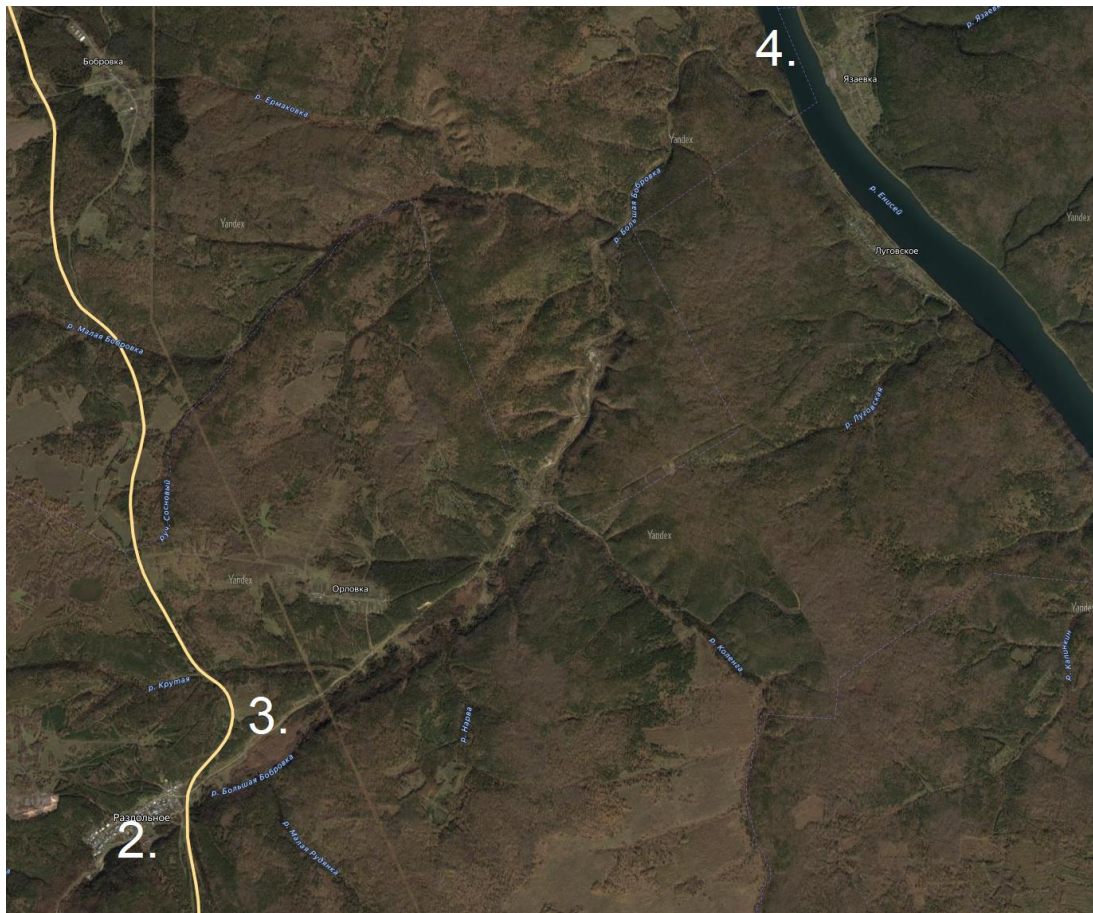


Рисунок 9. - Карта взятия проб воды.

Оборудование для исследования:

- тест-полоски для определения pH
- эталон для определения pH
- колбы для образцов и визуальной оценки свойств воды
- пипетка
- KMnO_4
- листок бумаги
- ручка
- фломастер
- таблица определения запаха и вкуса

Ход работы:

Определение физических показателей качества воды:

1. Цветность.

Для проведения оценки цветности воды был использован Гост – 318682012 «Вода. Методы определения цветности» [ГОСТ 318682012, 2019].

Для определения цветности применялся визуальный метод оценки. В прозрачные стеклянные колбы была налита вода из источников, участвующих в анализе. Колбы помещались перед белым листом бумаги, визуально оценивалась цветность воды учащими-участниками эксперимента. Цвет воды (голубой, зеленый, коричневый, желтый и тд.) определяет особенности загрязнения.

