

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
ТАДЖИКИСТАН  
ТАДЖИКСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
АКАДЕМИКА М.С. ОСИМИ**

На правах рукописи

**АНУШАИ МИРЗО**

**МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО  
РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ (НА МАТЕРИАЛАХ ГОРНО-  
БАДАХШАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ  
ТАДЖИКИСТАН)**

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Специальность: 08.00.04 – Отраслевая экономика (08.00.04.01 - Экономика промышленности и энергетики)

Научный руководитель:

к.э.н. РАСУЛОВ С.

Душанбе – 2023г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |          |
|--|----------|
| Условные обозначения.....  | 2        |
| <b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>   | <b>4</b> |
| <b>ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ ОСВОЕНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА</b>  |          |
| 1.1 Теоретико-методические основы устойчивого развития.....  | 15       |
| 1.2 Энерго-экономические особенности горных регионов и их устойчивое развитие.....   | 26       |
| 1.3 Сокращение энергетической бедности в контексте устойчивого развития горных регионов.....   | 39       |
| Выводы по первой главе.....  | 54       |
| <b>ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОРНО-БАДАХШАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ</b>  |          |
| 2.1 Современные тенденции социально-экономического развития и факторы его определяющие.....  | 55       |
| 2.1.1 Эконометрическая модель оценки влияния факторов на устойчивое развитие.....  | 62       |
| 2.2 Энергетический потенциал возобновляемых источников энергии и его значение в устойчивом развитии энергетики.....  | 66       |
| 2.3 Государственно-частное партнерство в электроэнергетике и его роль в обеспечении устойчивого развития региона   |          |
| 2.3.1 Современное состояние электроэнергетики Области.....   | 86       |
| Выводы по второй главе.....  | 105      |
| <b>ГЛАВА 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРНО-БАДАХШАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ</b> |          |
| 3.1 Особенности проектирования малых ГЭС на горных водотоках в целях обеспечения устойчивого развития .....  | 106      |
| 3.2 Методика оценки экономической эффективности малых ГЭС .....  | 125      |
| 3.3 Необходимость учёта гарантированной мощности при оценке экономической эффективности малых ГЭС в контексте устойчивого развития .....                     | 144      |
| Выводы по третьей главе.....   | 155      |
| Выводы и предложения.....  | 156      |
| Список использованной литературы.....  | 159      |
| Приложение 1.....  | 170      |
| Приложение 2.....  | 171      |

## Условные обозначения:

ВИЭ – Возобновляемые источники энергии  
ВЭС – ветровая электрическая станция  
ГБАО – Горно-Бадахшанская Автономная Область  
ГВт - гигаватт  
Гкал – гигакалория  
ГЧП - Государственно-частное партнерство  
ДЭС - дизельные электростанции  
кВт – киловатт  
кВ – киловольт  
Ккал – калорий  
МДж - мегаджоуль  
МГЭС – малые гидроэлектростанции  
МВт - мегаватт  
Млрд – миллиард  
Млн – миллион  
МЭА- Международное энергетическое Агентство  
Н/Д – нет данных  
ООН – Организация Объединённых Наций  
ОЭСР-Организации экономического сотрудничества и развития  
ПЭК - Памирская Энергетическая Компания  
РТ – Республика Таджикистан  
СЭС - солнечные электрические станции  
УР – устойчивое развитие  
ТВт – тераватт  
Т.у.т. – тонн условного топлива  
ТЭК - топливно-энергетический комплекс  
ТЭО - технико-экономическое обоснование  
ФАХЭР – фонд Ага Хана по экономическому развитию  
ЦУР – цели устойчивого развития  
ЦРТ - целей развития тысячелетия

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** В своём послании Президент Республики Таджикистан, Лидер нации, уважаемый Эмомали Рахмон «Об основных направлениях внутренней и внешней политики республики» от 27.01.2021 подчеркнул, что «энергетика является стратегически важной отраслью и огромные инвестиции вкладываются в её развитие. Актуальным является решение ряда важных задач, связанных с постоянным и устойчивым обеспечением электроэнергией, экономным ее использованием и энергоэффективностью» [1].

Республика Таджикистан за годы государственной независимости достигла множество успехов и достижений в энергетической отрасли, однако испытывает трудности в полном обеспечении потребностей отраслей народного хозяйства в электроэнергии. Дефицит электроэнергии, исчисляемый миллиардами кВт.ч., имеет место главным образом в зимний период времени, снижая качество жизни населения и ограничивая доступ к электроэнергии субъектов бизнеса. Этот процесс происходит несмотря на то, что Таджикистан располагает колоссальными возобновляемыми гидроэнергетическими ресурсами- около 527 млрд. кВт.ч потенциальные, 300 млрд. кВт.ч технические из них 150 млрд. кВт.ч экономически целесообразные [2,3]. Неблагоприятные условия в энергоснабжении населения наблюдаются во всех регионах республики. Наиболее тяжелое положение складывается в сельских населенных пунктах, для которых устанавливаются продолжительные режимы ограничения доступа к электроэнергии. Не является исключением и Горно-Бадахшанская Автономная Область (ГБАО). Наряду с этим, после распада гегемонии дешевого нефтяного топлива для работы дизельных электрических станций (ДЭС) некоторые отдаленные высокогорные села до сих пор не имеют доступ к электричеству. Например, электроснабжение Мургабского района и некоторых населенных пунктов долины Бартанга Рушанского района, где

проживают 21 тыс. человек полностью осуществлялось от ДЭС [4,5]. Такой дорогой способ производства электроэнергии, где ежегодные затраты на приобретение только дизельного топлива оценивались миллионами долларов США, полностью лишил население горных регионов электричества на длительный период. Сложившаяся ситуация в энергетическом секторе региона оказала отрицательное влияние на его социально-экономическое развитие и создала предпосылки значительного оттока трудоспособного населения за его пределы.

Для выхода из создавшего положения в энергетическом секторе республики в качестве альтернативного источника электроэнергии Правительством республики был предложен путь развития сельской электроэнергетики, суть которого заключается в освоении ВИЭ и строительства МГЭС, что способствуют в определенной степени обеспечению энергетической безопасности населенных пунктов высокогорных районов Таджикистана [2].

Малые ГЭС, которые по сути являются единственным вариантом электроснабжения потребителей высокогорных районов страны, позволяют ликвидировать существующий дефицит электроэнергии в электробалансе регионов и в целом по стране. Реализация программы малых ГЭС связана с привлечением значительного объема инвестиционных ресурсов. В этих условиях особую актуальность приобретает проблема методического обеспечения технико-экономического обоснования строительства малых ГЭС. Важным при этом является обеспечить комплексность и методологическое единство в принятии решений относительно улучшения и углубления экономического исследования на всех стадиях процесса проектирования объектов малой гидроэнергетики.

**Степень разработанности проблемы.** Методические основы технико-экономического обоснования гидроэлектрических станций, в том, числе малых гидроэнергетических объектов в электроэнергетических системах и методика

определения эффективности их реализации достаточно глубоко разработаны и проверены на практике энергетического строительства в течение многих десятилетий.

Особенно следует отметить значения трудов Г.М. Кржижановского, А.Я. Авруха, А.А. Бесчинского, В.В. Болотова, В.И. Вейца, Д. Г. Жимерина, Т. Л. Золотарева, С. А. Кукель-Краевского, М.А. Стыриковича, Е.О. Штейнгауза, С. Ф. Шершова, Д. С. Щавелева и др. Эти исследования являются, по сути фундаментальными трудами, и были направлены на формирование экономической основы проектирования генерирующих источников в энергетических системах.

Необходимо отметить, что отдельные вопросы данной проблемы, связанные с развитием и использованием источников энергии, исследовались российскими учеными. Они отражены в работах Виссарионова В.И., Александрова Ю.Л., Василова Р.Г., Масликова В. И., Карелина В. Я., Вольшаника В. В., Малинина Н. К., Михайлова Л. П. и других.

Вопросы, связанные с развитием малой гидроэнергетики на базе использования гидроэнергетических ресурсов малых водотоков Таджикистана были рассмотрены в работах местных исследователей Ахроровой А.Д, Ахмедова М., Петрова Г.Н., Разыкова В.А., Расулова С., Мирова Б., Хоналиева Н., Аминджанова Р.М., Абидова У.А., Киргизова А.К., Бобоева Ф.Дж., Худжасаидова Дж.Х. и др..

Вместе с тем следует отметить, что в исследованиях отечественных ученых недостаточно глубоко исследованы энерго-экономические особенности высокогорных районов республики. При реализации программы малых ГЭС, к сожалению, отсутствовал последовательный подход к оценке эффективности энергетических параметров гидроузлов на этапах разработки предварительного и окончательного технико-экономических обоснований проектов. Это негативно отразилось на эффективности использования

привлеченных в реализацию национальной программы освоения энергетического потенциала малых рек инвестиционных ресурсов.

В этой связи, представляется важным проведение подобных исследований с учетом энерго-экономических особенностей расположения энергетических источников и специфики функционирования местного рынка электроэнергии.

**Связь исследования с программами (проектами) и научными темами.** Тема диссертационного исследования непосредственно связана со стратегическими направлениями развития энергетической отрасли, надежного обеспечения доступа к энергии и повышения доли возобновляемых источников энергии в энергобалансе страны, определенных в Национальной стратегии развития Республики Таджикистан на период до 2030 года.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ**

**Целью исследования** является научное обоснование использования гидроэнергетических ресурсов малых рек, как единственной реальной технической и экономической возможности по созданию энергетической базы для зон децентрализованного электроснабжения в труднодоступных отдалённых регионах Таджикистана, предусматривающее совершенствование методики оценки эффективности гидроэнергетических объектов.

**Задачи исследования.** Данная цель обусловила решение комплекса взаимосвязанных задач:

- обосновать стратегическую важность высокогорных регионов в устойчивом развитии всей страны и выявить их энерго-экономические особенности, которые влияют на эффективность развития малой гидроэнергетики;
- предложить авторское определение «Энергетическая бедность», дать сравнительную количественную оценку энергетической бедности по РТ;
- изучить и проанализировать энергетическую базу и масштабы использования возобновляемых источников энергии, обосновать особую

значимость доступа населения к электроэнергии на основе эконометрического моделирования влияния комплекса факторов на устойчивое социально-экономическое развитие, обеспечивающего достижение позитивной динамики развития местной промышленности, роста объемов торговли и услуг населению и ВРП области;

- дать оценку и предложить авторское определение понятия «Государственно-частное партнёрство в электроэнергетике», как механизма сотрудничества государства и энергетического бизнеса, позволяющего реализовать социально значимые энергетические проекты с помощью привлечения частных инвестиций;
- уточнить гидроэнергетический потенциал малых водотоков ГБАО и обосновать необходимость учета гарантированной мощности при оценке экономической эффективности малых ГЭС на стадии их проектирования.
- научно обосновать необходимость определения доступного (гарантированного) расхода воды малого водотока на стадии технико-экономического обоснования сооружения малых ГЭС.

**Объект исследования.** В качестве объекта исследования рассматриваются изолированные от энергосистемы районы, расположенные в высокогорных районах Горно-Бадахшанской Автономной Области, где основу энергетической базы составляют малая гидроэнергетика. Выбор данного региона обусловлен тем, что после распада гегемонии дизельных электрических станций (ДЭС) в этом регионе до настоящего времени 21 000 человек лишены доступа к постоянному электричеству. Более 6 000 домохозяйств [1,2] уже более 30 лет не используют электроэнергию, хотя эти места располагают достаточно богатыми ресурсами возобновляемых источников энергии.

