



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической  
безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(бакалаврская работа)

На тему Социально-экологическая ответственность гидростроительства на  
примере Зарамагского каскада

Исполнитель Полурезова Анна Андреевна  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат биологических наук  
(ученая степень, ученое звание)  
Мандрыка Ольга Николаевна  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой   
(подпись)

кандидат биологических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Мухин Иван Андреевич  
(фамилия, имя, отчество)

«24» июня 2025 г.

Санкт-Петербург

2025

## Оглавление

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение .....                                                                                                       | 3  |
| 1 Оценка геологической надежности и безопасности строительства ГЭС .....                                             | 5  |
| 1.1 Географическая характеристика региона.....                                                                       | 5  |
| 1.2 Литологический обзор территории.....                                                                             | 7  |
| 1.3 Инженерно-геологические условия строительства ГЭС .....                                                          | 8  |
| 1.3.1 Геотехнические аспекты строительства Зармагского каскада .....                                                 | 8  |
| 1.3.2 Опасные экзогенные геологические процессы района Зарамагских<br>ГЭС.....                                       | 10 |
| 1.4 Краткое заключение по главе.....                                                                                 | 11 |
| 2 Современное состояние Зарамагского каскада .....                                                                   | 13 |
| 2.1 Технические характеристики .....                                                                                 | 13 |
| 2.2 Социальные вопросы .....                                                                                         | 19 |
| 2.3 Экологические последствия .....                                                                                  | 29 |
| 2.4 Социально-экологическая ответственность гидроэнергетики .....                                                    | 40 |
| 2.4.1 Отечественный и зарубежный опыт .....                                                                          | 40 |
| 2.4.2 Решение социально-экологических проблем Зарамагского каскада ...                                               | 42 |
| 3 Социально-экологический мониторинг ответственности строительства<br>гидроэлектростанций Зарамагского каскада ..... | 44 |
| 3.1 Анализ социально-экологического мониторинга населения .....                                                      | 44 |
| 3.2 Заключение по результатам опроса .....                                                                           | 57 |
| Заключение.....                                                                                                      | 59 |
| Список использованных источников .....                                                                               | 61 |
| Приложения .....                                                                                                     | 64 |
| Приложение А.....                                                                                                    | 64 |
| Приложение Б .....                                                                                                   | 65 |
| Приложение В .....                                                                                                   | 66 |
| Приложение Г .....                                                                                                   | 67 |
| Приложение Д.....                                                                                                    | 68 |
| Приложение Е .....                                                                                                   | 69 |

## Введение

Гидроэнергетика традиционно рассматривается как источник чистой, возобновляемой энергии, при этом современное развитие энергетической инфраструктуры неизбежно связано с активным преобразованием природной среды. Вмешательство в естественные процессы требует не только технической точности, но и высокой ответственности перед природной и культурной средой, а также социумом, как неотъемлемой его части. Очевидно, что исследования о взаимосвязи необратимых изменений геодинамического, ландшафтного и экосистемного уровней с состоянием социума обладают высокой актуальностью.

В последнее время наблюдается рост интереса к вопросам устойчивого развития природопользования, когда приоритетом становится сохранение баланса между экономической выгодой и сохранением окружающей среды. Особенно актуально это для территорий с высокой сейсмической и экзогенной активностью, к числу которых относится Республика Северная Осетия-Алания. Здесь, в Алагирском районе, реализован масштабный проект - Зарамагский каскад гидроэлектростанций, включающий уникальные по сложности инженерные сооружения, часть которых размещена в пределах особо охраняемых природных территорий, и затрагивает археологические памятники федерального значения.

Строительство объектов каскада сопровождалось множеством вызовов: от инженерно-геологических рисков и социальной напряженности до необходимости археологического спасения и противодействия возможным экологическим проблемам. Проект реализован, и сегодня мы имеем возможность комплексно оценить последствия строительства Зарамагских ГЭС для природы и общества не только по техническим характеристикам.

Новизна исследования заключается в том, что в нем показана динамика реакции социума на экологические последствия от проектного решения до ввода в строй всего каскада.

Это дает возможность разумной корректировки производственных решений в интересах общества в рамках устойчивого природопользования.

Цель данной работы заключается в исследовании социально-экологической ответственности строительства Зарамагского каскада.

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Описать географические и инженерно-геологические условия района строительства Зарамагских ГЭС.

2. Провести анализ литологических, тектонических и экзогенных особенностей территории размещения каскада.

3. Изучить технические характеристики объектов каскада.

4. Выявить социальные последствия реализации проекта, обусловленные экологическими изменениями.

5. Исследовать реакции общественности на реализацию проекта, сформулировать выводы и рекомендации по устойчивости, безопасности и целесообразности развития каскадов ГЭС подобного типа.

Объектом исследования является процесс строительства и эксплуатации Зарамагского каскада, тогда как предметом – социально-экологическая ответственность гидроэнергетики.

Материалом для исследования послужила проектная документация: инженерные схемы, экономические и экологические отчеты, географические атласы, руководящие документы, данные статистических центров, а также литературные источники и данные сети Интернет. Анкета для опроса населения составлена автором ВКР самостоятельно. Для сравнения данных за 10-летний период мы старались, по возможности, охватить тот же круг вопросов, что и предыдущие исследователи.

# 1 Оценка геологической надежности и безопасности строительства ГЭС

## 1.1 Географическая характеристика региона

Каскад Зарамагских гидроэлектростанций расположен в республике Северная Осетия-Алания на реке Ардон Алагирского района. Республика Северная Осетия-Алания находится на Северном Кавказе и занимает часть Центрального Предкавказья на северных склонах Главного Кавказского хребта. Площадь горной местности составляет почти половину всей территории республики, около 48%.[2]

Гидроэлектростанции расположены на реке Ардон, которая берет свое начало высоко в горах Главного Кавказского хребта, а если быть точным, то Ардон имеет своим началом ледник. Её образуют слияние рек Мамисондон и Нардон. Протяженность реки 83 км, площадь водосбора – 1625 км<sup>2</sup>. Почти половина всего водосбора реки Ардон на высотах более 2000 метров над уровнем моря. Питается река Ардон в основном ледниками, высокогорными снегами и дождями, а вот роль грунтового питания не велика. Она также является левым притоком главной артерии Северной Осетии- реки Терек. Огромные уклоны и скорости течения характеризуют реку Ардон. Она имеет бурный горный поток, ведь не просто так название с осетинского языка переводится как «бешеная вода». Русло почти прямолинейное, ширина русла от 2-3 м до 15-20 м. Скорости течения около 2,5 м/с, а в местах сужений русла 3,0-3,5 м/с.[4]

Паводочный период проходит с апреля по октябрь, причем в этот период проходит 90% годового стока, а период зимней межени с ноября по март.

Климат района строительства Зарамагского каскада можно охарактеризовать как континентальный с умеренно холодной зимой и теплым летом. Среднегодовая температура воздуха в бассейне р.Ардон колеблется в пределах 3-8 °С и только на Мамисонском перевале опускается до -2,4 °С. Абсолютный максимум температуры 38 °С, абсолютный минимум

температуры -32 °С. Максимальная скорость ветра 25 – 30 м/с. Район отличается большой пестротой наземных обледенений. Для средне высотных гор характерен мокрый снег. В высокогорье определяющим отложением является изморозь. В среднем за год число дней с изморозью составляет от 18 в Алагире до 73 на Мамисонском перевале. Гололед наблюдается реже.[3]

Здесь встречается более 3500 видов растений, 1500 из которых - эндемики. Растительность Алагирского района, где размещены объекты Зарамагских ГЭС Ардонского каскада, имеет четко выраженную высотную поясность. Пояс лесной растительности представлен буковыми, кленовыми, дубово-грабовыми, сосновыми и березовыми лесами, горно-долинными ольшаниками на абсолютных отметках от 800 до 2400 м. Основные площади лесов приурочены к Адайхохскому и Тепли-Архонскому массивам Северо-Осетинского государственного заповедника, который расположен в непосредственной близости к комплексу ГЭС, а деривационный тоннель проходит под его землями.

Алагирский район занимает более четверти всей территории Республики Северная Осетия - Алания - 202.36 тыс.га и только 43.98 из них - сельхозугодья. Более 90% пастбищ и сенокосов расположены на склонах, крутизна которых превышает 150.[4]

## 1.2 Литологический обзор территории

Каскад Зарамагских ГЭС находится в основном в пределах зоны Южного склона опрокинутого на юг антиклинория Главного Кавказского хребта, и частично захватывают зону Мамисон-Казбекского реликтового рубца, который является зоной столкновения двух континентальных плит – южной части Скифской платформы и северной части Закавказской микроплиты. Протяженность реликтового рубца в горной Осетии 78км, при ширине 3–4км. На севере он ограничен разломами Главного надвига, на юге – зоной Южного Адайком-Казбекского разлома и Цесским региональным разломом – надвигом. Геоструктура реликтового рубца выполнена разного размера глыбами и блоками вулканогенно-осадочных пород арнагской и циклоурской свит, триас-лейасового возраста (Т-J1), превращенных в хаотический комплекс пород или микститы тектонического происхождения, в которых наблюдаются дайки диабазов и габбро-диабазов

Непосредственно в зоне затопления водохранилища проходит ряд сближенных крупных глубинных разломов – Адайком-Казбекская взбросово-надвиговая зона, Цесский надвиг, Северный и Южный Нарские разломы, Тибский разлом и другие, оперяющие их более мелкие разломы субширотного простирания Южнее Тибского разлома развита подзона Чиауро-Дибрарского флишевого синклинория, занимающего южную часть Наро-Мамисонского района. Сложена зона глинисто-карбонатной флишевой формацией и терригенными отложениями верхней юры – нижнего мела. Разломы мощность до 200м, а падение пластов до 80°.[5]

### 1.3 Инженерно-геологические условия строительства ГЭС

#### 1.3.1 Геотехнические аспекты строительства Зарамагского каскада

Территория строительства Зарамагского каскада расположена в зоне Южного склона Главного Кавказского хребта — регионе, характеризующемся высокой тектонической активностью, сложным литологическим строением и развитой системой разломов. Эти факторы изначально обусловили необходимость особого подхода к инженерно-геологическим и геотехническим исследованиям.

При строительстве Головной ГЭС и земляной плотины был учтён геотехнический риск фильтрации воды через тело плотины и её основание. Для этого плотина была сооружена из галечно-гравелистых грунтов с супесчано-щебенистым ядром, выполняющим роль фильтрационного барьера. В теле и основании плотины была создана инъекционная и противофильтрационная завеса, предотвращающая утечку воды и возможное разуплотнение грунтов. Заложена возможность повышения высоты плотины на случай увеличения объёма водохранилища без ущерба устойчивости конструкции. Это особенно важно, учитывая, что грунты в районе насыщены трещинами, а часть оснований состоит из слабосцементированных пород, склонных к выщелачиванию.

Зарамагская ГЭС-1 связана с Головной ГЭС рекордным по протяжённости деривационным тоннелем длиной более 14 км. Геотехнические сложности его строительства включали: пересечение зон разломов и тектонически нарушенных пород, чередование осадочных, метаморфических и интрузивных пород, обладающих разной прочностью и водопроницаемостью, необходимость бурения и укрепления в условиях высокого давления и возможного обводнения. Поэтому применялись мощные бетонные и сталежелезобетонные обделки, также тоннель был засыпан снаружи для защиты от внешних нагрузок и проводились георадарные и геофизические обследования по всей трассе.



Для снижения оползневой опасности построен обводной тоннель длиной 1160 м на случай блокировки реки, наклон плотины и уплотнение грунта рассчитаны с учётом возможных колебаний основания; мониторинг состояния склонов ведётся в постоянном режиме.

После Рачинского землетрясения 1991 года параметры сейсмической опасности были пересмотрены район плотины отнесён к зоне с расчётной интенсивностью до 9 баллов, проведено сейсмическое микрорайонирование, включая полевые изыскания и моделирование возможных сценариев, рассчитаны резонансные колебания тела плотины, устойчивость основания при динамических нагрузках и параметры волны прорыва.

Инженерные решения были скорректированы и в основание и откосы плотины введены энергопоглощающие элементы, дренажные и стабилизирующие конструкции, увеличено значение запаса прочности, в том числе на случай прорыва водохранилища при землетрясении.

Геотехнические аспекты в проекте Зарамагского каскада стали определяющими при проектировании и строительстве. Учитывая сложные природные условия, были реализованы : усиленные инженерные меры, адаптивная конструкция гидроузла, постоянный мониторинг геодинамической обстановки.

Без учёта этих факторов проект бы не получил одобрения ни со стороны экспертов, ни с точки зрения безопасности. В итоге Зарамагские ГЭС представляют собой пример успешной реализации сложного гидротехнического проекта в экстремально нестабильной геологической среде.[6]

### 1.3.2 Опасные экзогенные геологические процессы района Зарамагских ГЭС

Территория Алагирского района, в которой расположены объекты Зарамагских ГЭС, отличаются опасными экзогенными геологическими процессами. Широко распространены оползневые процессы, их на данный момент выявлено 11 в основном по берегам водохранилища. Оползень, который вызывает наибольшее опасения - большой Даллагкауский оползень. Он характеризуется незначительным запасом устойчивости и объемом 28 млн.м<sup>3</sup>, с активными движениями до 1 метра в год. Также опасность вызывают оползни близь плотины - Мсита и Калм. Их активность связана с длительными осадками.

В районе влияния Зарамагских ГЭС зарегистрировано около 7 селевых очагов. Наиболее вызывающий опасения - Адайкомский селевой очаг. Он формируется в моренах и подпитывается оползнями. Максимальный расчетный объем выброса – 50 тыс. м<sup>3</sup>, фактический – достигал 3040 тыс. м<sup>3</sup>. Усиление мощности селевого выброса происходит за счет формирования и прорыва временных подпруд в нижнем течении р. Адайком. Селевые выбросы по р. Адайком будут происходить непосредственно в водохранилище, в 0,4 км выше плотины.

Так как район находится в горной и высокогорной части, тут широко распространены лавины. Учитывая рельеф, множество склонов, крутизна которых имеет широкий спектр, перепады температуры, сход лавин, причем всех типов и структур, обычный процесс в любое время суток, начиная с октября по май.

Также район является сейсмически активным, имеющий несколько разломов в зоне водохранилища.[5][7]

#### 1.4 Краткое заключение по главе

Анализ географических, литологических и инженерно-геологических особенностей района, в котором располагается Зарамагский каскад, показал нам, что данная территория характеризуется сложными природными условиями. Эти условия нуждались во всестороннем и научно обоснованном подходе к проектированию и строительству инженерных сооружений.

Географические характеристики говорят нам о районе с крутыми склонами, глубокими ущельями и бурными горными реками. Это определило высокую геодинамическую активность территории. Климатические условия с резкими температурными колебаниями, частыми осадками, высоким уровнем лавиноопасности и значительным количеством грозových дней, создают дополнительные риски при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений. При этом геологическая специфика территории, представленная чередованием осадочных, метаморфических и магматических пород с различной степенью трещиноватости и водопроницаемости, усложнена наличием множества активных разломов, таких как Цесский, Тибский, Нарские и Адайком-Казбекский.

Особую угрозу представляют экзогенные геологические процессы. Здесь зарегистрировано множество активных оползней и селевых очагов. Эти процессы не только осложняют строительство, но и представляют серьёзную опасность для дальнейшей эксплуатации объекта. Особенно это важно в условиях сейсмической активности, поэтому эти особенности послужили основанием для пересмотра расчётных параметров и усиления конструктивных решений.

Сложность инженерно-геологических условий потребовала реализации целого комплекса инновационных инженерных мероприятий. Были созданы фильтрационные и инъекционные завесы, применена адаптивная конструкция плотины, рассчитанная на возможность увеличения объёма водохранилища, разработаны дренажные и стабилизирующие системы, способные

компенсировать динамические воздействия. Особого внимания заслуживает деривационный тоннель протяжённостью свыше 14 км, строительство которого сопровождалось преодолением многочисленных геотехнических трудностей, включая пересечение зон активных разломов, неоднородность пород и риск обводнения.

Зарамагский каскад ГЭС стал примером того, как учёт природных особенностей позволяют реализовать проект в геологически нестабильном регионе. Подход к строительству комплекса демонстрирует высокий уровень ответственности, а также подчёркивает необходимость постоянного мониторинга геологических процессов. Успешная реализация этапа оценки геологической надёжности и безопасности закладывает прочную основу для дальнейшего анализа экологических и социальных аспектов функционирования объекта.