Образец воды	Цветность
дистиллированная вода	Без цвета
водопроводная вода	Беловатый оттенок
вода р. Бобровка	Зеленоватый оттенок
вода р. Енисей	Голубоватый оттенок



Рисунок 10. - Цветность образцов воды.

1 – дистиллированная вода, 2 – водопроводная вода, 3 – вода р. Бобровка, 4 – вода р. Енисей.

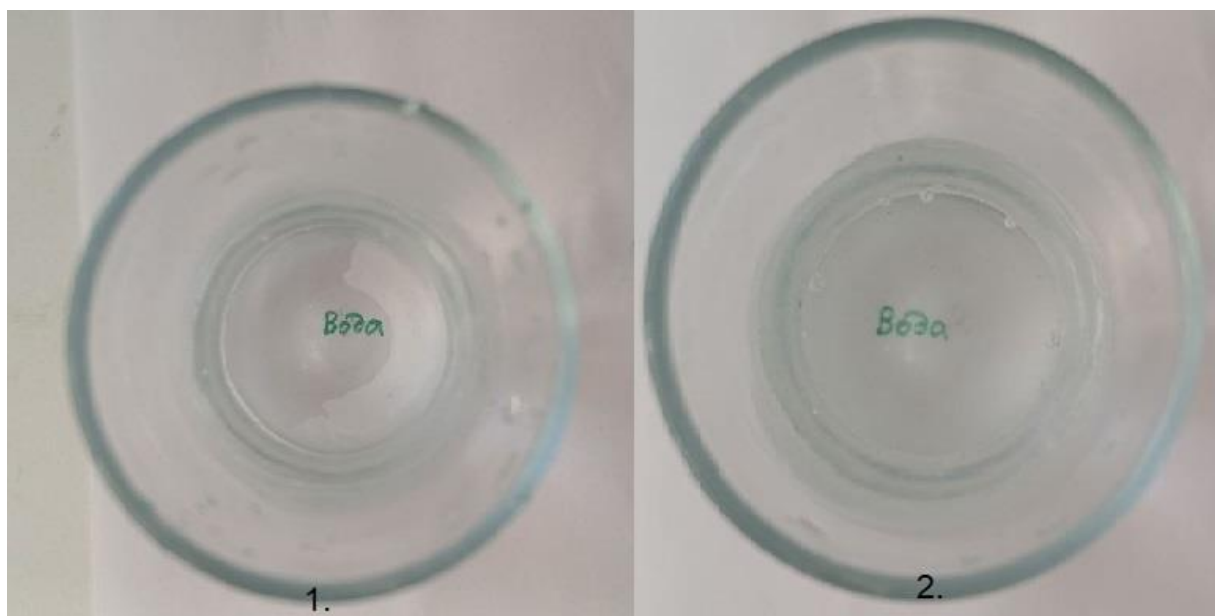
Вывод: Цветность у дистиллированной и водопроводной воды отсутствовала в виду отсутствия минеральных примесей. Такая вода

подходит для употребления в качестве питьевой. Однако в обеих пробах речной воды были замечены изменения цвета. Это связано естественными примесями от грунта, растительности. Речная вода без предварительной очистки не подходит для употребления.

2. Прозрачность

При исследовании прозрачности использовали адаптированный метод оценки. На белом листе бумаги написали слово «вода» зелёным цветом и поместили надпись под колбы с образцами воды. Столб вод в колбе равнялся 15 см. Оценка прозрачности проводилась в хорошо освещённом помещении, на расстоянии 1 метр от окна путём визуального осмотра.

Образец воды	Прозрачность
дистиллированная вода	Текст читается отчётливо
водопроводная вода	Текст читается с затруднениями
вода р. Бобровка	Текст не читается
вода р. Енисей	Текст читается с большими затруднениями.