**Предметом исследования** является совокупность методов технико-экономического обоснования принятия решений в локальных электроэнергетических системах.

**Гипотеза исследования** основана на предположении о том, что освоение ресурсов малой гидроэнергетики может сократить энергетическую бедность и, тем самым, повысить социально-экономический уровень жизни населения и обеспечить устойчивое развитие горных регионов.

**Теоретико-методологической основой диссертационного исследования** явились труды, фундаментальные выводы, положения, концепции и гипотезы, изложенные в трудах отечественных и зарубежных ученых в рамках теории экономического управления и планирования топливно-энергетического комплекса страны, регионов и отдельных территорий.

**Информационная база исследования.** В процессе работы были использованы официальные данные Агентства по статистике при президенте Республики Таджикистан 2010-2021гг., Материалы государственных комитетов и организаций Горно-Бадахшанской Автономной Области и официально опубликованные материалы ОАО «Памирская Энергетическая Компания», местных исследователей, международные отчёты, а также Интернет-ресурсы.

**Методы исследования.** В качестве методического инструментария в диссертации были использованы совокупность методов экономического моделирования, статистики, информатики, прикладных экономических дисциплин, анкетный, корреляционно-регрессионный, т.е. методологической основой исследований явился системный подход.

**Исследовательская база.** Диссертация выполнена в Таджикском техническом университете имени академика М.С.Осими.

**Научная новизна исследования** заключается в обосновании теоретических и методических положений устойчивого развития горных регионов на базе малой гидроэнергетики, а также практических рекомендаций по повышению эффективности освоения гидроэнергетического потенциала горных регионов, которые включают:

- обоснована стратегическая значимость горных регионов в устойчивом развитии всей страны. Выявлены энерго-экономические особенности высокогорных регионов, которые влияют на эффективность развития малой гидроэнергетики.
- предложено авторское определение «Энергетическая бедность», дана сравнительная оценка энергетической бедности по РТ.
- на основе эконометрического моделирования влияния комплекса факторов на устойчивое социально-экономическое развитие, обоснована особая значимость доступа населения к электроэнергии, обеспечивающего достижение позитивной динамики развития местной промышленности, роста объемов торговли и услуг населению и ВРП области.
- предложено авторское определение понятия «Государственно-частное партнёрство в электроэнергетике», как механизма сотрудничества государства и энергетического бизнеса, позволяющего реализовать социально значимые энергетические проекты с помощью привлечения частных инвестиций.
- уточнен гидроэнергетический потенциал малых водотоков ГБАО и обоснована необходимость учета гарантированной мощности при оценке экономической эффективности малых ГЭС на стадии их проектирования.
- научно обоснована необходимость определения доступного (гарантированного) расхода воды малого водотока на стадии технико-экономического обоснования сооружения малых ГЭС.

**Основные положения исследования, выносимые на защиту.** На защиту выносятся следующие научные, теоретические, методологические и практические результаты исследования:

- обоснование стратегической значимости горных регионов в устойчивом развитии всей страны. Выявление энерго-экономических особенностей высокогорных регионов, которые влияют на эффективность развития малой гидроэнергетики.

- предложение авторского определения «Энергетическая бедность», сравнительной оценки энергетической бедности по РТ;
- обоснование особой значимости доступа населения к электроэнергии на основе эконометрического моделирования влияния комплекса факторов на устойчивое социально-экономическое развитие, обеспечивающего достижение позитивной динамики развития местной промышленности, роста объемов торговли и услуг населению и ВРП области;
- оценка целесообразности государственно-частного партнёрства в электроэнергетике, как механизма сотрудничества государства и энергетического бизнеса, позволяющего обеспечить устойчивое развитие горных регионов на основе реализации социально значимых энергетических проектов с привлечением частных инвестиций;
- уточнение гидроэнергетического потенциала малых водотоков ГБАО и обоснование необходимости учета гарантированной мощности при оценке экономической эффективности малых ГЭС на стадии их проектирования;
- научное обоснование необходимости определения доступного (гарантированного) расхода воды малого водотока на стадии технико-экономического обоснования сооружения малых ГЭС.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследования** заключаются в следующем:

- могут быть использованы органами государственного управления при разработке стратегических документов социально-экономического развития ГБАО и ее энергетики;
- представляют интерес для потенциальных инвесторов и субъектов энергетического бизнеса;
- используются и могут быть использованы в учебном процессе, как при подготовке проектировщиков, так и инженеров-экономистов.

**Степень достоверности результатов исследования** подтверждается корректным использованием известных научных методов обоснования

полученных результатов, выводов и рекомендаций. Обоснованность результатов подтверждается хорошим совпадением экспериментальных результатов использования разработанной методики в численных результатов расчета.

**Соответствие диссертации научной специальности.** Область исследования соответствует следующим пунктам паспорта специальности 08.00.04- Отраслевая экономика (08.00.04.01 - Экономика промышленности и энергетики): 1. Разработка новых и адаптация существующих методов, механизмов и инструментов функционирования экономики, организации и управления хозяйственными образованиями в промышленности и топливно-энергетическом комплексе; 3. Ресурсная база развития промышленности и энергетики, проблемы рационального использования природных ресурсов, материально-технической базы, человеческого потенциала в промышленности и энергетике; 5. Методологические и методические подходы к решению проблем экономики, организации и управления промышленностью и энергетикой. Закономерности и тенденции функционирования и развития промышленности и энергетики; 12. Размещение, принципы организации и повышения эффективности промышленного и энергетического производства; 18. Государственно-частное партнерство в промышленности и энергетике; Порядок разработки и реализации проектов государственно-частного партнерства в промышленности и энергетике, эффективность.

**Личный вклад автора в диссертационном исследовании.** Диссертационное исследование проводилось при непосредственном участии автора. На всех этапах формирования диссертации автор активно участвовала, а также внесла вклад в разработку и апробацию теоретико-методических положений по оценке экономической эффективности малой гидроэнергетики, обоснование проектных решений по использованию энергетического потенциала малых рек в высокогорных районах.

### **Апробация и внедрение результатов исследования.**

Основные теоретические положения, практические рекомендации и результаты исследований доложены и одобрены на семинарах кафедры Экономики и управление производством Таджикского технического университета, международных и республиканских научных конференциях, в том числе в Таджикистане, России, Украине, Великобритании.

**Публикации.** Основные положения диссертационной работы нашли отражение в 13 опубликованных работах, в том числе статьях, шесть из которых имеют индекс научного цитирования ВАК Республики Таджикистан, один - «Scopus». Результаты диссертационного исследования были использованы при разработке окончательного варианта Технико-экономического обоснования (ТЭО) строительства малой ГЭС «Себзор» мощностью 11 мВт. (Справка от ПЭК прилагается).

**Объём и структура диссертации.** Структура и объём диссертации отражают логику проводимых исследований: теоретический анализ, выявление проблем, разработка методов и методических подходов к их решению. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованной литературы из 122 наименований, содержит 29 таблиц и 25 рисунка, 33 формул, всего 171 страниц. В приложении приведены справки о практическом использовании результатов диссертационного исследования.

**Во введении** обоснован выбор темы исследования, ее актуальность, раскрыта степень научной разработанности темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены теоретические и методические основы, объект и предмет диссертационной работы, ее научная новизна, практическая значимость и публикации.

**В первой главе** «Теоретические основы устойчивого развития регионов на основе освоения гидроэнергетического потенциала» изложены теоретико-методические основы устойчивого развития и энергетической бедности,

исследованы энерго-экономические особенности горных регионов и их влияние на устойчивое развитие.

**Во второй главе** «Анализ энергетического потенциала Горно-Бадахшанской Автономной Области» приведены количественная оценка потенциала возобновляемых источников энергии, состояние малой гидроэнергетики высокогорных районов Таджикистана, определен энергетический потенциал главных рек ГБАО. Проанализирована современная тенденция социально-экономического развития и электроэнергетики, построена эконометрическая модель влияния факторов на социально-экономическое развитие, изучено государственно-частное партнерство в электроэнергетике и обоснована его роль в обеспечении устойчивого развития региона.

**В третьей главе** «Обеспечение устойчивого развития Горно-Бадахшанской Автономной Области на основе эффективного использования потенциала малой гидроэнергетики» произведена дифференциация основных технико-экономических показателей и выполнен их анализ, обоснована потребность в инвестициях и производственных затрат на этапе разработки ТЭО, предложено совершенствование технико-экономического обоснования (ТЭО) строительства малых ГЭС, как основного документа на стадии проектирования, обоснована необходимость учета влияния гарантированной мощности и предложен алгоритм при оценке экономической эффективности источников электроэнергии в высокогорных районах Таджикистана, а также даны рекомендации по обеспечению устойчивого развития малой гидроэнергетики.

В заключении сформулированы основные выводы, рекомендации и предложения, полученные в ходе диссертационного исследования.

# **ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ ОСВОЕНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА**

## **1.1 Теоретико-методические основы устойчивого развития**

В сентябре 2015 года странами Организации Объединенных Наций была принята Повестка дня для устойчивого развития на период до 2030 года, которая включает в себя порядок действий по обеспечению мира и устойчивого развития всех стран мира. В Повестке были определены 17 целей устойчивого развития (ЦУР), также известные как глобальные цели, которые являются настоятельным призывом ко всем странам мира для искоренения бедности, доступа к чистым энергетическим услугам и развития социально-экономического уровня населения. Реализация этих целей возможна благодаря общим усилиям глобального мира, которые в свою очередь содействуют уменьшению социального неравенства, стимулируют экономический рост, обеспечивают надёжный доступ всех людей к источникам энергии, одновременно борясь с изменением климата и работая над сохранением окружающей среды.

Устойчивость в мировой повестке определяется как защита природы и окружающей среды. Эта концепция до конца не определена. Она адресована социальным, политическим, экономическим, национальным и международным аспектам. Задачи данной концепции были объектами обсуждения на Саммите Рио 1992, Киотского протокола 1996. В Рио и Токио были приняты два важных соглашения: Конвенция ООН об изменении климата (UNFCCC) и Киотский протокол с детальными задачами и усилиями по их реализации [7].

Устойчивость включает в себя сбережение природных ресурсов, построение и использование долгосрочных экономических возможностей для экономического роста, длительного социального прогресса.

Взаимодействие этих элементов и приоритетов продолжает оставаться спорным.

Экономические, социальные, политические, исторические и культурные отличия между странами и регионами существуют и будут существовать. Таким образом, в современном мире устойчивость требует изменений.

Устойчивое развитие (УР)-процесс изменений, в котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений.

Устойчивое развитие исходит из трех принципиальных взаимосвязанных между собой измерений, характеризующих рост, социальную справедливость и защиту окружающей среды.

Сам термин «устойчивое развитие» получил широкое распространение после публикации в 1987г. отмеченного выше доклада «Наше общее будущее». В русском издании этого доклада английский термин «sustainable development» переведен как «устойчивое развитие», хотя слово «sustainable» имеет и другие значения: «поддерживаемое, самоподдерживаемое», «длительное, непрерывное», «подкрепляемое», «защищаемое» [8].

Ученые и специалисты из разных областей науки характеризуют термин устойчивого развития по-разному. Термин «развитие» предполагает некий процесс, так как под развитием всегда подразумевается динамика, позитивное движение, прогресс. Термин «устойчивое» предполагает стабильность, сбалансированность. Объединяя эти два понятия можно сказать, что устойчивое развитие это стабильное сбалансированное и позитивное для человеческого общества, отдельного государства, совокупности предприятий и отдельного их движений [9].