## 2 Современное состояние Зарамагского каскада

### 2.1 Технические характеристики

Комплекс гидроэнергетических объектов, который расположен на реке Ардон в Алагирском районе Северной Осетии, включает две взаимосвязанные станции: Головная ГЭС и Зарамагской ГЭС-1. Строительство этого гидроэнергетического комплекса является самым долгим гидротехническим проектом в истории гидроэнергетики России. Строительство началось еще в 1976 году, Головная ГЭС была запущена в 2009 году, а ГЭС-1 в 2020-м, закончив своим запуском долгое строительство.

Основная идея работы комплекса заключается в следующем, вода из реки Ардон скапливается в небольшом водохранилище, образованном платиной, подается по подземному безнапорному деривационному тоннелю к турбинам ГЭС. При этом вода сначала проходит через Головную ГЭС, где производится часть элетроэнергии, а затем направляется в Зарамагскую ГЭС-1, являющиеся главным источником выработки энергии.

Расположение сооружению Зарамагского каскада можно наблюдать на рисунке 1.



Рисунок 1 - Схема расположения объектов Зарамагского каскада.

Комплекс головного узла включает в себя плотину, водохранилище, строительно-эксплуатационный водосброс, водоприёмник, напорный тоннель

№ 1, здание Головной ГЭС (совмещённое с правобережным водосбросом), ОРУ 110 кВ.

Если рассмотреть характеристики плотины Зарамагского каскада, то она построена грунтово-насыпной, ее максимальная высота 50 метров, длина 2777 метров, ширина по подошве 330 метров, объем насыпи 1,586 млн м<sup>3</sup>. Плотина отсыпана из галечно-гравелистых грунтов, имеет противифльтрационное ядро из супесчано-щебенистых грунтов. Особенностью плотины является повышенная по отношению к нормальному подпорному уровню воды в водохранилище (НПУ) отметка гребня плотины (1708 м при отметке НПУ 1690,6 м; таким образом, гребень плотины выше нормального уровня воды в водохранилище на 17,4 м), что обеспечивает безопасность плотины в случае обрушения в водохранилище крупного оползня или обвала. Кроме того, конструкция плотины обеспечивает возможность наращивания её высоты в случае принятия в будущем такого решения.

Далее, рассматривая строительно-эксплуатационный водосброс, который предназначен для пропуска речного стока на этапе строительства после перекрытия реки, а также для пропуска повышенных расходов реки во время паводков на этапе эксплуатации ГЭС. Основной водосброс — наклонная башня на левом берегу, пропускающая до 300 м<sup>3</sup>/с воды. Берега реки Ардон напротив места сброса укрепили бетонными кубами во избежание размыва.

Напорно-станционный узел Головной ГЭС. Он обеспечивает выработку электроэнергии на гидроагрегате Головной ГЭС, подачу воды в деривацию Зарамагской ГЭС-1 и пропуск излишних расходов воды через водосбросные сооружения, совмещённые со зданием ГЭС. Вода к зданию Головной ГЭС подаётся через водоприёмник (наклонного типа) и напорный тоннель № 1, расположенные на правом берегу. Напорный тоннель № 1 имеет протяжённость 674,29 м, снабжён водовыпуском с регулируемым сегментным затвором, выполняя таким образом функцию дополнительного

холостого водосброса. Данный водосброс планируется задействовать только при пропуске сильных паводков редкой повторяемости (гидроагрегат Головной ГЭС при этом останавливается), пропускная способность водосброса — 385 м<sup>3</sup>/с. [4]

Здание Головной ГЭС. Имеет береговой тип, внутри установлен один вертикальный гидроагрегат, оборудованный четырёхлопастной поворотно-лопастной гидротурбиной ПЛ 70-В-340 с предтурбинным дисковым затвором. Диаметр рабочего колеса гидротурбины — 3,5 м, вес рабочего колеса — около 30 тонн. Турбина приводит в движение гидрогенератор СВ 565/139-30 УХЛ4, выдающий электроэнергию на напряжении 10 кВ. При расчётном напоре 18,6 м гидроагрегат развивает мощность 15 МВт. Особенностью гидроагрегата является возможность значительного увеличения его мощности (до 33 МВт) в случае принятия решения об увеличении высоты плотины; в этом случае конструкция рабочего колеса предусматривает его реконструкцию с увеличением количества лопастей с 4 до 8. Вода, отработавшая на гидроагрегате, либо сбрасывается в отводящий канал и далее в русло реки Ардон (в период эксплуатации Головной ГЭС до пуска Зарамагской ГЭС-1), либо подаётся в деривационный тракт Зарамагской ГЭС-1. Также возможна подача воды в деривацию Зарамагской ГЭС-1 минуя Головную ГЭС, для чего конструкцией станции предусмотрен блок конусных затворов, отсекающих гидроагрегат. Выдача электроэнергии в энергосистему осуществляется по двум линиям электропередачи 110 кВ до подстанций «Нузал» и «Зарамаг».[2]

Приложение А показывает схему сооружений головной гэс, если обратить внимание на плотину, то она создала небольшое водохранилище площадью 0,77 км<sup>2</sup>, полным объемом 10,1 млн м<sup>3</sup>, полезным объемом 0,5 млн м<sup>3</sup>, максимальной глубиной 30,6 метров.

Зарамагская ГЭС-1 - это сложное инженерное сооружение, в значительное степени расположенное под землей. Комплекс Зарамагской ГЭС-1 включает в себя деривационный тоннель № 2, напорно-станционный узел (бассейн

суточного регулирования с холостым водосбросом, водоприёмник, сталежелезобетонный трубопровод, вертикальная шахта, субгоризонтальные водоводы), здание ГЭС, КРУЭ 330 кВ (приложение Б).

Безнапорный деривационный тоннель № 2 предназначен для подвода воды к напорно-станционному узлу ГЭС, начинается у здания Головной ГЭС и заканчивается у бассейна суточного регулирования, сопрягаясь с ним при помощи многоступенчатого перепада. Длина тоннеля 14 262 м (рекордная для гидротехнических тоннелей России). Пропускная способность тоннеля составляет 65 м<sup>3</sup>/сек, вода должна проходить всю трассу тоннеля за 80 минут. Трасса тоннеля пересекает разнообразные интрузивные, метаморфизированные и осадочные породы, претерпевшие как складчатые, так и тектонические нарушения. Сооружения напорно-станционного узла состоят из бассейна суточного регулирования, водоприёмника, сталежелезобетонного турбинного водовода, вертикальной шахты и субгоризонтальных водоводов.

Бассейн суточного регулирования (БСР) предназначен для накопления воды перед подачей её на турбины ГЭС. Представляет собой бетонную чашу пятиугольной формы, расположенную на вершине горы. Максимальная длина БСР — 235 м, максимальная ширина — 80 м. БСР образован массивными стенками по типу гравитационной плотины максимальной высотой 21,6 м, в основании которых расположена галерея для отвода фильтрационных расходов и размещения контрольно-измерительной аппаратуры. БСР оборудован автоматическим холостым водосбросом шахтного типа пропускной способностью 65 м<sup>3</sup>/сек (рисунок 2). Отметка нормального подпорного уровня воды в БСР — 1635,58 м.



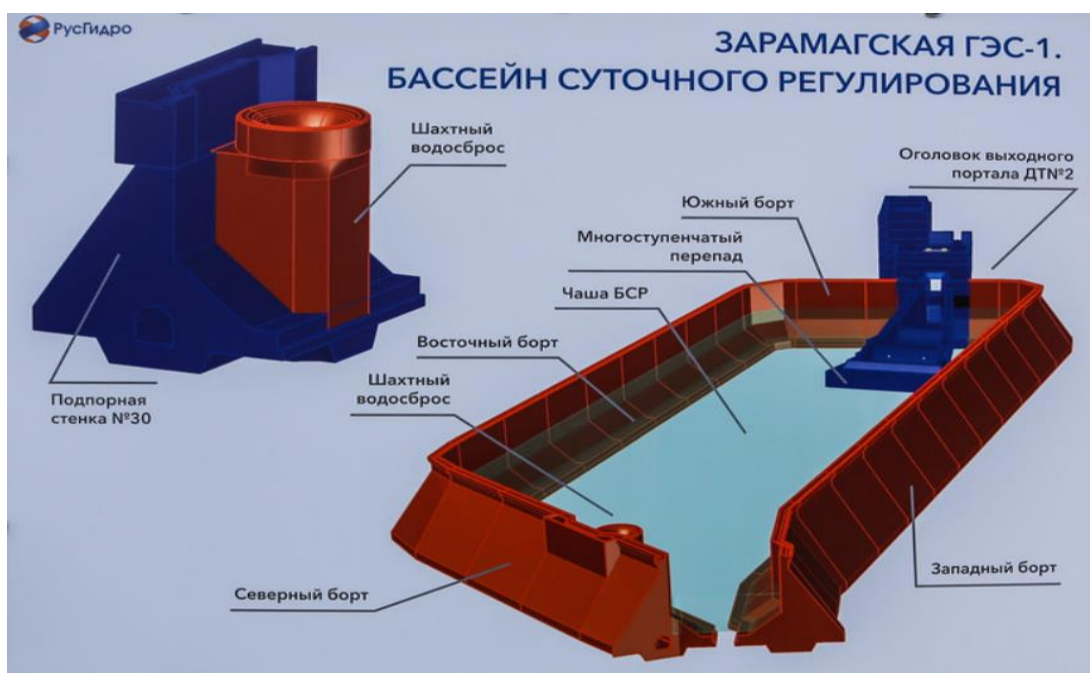


Рисунок 2 - Схема сооружений бассейна суточного регулирования

Водоприёмник предназначен для подачи воды из БСР в водовод и далее к турбинам ГЭС. Оборудован сороудерживающей решёткой, а также плоскими ремонтным и аварийно-ремонтным затворами, оперирование которыми производится при помощи канатного механизма грузоподъёмностью 125 т и мостового крана грузоподъёмностью 50 т. Сталежелезобетонный турбинный водовод имеет внутренний диаметр 4,4 м и длину 581 м, засыпан грунтом для защиты бетонной оболочки от внешних воздействий, переходит в вертикальную шахту (железобетонная обделка с металлической облицовкой) диаметром 3,6 м и глубиной 507 м.

Здание ГЭС наземное, берегового типа. В здании смонтированы два вертикальных гидроагрегата с ковшовыми гидротурбинами, работающими при расчётном напоре 609 м. Диаметр рабочего колеса турбины — 3,345 м, номинальная частота вращения — 300 об/мин. Турбины ГЭС работают на рекордном для российских ГЭС напоре, также турбины ГЭС являются крупнейшими ковшовыми турбинами на российских ГЭС и одними из крупнейших в мире.

Выдача электроэнергии с генераторов производится на напряжении 15,75 кВ на два силовых трансформатора ТДЦ-230000/330-У1 мощностью по 230 МВА, а с них — на комплектное распределительное устройство элегазовое (КРУЭ) напряжением 330 кВ. Выдачу электроэнергии в энергосистему осуществляется по двум линиям электропередачи напряжением 330 кВ и длиной по 30 км до подстанций «330кВ Нальчик» и «330кВ Владикавказ-2».[2]

## 2.2 Социальные вопросы

Строительство и эксплуатация гидроэлектростанций ведет к изменениям в социальной сфере зоны влияния и за ее пределами. Изменения могут быть как положительные, так и отрицательные. Работа ГЭС влияет на земельные ресурсы, сельское хозяйство, судоходство, водоснабжение, рекреацию, на здоровье населения, миграцию людей, социальную устойчивость, уровень жизни и экономические вопросы.

Строительство ГЭС вызывает отчуждение земель, их затопление и деградацию. Нарушаются верхние слои почвы, появляются эрозионные процессы. Требуется рекультивация, снятие плодородного слоя, снижение землеемкости проектов. Затопление и подтопление нарушают посевные площади, пастбища. В ряде регионов возможно ухудшение микроклимата, удлинение вегетационного периода, но чаще — снижение урожайности и продуктивности. Водохранилища улучшают условия судоходства на некоторых участках. Однако суточное регулирование и пуски создают нестабильность уровней воды, что опасно для судов. Регулирование стока может улучшить доступ к воде в засушливый период. Но также возможны ухудшения качества воды, необходимость сооружения фильтров, рост затрат на очистку. Вокруг водохранилищ развиваются базы отдыха, рыболовство, туризм. Однако требуется жёсткий режим управления доступом и санитарным состоянием: рост мусора, загрязнение, разрушение берегов. Воздействие ГЭС оценивается не только на природную, но и на социально-экономическую и техногенную среду. Рассматриваются влияния на здоровье населения, климат, миграцию людей, социальную устойчивость. Определяется уровень убытков (например, при переселении или потере сельхозугодий), а также затраты на компенсации и охранные мероприятия.[1]

Влияние Зарамагских ГЭС на социальные вопросы мы попытались раскрыть в этом пункте работы. Зарамагский каскад, состав которого мы сейчас наблюдаем, в первоначальном замысле проектировщиков в далеком

1976 году выглядел более масштабно. В разработках «Гидропроекта» были большие планы на освоение горных рек Северного Кавказа. Так река Ардон в «Схеме размещения ГЭС и ГАЭС на Северном Кавказе» должна была получить каскад из пяти ступеней: Зарамагских Головной, ГЭС-1 и ГЭС-2, Унальской и Тамиской ГЭС суммарной установленной мощностью 550 МВт и годовой выработкой электроэнергии 1.3 миллиарда кВтч. Также планировалось создать водохранилище сезонного регулирования полезным объемом 63 миллиона кубических метров. [2]

В связи с многочисленными проблемами в период подготовительных работ, финансовых трудностей, многочисленными переносами и заморозками проекта, шло время, а строительство не продвигалось. С одной стороны, затяжка сроков вызвала критику в адрес реализации проекта, с другой — дала время для формирования и выражения обеспокоенности со стороны общественности и научных кругов.

Многие эксперты, экологи и общественность опасались строительства такого масштаба. Они высказывали опасения, касающиеся как социальных вопросов, так и экологических. Критика зачастую воспринималась официальными структурами с иронией, а самих активистов называли «гринписовцами», вкладывая в это слово негативный смысл. К противникам Зарамагской ГЭС у чиновников принято относиться как к спасающим мотыльков на фоне жизненных потребностей людей.[8]

Большую роль в дискуссиях сыграл Борис Бероев – профессор, доктор географических наук, главный краевед республики. Он выступал с критикой плана строительства и высказывал опасения в вопросах безопасности и целесообразности реализации проекта в первоначальном виде. Борис Бероев считал небезопасным строительство плотины в таком виде в районе с повышенной сейсмичностью, который должен находиться на стыке разломов. А также говорил о потере экосистем, значимость опасениям придавало то, что часть объектов находится на территории Северо-Кавказского государственного заповедника.

Но план был пересмотрен, состав объектов был изменен. Уменьшена высота плотины (по первоначальному проекту она должна была составлять 79 м при объёме насыпи 3,726 млн м<sup>3</sup>), насыпь галечно-гравелистых грунтов в упорных призмах была частично заменена на насыпь рядового камня из горных осыпей, что существенно повысило надёжность плотины. А по территории заповедника проходит только подземный тоннель.

Влияние ГЭС на население близлежащих населенных пунктов. Конечно, в связи с изменениями в проекте, число затронутых домов уменьшилось, в первоначальном плане переселению подлежали 223 человека, затапливалось селение Цми и Тибсли, но все равно 74 человека из поселка Нижний Зарамаг, были переселены из своих домов, так как те оказались в зоне затопления.