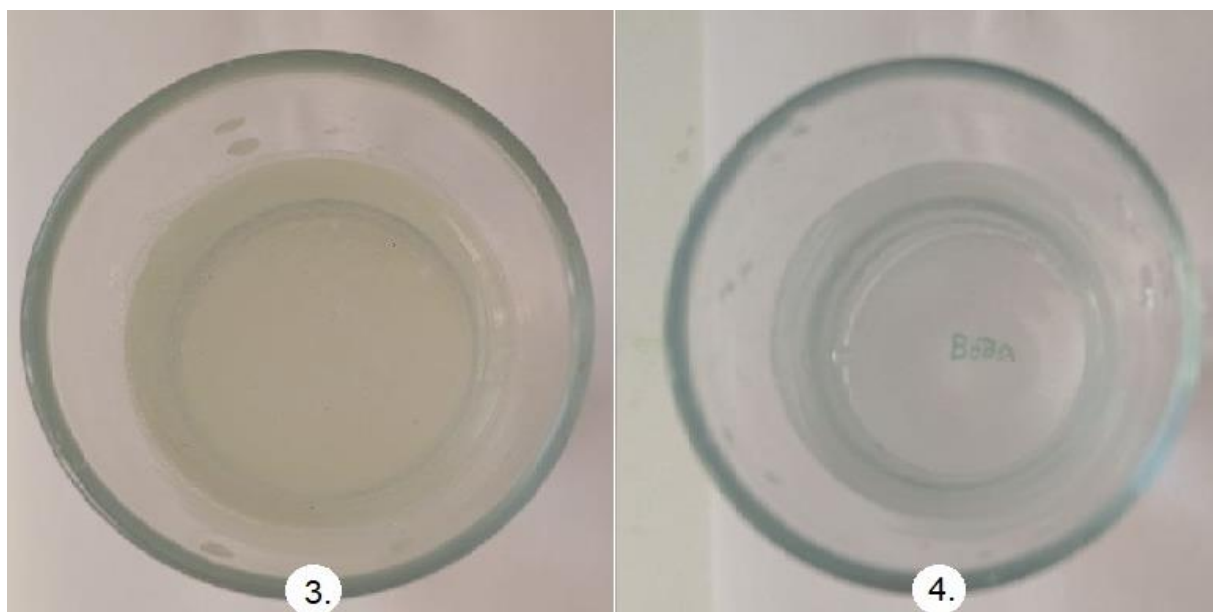


Рис. 11. Прозрачность образцов воды.

1 – дистиллированная вода, 2 – водопроводная вода, 3 – вода р. Бобровка, 4 – вода р. Енисей.

Вывод: хорошей прозрачностью обладают образцы водопроводной и дистиллированной воды. Прозрачность образцов речной воды заставляет усомниться в их пригодности к употреблению. Наименьшей прозрачностью обладает вода из р. Б. Бобровка.

3. Запах и привкус.

Для проведения оценки цветности воды был использован ГОСТ Р 57164-2016 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности» [ГОСТ Р 57164-2016, 2019].

Запах и привкус определяются субъективно, описываются по ощущению и классифицируются в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3. - Интенсивность запаха воды [ГОСТ Р 57164-2016, 2019].

Интенсивность запахов	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах очень слабый	1
Слабая	Запах слабый и не вызывает неодобрительный отзыв о воде	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает	3

	неодобрительный отзыв о воде	
Отчетливая	Запах отчетливый, вызывает неодобрительный отзыв о воде и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Определение запаха воды проводилось при температуре воды 20°C и 60°C. При определении запаха участниками эксперимента проводилась оценка путём небольших вдохов, для лучшего восприятия. Вода нагревалась на водяной бане.

Таблица 4. - Проявление интенсивности запаха воды в образцах

Источник воды	Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха
Дистиллированная вода	Нет	Запах не ощущается	0
Водопроводная вода	Очень слабая	Запах очень слабый	1
Вода р. Енисей	Слабая	Запах слабый и не вызывает неодобрительный отзыв о воде (запах железа)	2
Вода р. Б. Бобровка	Слабая	Запах слабый и не вызывает неодобрительный отзыв о воде (тинистый запах)	2

Вывод: образец воды р. Енисей имеет запах железа, что связано с растворёнными в ней минералами, а вода в р. Б. Бобровка имеет запах гниющей растительности, что связано с отмирающими растениями и жизнедеятельностью водоплавающих птиц. По данному критерию исследования вода в этих источниках считается непригодной для питья. Дистиллированная вода и водопроводная либо не имеют запаха, либо имеют слабо выраженный запах. Годны к употреблению.