Экономический энциклопедический словарь под редакцией С.В. Мочерного трактует устойчивое развитие как «необратимые и закономерные качественные изменения общества на основе оптимального объединения и рационализации экономической, экологической и социальной сторон такого развития с учетом потребностей будущих поколений» [10].

В современной экономике понятие «экономическое развитие» отождествляется с экономическим ростом и характеризуется, в первую очередь, количественными показателями (увеличение объемов производства, рост ВВП и пр.). Закономерности устойчивого развития требуют уточнения понятия «устойчивое экономическое развитие» как экономической категории. «Устойчивое экономическое развитие» - последовательное улучшение одного состояния другим в силу положительного роста и сбалансированного взаимодействия составляющих экономической системы в долговременном интервале времени. В связи с этим экономический рост, определяющий показатель устойчивого развития, характеризует корреляционную связь между экономическими и иными параметрами системы.

Под устойчивым развитием понимается экономический рост при сбалансированном использовании и воспроизводство природных ресурсов, нацеленное на качественное социальное развитие настоящего и будущего поколений. Качественное социальное развитие включает в себя повышение благосостояния и уровень жизни при обеспечении необходимых ресурсов для поддержания экологического равновесия, что становится возможным в условиях эффективного, экологически безопасного экономического развития.

Согласно определению ОЭСР под экономическим развитием, подразумевается непрерывное поддержание экономики. В настоящее время, устойчивое развитие определяется как уровень развития, при котором не

сокращается экологический или социальный капитал и не перекладывается тяжёлое бремя на будущие поколения.

Устойчивое развитие является одним из приоритетных направлений деятельности Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) который является аффилированным лицом Международного энергетического Агентства (IEA). ОЭСР и МЭА внесли значительный вклад в работе над изменением климата на конференции Рамочной программы ООН Конвенции о климате, в ноябре 1998 г..

Существует множество исследований, связывающих устойчивое развитие с энергетикой. Однако не существует единого понятия об устойчивом развитии энергетики. По мнению Бобоева Ф.Дж., «устойчивое развитие энергетики – это гарантированное и бесперебойное обеспечение топливом и различными видами энергии всех секторов экономики в тех объёмах и того качества, которые требуются в данных экономических условиях, при нормальных и чрезвычайных обстоятельствах, а также предотвращение реализации угроз нарушения обеспечения топливом и энергией» [11].

Рациональное энергоснабжение имеет важное значение для экономического роста. Эффективное энергоснабжение в условиях глобализации экономики предполагает поддержание активной экономической деятельности. В свою очередь активная экономическая деятельность является растущей угрозой для изменения климата. Явно есть потенциальная напряженность между этими проблемами.

Энергетика является основным фактором и генератором экономического развития и роста. Энергетическая безопасность является приоритетной задачей, способствующей удовлетворению как основных, так и более сложных потребностей человека. Энергетика также находится в центре политических столкновений и войн, приводящих к экономическим потрясениям. Поскольку выбросы CO<sub>2</sub> не ограничиваются национальными

границами, проблема изменения климата носит глобальный характер. Необходимо принять во внимание два допущения. Первое, то что стратегическую значимость энергетики нельзя игнорировать.

Второе, устойчивость требует не только ответственности и действий на глобальном уровне, но в то же время дифференцированные энергетические решения.

В настоящее время, достижение устойчивой энергетики носит долгосрочный характер, что означает установление необходимых и соответствующих мер. Проблема изменения климата привлекает внимания мирового сообщества и является предметом интенсивного обсуждения и переговоров, которые требуют серьезного рассмотрения на международном уровне.

Надежный доступ лежит в поиске экологически устойчивого производства и использования энергии, на который мы можем рассчитывать в будущем. Отсутствие ответа на обеспокоенность общества относительно доступа к энергии и изменению климата поставили под угрозу непрерывную и надежную поставку энергии, от которой зависит глобальная экономика. Если говорить об энергетике в контексте устойчивого развития, то она имеет социальную значимость. Производство энергии должно соответствовать экономическим, экологическим и социальным требованиям, поскольку эти понятия тесно кооперируют между собой [12,13].

Экологические, экономические и социальные вопросы по сей день решались самостоятельно друг от друга, однако воздействие человеческой деятельности и ее последствия были четко разбиты в рамках отраслей (энергетика, сельское хозяйство, торговля) и сфер деятельности (охраны окружающей среды, экономика, сфера социальных отношений). Но практика показала, что энергетика, экономика и экология тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены (рисунок 1.1). Устойчивое развитие обеспечивает баланс

между экологическими, социальными и экономическими аспектами проекта, способствуя долгосрочной устойчивости и благополучию региона.



Рисунок 1.1 - Составляющие элементы устойчивого развития  
Источник: составлено автором на основе [7,9]

Участие частных инвесторов в проекты энергетической инфраструктуры во всем мире поощряется. Приоритет - это рациональное использование топлива в энергоснабжении в интересах как экономики, так и окружающей среды. Расточительное использование энергии не совместимы с целями окружающей среды и устойчивого развития.

В результате плодотворной деятельности стран-участниц и ООН, в том числе Департамента ООН по социально-экономическим вопросам были приняты Цели устойчивого развития. Было организовано множество мероприятий в этом направлении [15]:

- Саммит Земли в Рио-де-Жанейро, Бразилия, июнь 1992 г.. Более 178 стран приняли участие в нём, по результатам которого приняли Повестку дня на XXI век, состоящей из комплекса мероприятий, направленных на мировое сотрудничество в области устойчивого развития;
- В Нью-Йорке единогласно была принята Декларация тысячелетия государства-членами в сентябре 2000 г.. На саммите разработали восемь

Целей развития тысячелетия (ЦРТ) для сокращения бедности к 2015 году;

- В Южной Африке в 2002 г. были приняты Йоханнесбургская декларация по устойчивому развитию и План выполнения решений по устойчивому развитию, определив обязательства мирового сообщества в отношении искоренения бедности и охраны окружающей среды;
- Принятие итогового документа «Будущее, которого мы хотим» на конференции ООН Рио+20 в июне 2012 года, где стартовал процесс разработки ЦУР на базе целей развития тысячелетия и был создан Политический форум ООН по устойчивому развитию;
- В 2013г. Генеральной Ассамблеей ООН была создана рабочая группа, состоящая из 30 членов, призванная для разработки предложений по ЦУР.

В 2015 году также был принят ряд других важных соглашений:

- Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий;
- Аддис-Абебская программа действий по финансированию развития;
- Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года с ее 17 ЦУР была принята на Саммите ООН по устойчивому развитию в Нью-Йорке.
- Парижское соглашение об изменении климата.

В существующие системы индикаторов развития входят индикаторы устойчивого развития, индикаторы достижения целей развития тысячелетия, индикаторы Повестки 21, индикаторы Йоханнесбургского плана и система энергетических индикаторов группы «Осло». Статистические данные последних индикаторов позволяют создать базу данных, на основе которой можно сгенерировать различные отчёты. Система энергетических индикаторов группы «Осло» представлена в таблице 1.1.

## «Энергетические» индикаторы, предложенных группой «Осло»

| «Энергетические» индикаторы  | Определение   |
|--|---|
| 1. Доля домохозяйств, не имеющих доступ к электроэнергии и современному энергоснабжению. | Современное энергоснабжение является необходимой составляющей борьбы с голодом, физической безопасности, водоснабжения, санитарно-гигиенического обеспечения, медицинского обслуживания, образования и информационного обмена.  |
| 2. Годовая эмиссия окиси углерода.   | Оценка эмиссии антропогенного происхождения (Гг). Этот индикатор используется для целей устойчивого развития, Киотского соглашения и ЦРТ.   |
| 3. Эмиссия парниковых газов.   | Оценивается антропогенная эмиссия парниковых газов: углекислого газа, метана, оксида азота, гидрофторуглеродов, перфторуглеродов, гексафторида серы. Единица измерения — гигаграммы. Эмиссии «новых» парниковых газов могут быть пересчитаны в потенциал углекислого газа.              |
| 4. Доля энергии возобновляемых источников в полном объеме используемой энергии.          | Измеряется в процентах. Полный объем используемой энергии определяется как «производство + импорт - экспорт - резервы первичной энергии». Возобновляемая энергия (с энергии отходов) учитывается аналогично, однако в странах, где она является традиционной, подсчет бывает затруднен. |
| 5. Энергоинтенсивность по видам экономической деятельности.                              | Отношение полного количества используемой энергии к валовому внутреннему продукту, а также отношение потребленной энергии для конкретного вида деятельности к полученной добавленной стоимости. Единица измерения — тонны нефтяного эквивалента к единице национальной валюты.          |
| 6. Годовое потребление энергии.  | Полное и главными категориями потребителей. Жидкое, твердое, газообразное топливо и первичная электроэнергия в тоннах нефтяного эквивалента.  |
| 7. Энергоинтенсивность транспорта.   | Использование энергии в тоннах нефтяного эквивалента на один грузо-километр и на один пассажиро-километр.   |

Источник: Составлено на основе [15,16]

Критерии и индикаторы устойчивого развития разрабатываются такими международными организациями как ООН, Всемирный Банк, ОЭСР, Европейская комиссия, Научный комитет по проблеме охраны окружающей среды и др. Система индикаторов устойчивого развития, предложенная Комиссией по устойчивому развитию (КУР) ООН считается более полной и включает в себя социальные, экономические, экологические аспекты, приведенные на рисунке 1.2.

### Экономические (энергетические)

- Цены с налогами/субсидиями и без них для конечного использования энергии;
- Грузовые перевозки: в целом и по видам транспорта отдельно;
- использования ископаемых видов топлива в производстве электроэнергии и её эффективность - эффективность энергоснабжения;
- Внутреннее производство энергии;
- Зависимость от объема импорта энергии;
- Структура энергобаланса: производство электроэнергии, поставки первичной энергии, конечное потребление энергии;
- Доля используемого в настоящее время поддающегося технического потенциала гидроэнергии;
- Энергоемкость отдельных энергоёмких продуктов и их итоговый показатель;
- Затраты на энергетическую отрасль: охрана окружающей среды, разведка и освоение месторождений углеводородов, НИОКР и демонстрационная деятельность, общие инвестиции, чистые затраты на импорт энергии
- Использование энергии на одну единицу ВВП;
- Разделение секторов ВВП в зависимости от добавленной стоимости;
- Энергоемкость секторов экономики: промышленность, транспорт, сельское хозяйство, коммерческие и государственные услуги, жилищно-коммунальный сектор;
- Разбивка по отдельным энергоёмким отраслям добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности.

### Экологические

- Использование и/или внедрение технологий борьбы с загрязнением: общая результативность и масштабы использования;
- Объемы выбросов CO<sub>2</sub> (парниковых газов);
- Содержание радионуклидов в атмосферных радиоактивных выбросах;
- Сбросы в водные бассейны: ливневые / сточные воды, радионуклиды, проливание и/или сбросы нефти в прибрежные воды;
- Образование твердых отходов;
- Образование радиоактивных отходов;
- Площадь земель занимаемое объектами энергетическими объектами/инфраструктурой;
- Извлекаемые запасы ископаемого топлива;
- Период времени эксплуатации доказанных запасов ископаемого топлива;
- Выявленные потенциальные запасы урана;
- В какой период эксплуатируются доказанных запасов урана;
- Интенсивность использования лесов качестве топливной древесины;
- Темпы исчезновения лесов;
- Расстояние поездок в расчете на душу населения: всего, на городском общественном транспорте;
- Объемы выбросов атмосферных загрязнителей (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, частицы, CO, ЛОС);
- Площадь земель, на которых подкисление превышает критическую нагрузку;
- Концентрации загрязняющих веществ в окружающем воздухе в городских районах (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, частицы, CO, ЛОС);
- Накопленное количество твердых отходов, в отношении которых должны проводиться операции по обращению с отходами;
- Накопленное количество радиоактивных отходов, подлежащих удалению, вызванные авариями смертельные случаи в разбивке по компонентам топливной цепочки.