Под строительство жилых домов выделено 28 участков общей площадью 2,25 га. К сожалению, не удалось найти официальную информацию о том, где именно была выделена земля. Но местные жители говорили, о переселении в поселки Ардон и Беслан. Эти населенные пункты находятся на значительном удалении от места их жительства до затопления. Но из плюсов можно отметить, что оба этих поселка находятся не в горной местности, не так далеко от столицы республики, города Владикавказа.[9]

Строительство ГЭС в высокогорном районе, с особенностью в размещении, внесло свой вклад в развитие и существование поселков в зоне влияния ГЭС. Сами поселки были построены еще до освоения реки Ардон. Первые двух- и трехэтажные здания построили представители Бельгии во время освоения свинцовых и цинковых рудников. В 1896 году было учреждено русско-бельгийское горнопромышленное и химическое общество «Алагир».[10]

Здания времен бельгийской стройки сейчас называют «старый город». Добыча свинца и цинка расцветала. А в 1970-х годах численность населения Мизура была почти 5 тысяч человек, что довольно много для высокогорного поселка тех времен. Обогажительная фабрика прекратила свою работу в 2004, так как основные запасы были отработаны. Поэтому сейчас градообразующее предприятие именно гидроэлектростанция. Планировалось, что ГЭС подарит

поселку новую жизнь. Сейчас Мизур является одним из самых узких городов России, который зажали горы, образующие ущелье, и Транскавказская магистраль.

Если бельгийцы помогли начать заселение этой горной местности, то после прекращения активной работы фабрик, и смены градообразующего предприятия, власти застроили узкую и длинную территорию многоэтажками. Бельгийские здания не выше 3 этажа еще как-то вписывались в окружающую местность, а вот одиноко стоящая змейка многоэтажек в окружении высоких гор и живописной природы смотрится футуристично. Как уже было сказано ранее, в период расцвета добычи руд население составляло около 5 тысяч человек, ожидалось, что поселок разрастется, ведь не зря строили высотки в таких сложных условиях. Но произошел обратный процесс, запасы руды уменьшались и население поселка тоже, и к 2002 году население составляло 2 тысячи человек. Начало строительства ГЭС немного исправили демографическую ситуацию в Мизуре, и к 2010 году население увеличилось до 3-х тысяч человек. Но в 2020 году ГЭС достроили и с этого момента началась убыль населения и по прогнозам она будет продолжаться и дальше, сейчас население составляет меньше 2-х тысяч человек. В основном население составляют мужчины, большинство работники ГЭС, но в возрасте старше 65 преобладают женщины, так как смертность у мужчин выше. Основной причиной оттока населения является безработица и недостаток инфраструктуры. Главная надежда на рабочие места – гидроэлектростанция, после окончания стройки дала населению меньше рабочих мест, чем в период стройки. Причем большинство трудившихся на ГЭС в период строительных работ - это молодые люди. Оказавшись после ввода в эксплуатацию ГЭС без рабочих мест, они в большинстве предпочли переехать в город. Кроме ГЭС у населения есть возможность работать на пограничном пункте Зарамаг недалеко от поселка. Также многие работают за пределами Мизура, в городе Алагир, ближайший крупный населенный пункт к Мизуру, к примеру, там же люди покупают фармацию, так как своей аптеки в поселке нет, а иногда и вовсе едут туда за

хлебом. Многие работают на туристических базах расположенных неподалеку. Правительство республики пытались решить проблему занятости, была построена швейная фабрика в 2021 году. [11]

В поселке за время стройки ГЭС также построили современный футбольный стадион, отремонтировали поликлинику, и одно крыло переоборудовали в стационар. Также развитие гидроэлектростанции способствовало ремонту детского сада и школы.

Из-за увеличения потока автомобилей на ТрансКАМе, построили защитные барьеры. Даже если учесть улучшение инфраструктуры, она все равно не выходит на должный уровень. К примеру, уличное освещение в поселке появилось только в 2022 году.

Переустройство линий электропередач. Филиал «Россети Северный Кавказ» – «Севкавказэнерго» вынес опоры линии электропередачи 110 кВ «Головная Зарамагская ГЭС – Нузал» из поймы реки Ардон.

Вследствие изменения русла водного потока реки Ардон одна из опор перехода в период половодья оказывалась в зоне затопления, что приводило к подмыву фундамента. Для ее переноса было выбрано оптимальное место установки с учетом гидрологической ситуации. При устранении проблемного участка произведена замена существующей опоры на новую усиленную анкерного типа весом более 10 тонн.

Работы проводились с использованием специальной техники. На переходе произведен монтаж нового провода и линейной изоляции.

Подмыв Транскама. Вопрос, который был остро дискуссионным в период проектирования и строительства плотины ГЭС, - величина нормального подпорного уровня (НПУ). Как уже было сказано, проект первоначального вида был множество раз пересмотрен и изменен. Так, НПУ в первоначальном проекте был заложен в размере 1730 метров. Такая величина создает непосредственную угрозу единственной трансмагистрали - ТрансКАМу, соединяющей Южную Осетию с Россией. После военного конфликта в 2008 году, говорить о важности существования соединяющей магистрали нет

необходимости.[5] (инженерно-геологическое условия и сейсмич). Затопление основания насыпного низового откоса ТрансКАМа на участках, где трасса проложена по схеме «полувыемка-полунасыпь». Водонасыщение насыпных грунтов может привести к осадке низового откоса, формированию осовов и, в конечном счете, к деформациям и разрушению дорожной полки магистрали на значительном протяжении. [2]

Затопленные археологические раскопки. В 2006 году в зоне будущего Зарамагского водохранилища начали проведение масштабных археологических раскопок. Археологи обнаружили уникальные исторические объекты, получившие название Адайдонский могильник и многослойное поселение конца каменного века эпох мезолита-неолита Цми-2 возле сел Нижний Зарамаг и Цми. В 1980 году в районе Зарамагской котловины местный житель Е. И. Джанаев выявил городище Цми, в следующем году прибыла археологическая экспедиция Северо-Осетинского научно-исследовательского института истории, философии и экономики, которая зафиксировала выход культурного слоя. Открытие городища Цми послужило стартом истории исследования Зарамагской котловины, к тому же в 1976 году начались подготовительные работы строительства Зарамагских ГЭС.

С 1988 по 1989 год произведены частичные раскопки кобанской культуры на северо-западном склоне Зарамагского утеса, частично исследовались позднесредневековые могильники на территории Зарамагского и Цмийского утесов, на городище Цми найдены материалы эпохи средневековья и куро-араксской культуры.

Но исследования на этом прекратились, а возобновят их только в 2006 году. Такой перерыв произошел из-за постоянных проблем строящегося энергетического объекта. Финансовые и организационные проблемы тормозили не только стройку, но и археологические работы. В какой-то момент проблемы и вовсе остановили стройку, проект был заморожен, также остановились и археологические исследования.[14]



В 2006 году строительство расконсервировали, поднялся вопрос о скором затоплении водохранилища, а вместе с ним и возможных археологических находок. Команды затопить плотину на Зарамагской гидроэлектростанции ждали больше трех десятков лет. Но выяснилось, что плотина на ГЭС не простая, под ней – целый некрополь. На одном гектаре обнаружили пять могильников. Самый древний – 22 века до нашей эры. Но закончить уникальные раскопки не успели. Хасанбек Чшиев, начальник археологической экспедиции института истории и археологии Северной Осетии говорит: «Мы на днях выезжали туда — вода прибывает слишком быстро. И если задвижка в ближайшее время не будет поднята, то памятник будет уничтожен, что является прямым основанием для обращения в прокуратуру». По закону энергетики еще в начале строительства должны были провести историко-археологическую экспертизу. По мнению Гаглыева Роберта, директора НИИ Республики Южная Осетия, затопление Зарамагской ГЭС, можно расценивать как преступление по отношению к собственной истории, собственному прошлому.

Археолог Хасанбек Чшиев в интервью рассказал том, что «выехав в район селения Цми, недалеко от Зарамага, вскоре обнаружили, что гидростроители Зарамагской ГЭС потревожили несколько гробниц», на этом месте начались масштабные раскопки. [16]

Раскопки, как и строительство ГЭС требовали финансирования. Поскольку могильник является памятником архитектуры федерального значения, археологи подали соответствующую финансовую заявку в Минкульт России. Информации о том, выделили ли их, нет, но есть информация, что сами виновники возможного затопления раскопок выделили средства. «РусГидро» профинансировало раскопки суммой в 84 миллиона. [14]

Археологами в ходе работ в 2006 году было раскопано 4 гробницы. В 2007 году - уже по договору с гидростроителями – было раскопано на этом могильнике более 50 каменных гробниц-склепов. Причем ситуация в 2007 году кардинально изменилась, так как в 2006 году археологи думали, что имеют дело с однослойным могильником, где погребения располагаются одним

ярусом, однако в 2007 году при полномасштабных раскопках мы увидели, что столкнулись с совершенно неизвестной ситуацией. То есть оказалось, что могильник "идет" вверх по склону четырьмя ярусами. Каждый ярус оказывается другого времени.

Там был найден уникальный материал – большое количество бронзовых предметов, серебряные вещи (копья, зооморфные привески) периода раннего этапа кобанской культуры 14-13 веков до нашей эры.

По утверждению Чшиева, это не просто древнее кладбище, это – древний некрополь, со своими улицами, со своими переулками, причем каждый ярус был вымощен плоскими черными плитами. То есть в определенном смысле территория могильника представляла собой древний "Город мертвых".

В целом, стратиграфия Адайдонского некрополя позволяет проследить последовательное непрерывное развитие кавказской цивилизации от эпохи средней бронзы до скифского и сарматского времени включительно. Антропоморфная и зооморфная пластика, литые и покрытые высокохудожественной гравировкой бронзовые топоры, кинжалы, копья, навершия булав вождей, штандарты и инсигнии жрецов, золотые и серебряные украшения, прямые импорты из сопредельных стран древности свидетельствуют об активных связях адайдонских кобанцев с древними обитателями Юга России и раннеклассовыми государствами Передней Азии и Ближнего Востока, рассказал археолог.

В ходе исследований выяснилось, что площадь могильника на треть больше первоначально заявленной. Но на дополнительные раскопки строители средств уже не выделили.

"На выделенные гидростроителями средства наша экспедиция должна была отработать 5300 кв. метров площади могильника. В техническом задании некрополь был обозначен как однослойный. В реальности мы столкнулись с большим многоуровневым Городом мертвых. И хотя в ходе раскопок мы превысили плановые задания на несколько сотен кв. метров, тем не менее под

водой осталась треть могильника – более 2,5 тыс. кв. метров", сказал археолог Хасанбек Чшиеv.[15][25]

Руководство компании "РусГидро" обещало археологам начать затопление котлована летом 2009 года, однако задвижку гидростроители опустили уже 14 января, и котлован постепенно заполнился водой, угрожая объектам культурного наследия. Осетинские археологи тут же обратились к общественности с требованием прекратить эти работы, поскольку они грозят незавершенным раскопкам. Для продолжения раскопок необходимы были деньги и время, уточняют археологи. Войти в 2008 году в расходы федерального бюджета 2008 года оказалось невозможным. В 2009, как оказалось, такой возможности не было вовсе. Примеры раскопанных захоронений представлены в приложении Г, а часть инвентаря гробниц в приложении Д.[25][27]

Происшествие на стройплощадке 2008 год. 19 февраля 2008 года в районе стройплощадки Зарамагских ГЭС сошла мощная лавина. Казалось бы обычное происшествие в горной местности в зимнее время. ТрансКАМ в период снегопадов лавинами перекрывает чуть ли не каждый день. Но эта лавина была не одной из очередных.

Толща снега объемом в 100 тысяч кубических метров накрыла стройку ГЭС. Под завалом снега погибли 3 человека, работники находившиеся в этот момент на ГЭС, 132 человека, были эвакуированы из помещений столовой и общежития и были направлены в профилактории, где были обеспечены питанием и восстановительным лечением за счёт ОАО «ГидроОГК». Лавиной было разрушено административное здание. Руководство ГидроОГК приняло решение о выделении 14 млн руб. на ликвидацию последствий стихии. [5]

Положительные социальные аспекты. До введения в эксплуатацию Зарамагских ГЭС, Северная Осетия была снабжена электроэнергией всего на 20 %, но после возведения ГЭС стало доходить до 80%. Если раньше, имея дефицит энергии, республика часть энергии покупала, то теперь она не только может не покупать, но и продавать.

Увеличение энергообеспеченности позволило развивать промышленность и привлекать в регион инвесторов. Также новые генерирующие мощности уменьшили затраты на производство электроэнергии, что было важно для промышленности. Появление Зарамагских ГЭС позволило говорить об улучшении условий жизни для населения. С появлением каскада стало возможным говорить о гарантированном свете и тепле. Станции обеспечивают электричество в населенных пунктах республики.

Если энергообеспеченность и гарантированный свет и тепло для населения, вопросы само собой разумеющиеся при реализации проектов такой мощности, то обеспечение безопасности в период паводков – один из незаурядных результатов возведения этого объекта. В данной местности паводки случаются периодически. Это часто сопряжено с негативными последствиями для жилых построек и инфраструктуры. Но строительство плотины ГЭС исключило подтопление близлежащих населенных пунктов. Пропуск повышенных расходов воды осуществляется через левобережный и правобережный концевые водосбросы.

Стоит отметить, что в последние годы, в районе Зарамагского каскада развивается туризм. Оснащаются смотровые площадки, устанавливаются арт-объекты. А также само водохранилище ГЭС создало невероятный пейзаж, посмотреть который приезжают не только туристы, но и местные жители.

В таблице 1 показан ущерб от строительства ГЭС в экономическом виде.[9]

## 2.3 Экологические последствия

Строительство и эксплуатация гидроэнергетических объектов вызывает ряд последствий для природной среды. Влияние ГЭС может происходить в большей или меньшей степени на следующие элементы экосистем: режим водотоков, элементы атмосферы, элементы литосферы, элементы биосферы.

Влияние на режим водотоков может вызывать следующие последствия. Регулирование стока водохранилищем влияет на русловую морфологию. Водоохранилища задерживают наносы, вызывая общий размыв русла в нижнем бьефе. Формируются перекаты, изменяется форма и устойчивость русла, появляется боковая эрозия. В равнинных условиях размыв продолжается долго, в горных – наносы быстро возвращаются. Происходит трансформация русел и нестабильность берегов при резких колебаниях уровня. Также происходят изменения в ледотермическом режиме реки. Температура воды в нижнем бьефе повышается зимой и понижается летом, что влияет на сроки ледостава, длину полыней и образования зажоров. Возникают заторы льда, увеличивающие подпоры, которые вываливают лед на берег, возникает риск подтоплений. Водоохранилища ведут к накоплению загрязняющих веществ. Изменяется уровень, течение и температура воды в водохранилищах, от чего страдают фитопланктон, зоопланктон и донные организмы. Водоохранилища заменяют речной тип водоёма озёрным, что изменяет видовой состав рыб. Нарушение миграционных путей — главная причина потери ценных видов. В результате строительства ГЭС могут быть частично или полностью затоплены ООПТ. Исчезают биотопы, важные для гнездования птиц, размножения земноводных, охоты млекопитающих. Затапливаются пойменные леса, кустарники, заболоченные территории. Нарушается сезонное увлажнение почв и поступление органики в водную экосистему, что сокращает кормовую базу и биоразнообразие. [1]

Это возможное влияние ГЭС на природную среду, теперь рассмотрим влияние Зарамагской ГЭС.

Гидроэлектростанции- источник возобновляемой энергии. Строительство Зарамагского каскада позволило не только обеспечить республику энергией на 80%, но и вытеснить из топливного баланса Северного Кавказа около 270 тысяч тонн условного топлива. Вытеснение условного топлива позволило предотвратить ежегодные выбросы в атмосферу оксидов азота в количестве 3,5 тысяч тонн, оксидов серы – 8,2 тысячи тонн, золы – 3 тысячи тонн, углекислого газа – 420 тысяч тонн.[2]

Проблемами, вызывающими наибольшее беспокойство как у представителей властных структур и научных кругов, так и у общественности Республики Северная Осетия-Алания, являются:

- Сейсмичность площадок строительства и влияние водохранилища на ее увеличение;
- Пропуск максимальных паводковых расходов через сооружения Головной ГЭС и ГЭС-1 с учетом их трансформации водохранилищем;
- Влияние водохранилища на изменение гидрогеологических условий формирования минеральных вод Тибского и Зарамагского месторождений;
- Активизация опасных геологических явлений - оползни, сели и т.д в связи со строительством и последующей эксплуатацией Зарамагских ГЭС;
- Нарушение статуса охраняемых территорий, отвалы грунта в долине руч.Госса, затопление горных пастбищ и т.д.[2]

И это далеко не все экологические проблемы, которые вызвали беспокойство, но наиболее обсуждаемые. Так, например, говоря о проблемах, мы также затронем тему животного мира, речного стока, рыбных ресурсов, растительного покрова.