Вкусовые качества воды определяются по классификации: солёный, горький, сладкий, кислый. Привкусы классифицируют по названию тех веществ, привкус которых они представляют, например, металлический, гнилостный, щелочной (содовый), цветочный.

Таблица 5. - Интенсивность вкуса воды [ГОСТ Р 57164-2016, 2019].

Интенсивность вкуса и привкуса	Характер проявления вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса, балл
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус очень слабые	1
Слабая	Вкус и привкус слабые, но не вызывают неодобрительный отзыв о воде	2
Заметная	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Вкус и привкус отчетливые, вызывают неодобрительный отзыв о воде и заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению	5

В ходе эксперимента по оценке привкуса воды образцы наливались в стаканчик. Участники набирали воду в полость рта маленькими порциями, не проглатывая, задерживали в течении 3- 5 секунд и сплёвывали.

Таблица 6. - Проявление интенсивности запаха воды в образцах.

Источник воды	Интенсивность вкуса и привкуса	Характер проявления вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса, балл
Дистиллированная вода	Нет	Запах не ощущается	0
Водопроводная вода	Очень слабая	Вкус и привкус очень слабые	1
Вода р. Б. Бобрвока	слабая	Вкус и привкус слабые, но не вызывают неодобрительный отзыв о воде	2
Вода р. Енисей	слабая	Вкус и привкус слабые, но не вызывают	2

		неодобрительный отзыв о воде	
--	--	------------------------------	--

Вывод: по вкусовым качествам дистиллированная вода не вызывает сомнений в качестве, водопроводная вода имела привкус хлорки, однако в пределах нормы. Речная вода имела слабый привкус, однако его наличие в сочетании с запахом, мутностью и цветностью делает их непригодными к употреблению без очистки.

Определение химических показателей качества воды:

1. Жесткость.

Для проведения оценки жёсткости воды был использован ГОСТ 31954-2012 «Вода питьевая. Методы определения жесткости» [ГОСТ 31954-2012, 2018].

Эксперимент по оценке жёсткости проводился при помощи тест-полосок с реагентом. При контакте с водой реагент меняет цвет. Далее окрашенную тест-полоску сравнивали с эталоном и определяли коэффициент жёсткости. Минусом данного метода является его не высокая точность, однако общие представления о рН воды составить можно.



Рис. 12. Эталонная шкала окраски тест-полоски.

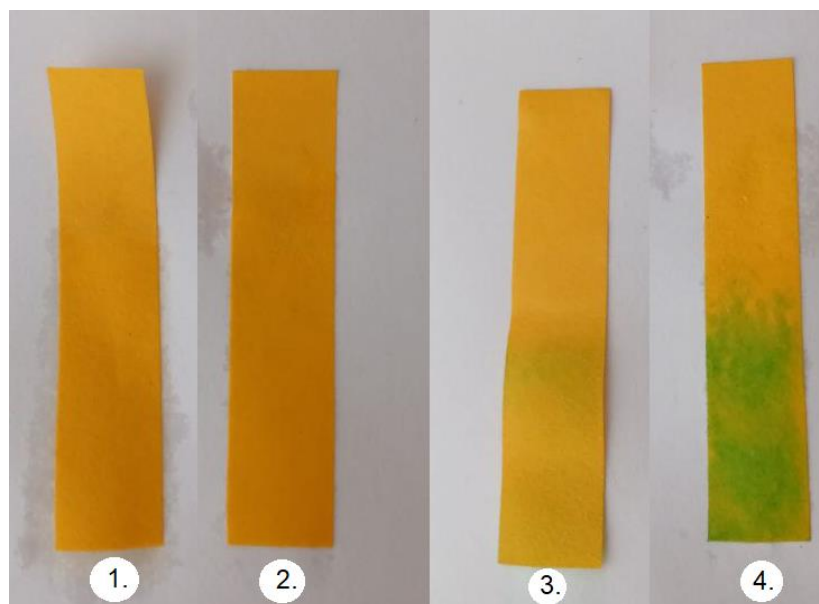


Рис. 13. Окрашивание тест-полоски образцами воды.