### Социальные

- Численность городского и сельского населения согласно административному разделению;
- Энергопотребление на душу населения;
- Доля домохозяйств: сильно зависящих от некоммерческих источников энергии, не имеющих доступа к электричеству;
- ВВП на душу населения;
- Площадь застройки на душу населения;
- Доля располагаемого дохода/объема душевого личного потребления, приходящегося на топливо и электроэнергию: в среднем в расчете на душу населения; у группы, определяемой как 20% беднейшего населения;
- Соотношение суточного располагаемого дохода/душевого личного потребления 20% беднейших домохозяйств и цен на электроэнергию и основные виды используемого домохозяйствами топлива;
- Неравенство доходов.

Рисунок 1.2 - Система индикаторов устойчивого развития, разработанная КУР ООН

Источник: составлено автором на основе [16]

Решение всех 17 целей устойчивого развития лежит в основе седьмой цели-обеспечение доступа к недорогим, надёжным, устойчивым, чистым источникам энергии, вне зависимости от местности проживания, в городе или сельской местности. Поскольку именно энергия является основой для развития других отраслей народного хозяйства.

Задачи, поставленные в рамках седьмой цели устойчивого развития - обеспечение доступа к недорогим, надёжным, устойчивым, чистым источникам энергии к 2030 году представлены на рисунке 1.3

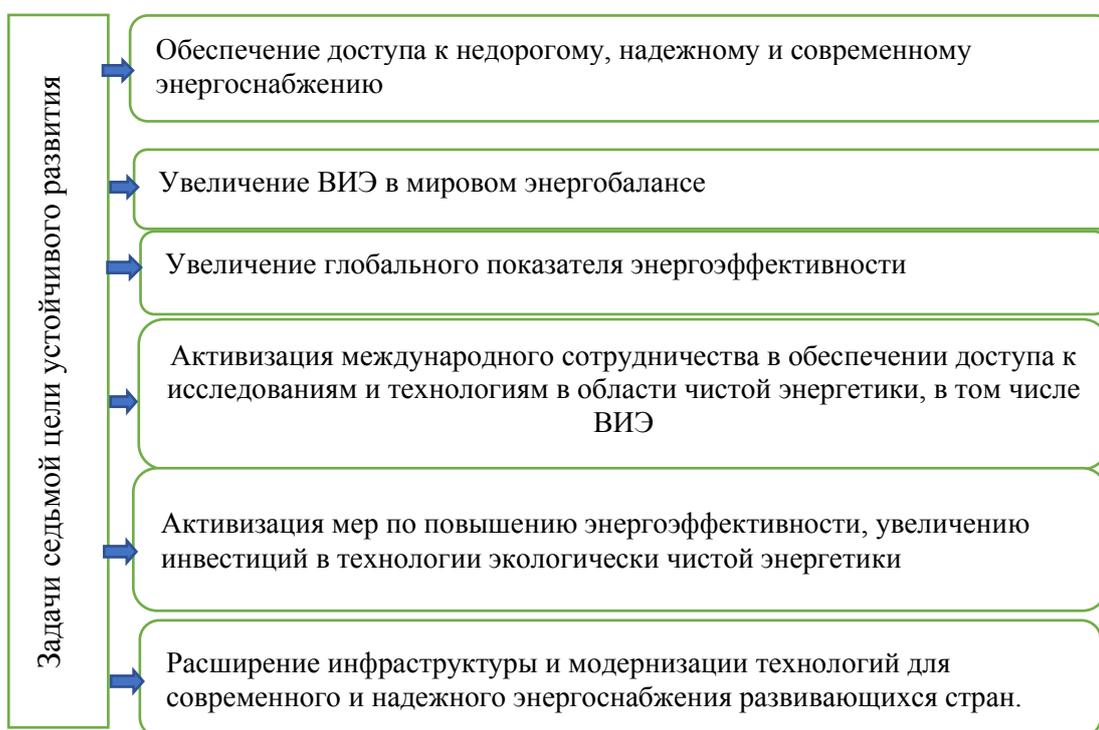


Рисунок 1.3 - Задачи седьмой цели устойчивого развития

Источник: составлено по [17]

Правительство должно иметь эффективные инструменты для сбора данных, генерирование соответствующих отчетов и оценка индикаторов в рамках международных соглашений. Система энергетических индикаторов, необходимых для управления целями Повестки 21 приводится на рис. 1.4.

1. Доля возобновляемой энергии в энергетике;
2. Цены на энергию в секторе конечного потребления по секторам и видам топлива;
3. Зависимость от импорта энергии;
4. Резерв топлива и отношение к его потреблению;
5. Доля домохозяйств или населения без электроэнергетики или коммерческой энергии, или сильная зависимость от некоммерческой энергии;
6. Доля от доходов домохозяйств, расходуемая на топливо и электроэнергию;
7. Потребление энергии (и структура топливной смеси) домохозяйствами с различными доходами;
8. Число несчастных случаев в энергетике на единицу произведенной энергии;
9. Потребление энергии на душу населения;
10. Потребление энергии на единицу ВВП;
11. Эффективность преобразования и распределения энергии;
12. Отношение восполняемых запасов энергоресурсов к полному производству энергии;
13. Отношение оценок запасов энергоресурсов к полному производству энергии;
14. Энергоинтенсивность в промышленности;
15. Энергоинтенсивность в сельском хозяйстве;
16. Энергоинтенсивность в коммерческом секторе;
17. Энергоинтенсивность в домохозяйствах;
18. Энергоинтенсивность транспорта;
19. Доля топлива в энергетике;
20. Неуглеродная доля в энергетике.

Рисунок 1.4 - Система энергетических индикаторов для управления целями Повестки 21

Источник: составлено по [15]

Перечисленные индикаторы применимы в условиях высокогорных регионов для использования малых водотоков.

На долю производства и использования энергии приходится значительная часть загрязнения воздуха. Для развивающихся стран, сочетание растущих потребностей в энергии с защитой окружающей среды, обеспечение доступа к надежным, устойчивым и доступным энергетическим услугам остаются ключевой проблемой.

Для повышения энергоэффективности увеличение доли возобновляемой энергии в энергетике должна сыграть важную роль в удовлетворении спроса на энергию.

## 1.2. Энерго-экономические особенности горных регионов и их устойчивое развитие

Интерес к горным регионам возрос после рассмотрения Горной Главы в Повестку дня на XXI век по охране окружающей среде ( Рио де Жанейро, 1992 г.).

В горных регионах сосредоточены огромные природные ресурсы, в том числе 60-80 % гидроэнергетических ресурсов. Они обеспечивают чистой водой половину населения мира для повседневных нужд, ирригации низин для поддержания мировой продовольственной безопасности и вкладывают существенную роль в генерацию зеленой энергии. А также, горы относятся к центрам культурного и биологического разнообразия, туризма и источниками сырья. Тем не менее, социально-экономический уровень жизни в этих регионах во всем мире расценивается, как неблагоприятный [18].

Горные регионы характеризуются как самые уязвимые перед глобальными климатическими, экологическими и социально-экономическими изменениями и связанными с ними рисками. Население растёт, интенсификация землепользование и изменения климата влияет на водный режим для сельского хозяйства, производство электроэнергии и промышленности.

Большинству жителям горной местности приходится мигрировать в другие города и страны в поисках трудоустройства и заработка. В результате чего, земли, дома могут быть заброшены, что постепенно приводит к утрате культурных наследий и ценностей.

Горные регионы безусловно являются основными компонентами глобального устойчивого развития и их значимость признаётся международным сообществом. Важности сохранения природных ресурсов горных регионов и повышение качество жизни **в них** посвящается 13-ая глава Повестки дня на XXI век Конференции ООН по охране окружающей среды и

развитию(ООН, 1993), в документе Рио +20 (ООН,2012 г.) и предпринимаются меры по включению их в Рамочную конвенцию ООН об изменении климата [18].

Согласно [19] горные регионы Республики Таджикистан (далее - горные регионы) характеризуются как территории, обладающие характерными природными особенностями (природная высотная зональность), оказывающими влияние на формирование экосистем, уклад жизни и ведение хозяйственной деятельности населения, проживающего в пределах этих территорий. Согласно статье 5 этого закона классификация горных регионов приводится на рисунке 1.5.

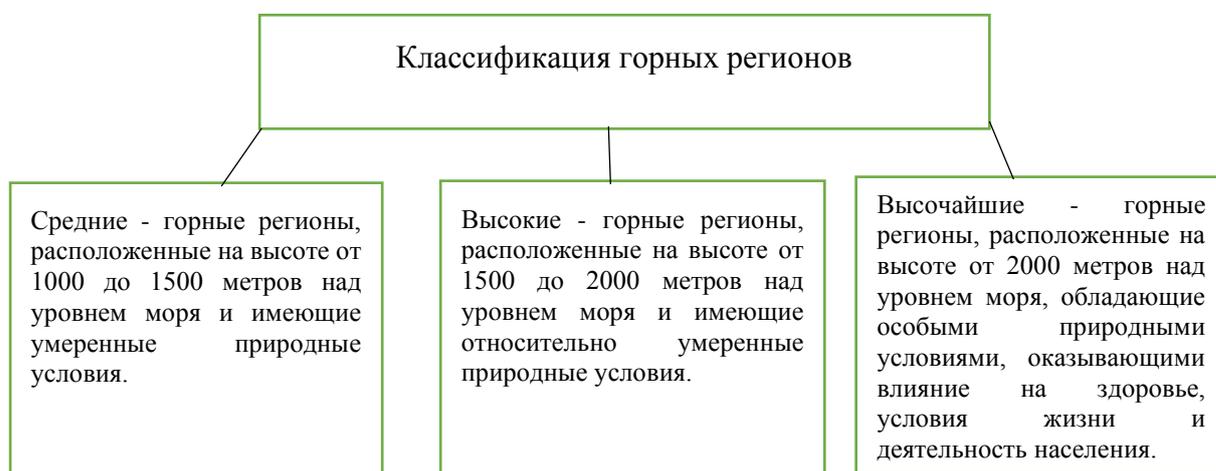


Рисунок 1.5 - Классификация горных регионов Таджикистана

Источник: Составлено автором по [19]

Общеизвестно, что высокогорье — это, во-первых, возвышенность земной поверхности, когда возникает определенная вертикальная зональность, несвойственная равнине, и, во-вторых, сложная орография горных хребтов и массивов, с экстремальными климатическими условиями, которые в целом определяют экономические особенности деятельности человека на данной территории.