Первое, на что обращают внимание при разговоре о экологических последствиях строительства Зарамагских ГЭС - воздействия на сейсмические процессы.

Институт «Армгидропроект» в своем техническом проекте 1976-го года оценил сейсмичность участков Зарамагских ГЭС в 8 баллов по принятой в Восточной Европе шкале интенсивности землетрясений MSK-64.[2]

Но 1991 год изменил представления о сейсмичности не только рассматриваемого района, а всего Северного Кавказа. Так, 29 апреля 1991 года на южном склоне Большого Кавказа, в Грузии и Южной Осетии произошло землетрясение магнитудой  $M=7.1$ ,  $M_s=6.9$  (ISC),  $M_w=7.0$  (CMT). В населенных пунктах интенсивность составила в среднем 8 баллов по шкале MSK-64. После афтершоков имело дисперсный характер, большую ширину в 30 километров и длину 90 километров.

Землетрясение повлекло за собой многочисленные горные обвалы, оползни, каменные лавины, срывы, трещины оседания склонов и другие опасные экзогенные процессы. Особенность Рачинского землетрясения – аномально низкая интенсивность воздействия в эпицентральной области при высокой магнитуде и малой глубине очага.

Очаг Рачинского землетрясения реализовал моментальное надвигание складчатого комплекса мезозойских пород южного склона Большого Кавказа на фундамент Закавказского срединного массива, отразив тенденцию, прослеженную на протяжении всего новейшего этапа и ответственную за формирование современного тектонического устройства региона. Подобные смещения происходят здесь уже несколько миллионов лет, а основные тектонические элементы региона находят прямое отражение в современном рельефе, представляя собой активные морфоструктуры.[16]

Рачинское землетрясение показало, что представления о сейсмичности Северного Кавказа требуют пересмотра. Поэтому объекты, а прежде всего плотина Зарамагских ГЭС, нуждались в уточнении расчетных параметров воздействия. «Ленинградпроекту» было необходимо понять, может ли расчетная сейсмичность района превышать 9 баллов. А все потому, что переход от 9 к 10 баллам – удвоение силы сейсмического удара, а в таком случае, создание надежной плотины станет трудноосуществимым.

Чтобы это понять были проведены полевые исследования. Обследовались 50 километров предполагаемых палеосейсмодислокаций, по долинам ближайших рек. Проведено сейсмическое микрорайонирование участка

плотины Головной ГЭС, и изучен рельеф и его влияние на интенсивность сейсмических процессов. Также непосредственно в створе плотины и на участке опытной насыпи для определения скоростного разреза залегающей в основании толщи рыхлых отложений.

По результатам проведенных работ установлено, что при возникновении в зонах разломов максимально возможных землетрясений фоновая сейсмичность составит 9 баллов на средних грунтах, а расчетная интенсивность сейсмических воздействий на скальном основании будет равна 8 баллам.[2] Зеркало водохранилища Зарамагских ГЭС находится, в зоне к которой приурочены все эпицентры за весь период наблюдений землетрясений в данном районе.[5]

Как уже было сказано в предыдущем пункте работы, что проект был многократно пересмотрен и изменен, и одной из причин были опасения надежности и безопасности плотины. Поэтому надежность плотины была увеличена до 11 баллов. Также проводили расчет рисков и возможного ущерба от прорыва. При возникновении ЧС в результате прорыва плотины и деривационных каналов. В качестве наиболее тяжелого принят сценарий аварии, по которому при нормальном подпорном уровне водохранилища происходит оползание участка верхового откоса с развитием прорыва при разуплотнении грунтов тела плотины, снижении их прочностных и противифльтрационных свойств, образовании трещин при повторяющихся сейсмических и фильтрационных воздействиях. В результате частичного разрушения плотины Зарамагской ГЭС волной прорыва будут затронуты территории двух административных районов Республики Северная Осетия-Алания (РСО-Алания): Алагирского и Ардонского. В зоне воздействия волны прорыва окажутся: в пределах Алагирского административного района 3 поселка городского типа (Бурон, Нузал, Мизур), один сельский населенный пункт (с. Цементный); в Ардонском административном районе – 2 сельских населенных пункта (с. Рамоново, с. Кадгарон). Сценарий гидродинамической аварии рассмотрен на период прохождения паводка, принимается, что авария



происходит в ночное время. При аварии может пострадать 700 чел., при этом число безвозвратных людских потерь может составить 149 чел., возвратных 551 чел. Максимальное расчетное значение вероятного вреда составляет в ценах 2018 года 4 956,885 млн. руб., при этом размер социального ущерба составляет: 870,725 млн. руб., имущественного ущерба – 2 777,868 млн. руб.[2]

Многие экологи и эксперты говорили о возможном воздействии измененных гидрологических условий на минеральные воды Тибского и Зарамагского месторождений. Были прогнозы, что они и вовсе исчезнут. Этот вопрос был одним из тех, которые заставляли пересматривать и изменять проект. Для решения этой проблемы были проведены множество расчетов и исследований, на основании которых был сделан следующий вывод. Если размеры водохранилища и высота плотины будут уменьшены, то на месторождения не будет оказано никакого влияния. Также были проведены мероприятия препятствующие движению фильтрационного потока из водохранилища на территорию месторождений. Установлены многорядные противofильтрационная и инъекционная завеса в основании и береговых примыканиях земляной плотины[2]. Было заявлено, что месторождения будут сохранены, но несмотря на это, до сих пор у многих этот вопрос вызывает беспокойство.[13]

Как уже было сказано, район Зарамагских ГЭС характеризуется активными экзогенными процессами. И если говорить про оползни, то создание станций и водохранилища не прошли без влияния на них. Так создание водохранилища, послужило обводнению толщи в 20 метров нижней части Цмиакомдонского оползня. Но произведенные экспертизы говорят о том, что он уперт в пойму так, что в случае возникновения сильных вибрационных сейсмических возбуждений скорость схождения будет небольшая, и скорее всего не вызовет больших волн в водохранилище. При выемке щебнисто-глинистого материала для отсыпки плотины образовался приплотинный оползень. Сначала он захватил скалу на высоту около 100

метров, а еще через некоторое время это значение увеличилось еще на 60 метров. Также в районе есть Даллагкауский оползень, который при 7-балльном землетрясении может перекрыть русло реки Ардон. Чтобы как то недопустить это происшествие, был предусмотрен обводной тоннель длиной 1160 метров.[5]

Произошедшие на Кавказе землетрясения интенсивностью 8-9 баллов способствовали возникновению и оживлению многочисленных оползней и обвалов, объем которых достигал 20-30 млн.м<sup>3</sup>. При возникновении очага землетрясения такой же интенсивности вблизи Даллгкауских оползней не исключено их массовое обрушение в долину р.Мамисондон и образование завала из рыхлых пород, интенсивный размыв которого может привести к мощному воздействию накопившейся воды на грунтовую плотину Головной ГЭС.

По статистическим данным после или во время строительства различного рода сооружений оползни на склонах возникали по следующим причинам:

- вырубка лесов и нарушение почвенно-растительного покрова; подрезка и нарушение целостности горных пород траншеями, котлованами, устройствами под различные коммуникации; обводнение земельных масс при утечке воды из водопроводов, канализации и т.д. - 85 %;
- сейсмическое воздействие, речная эрозия, интенсивное выветривание горных пород и т.д. - 15%.

Возобновление (активизация) ранее образовавшихся оползней на участках, где были осуществлены противооползневые мероприятия, происходит вследствие:

- плохого текущего содержания противооползневых сооружений (отсутствие надзора, ремонта и т.д.) - 50%;
- недостаточности (некомплектности) противооползневых мероприятий или их проведения с большими временными разрывами, а также несоблюдения определенной последовательности в выполнении отдельных стадий работ - 35%;

- недостаточной эффективности противооползневых сооружений, несмотря на их грамотное использование и хорошее содержание - 15%.

В экспликации земель Алагирского района СО АССР, отведенных под строительство сооружений Зарамагских ГЭС, указаны площади, входящие в состав Северо-Осетинского государственного заповедника, причем уточняется, что в ущелье Госса изымается 10 га, в том числе 5 га леса и кустарника и 5 га прочих земель, расположенных непосредственно в долине. Также работы по строительству тоннеля, проходящего по территории Северо-Осетинского заповедника, вероятно, повлияли на природную среду, хоть и незначительно.[2]

Последствия для животного мира. Так, если не считать, что строительство Зарамагских ГЭС и водохранилища, изъяло территорию с естественными экосистемами из территории обитания представителей животного мира, ГЭС не нанесла значительного вреда им.

Зарамагские ГЭС даже стали местом фиксации редких видов, которые ранее считались вымершими в этом регионе. Камеры Головной ГЭС зафиксировали переднеазиатского леопарда (кавказский барс), который с 1950-х годов считался вымершим на территории Северного Кавказа. Камеры наблюдения зафиксировали, как крупный хищник, перемещается по горному склону. Эксперты объяснили, что леопард воспринимает Зарамагский гидроузел как природный объект и появляется в непосредственной близости от сооружений из-за того, что к водам спускаются горные козлы и серны, которые составляют кормовую базу хищника.

Ранее в 2015 году на камерах видеонаблюдения Гизельдонской ГЭС уже попадал переднеазиатский леопард. Тогда учеными была выдвинута гипотеза, что это мигрирующая особь из Ирана, зашедшая на территорию России. Когда леопарда еще дважды зафиксировали в районе Зарамагских ГЭС в 2017 году, стало возможным предположение о постоянном обитании в некоторых районах Северного Кавказа.

Фиксация редкого животного, смогла осуществиться благодаря реализации совместного проекта между учеными и гидроэнергетиками. В 2016 году Северо-Осетинский филиал ПАО «РусГидро» и Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН заключили договор о научно-техническом взаимодействии. Ученые и гидроэнергетики начали сотрудничать для помощи в восстановлении популяции леопардов в республике. В рамках этого сотрудничества, собирались и обрабатывались данные о животных, которые попадали в объективы видеокамер ГЭС и станций мониторинга окружающей среды. Встреча леопарда, который считался вымершим, была крайне неожиданной, но если учесть, что этот осторожный зверь обитает исключительно в малонаселенных местах, да еще и с ненарушенной природной средой, то это может говорить о том, что каскад ГЭС вырабатывает экологически чистую электроэнергию. ГЭС органично вписываются в природные экосистемы, не вызывая беспокойства у животных. Именно поэтому использование систем видеонаблюдения на объектах гидроэнергетики позволяет получить ценные научные данные о состоянии животного мира.[29]

Если говорить о последствиях для птиц то можно сказать, что на сегодняшний день в Зарамагской котловине зафиксировано 181 вид птиц, относящихся к 17 отрядам. Среди экологических, которые представлены в районе Зарамагского водохранилища, доминируют дендрофилы и лимнофилы. Эти виды в основном пролетные. В географогенетическом плане гнездовую орнитофауну района формируют представители 7 типов фаун.

В настоящее время антропогенное воздействие на окружающие водохранилище ландшафты, вызвало изменение экологической и географогенетической структуры населения птиц этих ландшафтов, но не всех. Орнитокомплекс, который сформировался под влиянием антропогенных факторов, стал менее богатым по видам, что привело к снижению общей плотности гнездовых птиц по сравнению с началом 1980-х годов. Антропогенное воздействие, которое связано с Зарамагскими

станциями, оказывают и отрицательные, и положительные последствия. Если говорить о негативных последствиях, то они заключаются в изменении маршрутов миграции, гибели птиц на инженерных сооружениях в период пролета, а также прекращении гнездования некоторых видов в долинах горных рек и утрате трофических зимовок. В то же время положительные последствия включают появление водоплавающих и околоводных птиц в период пролетов, а также адаптацию некоторых видов к гнездованию на антропогенных объектах. К тому же строители оборудовали линии электропередач, для предотвращения поражения птиц электрическим током и снижения рисков аварий, защитными противопоисадочными устройствами.

В заключении хотелось бы рассмотреть, как Зарамагские ГЭС воздействовали на рыбные ресурсы реки Ардон. В 2009 году сообщалось, что строительство Зарамагских ГЭС может привести к временному изменению состава ихтиофауны реки Ардон, так как в районе строительства находились основные места нереста, нагула и зимовки ручьевой форели. Однако для восстановления рыбных запасов проводились мероприятия по воспроизводству биоресурсов. Например, в 2024 году Северо-Осетинский филиал «РусГидро» совместно с Северо-Кавказским территориальным управлением Федерального агентства по рыболовству выпустили в бассейн реки Ардон 7 468 мальков ручьевой форели.[17] В зоне водохранилища Зарамагских ГЭС планируются мероприятия по воспроизведению рыбных запасов. Район планируемых работ по воспроизведению рыбных запасов располагается в высокогорной части реки Ардон, которая является составной частью бассейна реки Терек. Именно здесь сосредоточены основные места нереста, нагула и зимовки ценного представителя ихтиофауны региона — ручьевой форели. «Для того, чтобы полностью восстановить сообщество кормовых организмов и рыбного хозяйства, мы компенсируем это производством посадочного материала для зарыбления водохранилища Зарамагской ГЭС и реки Ардон в районе проведения работ. Материал для зарыбления мы будем брать на местном рыбзаводе», — сообщил

управляющий директор ОАО «Зарамагские ГЭС» Виталий Тотров. Для оценки рыбохозяйственного значения реки Ардон в районе строительства ГЭС, специалисты осуществляли забор ихтиологического материала с использованием сетки –накидки, сетки Кори, ихтиопланктонных конусных сетей. По специальным методикам определили видовой, размерно-весовой, половой и возрастной состав ихтиофауны. По расчетам специалистов, изменения, вносимые ГЭС в ихтиофауну, носят временный характер. Учитывая продолжительность жизненного цикла форели, на восстановление полного запаса этого вида рыбы, потребуется 7 лет.[17][28]

Также форель начали разводить в самом водохранилище Зарамагских ГЭС. Это возможно из-за благоприятных условий для ее выращивания. Форель не живет в загрязненных водоемах. Вода в водохранилище чистая, что создает идеальные условия для рыбы. Хозяйство находится на пересечении пяти ущелий и четырех рек: Ардона, Тиба, Зарамага и Цмидона. На каждой из этих рек по два минеральных источника, так что вода насыщена микроэлементами. Замеры температуры и содержания кислорода в воде рыбоводов тоже удовлетворили. На равнине форельные хозяйства вынуждены строить станции для нагнетания кислорода, здесь такой необходимости нет. При кормлении рыба поглощает в два раза больше кислорода, чем обычно. Но даже в такие пиковые моменты содержание кислорода не падает ниже опасной отметки — 10 миллиграммов на литр. А если рыбе хватает кислорода, она активно ест и быстро растет. Зимой водохранилище покрывается метровым слоем льда. Это осложняет работу. Даже днем температура не поднимается выше нуля. Такие условия радужная форель плохо переносит. Поэтому на зиму мальков и нераспроданную товарную рыбу перемещают в пенопластовые контейнеры. На территории хозяйства установлено 13 садков, в каждом из которых содержится рыба разных размеров. Важно контролировать, чтобы в бассейны с мальками не попали взрослые особи. Они изготовлены из полипропиленовых труб и позволяют быстро расширять производство. В садках специально установили освещение,

чтобы ночью собирались мотыльки и жучки, которые падают в воду и служат пищей для рыб. Перед выпуском в садки проводят процесс «проливки»: форель постепенно охлаждают до нужной температуры. Форель росла в другом хозяйстве, температура воды там выше, чем в водохранилище. Поэтому после перевозки ей нужна акклиматизация. Если там было 16 градусов, а ее резко выпустят восемь, то часть рыбы погибнет, часть может заболеть. Поэтому форель постепенно охлаждают водой до нужной температуры.[28]

Таким образом, влияние строительства Зарамагских ГЭС на рыбные ресурсы реки Ардон может быть связано с временными изменениями, но также сопровождалось усилиями по сохранению и восстановлению рыбных запасов. Есть перспективы развития промышленного рыбоводства.