1 – дистиллированная вода, 2 – водопроводная вода, 3 – вода р. Бобровка, 4 – вода р. Енисей.

Таблица 7.

Показатели жёсткости в образцах воды.

Источник воды	Окрашивание тест-полоски	Жёсткость (pH)
Дистиллированная вода	Нет окрашивания. Полоска светло-оранжевая.	5
Водопроводная вода	Окрашивание слабо заметно. Полоска оранжевая либо светло-оранжевая.	4-5
Вода р. Б. Бобровка	Полоска крашена слабо заметно. Жёлто-зеленый.	7
Вода р. Енисей	Полоска окрашена интенсивно. Зеленый.	9

Вывод: вода в р. Енисей оценивается как жёсткая.

2. Обнаружение органических веществ.

Обнаружение органических веществ в образцах воды производилось путём добавления в воду трёх капель однопроцентного раствора $KMnO_4$ на каждые 5 мл. исследуемой воды. Наблюдали за её окрашиванием.



Рис. 14. Окрашивание образцов воды раствором.

*1 – дистиллированная вода, 2 – водопроводная вода, 3 – вода р. Бобровка,
4 – вода р. Енисей.*

Вывод: Окрашивание воды наблюдалось только в образцах речной воды. Наиболее окрашена вода из р. Б. Бобровка. Это говорит о содержании в образцах органических веществ. Вода непригодна к употреблению.





Рис. 15. Участники исследования – учащиеся филиала "Раздольненская школа" МКОУ "Таловская СОШ".

Итогом исследовательской работы для учеников 5 класса стали выводы о качестве воды и оформление проекта для дальнейшего использования в урочной и внеурочной деятельности

Дистиллированная вода по всем показателям является эталоном качества питьевой воды, хоть и бедна минералами. Водопроводная вода содержит примеси хлорки, которую используют для очищения. Такая вода пригодна к употреблению. Результаты исследований образцов речной воды подтверждают невозможность её использования без качественной очистки. Таким образом можно заключить, что влияние речной воды в виду наличия примесей на здоровье человека будет отрицательным. Загрязнённая вода может стать источником заболеваний, а также её длительное употребление может развить хронические заболевания.

Заключение

В главе 1 были рассмотрены аспекты проектной работы по географии. Учащиеся 5 класса, на которых направлен проект, являются учащимися младшего подросткового возраста, который имеет свои особенности. Учителю необходимо знать психо-возрастные особенности и уметь грамотно руководить учащимися с их учётом. Проектная деятельность направлена на развитие познавательных навыков и умений самостоятельно конструировать знания обучающихся, ориентироваться в потоке информационного пространства. Однако наиболее ценно при работе с учениками 5 класса воспитание личности. Личностно-ориентированный подход, который позволяет реализовывать метод проектов очень важен для развития школьников. Одним из положительных аспектов проектной деятельности является возможность формирования экологической грамотности учащихся. Так, проектная деятельность предполагает образование с помощью деятельностного подхода, который обогащает личный опыт ребенка, предполагает освоение способа самостоятельного познания окружающего мира.

В главе 2 проведён анализ особенностей р. Енисей и его качества вод. Одной из главных особенностей Енисея является то, что он протекает в российских субъектах: Тыва, Хакасия и Красноярский край, разделяя Сибирь на Восточную и Западную. Вследствие этого на протяжении своего течения он имеет разных химические особенности состава. Это в свою очередь находит отражение в качестве вод. В разделе 2.5. представлена характеристика источников водоснабжения и качества питьевой воды. Исследуемые воды Красноярского края в основном представлены р. Енисей.

В главе 3 разработан цикл внеурочных занятий, представленный тремя разделами и рассчитанный на 17 занятий, и даны рекомендации, направленные на создание проекта "Влияние качества воды на здоровье человека". Также представлена характеристика влияния качества Красноярского края питьевой воды на здоровье человека. Выявлено

повышенное количество заболеваний мочеполовой системы. Некоторые водные источники Красноярского края характеризуются выраженным несоответствием санитарно-эпидемиологических показателей. Это говорит о том, что данные территории находятся в группе риска. Существует вероятность нарушения здоровья населения, употребляющего некачественную воду. В ходе исследования качества воды было выявлено, что дистиллированная вода и водопроводная вода в посёлке Раздольное годны к употреблению и не несут угрозы для здоровья. Результаты исследований образцов речной воды подтверждают невозможность её использования без качественной очистки. Она может нести отрицательное влияние на здоровье человека.