По признаку зональности при проектировании, исследовании и планировании развития Горно-Бадахшанскую Автономную Область (ГБАО) условно разделяют на Западный и Восточный Памир, т.е. на долинные и высокогорные районы. Это условное экономическое деление возникло в 50-тые годы, в период плановой централизованной экономики социалистического общества. К примеру, для повышения материальной заинтересованности рабочих и служащих при работе в высокогорных районах в 1959 г. были введены коэффициенты к заработной плате в зависимости от высоты местности в следующих размерах: на высоте 1500-2000 м над уровнем моря до 1,15; 2000-3000 м 1,30 и свыше 3000 м до 1,40. [20] Т.е. таким образом, были обозначены границы высокогорных районов страны. Они применялись на всей территории Советского Союза, в высокогорных районах Таджикистана, в том числе в большинстве высокогорных пунктах ГБАО.

Что касается вопроса исследования и проектирования малых гидроэнергетических комплексов для горных районов имеют важное значение социально-экономические аспекты, рассматриваемые ниже (рис. 1.6):

- Энергетическая эффективность: Малые гидроэнергетические комплексы могут быть эффективным источником возобновляемой энергии в горных районах. При проектировании следует учесть потенциал энергии, которую можно получить из рек и потоков, и обеспечить максимальную энергетическую эффективность установок.
- Рыночный потенциал: при проектировании следует учитывать рыночный потенциал для производимой электроэнергии. Это может включать оценку спроса на электроэнергию в регионе, возможности подключения к энергетической сети, цены на электроэнергию и конкурентоспособность проекта на рынке.

- **Операционные расходы:** при проектировании следует учесть операционные расходы, связанные с обслуживанием и эксплуатацией малых гидроэнергетических комплексов. Это включает затраты на обслуживание оборудования, техническое обслуживание, управление и персонал.
- **Экономическая выгода для региона:** малые гидроэнергетические комплексы могут принести экономическую выгоду для горных районов, создавая рабочие места, привлекая инвестиции и развивая местную экономику. При проектировании следует учитывать позитивное влияние проекта на социально-экономическое развитие региона.
- **Устойчивое развитие:** при проектировании следует уделять внимание аспектам устойчивого развития, включая:
  - **Экологическая устойчивость:** при проектировании малых гидроэнергетических комплексов необходимо учитывать влияние на окружающую среду. Это включает оценку экологических последствий, минимизацию негативного воздействия на реки, флору и фауну, а также учет возможности восстановления природных ресурсов.
  - **Социальная устойчивость:** проектирование должно учитывать социальные аспекты, связанные с проектом. Это включает учет влияния на местное население, его общественные потребности, вовлечение сообщества в процесс принятия решений, установление справедливых условий труда и обеспечение благополучия местных жителей.
  - **Экономическая устойчивость:** при проектировании необходимо учитывать экономическую жизнеспособность комплекса в долгосрочной перспективе. Это включает оценку финансовой устойчивости проекта, его конкурентоспособность на рынке и учет экономического возврата вложений.
  - **Техническая устойчивость:** Проектирование должно обеспечивать техническую надежность и долговечность гидроэнергетических комплексов. Это включает правильный выбор технологий, учет изменчивости

климатических условий, обеспечение безопасности и минимизацию рисков эксплуатации.

– Финансовая устойчивость: проектирование должно учитывать финансовые аспекты, связанные с строительством, эксплуатацией и обслуживанием малых гидроэнергетических комплексов. Это включает оценку затрат, привлечение финансирования, определение экономической целесообразности проекта и разработку бизнес-модели.

– Культурная устойчивость: при проектировании следует учитывать культурное наследие и ценности региона. Это включает сохранение и уважение к культурным объектам и традициям, сотрудничество с местными сообществами и учет их интересов.



Рисунок 1.6 - Социально-экономические аспекты при исследовании малых гидроэнергетических комплексов для горных районов

Источник: составлено автором на основе анализа и изучения материалов по теме

Невзирая на значимость горных регионов в устойчивом развитии, их принято считать отдаленными, труднодоступными и неперспективными территориями, которыми сложно управлять и развивать. Отчасти это связывают с отделенностью административных центров управления.

Нехватка инвестиций, энерго-экономические особенности горных регионов послужили причиной их экономической отсталости.

Помимо вышерассмотренных аспектов необходимо также рассмотреть и энерго-экономические особенности горных регионов Таджикистана на примере ГБАО.

Высокогорные районы ГБАО недостаточно изучены и исследованы. Существующие научные работы и исследования, выполненные в прошлом веке и в годы независимости [24,25,26,27] по проблемам экономики ГБАО носили характер концептуального суждения и в основном преследовали глобальные цели и задачи, поставленные в рамках развития и размещения производительных сил республик Средней Азии. Основные темы исследования были в основном посвящены проблемам комплексного использования водных ресурсов и геологическим разведкам природных запасов горных регионов Таджикистана.

При планировании, проектировании и управлении развитием отраслей экономики любого региона, в том числе высокогорных районов необходимо учитывать энерго-экономические отличительные характеристики района исследования.

Высокогорные районы ГБАО имеют свои характерные энерго-экономические особенности, которые отличаются от равнинных и долинных местностей. Они не похожи даже на те же высокогорные районы в других регионах Таджикистана.

- ***Обеспеченность возобновляемыми энергетическими ресурсами.*** Основная особенность этой территории заключается в том, что она обеспечена значительными возобновляемыми энергетическими ресурсами, такими как гидроэнергетические, солнечные, ветровые и термальные источники энергии.

Безусловно, они могут служить важнейшим рычагом для экономического роста в целом ГБАО, а также долинных частей Восточного ГБАО, которые в

настоящее время испытывают большой дефицит электроэнергии. Сегодня практически все возобновляемые, как традиционные, так и нетрадиционные ресурсы остаются не используемыми, за исключением использования гидроэнергетических ресурсов малых водотоков путем строительства ГЭС.

• ***Зависимость энергопотребления от суровых климатических условий.*** Обществу также необходимо осознать, что высокогорье — это суровый климат и окружающая среда, которые диктуют человеку, обитающему в этих местах, свои особенности и закономерности. Это в свою очередь требует принятия на законодательном уровне определенных льгот и компенсаций для достижения развития экономики и повышения уровня жизни населения, проживающего в этих районах Таджикистана, которые в перспективе могут стать самофинансирующимися регионами и активными налогоплательщиками центрального бюджета страны.

Неравномерность распределения ВИЭ по территории ГБАО. Также необходимо отметить, что энергетические ресурсы неравномерно распределены по территории высокогорных районов ГБАО, за исключением потенциала солнечной энергии. Как показывают результаты выполненных исследований проектными организациями при Технико-экономических обоснованиях гидроэнергетических станций в этих районах, малые реки и водотоки длиной менее 10 км из-за суровых зимних климатических условий замерзают.

В сложных орографиях горных хребтов и массивов, как утверждают некоторые авторы, постоянство ветровых скоростей не наблюдаются. Они имеют стабильные энергетические характеристики лишь в отдельных зонах обширных равнин Мургабского района, которые требуют строительства высоковольтных линий электропередачи большой протяженности [5,6,21,28,29,30,31]. Что касается термальных вод, то, к сожалению, эти возобновляемые природные источники находятся на больших расстояниях от

населенных пунктов, которые ограничивают их использование в хозяйственных нуждах местного населения.

В малочисленных населенных пунктах, размещенных по обширной территории высокогорных районов ГБАО, имеются ограниченные экономические возможности хозяйственной деятельности, как частного, так и государственного сектора экономики, за исключением районного центра Мургаба, где работают мелкие коммерческие фирмы (в основном торговые пункты). Это создаёт большие трудности при решении энергетических задач. Одним словом, имеются очень ограниченные возможности и стимулы для формирования местных электрических сетей.

- ***Отдаленность потребителей от центральной электроэнергетической системы ГБАО.*** В современных условиях развития экономики Республики Таджикистан, при катастрофических нехватках собственных свободных бюджетных средств на развитие электрификации, невозможно создание системы централизованного электроснабжения потребителей путем строительства достаточно протяженных высоковольтных линий электропередач. Например, очевидно, что с экономической точки зрения является нецелесообразным передача небольшой мощности (4-5 мВт в зимнее время и 1-2 мВт летом) от центральной электроэнергетической системы ГБАО в местные электрические сети Мургабского района на расстояние свыше 300 км, которые функционируют только в пределах районного центра Мургаб. Достаточно отметить, что удельная стоимость строительства одного километра линии 110 кВ в условиях высокогорных районов ГБАО составляет более 250 000 долларов США [77,78], без строительства понизительной электрической подстанции 110 кВ, тогда как удельная стоимость строительства одного кВт мощности малой ГЭС мощностью 4 мВт в таких условиях составляет максимум 4000 долларов США [77,78].

Таким образом, при решении проблемы электроснабжения населенных пунктов высокогорных районов при подготовке Технического Задания на разработку Технико-Экономического Обоснования (ТЭО) строительства генерирующих мощностей необходимо согласовывать со службой перспективного развития Национальной Энергетической Системы все технически возможные варианты централизации и децентрализации источников электроэнергии. На последующем этапе планирования при увеличении генерирующих мощностей необходимо искать возможности перехода на централизованный вариант электроснабжения. Для этого разработка ТЭО, независимо от вида источника энергии, должна осуществляться в рамках Генеральной схемы развития электроэнергетической системы региона или страны. До сих пор, в Таджикистане не разработана Генеральная схема развития электроэнергетики сельских районов страны. Только в рамках этих документов можно судить об эффективности энергетической базы страны и ее регионов, в том числе зон децентрализованного электроснабжения.

- *Дисбаланс мощности и энергии внутри самих зон децентрализованного электроснабжения.* К другой немаловажной особенности относится дисбаланс мощности и энергии внутри самих зон децентрализованного электроснабжения в пределах высокогорных районов, когда образуется излишек производства электроэнергии в одних местах и нехватка ее в других точках местных электрических сетей. В таких случаях эффективность строительства линий электропередачи становится очевидной.

Кроме того, при усилении принципа централизации в зонах децентрализованного электроснабжения, увеличивается возможность другого принципа энергетического производства – концентрации мощности на электрических станциях при расчете установленной мощности и число агрегатов последних на стадии разработки Технико-экономического обоснования источника. С повышением значения принципов централизации

и концентрации мощностей в зонах высокогорных районов ГБАО должны заметно влиять на надежность и устойчивость локальных электрических сетей. Параллельная работа источников на общую нагрузку потребителей наряду выше названных характеристик, положительно также будет решать вопрос резерва мощности в подобных микро-электроэнергетических системах местного значения.

• **Удорожание стоимости проектов за счет транспортных расходов.** При определении сметы расходов на реализацию гидроэнергетических проектов (не зависимо от мощности объекта) в Таджикистане, особенно в его высокогорных регионах, транспортные затраты составляют значительную часть. Величина транспортных расходов при перевозке строительных материалов, конструкций и оборудования достигает 20 % при использовании практически всех видов транспорта. Дело в том, что автомобильному транспорту принадлежит одна из ведущих ролей в системе доставки грузов. На долю автомобильного транспорта горных регионов приходится почти 100% объема перевозок всех видов [23].

Затраты на перевозку оборудования рекомендуется определять на 1 т массы брутто на основании калькуляций транспортных расходов по группам оборудования, при этом учитываются особенности определения затрат на провоз тяжеловесных грузов.

При невозможности определения транспортных расходов на основании калькуляции эти расходы следует определять по укрупненным показателям. При отсутствии ведомственных нормативов транспортные расходы обычно принимаются в размере 3–6 % от отпускной цены на оборудование. Для ГБАО транспортные расходы зависят от вида и категории автомобиля, а также от стоимости горюче-смазочных материалов.