## 2.4 Социально-экологическая ответственность гидроэнергетики

### 2.4.1 Отечественный и зарубежный опыт

Говоря про отечественный опыт в вопросе социально-экологической ответственности начать можно с соседней республики Дагестан. Там в 2008 году из-за строительства гидроэлектростанции было затоплено несколько населенных пунктов. Почти 5 тысяч человек остались без домов и садов. В 2023 году сообщалось, что жители пострадавших сёл много лет пытаются добиться выплат за утраченное жильё и сады. Минэкономразвития РФ объяснило, что в рамках госпрограммы «Развитие Северо-Кавказского федерального округа» не предусмотрены бюджетные ассигнования на выплату компенсаций. По словам чиновников, денег для пострадавших не будет вплоть до 2025 года. В результате строительства ГЭС в Ирганайской котловине изменился микроклимат: сократилось количество солнечных дней, увеличилась влажность воздуха, появились туманы. Из-за этого начали болеть и высыхать деревья, появились новые типы насекомых и вредителей.

Зарубежный опыт мы рассмотрим на ГЭС на границе Замбии и Зимбабве. Проект разрабатывали обе страны вместе. Высота плотины составляет 126 метров, а длина — более полукилометра (579 метров). Мощность электростанций ГЭС Кариба — 1320 МВт, годовая выработка тут достигает 6,4 млрд кВт/ч. Плотине приходится сдерживать 180 км<sup>3</sup> воды, поэтому она выгнута как по горизонтали, так и по вертикали. Она является одной из крупнейших в Африке, но водохранилище оказалось настолько громадным, что затопило место проживания африканских животных. Этих животных в течении 5 лет пришлось вывозить из естественной среды обитания в национальный парк. Проект по спасению был назван «Ной» и помог спасти 6000 животных.

Еще пример последствий строительство огромных водохранилищ. В Южной Америке находится ГЭС Итайпу, которая характеризуется плотиной



(почти 8 км), мощностью у станции — 89,5 ТВт/ч в год, которую производят 20 гидроагрегатов мощностью 700 МВт. Но при строительстве закрыли глаза на то, что был затоплен целый водопад. В ходе строительства ГЭС было удалено 63,85 млн м<sup>3</sup> земли и скальных пород, заложено 15 млн м<sup>3</sup> грунта и использовано 12,57 млн м<sup>3</sup> бетона. В результате был полностью уничтожен целый национальный парк на границе стран Бразилии и Парагвая.[32][33]

#### 2.4.2 Решение социально-экологических проблем Зарамагского каскада

Не смотря на имеющиеся социальные и экологические проблемы Зарамагского каскада, многие эксперты, ученые, экологи и общественность попытались минимизировать эти проблемы. Так, меры, которые удалось реализовать по решению социально-экологических проблем включают в себя следующее.

Во первых, это изменение и адаптация проекта, его многократно пересматривали. Первоначальные планы предполагали более масштабные вмешательства в природу, но проект изменили в целях безопасности. Это снижение высоты плотины, уменьшен объем водохранилища, деривационные тоннели проложены под землей, сокращено вмешательство в ООПТ, выведены из состава проекта еще 3 станции, повышена сейсмозащита, плотина теперь рассчитана на 11.25 баллов, увеличена паводковая безопасность за счет того, что увеличен гребень плотины.

Во вторых, это компенсационные меры и переселение. Из зоны затопления переселили 74 человека, выделено 28 участков под новое жилье, площадью 2.25 га., создана новая инфраструктура в поселках влияния.

Далее можно сказать про попытки спасения археологического наследия. В зоне строительства были обнаружены уникальные археологические памятники. Чтобы минимизировать потери были проведены масштабные раскопки, «РусГидро» выделила 84 миллиона рублей на спасательные работы. Однако часть некрополя осталась под водой из-за преждевременного заполнения котлована.

Также была проведена защита экосистем и охраняемых территорий. Строительство тоннеля проведено под землей, чтобы не разрушать ландшафт заповедника. Создание противofiltrационных завес предотвратили влияние водохранилища на месторождения минеральных источников. Запуск каскада вытеснил 270 тысяч тонн условного топлива. «РусГидро» предпринимал

попытки восстановить рыбные ресурсы. Проведена защита реки Мамисондон и ТранКама от блокировки, с помощью обводного тоннеля.

В заключении можно сказать, что каскад также помог в какой-то мере улучшить инфраструктуру близлежащих поселений.

### 3 Социально-экологический мониторинг ответственности строительства гидроэлектростанций Зарамагского каскада

#### 3.1 Анализ социально-экологического мониторинга населения

Подробно рассмотрев социальные и экологические последствия строительства Зарамагского каскада, опубликованные в общем доступе, невозможно в полной мере оценить ответственность строительства, не узнав мнения по этому поводу населения.

В практической части данной работы, было проведено исследование с помощью анкетирования населения. Анкетирование проводилось с целью выяснить как население оценивает социально-экологическую ответственность, которую понес проект реализации освоения реки Ардон, а также узнать насколько люди осведомлены о проблемах и плюсах строительства Зарамагского каскада. Также результаты анкетирования сравнивали с похожим опросом в 2010 и 2014 годах, проведенным силами ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им.К.Л. Хетагурова». Опрос 2010 и 2014 годов был выполнен в соответствии с «Методическими рекомендациями по прогнозированию воздействия гидроэнергетических объектов на социальную сферу».[31]

Для получения сопоставимых данных, в данной работе также использовались методические рекомендации, но более позднее издание. [1]

Опрос включал в себя 22 вопроса (приложение Е), в которых респонденты могли выбрать вариант ответа из предложенных или дать свой развернутый. Всего было опрошено 205 человек, большинство респондентов, участвовавших в опросе, были в возрастной категории 16-25 лет, составляя 37,1%. Далее следуют лица от 36 до 45 лет, в общей сложности эта категория составляет 22,4%. Лица старше 55 лет составили 13,2%, лица 46-55 составили 16,1%. Наименьшая категория из опрошенных — лица 26-35 лет, их доля составила 11,2%.

Из общего числа респондентов 28,9% - учащиеся в среднем или высшем учебном заведении. Также 19,1% респондентов выбрали пункт иное в вопросе про сферу деятельности. Работники государственных учреждений составили 21,1%. Категория учащихся в школе составила 5,9%, а респонденты, которые выбрали пункт «не работаю», составили по 8,8 % от общей массы опрошенных. Представители промышленности и сельского хозяйства составляют по 7,4 и 6,9% соответственно. Также в опросе приняли участие работники ГЭС, их доля составила 2%.

Респонденты оценивая изменение условий хозяйствования вследствие воздействия Зарамагских ГЭС давали следующие ответы: 43,9 % опрошенных затруднялись ответить, 26,8 % респондентов считают, что условия не изменились, 19% оценили изменения в сторону улучшения, а 10,2% считают, что условия ухудшились (рисунок 3).

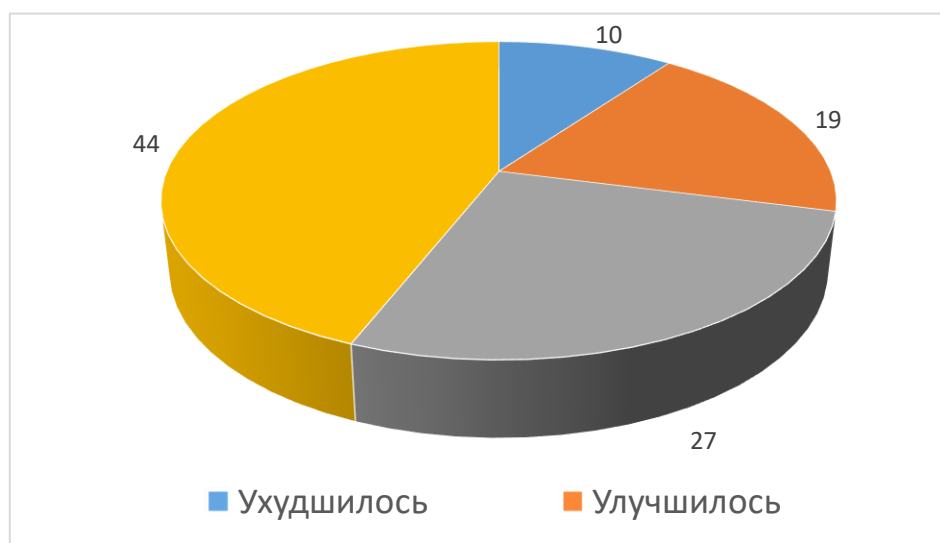


Рисунок 3 - Оценка изменения условий хозяйствования вследствие воздействия Зарамагских ГЭС.

Если посмотреть на сравнение с опросами прошлых лет, то можно увидеть такие результаты:

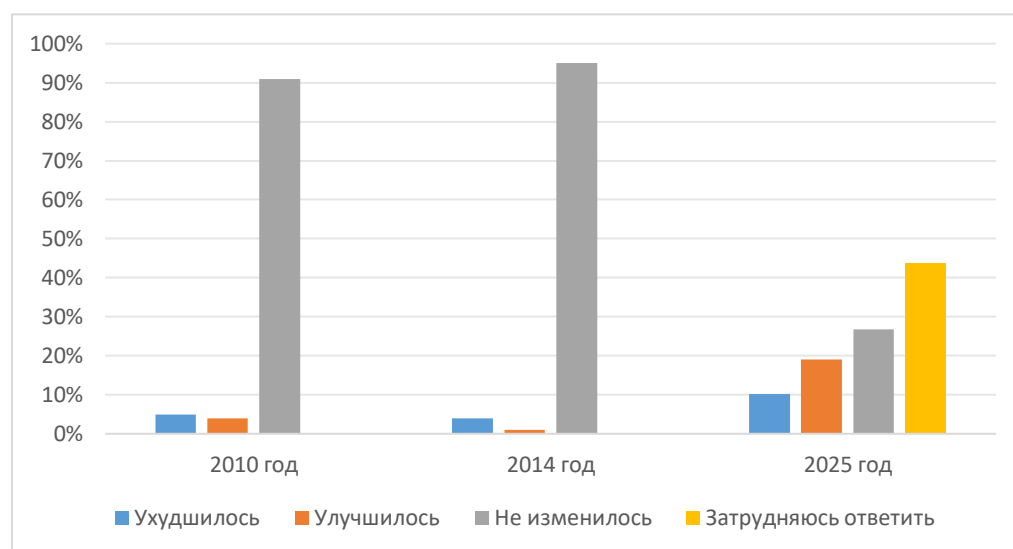


Рисунок 4 - Сравнительные результаты оценки изменения условий хозяйствования вследствие воздействия Зарагагской ГЭС.

Анализируя полученные сравнительные гистограммы мы видим, что респонденты 2025-го года чаще затрудняются ответить на вопрос. Большинство из тех, кто выбирал этот вариант ответа это представители возрастной категории 16-25 лет, можно предположить, что затрудняются ответить на этот вопрос так как строительство велось с 1976 года и только в 2020 году закончилось, представители этой категории не застали его начало, а не получили разъяснений из-за низкой информативности проекта. Если говорить о других вариантах ответа, то людей считающих, что условия улучшились стало больше, чем в прошлых годах.

Вопрос необходимости переноса населенных пунктов показал, что подавляющее большинство 64% считают, что населенные пункты необходимо было перенести, а 36% считают иначе. Интересно, что респонденты 2010 и 2014 годов отвечали иначе, считая, что это излишнее.

На вопрос «Заметили ли Вы изменения погодно-климатических условий над акваторией водохранилища и прилегающих территориях?», можно было ответить выбрав несколько вариантов, а также дать свой развернутый ответ. Большая часть респондентов 52%, отметили усиление порывов ветра вблизи водохранилища, а 40% заметили повышение влажности воздуха. Также 15% и

18% опрошенных замечали, повышение туманообразования и отличие температуры возле водохранилища соответственно.

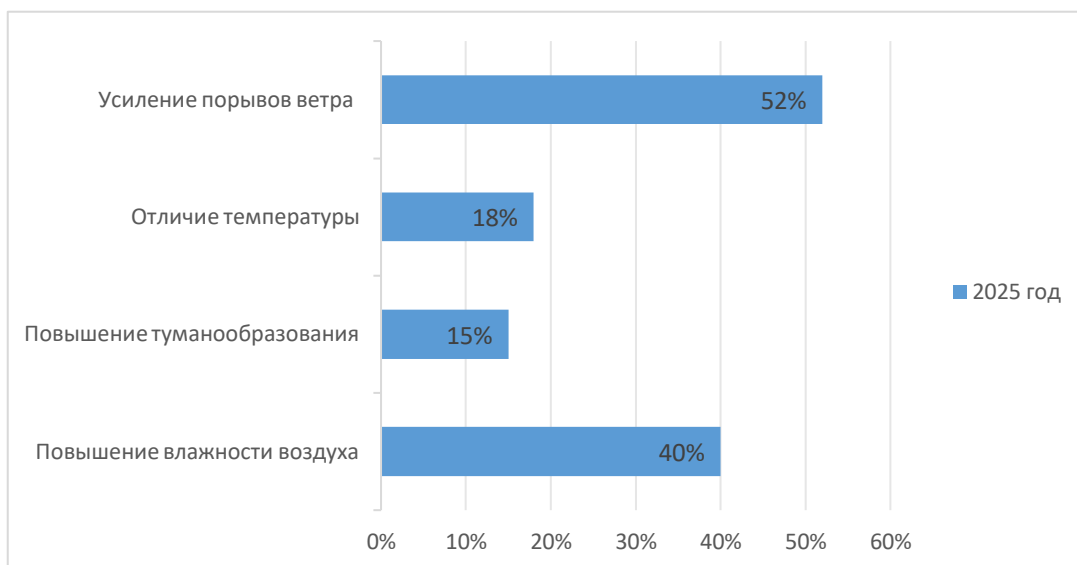


Рисунок 5 - Оценка изменений погодно-климатических условий.

Для сравнения, в 2010 году респонденты, считающие, что влажность воздуха повысилась составили 62%, а в 2014 году - 84%.

Давая развернутый ответ, большинство писали, что изменений нет, либо затрудняются ответить (8%).

В ходе анализа ответов выяснилось, что большинство опрошенных (58%) опасаются прорыва плотины. Что интересно, в основном так отвечали люди старше 25 лет.

Респонденты оценивая экологическую обстановку в районе каскада, в большинстве оценили как нейтральную (52%). Из этого числа большинство - лица категории 16-25 лет. Положительно оценивают экологическую обстановку 38%. Отрицательно оценивают 10% опрошенных, из которых большинство - лица 36-45 лет.

Все работники ГЭС, проходившие опрос, отвечали только положительно. Работники сферы промышленности и сельского хозяйства отвечали либо нейтрально, либо положительно. Вариант «отрицательно» выбирала преимущественно категория сферы деятельности «иное».



Рисунок 6 - Оценка экологической обстановки в районе ГЭС.

Следующий вопрос в анкете состоял в том, чтобы узнать, считают ли респонденты, что изменения, если они есть, в экологической обстановке вызваны строительством ГЭС. Большинство респондентов затрудняются ответить на этот вопрос, их доля составляет 49%. Опрошенные, считающие, что строительство Зарамагских ГЭС стало причиной в изменении экологической обстановки, составили 23%. Остальные 28% респондентов не считают, что Зарамагские ГЭС являются причиной изменений в экологической обстановке.

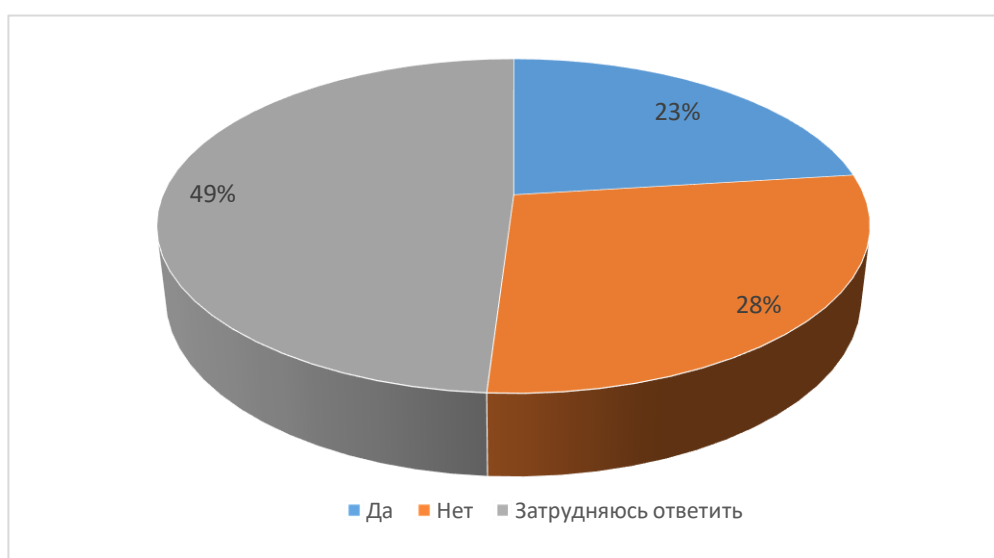


Рисунок 7 - Оценка причины изменений экологической обстановки.