Список использованных источников

1. Алексеев Л.С. Контроль качества воды / Л.С. Алексеев. М.: ИНФРА-М, 2018, 756 с.
2. Алексеев, Е.В. Физико-химическая очистка сточных вод: Учеб. пособ. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007, 248 с.
3. Алексеев Н.Г., Леонтович, А.В., Обухов, А.С., Фомина, Л.Ф. Концепция развития исследовательской деятельности учащихся // Исследовательская работа школьников. – №1., 2019 – С 24 – 33.
4. Альтер С.П. О происхождении параллельно-линейных гряд и ложбин, развитых на севере Западно-Сибирской низменности. // Информационный сборник ВСЕГЕИ. 1960. № 29, с. 77-82.
5. Арсеньев Г.С., Дьяченко Н.Ю. Методология оценивания многолетних колебаний максимального стока в створе Саяно-Шушенской ГЭС на р. Енисее / Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета 2008 №8. СПб.: РГГМУ. — 216 с.
6. Арсеньев Г.С., Иваненко А.Г. Водное хозяйство и водохозяйственные расчеты. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1993.
7. Алмазов Б. Н. Психология проблемного детства / Б. Н. Алмазов. – Екатеринбург, 2008. – 143 с.
8. Ашамина Т. Я. Школьный экологический мониторинг – М.: АГАР, 2000 г.
9. Бабанский Ю. К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе. М.: Просвещение, 2015, 208 с.
10. Брыкова О.В. Проектная деятельность в учебном процессе. М.: Чистые пруды, 2006, 32 с.
11. Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1969—1978.
12. Бабкин В.И., Мёрзлый О.В. Генезис и состав вод дождевых паводков и половодий рек бассейнов Оби и Енисея в многоводные и маловодные годы // Sciences of Europe. 2016. №1-2 (1).

13. Баленков Д. С., Миронов П. А., Неватус И. С., Соколов Д. А. Оценка состояния берегов реки Енисей // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2019.
14. Величко А.А., Герасимов И.П., Маккавеев Н.И., Нейштадт М.И., Перельман А.И., Хмелева Н.В. В сб. Советская география, М., 1960.
15. Васильева Н.О., Царёв В.И. К истории исследования энергоресурсов Енисея // Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. 2018. №2 (8).
16. Викулина В. Б. Метрологическое обеспечение контроля качества воды. Учеб. Пособ. М.: Огни, 2011, 526 с.
17. Воронцова Н. И. Вода питьевая, 1996 г.
18. Выготский Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский. – М.: Педагогика-Пресс, 1999. – 536 с.
19. Государственный водный реестр России // Федеральное агентство водных ресурсов Российской Федерации (Росводресурсы).
<https://voda.gov.ru/activities/gosudarstvennyy-vodnyy-reestr/>
20. Глазачев С. Н. Экологическое воспитание учащихся на уроке. Современная педагогика. 2018, №12, 27 с.
21. Голуб Г.Б. Метод проектов - технология компетентностно-ориентированного образования: метод. пособие для педагогов-руководителей проектов уч-ся основ. шк. Самара: Учебная литература. 2006. 236 с.
22. И. Н. Расчет весенних осадков в горной части бассейна Р. Енисей // Вестник КрасГАУ. 2012. №3.
23. ГОСТ 31868-2012 / Вода. Методы определения цветности. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.
24. ГОСТ Р 57164-2016 / Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности. М.: Стандартинформ, 2019. 18 с.
25. ГОСТ 31954-2012 / Вода питьевая. Методы определения жесткости. М.: Стандартинформ, 2018. 8 с.