• **Наличие труднодоступных разбросанных по территории населенных пунктов.** На один кв. км территории приходится 0.4 человека. Расстояние между сельскими населенными пунктами, где сосредоточены в

среднем 40-60 хозяйств, иногда доходит до 120 и более километров [21,22,23,24,25].

По размеру площади, высокогорные районы ГБАО составляют более 30% территории ГБАО, куда входят Мургабский район полностью (26%) и верховья Рушанского, Шугнанского, Рошткалинского и Ишкашимского районов (4%), где проживают около 15% населения автономной области.

Сегодня можно с уверенностью констатировать, о том, что на данной территории практически отсутствует какое-либо материальное производство, даже примитивное, кроме разведения малоэффективного мелкого домашнего животноводства. Все, что необходимо для повседневной жизни человека в этих местах: продукты питания и другие товары домашнего обихода, полностью завозятся извне. Суровые климатические условия не позволяют заниматься земледелием. Овцеводство в условиях высокогорья ГБАО также имеет свои отрицательные стороны из-за отсутствия хорошо приспособленных пород домашних овец.

Уже сейчас остро стоит вопрос о мелиорации пастбищ, что требует значительных денежных затрат, кроме того, зимой и весной домашним животным необходима подкормка (зима в этих местах длится 6 месяцев). В суровые зимы, которые там нередки, в каждой отаре бывает большой процент отхода, особенно молодняка. Единственное и наиболее рентабельное занятие в этих районах является разведение яков, животных, которые хорошо приспособлены к экстремальным условиям высокогорья ГБАО. Однако, поголовье этих редких и ценных животных за последние 20 лет резко снизилось [20,23]. Основная причина — это отсутствие кормовой базы. Быстрыми темпами, из-за активного воздействия человека на природу, сужается площадь главного кормового ресурса для существования яков и местной экосистемы, это дикорастущий кустарник «телескен», который используется населением как один из видов топлива для приготовления пищи и отопления жилых помещений.

На современном этапе развития общества главной особенностью высокогорных районов является наличие труднодоступных разбросанных по их территории населенных пунктов (0.4 человека на кв. км). На данной территории без привлечения значительных государственных и других источников инвестиций невозможно решить, ни один жизненно-важный вопрос по созданию добротных дорог, мостов и эффективной энергетической базы.

В отечественной экономической и географической науке вопросам регионального развития горных территорий не уделялось достаточного внимания и в настоящее время существует явный пробел как в теоретических, так и в прикладных аспектах изучения горных территорий [21,23,24]. Кроме того, государственным планирующим органам всех уровней власти, проектным организациям и исследователям в разных сферах прикладной науки необходимо принимать во внимание, что высокогорье играет важнейшую роль в формировании ключевых для местного населения жизненно-важных ресурсов, как вода, энергия, полезные ископаемые и биологические разнообразия.

- **Высокий уровень безработицы.** С давних времен было известно, что высокогорные районы ГБАО богаты полезными ископаемыми, что также является отличительной чертой экономики последнего. К сожалению, при наличии крупных месторождений национального масштаба, включающих такие элементы как железо, бор, медь, вольфрам, золото, драгоценные камни и др., а также значительный эффективный гидроэнергетический потенциал [4,5,21,23,24,25], регион характеризуется безработицей и отсюда низким уровнем жизни населения.

Энерго-экономические особенности высокогорных районов ГБАО приведены на рисунке 1.7.

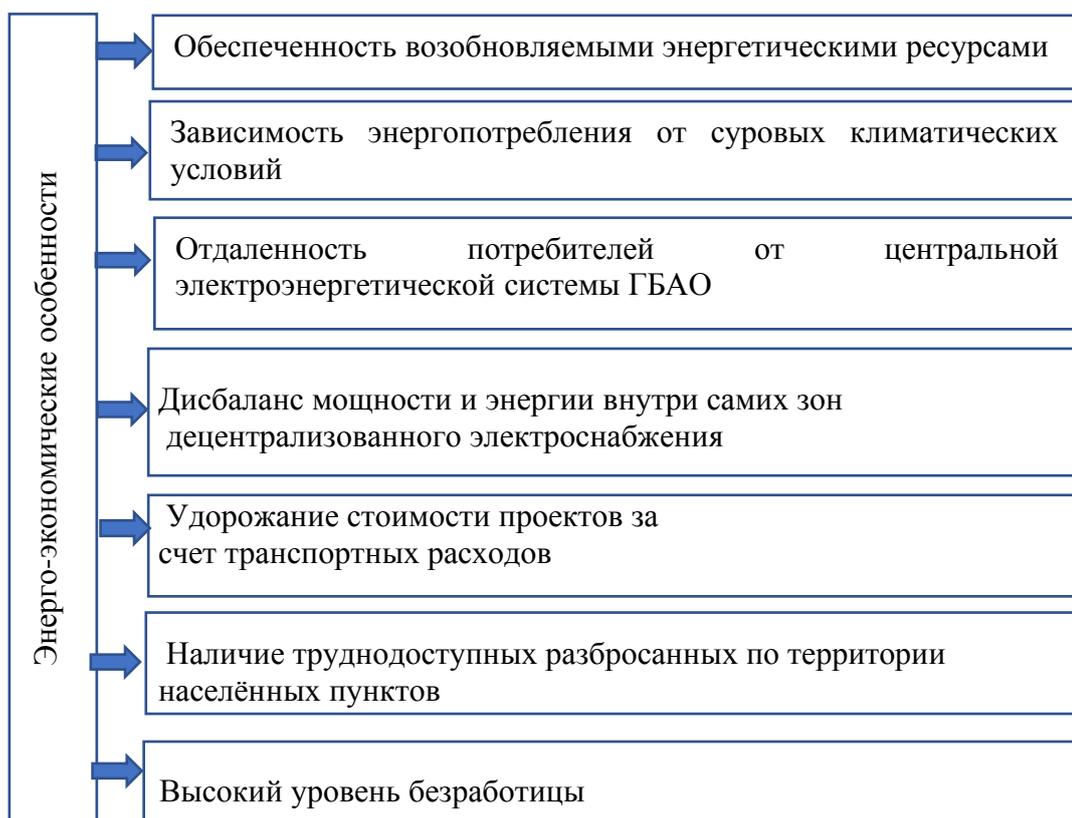


Рисунок 1.7 – Энерго-экономические особенности высокогорных районов ГБАО

Источник: Составлено автором на основе систематизации энерго-экономических особенностей высокогорных регионов

Изучение и исследование энерго-экономических особенностей высокогорных районов ГБАО, рассмотренные, в рамках данной работы показывают, что технически будет правильно и экономически целесообразно ввести изменения в порядок и последовательность проведения процесса проектирования энергетических объектов в отдаленных высокогорных районах ГБАО.

### **1.3. Сокращение энергетической бедности в контексте устойчивого развития горных регионов**

Понятие «энергетическая бедность» в современной литературе появилась относительно недавно, и стало пользоваться популярностью в научных исследованиях. Существует различные трактовки этого термина. Practical Asian- международная благотворительная организация характеризует энергетическую бедность как «отсутствие современной энергии, достаточной для обеспечения основных потребностей в пищеприготовлении, отоплении и освещении, необходимых энергетических услуг для школ, объектов здравоохранения и генерации доходов».

В настоящее время многие регионы мира сталкиваются с проблемой энергетической бедности, которая оказывает серьезное влияние на жизнь миллионов людей и экономическое развитие. Энергетическая бедность — это состояние, при котором люди и сообщества не имеют доступа к надлежащим и устойчивым энергетическим ресурсам и услугам, необходимым для удовлетворения их базовых потребностей [32,33].

Само понятие «энергетическая бедность» появилось в Европе и за ее пределами. Значения некоторых из наиболее распространенных показателей, используемых для выявления этих проблем, являются самыми высокими в странах Юго-Восточной Европы, а также в некоторых других странах Южной, Центральной и Восточной Европы. В странах, где уровень энергетической бедности выше, это связано с сочетанием обстоятельств: ростом цен на энергоносители, высоким уровнем бедности по доходам, низким качеством и неэффективным жильем, отсутствием необходимой энергетической инфраструктуры и дополнительными социальными факторами уязвимости (гендер, инвалидность, этническая принадлежность).

Существуют также различия между странами и внутри них. Сельские районы особенно уязвимы, поскольку люди, живущие там, обычно живут в

домах более низкого качества и часто вынуждены полагаться на загрязняющие окружающую среду ископаемые виды топлива (такие как дрова и уголь), особенно в странах Юго-Восточной Европы. В городских районах жителям крупных жилых комплексов, оборудованных центральным отоплением, часто может быть дорого платить за отопление и горячую воду.

Понятие энергетической бедности до настоящего времени остаётся спорным. Большая часть ранних исследований энергетической бедности в ЕС была направлена на то, чтобы дать определение топливной бедности, а не энергетической бедности. Эти понятия имеют разное происхождение и разную направленность. Энергетическая бедность в значительной степени исследовалась в контексте Глобального Юга, где барьеры для доступа к энергии связаны с плохой инфраструктурой, а также с низкими доходами, в результате чего домохозяйства используют древесину и другие формы биомассы, что тесно связано с изменением климата. Термин «топливная бедность» используется в Соединенном Королевстве и Ирландии и связан с конкретными причинами – низкими доходами, низкой энергоэффективностью жилищного фонда. В таблице 1.2 представлен обзор определений и показателей, используемых для измерения энергетической бедности в отдельных странах ЕС [33].

Несмотря на зависимость от местных условий, причины энергетической бедности относительно хорошо известны. В развитых странах домохозяйство с большей вероятностью окажется энергетически бедным, если оно имеет доход ниже среднего, проживает в доме с неэффективным энергопотреблением, имеет потребности в энергии выше среднего и не может использовать формы энергии, наиболее подходящие для бытовых нужд из-за технических, юридических или экономических барьеров.