Предлагая респондентам оценить изменения в животном мире, был задан следующий вопрос: «Как Вы думаете, к каким изменениям для местообитаний, численности и разнообразия животных привело строительство и функционирование Зарамагских ГЭС, а также затопление территории водохранилища?». Доля респондентов, считающих, что произошли изменения в худшую сторону, составила 44,4%. Респонденты, считающие, что произошли изменения в лучшую сторону, - 14,1%. Остальные 41,5% считают, что строительство и функционирование Зарамагских ГЭС не привело к изменениям. Работники ГЭС, проходившие опрос, указывали вариант ответа «улучшило», так как ситуация с изменениями в ихтиофауне считается временной, а водохранилище и вовсе стало местом, куда спускаются горные козлы и серны на водопой (рисунок 7).

Предлагая респондентам оценить изменения в растительном мире, был задан следующий вопрос: «Как Вы думаете, к каким изменениям для местообитаний, численности и разнообразия растений привело строительство и функционирование Зарамагских ГЭС, а также затопление огромной территории водохранилища?». Доля респондентов, считающих, что произошли изменения в худшую сторону, составила 45%. Респонденты, считающие, что произошли изменения в лучшую сторону, - 13%. Остальные 42% считают, что строительство и функционирование Зарамагских ГЭС не привело к изменениям (рисунок 8).

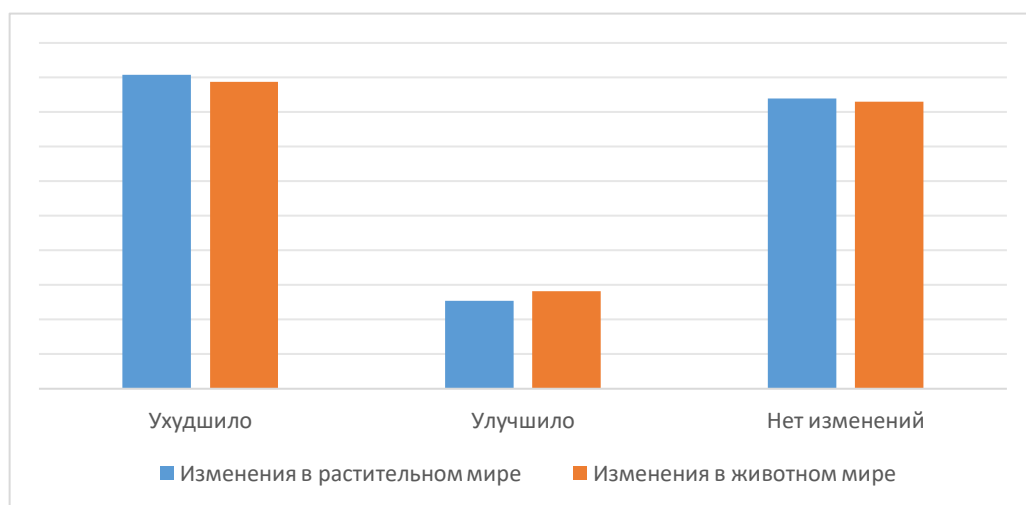


Рисунок 8 - Сравнение оценок влияния ГЭС на животный и растительный миры.

Как было сказано в предыдущей главе о рыбоводстве в акватории Зарамагского водохранилища, оно активно развивается в последние годы. Поэтому мы посчитали важным узнать мнение населения по этому поводу. Так, 59% респондентов положительно относятся к рыбоводству, 29% затрудняются ответить, а 12% относятся отрицательно к рыбоводству в акватории водохранилища.

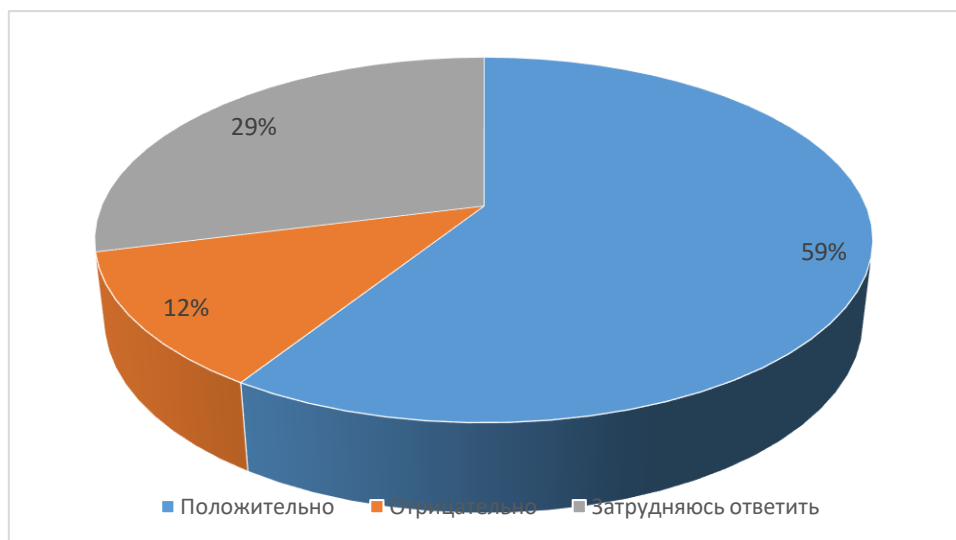


Рисунок 9 - Оценка отношения к рыбоводству в акватории водохранилища.

Оценивая изменения здоровья и жизнедеятельность людей в новых погодно-климатических условиях, респонденты в основном считают, что изменения не произошли (60%), считающие, что погодно-климатические условия ухудшили здоровье и жизнедеятельность людей составили 25%. Улучшения в связи с изменениями погодно-климатических условиях выбрали 15% респондентов.

Для сравнения в опросах 2010 и 2014 годов улучшения отметили 2% и 3% соответственно, ухудшение 4% в обоих опросах. И больше 90% опрошенных и в 2010 и в 2014 году считают, что изменений не произошло (рисунок 10).

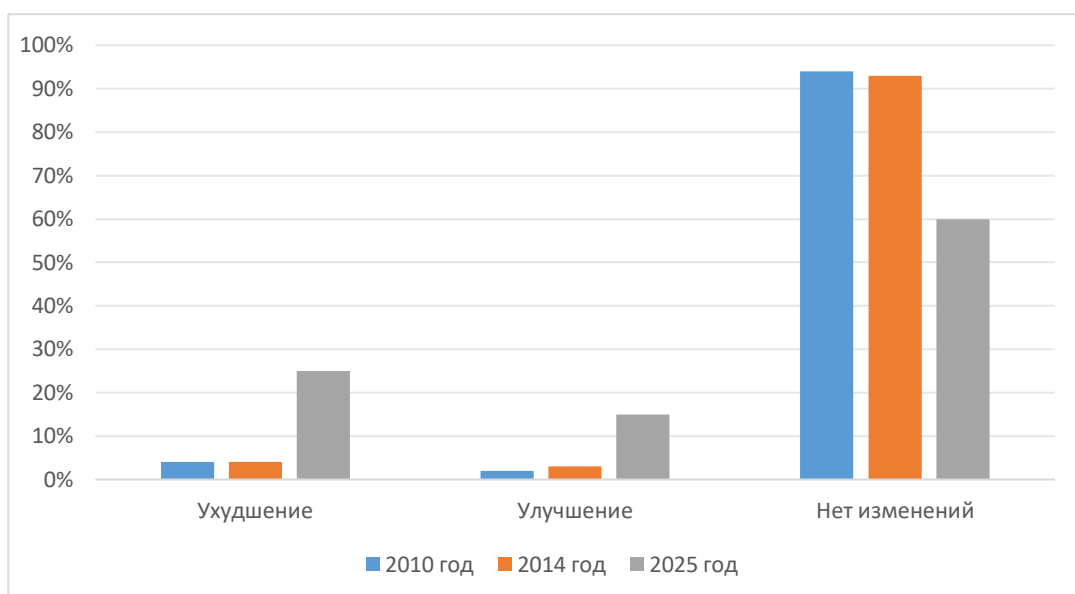


Рисунок 10 - Сравнение оценок изменения здоровья и жизнедеятельность людей в новых погодно-климатических условиях.

Уменьшение процента людей, которые считают, что изменений нет, может быть связано с тем, что местное население отмечает проблемы от усиления порывов ветра. Опрошенные говорили о том, что порой ветер обрывает линии электропередач, а местное население остается без электричества, иногда подолгу, так как в горной местности не всегда есть возможность оперативного ремонта.

Демографические тенденции района Зарамагских ГЭС по мнению респондентов ухудшились(43%), почти столько же процентов опрошенных считают, что тенденции не изменились - 42%. И только 15% опрошенных считают, что тенденции улучшились (рисунок 11).

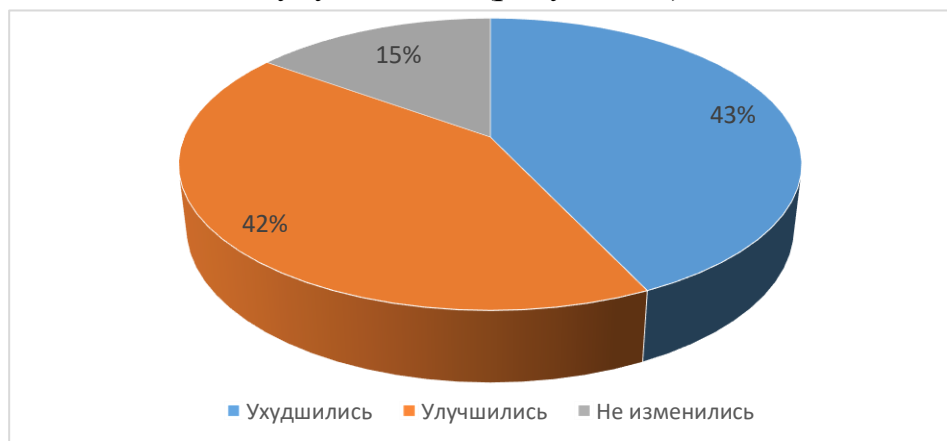


Рисунок 11 - Оценка демографических тенденций района Зарамагских ГЭС.

Отвечая на вопрос о демографических тенденциях, респондентам, которые выбрали пункт «ухудшились», предлагалось дать развернутый ответ, почему по их мнению это могло произойти. Также этот вопрос не был обязательным. Ответы дали 54 человека, они получились самые разнообразные. Самые распространенные ответы были следующие: мало инфраструктуры для создания семьи, временное жилье, постоянно проживают в городе, мало сфер деятельности, в горах трудно жить, во всех горных селах происходит ухудшение, дефицит рабочих мест, там нечего делать. А также многие написали, что затрудняются объяснить причины.

Для сравнения, в опросах прошлых лет были следующие результаты. В 2010 году 91% респондентов считало, что изменений в демографических тенденциях не произошло. В 2014 году такое мнение разделили уже 67% опрошенных. Улучшение в тенденциях, опрошенные в 2010 году респонденты, заметили 4%, но в 2014 году никто из опрошенных не заметил этого. А вот в вопросе ухудшения демографических тенденциях произошел обратный процесс. Если в 2010 году ухудшения отметили всего 5%, то в 2014 году, считающих так, стало уже 33% (рисунок 12). Такие изменения в ответах, как уже было сказано в предыдущей главе, возможно из-за повсеместного оттока населения из горных районов, из-за нехватки инфраструктуры и рабочих мест.

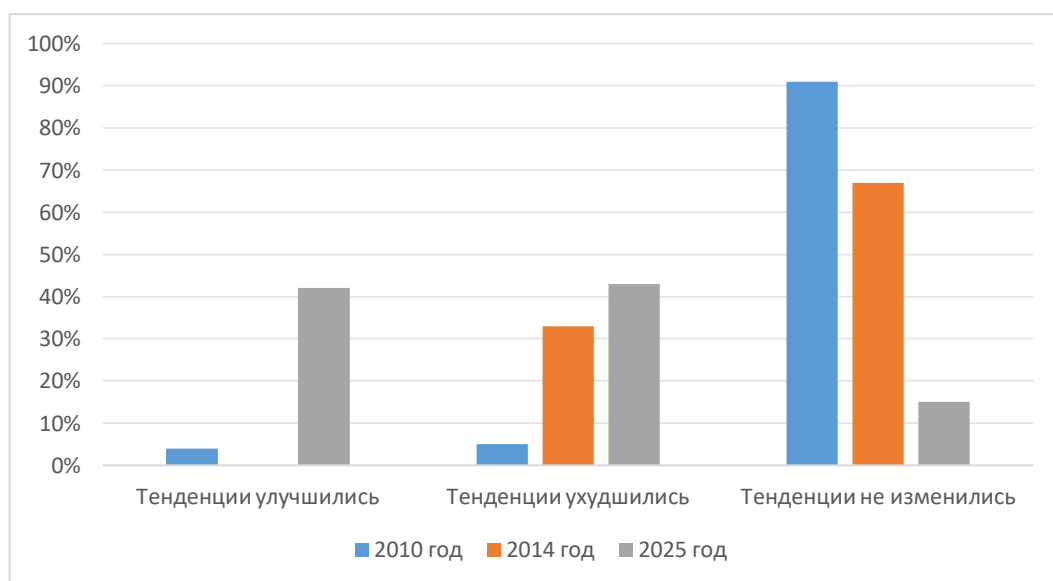


Рисунок 12 - Сравнительная оценка демографических тенденций

Половина опрошенных респондентов (50%) заметили, что в районе влияния ГЭС произошли улучшения инфраструктуры, такие как ремонт и строительство дорог, жилищное строительство, появление новых соц.объектов. Затрудняются ответить на этот вопрос 38% опрошенных, а 12% считают, что улучшений не произошло (рисунок 13). В основном улучшения заметили представители категорий старше 25 лет, а респонденты до 25 лет в основном затруднялись с ответом. Также больше половины респондентов (60,5%) ожидают улучшений в перспективе.

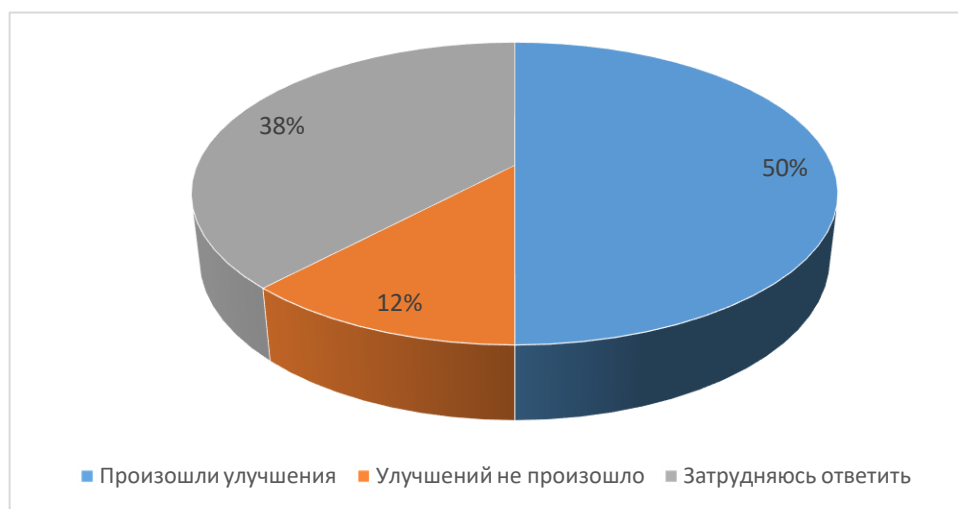


Рисунок 13 - Оценка развития инфраструктуры в зоне влияния ГЭС

Если сравнивать с опросами в предыдущие годы, то можно увидеть следующее.