26. Горяев Д. В., Тихонова И. В., Торотенкова Н. Н. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края // Анализ риска здоровью. 2016. №3 (15).
27. География. 9 класс: атлас. – 4-е стереот. – М.: Дрофа: издательство ДИК, 2012 – 48 с.: карт., ил.
28. Добротина И.Г., Заграничная Н.А.: Проектная деятельность в школе. Учимся работать индивидуально и в команде. М.: Интеллект-Центр, 2013, 196 с.
29. Захлебный А. Н. Школа и проблемы охраны природы: содержание природоохранительного образования. М.: Педагогика, 2017. 184 с.
30. Кулагина И. Ю. Возрастная психология: Полный жизненный цикл развития человека: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И. Ю. Кулагина, В. Н. Колюцкий. – М. : ТЦ Сфера, 2009. – 464 с.
31. Калиткина, Е. В. Организация проектной деятельности младших школьников // Журнал «Молодой ученый». № 1 (239), 2019. - С. 168-170.
32. Клейн С.В., Вековщина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – № 1 (95). – С. 10–14. // Национальные приоритеты России. – 2013. – № 2 (9). – С. 48–49.
33. Лайф Жорнал. Исток Ангары из Байкала. Дата обращения 03.10.23.
<https://uritsk.livejournal.com/218867.html?ysclid=lnir8yy7ww816170282>
34. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Просвещение, 2019. - 304 с.
35. Матрусов И. С. Школа и охрана природы. М.: Знание, 2010, 64 с.
36. Морозова О.Г., Вчерашний П.М. Качество питьевой воды в Юго-Восточной зоне Красноярского края // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 9. – С. 71–74.

37. Полат Е.С. Метод проектов на уроках иностранного языка // Иностр. языки в школе. - 2000. - № 2, 3.
38. Пахомова Н.Ю. Проектное обучение в учебно-воспитательном процессе школы. // методист. 2004. № 3. 48 с.
39. Министерство образования и науки российской федерации. Приказ от 17 декабря 2010 г. № 1897. «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования». С изменениями и дополнениями от 18 июля 2022 г.
40. Речкалова Н. И., Сысоева Л. И.: Какую воду мы пьем. - Журнал. Химия в школе, 2004
41. Решение санитарно-противоэпидемиологической комиссии при Правительстве Красноярского края №4 «О качестве и безопасности водоснабжения населения Красноярского края». 17 мая 2016 год. г. Красноярск.
42. Скударнов С.Е., Куркатов С.В. Риски для здоровья населения в связи с потреблением питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в Красноярском крае // Сибирское медицинское обозрение. – 2010. – Т. 65, № 5. – С. 50–54.
43. Сергеев И.С. Как организовать проектную деятельность учащихся. М., АРКТИ, 2005. 150 с.
44. Мардахаев Л. В. Словарь по социальной педагогике: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. М. : Издат. центр «Академия», 2002. – 368 с.
45. Степанов П.А. Подростки // Социальная педагогика. – 2006. № – 4. – С. 75 – 82.
46. Сиб Гид. Путеводитель по Сибири. Дата обращения 08.07.23. <https://sibguide.ru/listing/krasnoyarskoe-vodohranilishhe/>
47. Тугаринов А.Я. В низовьях Енисея. Предварительный отчет о поездке в Туруханский край летом 1907 года. Известия Красноярск.

подотдела Вост.-Сиб. отд. Рус.Геогр.общ-ва, Красноярск, том 2, вып.34, 1908.
С. 97-138.

48. Хухлаева О. В. Психология подростка. М. : ВЛАДОС, 2006. – 417 с.

49. Чернова М. Н. Основы экологии – М.: Дрофа, 2006 г.

50. Шаповаленко И. В. Возрастная психология. М. : Гардарики, 2005.
– 349 с.

51. AllRivers. Уровень воды онлайн / Гидропосты на р. Енисей.
Онлайн мониторинг. 26.07.23. <https://allrivers.info/river/enisey> .

52. Google Map / EES EAEC: Гидроэлектростанции России. 13.07.23.
<https://www.google.ru/maps/d/viewer?mid=1Jxg-URtC9aIYiKfU-gnvUpmsJ94&hl=ru&ll=55.62013806900403%2C110.84749472177766&z=7>