## Определения и оценка энергетической бедности в отдельных странах ЕС

| Страна   | Определение   | Оценка энергетической бедности   |
|----------|---|--|
| Словакия | Энергетическая бедность— это статус, приписываемый домохозяйствам, чьи среднемесячные расходы на электроэнергию, газ, отопление и горячую воду составляют значительную часть среднемесячного дохода домохозяйства.  | Н/Д  |
| Франция  | Энергетическая бедность связана с тем, что люди сталкиваются с трудностями в обеспечении достаточного энергоснабжения для удовлетворения основных потребностей в своих жилищах. Часто это происходит из-за нехватки ресурсов или неадекватных жилищных условий. | Были предложены, но не введены в действие три показателя: 1) Коэффициент энергопотребления представляет собой соотношение между расходами энергии и доходом домохозяйства, которое не должно превышать 10%; 2) Индикатор энергетической бедности в домохозяйстве принимается при низких доходах и высоких затратах на энергию; 3) Показатель и норма холода характеризует достаточный уровень тепла для комфортного существования. |
| Ирландия | Энергетическая бедность — это ситуация, при которой домохозяйство не может обеспечить приемлемый уровень энергетических услуг (включая отопление, освещение и т. д.).   | 10 % от располагаемых доходов.   |
| Бельгия  | Энергетическая бедность связана с тем, что домохозяйства тратят слишком большую долю своего располагаемого дохода на затраты на энергию.  | До 40 % от располагаемых доходов.  |
| Англия   | Топливная бедность приписывается домохозяйствам, для которых 1) доходы домохозяйств ниже черты бедности (с учетом затрат на энергию); 2) их затраты на энергию выше по сравнению с типичными домохозяйствами.   | Более 10 % от располагаемых доходов.   |

| Страна    | Определение  | Оценка энергетической бедности   |
|-----------|--|--|
| Кипр      | Энергетическая бедность может относиться к ситуациям, в которых потребители оказываются в затруднительном положении из-за их низкого дохода, указанного в их налоговых декларациях, а также в сочетании с их профессиональным статусом, семейным положением и особым состоянием здоровья, а также в связи с этим, они не в состоянии покрыть расходы на надлежащее электроснабжение, учитывая, что эти расходы составляют значительную часть их располагаемого дохода. | Н/Д  |
| Шотландия | Топливная бедность приписывается домохозяйствам, которые для поддержания удовлетворительного режима отопления вынуждены тратить более 10% своего дохода (включая пособие или поддержка доходов по процентам по ипотечным кредитам) на все виды использования топлива в домашних условиях.  | Удовлетворительный режим отопления, рекомендованный Всемирной организацией здравоохранения, составляет 18-23°C в течение 16 часов в течение суток для пожилых людей, людей с ограниченными возможностями или хроническими заболеваниями. |
| Уэльс     | Топливная бедность определяется как необходимость расходовать более 10% дохода (включая социальные пособия) на все виды топлива, используемого для поддержания удовлетворительного режима отопления. Расходы на все виды топлива для домохозяйств, превышающие 20% дохода, означают, что домохозяйства страдают от острой нехватки топлива.  | 10% от располагаемых доходов.  |
| Ирландия  | Домохозяйство испытывает топливную нехватку, если для поддержания приемлемого уровня температуры во всем доме жильцы вынуждены тратить более 10% своего дохода на все виды использования топлива домохозяйством.   | 10% от располагаемых доходов.  |

Источник: составлено по [33,34,35]

Последствия энергетической бедности — это, прежде всего, ухудшение состояния здоровья. Энергетическая бедность также оказывает серьезное влияние на психическое здоровье и снижает образовательные и

экономические результаты. Энергетическая бедность на различные аспекты жизни людей, таких как:

- **Здравоохранение:** Отсутствие доступа к энергии затрудняет функционирование медицинских учреждений. Отсутствие электричества означает, что нельзя надежно хранить лекарства, использовать медицинское оборудование и осуществлять необходимую световую и тепловую поддержку. Это ограничивает возможности проведения качественной медицинской помощи и ухудшает общее состояние здоровья населения.
- **Образование:** Отсутствие доступа к электричеству оказывает серьезное влияние на образовательные учреждения. Отсутствие освещения и надлежащей инфраструктуры затрудняет проведение занятий, использование компьютеров, доступ к информационным технологиям и электронным ресурсам. Это препятствует образовательному процессу и уменьшает возможности получения качественного образования.
- **Экономика и предпринимательство:** Ограниченный доступ к энергии влияет на развитие экономики и предпринимательства. Отсутствие электроэнергии ограничивает возможности использования современных технологий, автоматизации процессов производства и доступа к электронной коммерции. Это затрудняет развитие бизнеса, создание рабочих мест и уменьшает экономический рост.
- **Качество жизни:** Энергетическая бедность оказывает негативное воздействие на качество жизни людей. Отсутствие электричества затрудняет освещение домов, приготовление пищи, обеспечение отопления и доступ к комфортным условиям жизни. Это приводит к ухудшению условий проживания, плохому здоровью, ограниченным возможностям для развлечений и социальной активности.
- **Экологические последствия:** в некоторых случаях, в отсутствие доступа к энергии, люди вынуждены полагаться на традиционные ископаемые топлива, такие как древесина и уголь, что приводит к высоким уровням загрязнения

воздуха, деградации почвы и ухудшению качества водных ресурсов. Это имеет серьезное отрицательное воздействие на экосистемы и здоровье людей, а также способствует изменению климата (рисунок 1.8).

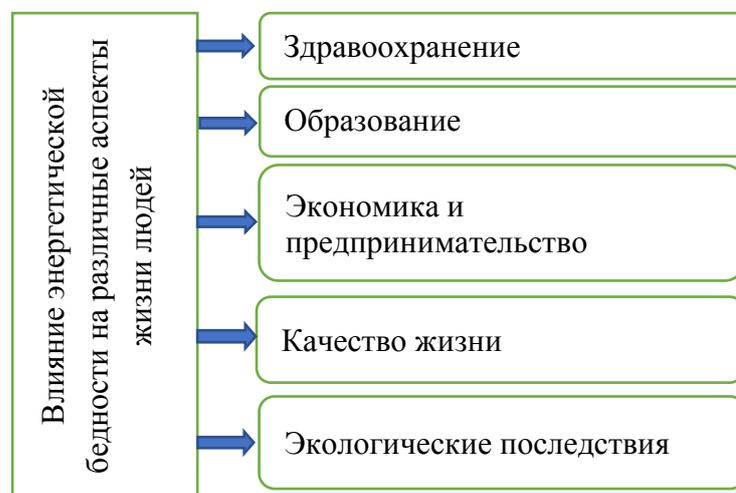


Рисунок 1.8 - Влияние энергетической бедности на различные аспекты жизни людей

Источник: Составлено автором на основе анализа и изучения материалов по теме

Энергетическая бедность является серьезным препятствием для экономического развития. Она ограничивает возможности предпринимательства и инвестиций в регионах, где отсутствует надежное энергоснабжение. Отсутствие доступа к надежной и доступной энергии затрудняет функционирование предприятий, особенно в секторе производства и услуг, и снижает их конкурентоспособность. Кроме того, ограниченный доступ к энергии снижает производительность труда и ограничивает возможности создания новых рабочих мест.

- Ограничение предпринимательства: недостаток доступа к надежной энергии затрудняет развитие предпринимательства и создание новых рабочих мест. Бизнесы, особенно в секторе производства и услуг, требуют стабильного энергоснабжения для своей деятельности. Отсутствие доступной и надежной энергии становится преградой для развития и инвестиций в экономику.

- **Ограниченные возможности промышленности:** Отсутствие надежного энергоснабжения препятствует развитию промышленности, особенно технологически сложных отраслей, требующих значительного энергопотребления. Это ограничивает возможности производства и ухудшает конкурентоспособность национальной промышленности.
- **Ограниченный доступ к услугам:** Недостаток энергии влияет на доступность и качество основных услуг, таких как свет, отопление, вода и коммуникации. Это может ограничить жизненно важные услуги, влиять на здравоохранение, образование и комфортные условия проживания населения.
- **Отставание в технологическом развитии:** Энергетическая бедность может приводить к отставанию в технологическом развитии. Отсутствие доступа к современным и эффективным источникам энергии ограничивает внедрение новых технологий и инноваций, которые могут повысить производительность, улучшить энергоэффективность и снизить затраты.
- **Экономическая нестабильность:** Энергетическая бедность может способствовать экономической нестабильности в регионе. Высокая зависимость от импорта энергии, нестабильное энергоснабжение и высокие энергетические расходы могут создавать неопределенность и риски для экономики, особенно в условиях изменяющихся цен на энергоносители.

Энергетической бедность оказывает серьезное влияние на экономику (рисунке 1.9).



Рисунок 1.9 - Влияние энергетической бедности на экономику  
 Источник: Составлено автором на основе анализа и изучения материалов по теме

Энергетическая бедность обусловлена многими факторами, такими как низкий доход, низкая энергоэффективность жилья, климат, доступность источников энергии и цены на энергию, и это лишь некоторые из них. К основным факторам энергетической бедности также относятся макроэкономическое развитие, конечное потребление энергии домохозяйствами, доступность различных источников энергии, цены на энергию, эффективность жилья, климат. Нами были сгруппированы факторы энергетической бедности (рисунок 1.10) следующим образом:

- **Отдаленность и география:** ГБАО расположена в гористой и удаленной области, что создает трудности в поставке и доставке энергетических ресурсов, включая электричество и топливо. Это приводит к недостатку и непостоянству энергоснабжения.

- **Недостаточная энергетическая инфраструктура:** В некоторых районах ГБАО отсутствуют надежные энергетические системы, такие как электрические сети и газопроводы. Отсутствие таких систем затрудняет доступ населения к энергии.

- **Низкий уровень доходов и экономическая отсталость:** ГБАО является одной из наименее развитых областей в Таджикистане, где многие люди живут в бедности. Низкий уровень доходов снижает возможность людей оплачивать энергетические услуги, такие как электричество и топливо.

- **Ограниченный доступ к возобновляемым источникам энергии:** В ГБАО могут быть ограниченные возможности использования возобновляемых источников энергии, таких как солнечная, ветровая и других видов ВИЭ.

- **Энергоэффективность:** Низкий уровень энергоэффективности в домашнем и коммерческом секторах, недостаточная изоляция зданий и устаревшее оборудование приводят к потере энергии и повышенным затратам на энергию.

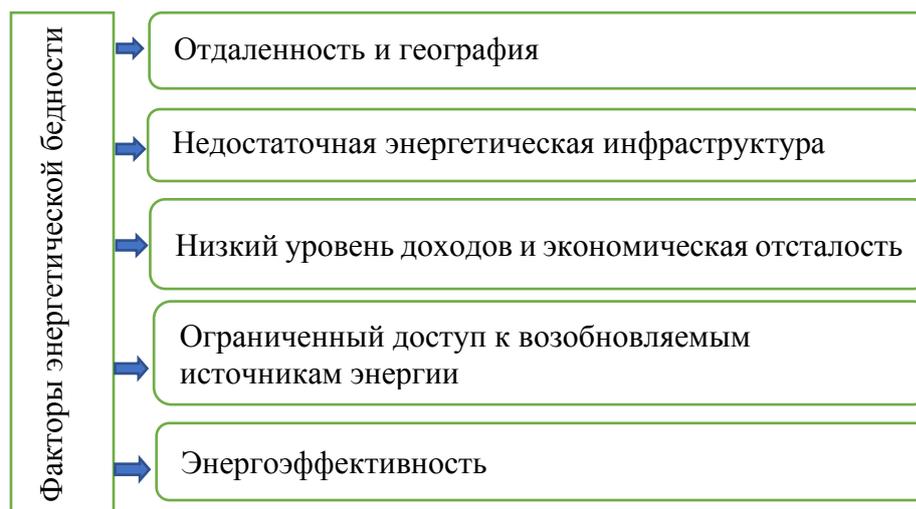


Рисунок 1.10 - Факторы энергетической бедности

Источник: Составлено автором на основе анализа и изучения материалов по теме

Однако выявление и количественная оценка энергетической бедности представляет собой сложную задачу. На это есть три основные причины:

- Энергетическая бедность варьируется со временем по мере изменения обстоятельств домохозяйства, проявляясь по-разному в различных географических условиях — каждое измерение является «моментальным снимком» и может неадекватно отражать всю совокупность обстоятельств, с которыми сталкиваются уязвимые домохозяйства.
- Оценка уровня энергетических услуг, получаемых в доме, зависит от индивидуальных представлений и предпочтений, которые сами по себе зависят от социальных и культурных ожиданий. Например, дом, который может казаться одному человеку хорошо освещенным и теплым, может не восприниматься таковым другим, особенно если они происходят из разных слоев общества или живут в разных странах.
- Для измерения и мониторинга уровня энергетической бедности в определенной стране или регионе могут быть использованы разные экономические показатели.

Нами предлагаются ряд количественных и качественных показателей, которые могут помочь определить проблемные области и разработать стратегии для улучшения доступности и устойчивости энергетической системы.