В 2010 году 36% респондентов ожидали, что ГЭС будет способствовать развитию социальной инфраструктуры, в 2014 году этот процент уменьшился до 2%. Можно предположить, что такое резкое падение процента ожидающих улучшений, произошло из-за того, что население не замечало улучшений в первое время функционирования Головной ГЭС и не закончившегося строительства ГЭС-1, и их ожидания на улучшения практически сошли на нет.

Респонденты, которые считали, что ГЭС не будет влиять на развитие инфраструктуры, в 2010 году составили 28%, а в 2014 году доля разделяющих это мнение увеличилась до 53%.

Также респондентам предложили оценить влияние ГЭС на социально-экономическое развитие всей республики. Респонденты в равных процентах затруднялись ответить (36,1%), либо считают, что произошли улучшения (36,6%). Не заметили изменений 22% опрошенных. Оставшиеся 5,4% считают, что социально-экономическое развитие республики ухудшилось (рисунок 14).

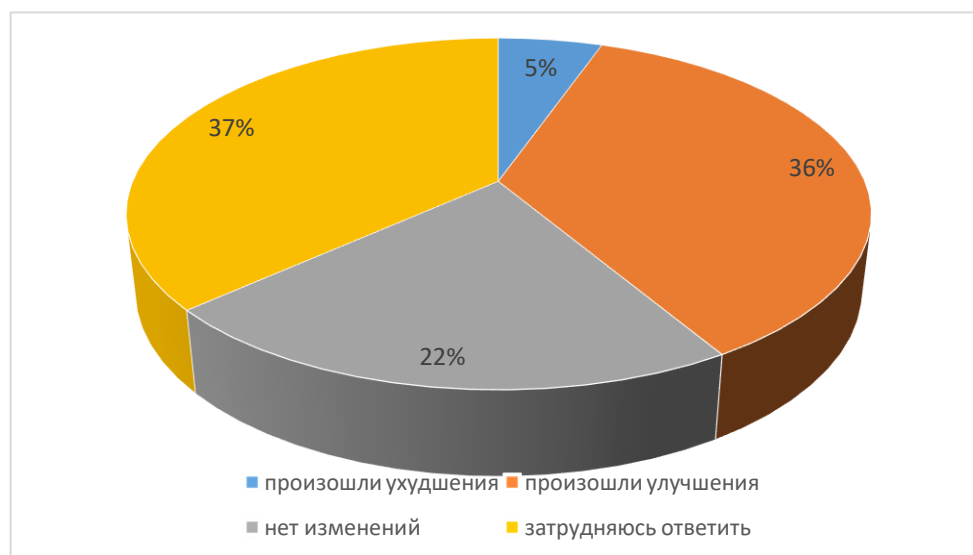


Рисунок 14 - Оценка влияние функционирования ГЭС на социально-экономическое развитие всей республики

В основном затруднялись ответить представители молодежи, а улучшения заметило более старшее поколение. Большая часть опрошенных 64% ожидают улучшения в перспективе.

Если сравнивать с ответами респондентов в 2010 году, то тогда более 44% опрошенных ожидали улучшения социально-экономического развития всей республики, но уже в 2014 году их доля снизилась до 6%.

Также в состав опроса входила оценка влияния ГЭС по направлениям социально-экономического положения. Полученные результаты показали, что подавляющее большинство считают, что благодаря ГЭС были созданы новые рабочие места. Доли респондентов, считающие, что ГЭС способствовало приезду новых специалистов, развитию производственной инфраструктуры, рост инвестиций в экономику республики и рост налоговых поступлений в бюджет всех уровней, в общей сложности составили от 20-30%.

Интересно, что совсем малое количество опрошенных считают, что функционирование ГЭС повысило уровень жизни местного населения. Также респонденты могли дать свой развернутый ответ. Многие, кто воспользовались этим вариантом, говорили о том, что затрудняются ответить, либо считают, что ничего из этого не произошло. Также многие говорили, что на их взгляд стало хуже, либо они не получили того, что ожидали. Есть доля опрошенных, которые говорят, о том что цены на электроэнергию наоборот возросли, хотя население ожидало обратного.

Интересные показатели были получены в 2010 и 2014 годах. Так, в 2010 году респонденты считающие, что произойдет рост налоговых поступлений в бюджеты всех уровней, составляли 58%, тогда как в 2014 году их стало меньше на 37%. Число, считающих, что произойдет рост числа рабочих мест 70%, а в 2014 году это число упало до 14%. Рост инвестиций в 2010 году ожидали 34%, а в 2014 году их стало всего 8%. Тоже самое произошло и с ожиданием повышения уровня жизни и снижения стоимости электроэнергии, так в 2010 году это были 32% и 29% соответственно, а в 2014 году цифры были уже другие - 11% и 8%. Можно предположить, что после запуска первой очереди, люди были воодушевлены и ожидали больших перемен в жизни и республике, но уже к 2014 году пришло разочарование, так как функционирования головной ГЭС, которая в каскаде вырабатывает меньшую долю энергии, не оправдало ожиданий, а также не стоит забывать, что продолжалась второй очереди стройка.

Как было рассказано в предыдущей главе, при затоплении водохранилища Зарамагских ГЭС были утрачены археологические находки. Респондентам было предложено высказать свое мнение по этому вопросу. Подавляющее большинство опрошенных считают, что проект ГЭС должен был быть отложен, а находки перенесены в музей, их доля составила 78%. Оставили этот вопрос без ответа 14% респондентов. Оставшиеся 8% опрошенных считают, что проект строительства не должны были откладывать. Интересно, что все работники ГЭС, проходившие опрос ответили «нет».

Последний вопрос в анкете, предлагал респондентам оценить перспективы развития туризма функционирования ГЭС. Положительно относятся к развитию туризма 59% опрошенных. Отрицательно относятся 36% опрошенных. Также респондентам предлагался 3-ий вариант ответа — дать свой развернутый. Им воспользовались 4% опрошенных, ответы были следующими, во-первых, было замечено, что благодаря развитию туризма, территорию стали облагораживать, также стали появляться арт объекты. Но помимо положительных ответов были и негативные, к примеру, считают, что туристы много мусорят, а также, что туризм - это зло для Осетии.

В основном положительно относятся к развитию туризма молодые люди до 25 лет, а старшее поколение преимущественно отвечало, что относятся отрицательно.



### 3.2 Заключение и рекомендации по результатам опроса

По результатам опроса существенная доля опрошенных затрудняется ответить на вопросы, особенно молодежь. Это говорит о низкой информированности населения о реальных последствиях строительства Зарамагского каскада. С 2020 года в районе наблюдается отток населения. После окончания строительства число рабочих мест сократилось, а альтернативных мест трудоустройства практически нет. Также население относит к причинам оттока населения нехватку инфраструктуры и сложные условия жизни в горах. Отсутствие единого в некоторых вопросах может быть следствием как недостатка информации, так и различий в уровнях вовлеченности. Экологическую обстановку в районе ГЭС большинство оценили как нейтральную, а работники ГЭС, проходившие опрос, оценили как положительную, также как и работники сельского хозяйства и промышленности. Население в целом не воспринимает строительство ГЭС как однозначную экологическую угрозу. Позитивное отношение преобладает у вовлечённых профессиональных групп, тогда как более критичные оценки характерны для людей среднего возраста и неформализованных секторов занятости. Преобладание положительных оценок по отношению к рыбоводству указывает на восприятие рыбоводства как перспективного и экологически приемлемого направления. По отношению к утратам археологических памятников практически единогласно опрошенные считают, что проект нужно было отложить, но не работники ГЭС. Развитие туризма воспринимается как шанс, но с оговорками. Большая часть относится к этому положительно, но старшее поколение относится скептически. Среди плюсов — благоустройство территории, создание арт-объектов. Среди минусов — мусор, «разрушение традиционного уклада».

Рекомендации по устойчивости и безопасности функционирования Зарамагского каскада ГЭС:

1. Повышение инженерной устойчивости. Продолжить и расширить сейсмический и геодинамический мониторинг территории. Установить дополнительные станции наблюдения. Обновлять расчеты и укреплять участки, подверженные оползневым и лавинным рискам. Усилить контроль за состоянием плотины и деривационных тоннелей, особенно в периоды интенсивных паводков.

2. Экологический контроль и компенсация. Расширить программу экологического мониторинга. Установить миграционные пути и рыбозащитные сооружения в зоне нижнего бьефа. Разработать план ландшафтной компенсации.

3. Социальная устойчивость. Организовать целевые программы поддержки занятости в зоне влияния. Продолжить инфраструктурное развитие. Усилить информирование населения о деятельности каскада, рисках и мерах защиты.

4. Культурное наследие. При дальнейших проектах проводить археологические исследования на ранних этапах.

5. Прозрачность и доверие.

## Заключение

В настоящей работе была предпринята попытка комплексной оценки Зарамагского каскада гидроэлектростанций с точки зрения геологических, инженерных, социальных и экологических параметров. Такой междисциплинарный подход оказался оправданным, учитывая сложные природные условия, уникальность инженерных решений и острую общественную дискуссию, сопровождавшую строительство объекта.

В рамках первого раздела была выполнена оценка геологической надёжности и безопасности района строительства. Установлено, что территория размещения Зарамагского каскада характеризуется высоким уровнем сейсмичности, активностью экзогенных процессов (оползни, сели, лавины), а также сложной литологической структурой с наличием крупных тектонических разломов. В ответ на эти риски проектировщики реализовали целый ряд компенсирующих решений — снижение высоты плотины, усиление конструкции, организация обводных тоннелей, систем сброса и инъекционных завес. В техническом аспекте проект отличается уникальностью: это самый длинный деривационный тоннель в России и одна из немногих ГЭС, работающих на столь высоком напоре. Конструкция станции позволяет в перспективе увеличить мощность и адаптировать объект под меняющиеся условия. Особенностью является также значительный объём подземных сооружений, минимизирующих поверхностное вмешательство в экосистему.

Социальная часть исследования показала двойственность восприятия проекта: с одной стороны, гидроузел стал драйвером развития региона, дал импульс для улучшения инфраструктуры, повышения энергообеспеченности и привлечения инвестиций. С другой — вызвал обеспокоенность у местного населения, связанная с переселением, нарушением природного равновесия и угрозой культурному наследию. Особенно болезненным оказался вопрос археологических раскопок, часть которых оказалась затопленной.

Экологический анализ показал, что строительство ГЭС, несмотря на использование ряда смягчающих мероприятий, всё же оказало заметное влияние на природные комплексы. Изменился водный режим, трансформировались русловые процессы, затоплены пастбища, нарушены охраняемые территории. Однако, с другой стороны, проект позволил резко сократить выбросы парниковых и загрязняющих веществ за счёт вытеснения традиционного топлива и стал площадкой научных наблюдений — в частности, был зафиксирован переднеазиатский леопард, ранее считавшийся исчезнувшим в регионе.

В рамках социально-экологического мониторинга зафиксированы ключевые настроения населения, выявлены проблемные точки взаимодействия между обществом и проектировщиками. Это позволило не только зафиксировать текущую картину, но и обозначить направления для корректировки управления подобными объектами в будущем.

Таким образом, поставленные в работе задачи были последовательно решены. И был сделан вывод, что проект Зарамагского каскада ГЭС — пример сложного компромисса между энергетическими потребностями, природной устойчивостью и интересами общества. Его опыт может служить основой для более взвешенного подхода к реализации гидроэнергетических проектов в других сложных и уязвимых территориях.

## Список использованных источников

1. РД 153-34.2-02.409-2003. Методические указания по оценке влияния гидротехнических сооружений на окружающую среду. РАО «ЕЭС России», 2003.
2. Обосновывающая документ. ОВОС проекта Зарамагских ГЭС. Материалы оценки воздействия на окружающую среду. – Владикавказ: Армгидропроект, 2013. – 124 с.
3. Тимошкина Н.В. Географическая характеристика, климат и природные ресурсы Северной Осетии: монография. – Ульяновск: Зебра, 2020 – 56 с.
4. Зарамагская ГЭС-1 на реке Ардон. Обосновывающая документация. К проекту технического задания на проведение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), «Корректировка технического проекта 1993г, в части строительства Зарамагской ГЭС-1 и достройки по состоянию на 01.01.2011 г.» Ленинградпроект.
5. Колесникова А.М., Джагамадзе А.К., «Инженерно-геологические условия и сейсмическая обстановка в районе Зарамагских ГЭС, причины возможной активизации опасных геологических и экзогенных процессов», Геолгия и геофизика Юга России, №3, 2015, с63-74.
6. Касаткин Н.И., Коних Г.С. Проектные решения основных сооружений Зарамагской ГЭС-1/ СПб.: ОАО Ленгидропроект, 2011. – 13 с.
7. Караев Ю.И. «Влияние опасных экзогенных геологических процессов на высоконапорные ГЭС (на примере Зарамагских ГЭС, РСО-Алания)», Геология и геофизика Юга России, №4, 2013, с 23-33.
8. И. Кочиева. Об опасном соседстве Зарамагской ГЭС и ТрансКАМа/ Юго-осетинская газета «Республика», 2009.
9. Проблемы социально-экономической оценки расширения Зарамагской ГЭС//XXXVI неделя науки СПбГПУ: материалы Всероссийской межвуз. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, 26 ноября - 1 декабря 2007 г. Санкт-Петербург. – 2009. – Факультет экономики и менеджмента. — Ч. 7.

10. Голик В.И., Мельков Д.А., Логачев А.В. К истории горнметаллургической отрасли Северной Осетии// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), семинар № 10, 2009.
11. Росстат. Демографические показатели РСО-Алания: численность населения, миграция, занятость. Официальные данные, 2020–2024.
12. Кесаев А. Х., Цаллагов Х. Р. Воздействие гидротехнических сооружений на горные реки Северного Кавказа // Известия вузов. Геология и разведка. – 2018. – № 6. – С. 78–85.
13. Караев Ю.И. О мониторинге опасных процессов в горной зоне// Научные труды Вольного экономического общества России, 2011.
14. Чшиев, Х. Р. «Новые материалы Адайдонского могильника, расположенного вблизи Мамисонского и Рокского перевалов Главного Кавказского хребта»; Кавказ и мир древности, № 3, 2017, с. 45–62.
15. Чшиев Х. Р. Материалы памятников кобанской археологической культуры РСО-А // Дарьял. 2016. № 3.
16. Чшиев Х. Р. Город мертвых убьёт вода // 15-Й РЕГИОН. 31.07.2008.
17. РусГидро. Экологическая политика компании и отчёты по зарыблению рек Северной Осетии // Официальный сайт ПАО «РусГидро». – 2023.
18. Росрыболовство. Отчёт о компенсационных мероприятиях по зарыблению Ардонского бассейна. – Москва, 2024. – 16 с.
19. Сергеев А. В., Лаптев И. М. Горные реки Кавказа и их рыбные ресурсы. – М.: Наука, 2009. – 203 с.
20. Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Ларьков А.С. «Очаг сильного землетрясения как геологический объект»; Геотектоника, 2021, №3, с.3-30
21. Габараев М. «Цунами или энергетический рай»; Вестник кавказа 2009.
22. «Рекордно высокий напор»; Кислород.ЛАЙФ. 2020.
23. «Самый высоконапорный в России Зарамагский гидроэнергетический комплекс-1 успешно запущен в эксплуатацию» Официальный сайт полномочного представителя Президента Российской Федерации в Северо-Кавказском федеральном округе, 2020.

24. Л. Албегова З.Х., Верещинский-Бабайлов Л.И. Раннесредневековый могильник Мамисондон: результаты археологических исследований 2007-2008 гг. в зоне строительства водохранилища Зарамагских ГЭС: Материалы охранных археологических исследований. Т. 11 / Отв. ред. В.Ю. Малашев. М.: Таус, 2010. 492 с.
25. Чшиев В.Т. «Адайдонский некрополь-памятник эпохи поздней бронзы-раннего железа в Зарамагской высокгорной котловине Большого Кавказа» Вестник Владикавказского научного центра 2021.
26. Тавасиев В.Х., Тавасиев Г.В., Социально-экологические проблемы в Республике Северная Осетия-Алания, Вестник университета, 2015.
27. Институт археологии РАН/ 2008-Северо-Осетинская экспедиция.
28. Рыбный день/ Это Кавказ, 2022.
29. Переднеазиатский леопард, считавшийся вымершим в России, был замечен возле Зарамагской ГЭС/ РусГидро 2017.
30. Мизур: когда-то бельгийский, горняцкий, и по-прежнему живой/ Дзен 2023.
31. Л.Г. Мамсурова. Социально-экологический мониторинг последствий строительства крупных хозяйственных объектов в районах их размещения, 2015.
32. «Переселение 6000 животных и затопление водопада: самые вредоносные ГЭС планеты»// Моя энергия.
33. Гаджиев М.Д. Социально-экономические проблемы гидроэнергетического освоения сельских территорий Дагестана, Региональные проблемы преобразования экономики, 2017.

## Приложения

### Приложение А

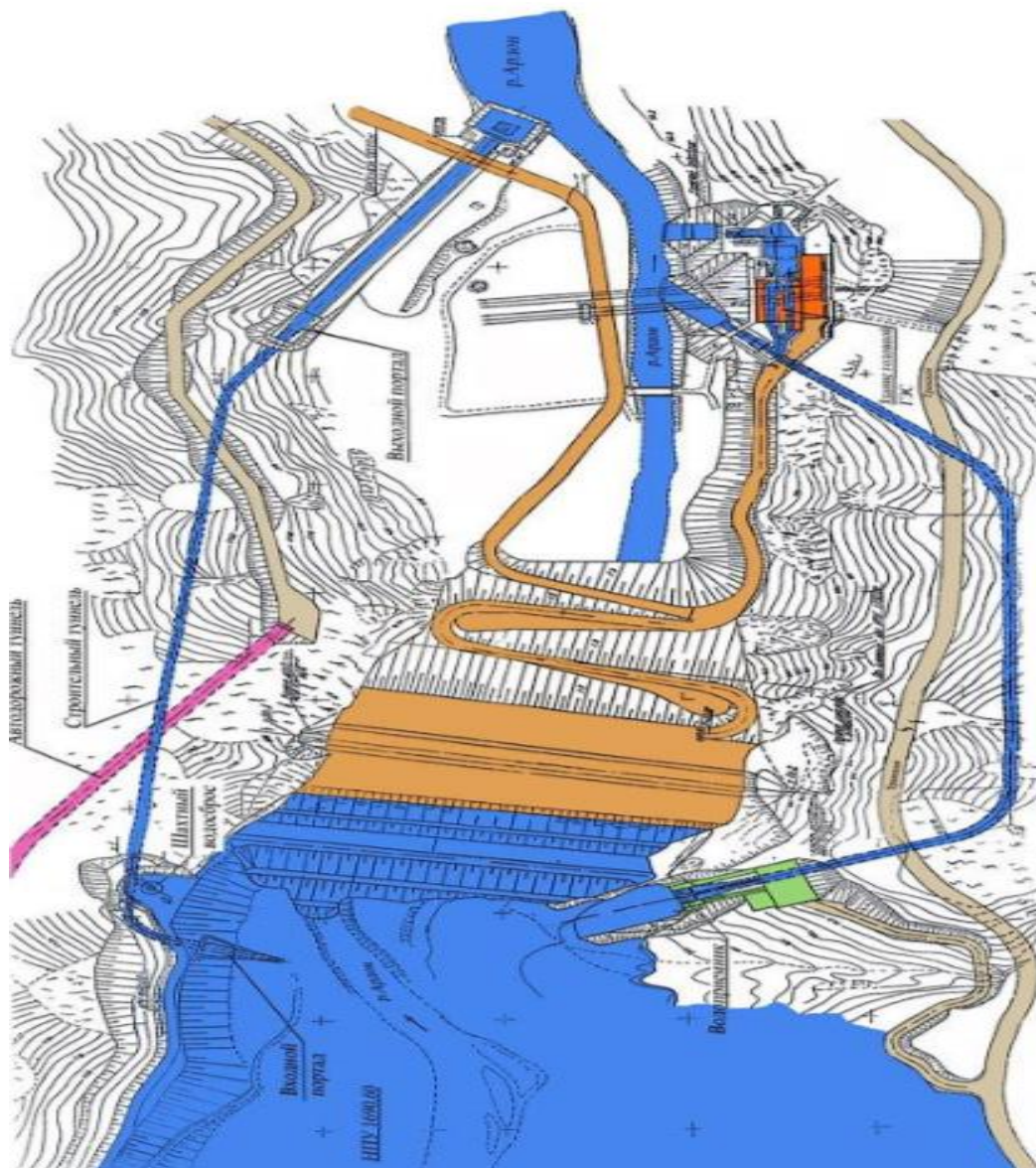


Рисунок А - Схема размещения сооружений Головной ГЭС



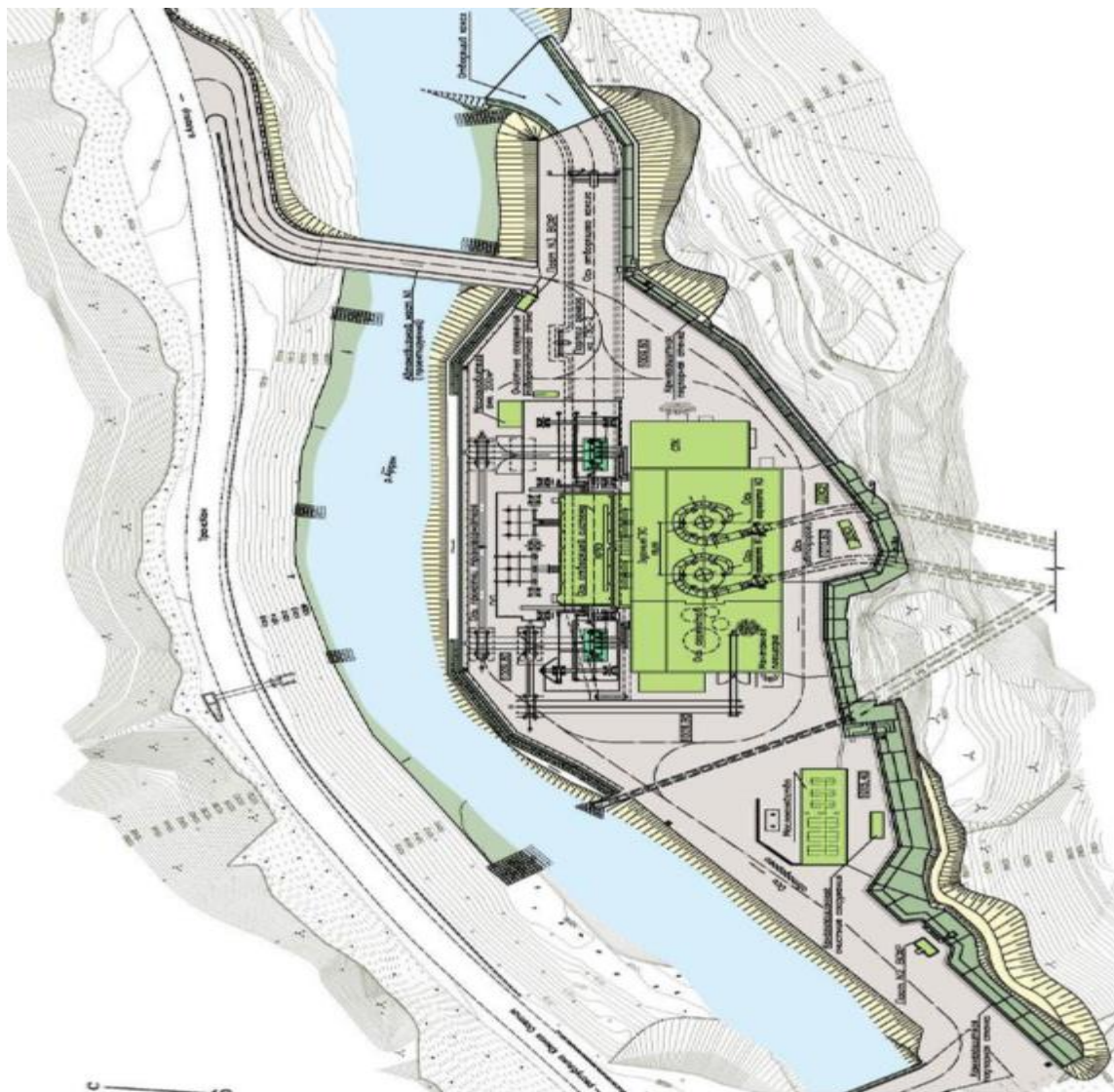


Рисунок Б - Схема сооружений ГЭС-1

## Приложение В

Таблица 1 - Экономическая оценка ущерба

| № | Этап                              | Содержание работ                                                                | Ответственные структуры/лица             | Результат                                             | Пересчет затрат на цены 2025 года |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Оценка переселения населения      | Инвентаризация жилья, подготовка участков под строительство, расчет компенсаций | Администрации поселений, Минстрой РСО-А. | План переселения, объем затрат: 74 человека - 2.25 га | -                                 |
| 2 | Оценка потерь с/х земель          | Подсчет пастбищ и приусадебных участков, расчет потерь и компенсаций            | Минсельхоз, кадастровые службы           | 21,34га<br>2199,28+959,04 тыс.руб.                    | 35 005<br>727,26 руб.             |
| 3 | Снятие плодородного слоя          | Определение объемов, организация снятия, складирование                          | Экослужбы, подрядные организации         | 6,08га<br>Затраты 391,98 тыс.руб.                     | 4 344<br>570,84 руб.              |
| 4 | Оценка упущенной выгоды           | Экономическая оценка потерь по затопливаемым угодьям                            | Минсельхоз, экономические эксперты       | 6383,44 тыс.руб                                       | 67 722<br>679,90 руб.             |
| 5 | Оценка потерь вне зоны затопления | Выявление косвенных потерь (дороги, подходы к угодьям), компенсации             | Дорожные службы                          | 600,88 тыс.руб                                        | 3 029<br>162,74 руб.              |
| 6 | Перевод лесных земель             | Изъятие, перевод, компенсация                                                   | Природоохранные службы                   | 0,9га<br>829,7 тыс.руб.                               | 9 196<br>108,03 руб.              |
| 7 | Переустройство ЛЭП                | Оценка, проектирование и перенос ЛЭП                                            | Энергетические компании                  | 2406,9 тыс.руб.                                       | 26 677<br>247,70 руб.             |
| 8 | Строительство автодорог и туннеля | Проектирование и строительство объездной дороги и туннеля                       | Дорожные службы                          | Новый маршрут, обход затопления                       | -                                 |
| 9 | Воздействие на рыбное хозяйство   | Оценка потерь, план восстановления популяции                                    | Минприроды                               | Потери форели 14ц/год                                 | -                                 |

## Приложение Г



Рисунок Г - Могильник Зарамагского водохранилища



# Приложение Д



Рисунок Д - Инвентарь могильника

Приложение Е

## Социально-экологический мониторинг ответственности строительства гидроэлектростанций Зарамагского каскада

В I U ↻ ✕

Опрос населения является составной частью исследования на тему: «Социально-экологическая ответственность гидроэнергетики на примере Зарамагского каскада».

Комплексный социально-экологический мониторинг является обязательным условием контроля над последствиями ввода в эксплуатацию ГЭС. Он проводится в рамках выполняемой мною дипломной работы по специальности «Экология и природопользование».

**Благодарим за участие!**

annapolurezovs@gmail.com

omandryka@gmail.com

Ваше имя \*

Краткий ответ

Ваш возраст \*

☐ Меньше 16

☐ 16-25

☐ 26-35

☐ 36-45

☐ 46-55

☐ Старше 55

Рисунок Е1- Структура интернет-опроса.

Ваша сфера деятельности

☐ Учусь в школе

☐ Учусь в среднем или высшем учебном заведении

☐ Работник ГЭС

☐ Промышленность

☐ Сельское хозяйство

☐ Гос. учреждения

☐ Иное

☐ Не работаю

Оцените, как в целом изменились условия хозяйствования в результате \*  
воздействия Зарамагских ГЭС?

☐ Ухудшились

☐ Улучшились

☐ Не изменились

☐ Затрудняюсь ответить

Необходимо ли было переносить населенные пункты, которые попали под \*  
воздействие Зарамагских ГЭС?

☐ Да

☐ Нет

Рисунок Е2- Продолжение структуры интернет-опроса.

Заметили ли Вы изменения погодно-климатических условий над акваторией \*  
водохранилища и прилегающих территориях?

(можно выбрать несколько  
вариантов)

- ☐ Усиление порывов ветра вблизи водохранилища
- ☐ Увеличение туманообразования
- ☐ Повышение влажности воздуха
- ☐ Понижение влажности воздуха
- ☐ Отличие температуры воздуха в районе ГЭС от других близлежащих территорий
- ☐ Другое...

Опасаетесь ли Вы наводнения в случае прорыва плотины Зарамагского \*  
водохранилища?

- ☐ Да
- ☐ Нет

Как бы Вы оценили экологическую обстановку в районе Зарамагского каскада? \*

- ☐ Положительно
- ☐ Отрицательно
- ☐ Нейтрально

Считаете ли Вы, что причиной изменений экологической обстановки явилось \*  
строительство Зарамагских  
ГЭС?\*

Рисунок Е3- Продолжение структуры интернет-опроса.



- ☐ Да
- ☐ Нет
- ☐ Затрудняюсь ответить

Как Вы думаете, к каким изменениям для местообитаний, численности и \*  
разнообразия **животных** привело строительство и функционирование  
Зарамагских ГЭС, а также затопление территории водохранилища?

- ☐ Ухудшило
- ☐ Улучшило
- ☐ Не изменилось

Как Вы думаете, к каким изменениям для местообитаний, численности и \*  
разнообразия **растений** привело строительство и функционирование  
Зарамагских ГЭС, а также затопление огромной территории водохранилища?

- ☐ Ухудшило
- ☐ Улучшило
- ☐ Не изменилось

Как Вы оцениваете развитие рыбоводства в акватории Зарамагского \*  
водохранилища?

- ☐ Положительно
- ☐ Отрицательно
- ☐ Затрудняюсь ответить

Рисунок Е4 - Продолжение структуры интернет-опроса.

Как Вы думаете, как изменились здоровье и жизнедеятельность людей в новых \*  
погодно-климатических условиях, обусловленных влиянием ГЭС?

- ☐ Улучшилось
- ☐ Ухудшилось
- ☐ Не изменилось

Оцените демографические тенденции района Зарамагских ГЭС(численность \*  
населения):

- ☐ Ухудшились
- ☐ Улучшились
- ☐ Не изменились

Если демографические тенденции района Зарамагских ГЭС ухудшились, то  
почему?

Развернутый ответ

Произошли ли улучшения инфраструктуры в результате ввода в строй ГЭС? \*  
(ремонт и строительство дорог, жилищное строительство, появление новых  
соц.объектов)

- ☐ Да
- ☐ Нет
- ☐ Затрудняюсь ответить

Рисунок Е5- Продолжение структуры интернет-опроса.

Ожидаете ли Вы, что в перспективе функционирование ГЭС приведет к \*  
улучшению инфраструктуры?

- ☐ Да
- ☐ Нет

Оцените влияние функционирования ГЭС на социально-экономическое развитие \*  
всей республики?

- ☐ Произошли улучшения
- ☐ Произошли ухудшения
- ☐ Нет изменений
- ☐ Затрудняюсь ответить

Ожидаете ли Вы улучшения в перспективе? \*

- ☐ Да
- ☐ Нет

К каким социально-экономическим изменениям привело функционирование ГЭС? \*  
(можно выбрать несколько вариантов)

- ☐ Приезд новых специалистов
- ☐ Создание новых рабочих мест
- ☐ Развитие производственной инфраструктуры
- ☐ Рост налоговых поступлений в бюджет всех уровней

Рисунок Е6- Продолжение структуры интернет-опроса.

Приложение Е (продолжение)

- ☐ Рост инвестиций в экономику республики
- ☐ Повышение уровня жизни местного населения
- ☐ Снижение стоимости электроэнергии
- ☐ Другое...

При затоплении чаши Зарамагского водохранилища были утрачены археологические находки. Считаете ли Вы, что проект строительства ГЭС должны были отложить? \*

- ☐ Да, и перенести памятники археологии в музей
- ☐ Нет
- ☐ Нет ответа

Как Вы оцениваете перспективы развития туризма в зоне функционирования ГЭС? \*

- ☐ Положительно
- ☐ Отрицательно
- ☐ Другое...

Рисунок Е7- Продолжение структуры интернет-опроса.