- Доля населения без доступа к электричеству: это процент населения, которое не имеет доступа к электрической энергии. Он может отражать уровень энергетической бедности в стране или регионе.

- Доля населения, использующего традиционные источники энергии: это процент населения, которое полагается на традиционные источники энергии, такие как древесные отходы, уголь или дизельное топливо. Высокая доля использования таких источников может свидетельствовать о низком уровне доступности современных источников энергии.

- Расходы на энергию в домохозяйствах: это доля расходов домохозяйств на энергию от общих расходов. Высокие расходы на энергию могут быть признаком высоких энергетических затрат и ограниченной доступности энергии для населения.

- Уровень развития энергетической инфраструктуры: это оценка качества и доступности энергетической инфраструктуры в стране или регионе. Отсутствие надежной и эффективной инфраструктуры может быть признаком энергетической бедности.

- Уровень энергоэффективности: это оценка эффективности использования энергии в различных секторах экономики, в том числе на транспорте. Низкий уровень энергоэффективности может свидетельствовать о неэффективном использовании энергии и повышенных затратах на энергию. Экономические показатели энергетической бедности приводятся на рисунке 1.11.

Опираясь на опыт и имеющихся исследований по данной тематике, в рамках настоящего исследования мы будем понимать под энергетической бедностью то состояние, при котором домохозяйства тратят более 10% от своего

располагаемого дохода на электро-, теплоэнергию, топливо и не имеют постоянного доступа к энергетическим услугам.

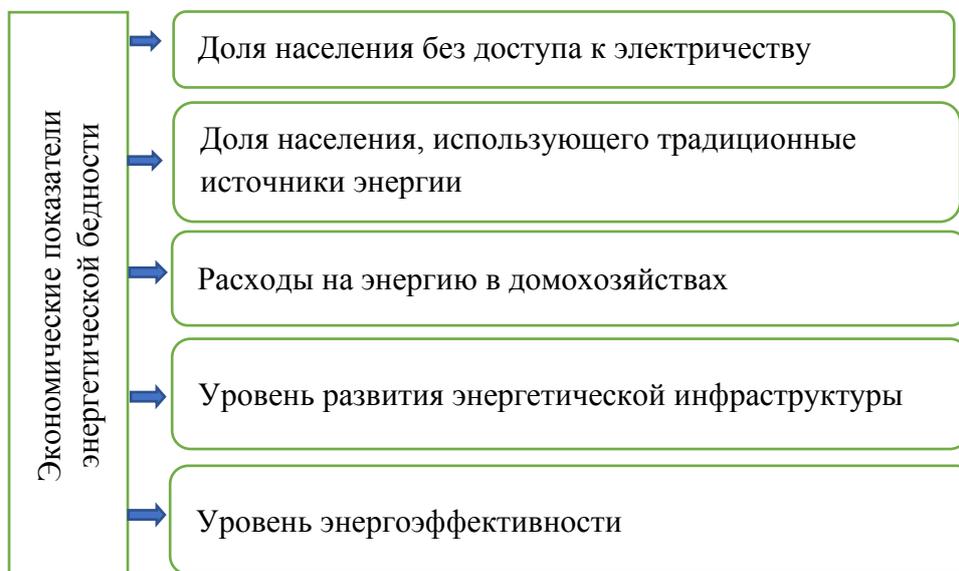


Рисунок 1.11 - Экономические показатели энергетической бедности

Источник: Составлено автором на основе анализа и изучения материалов по теме

Исходя из вышеперечисленных определений и норм энергетической бедности нами была сделана попытка оценить энергетическую бедность по регионам Таджикистана. Согласно [36] расходы на энергию в Таджикистане в городах составляет 10 % от доходов населения и 15% в сельских местностях. Однако эти данные занижены и не раскрывают реальные затраты на энергию. Для уточнения этих расчётов нами было проведено личное анкетирование и онлайн-опрос среди населения.

Энергетически бедное население в основном живет в сельских, горных, труднодоступных местностях. В основном эти слои населения удовлетворяют свои потребности в энергии с помощью сжигания твердой биомассы, что создает дополнительные экологические проблемы для окружающей среды.

На основе имеющихся данных о затратах на энергию (электроэнергия, газ, уголь, дрова) и среднего дохода на домохозяйство из 5 человек была

произведена оценка [36,37,38]. Целью опроса было определить сколько составляет расходы населения на энергию. Под расходами на энергию подразумевается затраты на электроэнергию, уголь, сжиженный газ, древесину и других источников энергии. В опросе участвовали с г.Душанбе, РРП, Хатлонской и Согдийской Областей и ГБАО. Проведено анкетирование и онлайн- опрос с января по май 2023 года, в котором участвовали 966 человек. Затраты на энергию согласно анкетированию и онлайн-опросу приведены в Таблице 1.3. Анкета с вопросами приведена в Приложении 2.

Таблица 1.3

Оценка энергетической бедности по РТ

| Регионы            | Затраты на использовании энергии, сомони/месяц в расчёте на одну семью* | Средний доход на домохозяйство из 5 человек** | % затрат на использовании энергии от среднего дохода на домохозяйство за 2021 |
|--------------------|---|---|---|
| ГБАО               | 802   | 3594,2  | 22,3  |
| Хатлонская область | 366   | 2815,7  | 12,9  |
| Согдийская область | 585   | 3494,6  | 16,7  |
| Душанбе            | 383   | 5622,9  | 7   |
| РРП                | 589   | 3137,93                                       | 18,7  |

Источник: \*\*рассчитано по \*Регионы Республики Таджикистан//Статистический сборник.-Душанбе, АСПРТ,2022; \*результаты опроса.

Анализ опрошенных респондентов показал, что самые высокие затраты приходятся на ГБАО. Это прежде всего обусловлено зависимостью энергопотребления от суровых климатических условий и удорожанием энергоресурсов из-за транспортных расходов. После ГБАО идёт Согдийская область и РРП. ГБАО является самым отстающим регионом Республики Таджикистан. И прежде всего это обусловлено его энергетической бедностью и доступа к энергии. Затраты на энергию в городе Душанбе и Хатлонской

области являются более низкими по сравнению с другими регионами республики.

Преодоление энергетической бедности является сложной задачей, требующей совместных усилий правительств, международных организаций, частного сектора и сообществ. Это позволит снизить неравенство в доступе к энергии, поддержать экономическое развитие и улучшить качество жизни миллионов людей, способствуя устойчивому и инклюзивному развитию.

Преодоление энергетической бедности требует комплексного и многомерного подхода (рисунок 1.12)

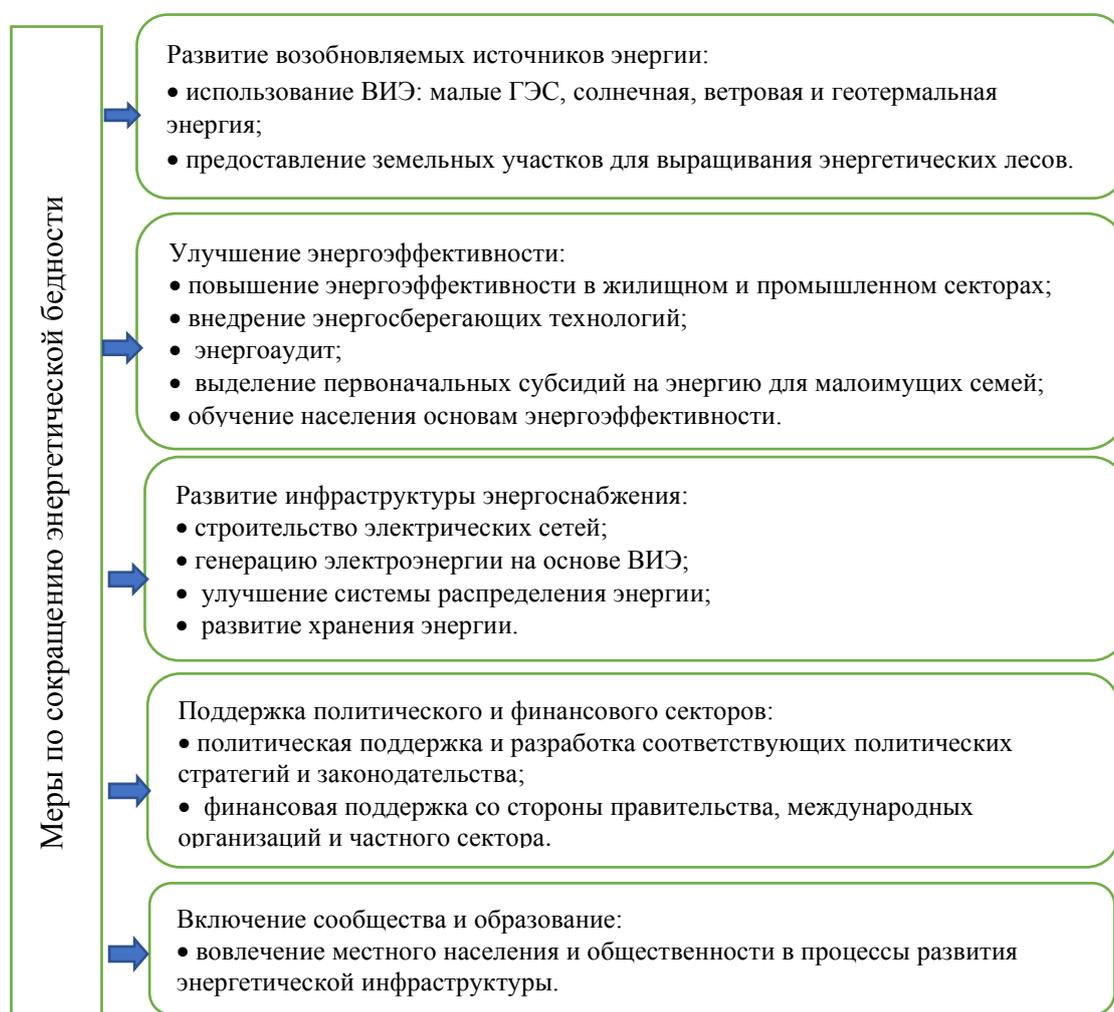


Рисунок 1.12 - Меры по сокращению энергетической бедности

Источник: Составлено автором на основе анализа и изучения материалов по теме

➤ Развитие возобновляемых источников энергии: Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, позволяет обеспечить доступную и чистую энергию в отдаленных регионах. Инвестиции в развитие этих источников энергии способствуют сокращению выбросов парниковых газов и снижению негативного влияния на окружающую среду. Расширение структуры и масштабов использования местных возобновляемых источников энергии (солнечной радиации, геотермальной энергии и потенциал ветра) более подробно приводится в следующей главе.

В условиях Мургаба предоставление земельных участков для выращивания энергетических лесов (неиспользуемых горных, предгорных) для производства дров или биомассы, состоящие из быстрорастущих пород, является целесообразным и своевременным.

➤ Улучшение энергоэффективности: повышение энергоэффективности в жилищном и промышленном секторах позволяет сократить энергетические расходы и обеспечить более эффективное использование энергии. Это может включать внедрение энергосберегающих технологий, энергоаудиты, выделение первоначальных субсидий на энергию для малоимущих семей обучение населения основам энергоэффективности.

Для снижения энергетической бедности отдаленных, сельских и высокогорных районов Республики Таджикистан можно рассматривать использование современных, доступных, энергосберегающих технологий и материалов в жилом и общественном зданиях. Постоянно необходимо вести работы по повышению культуры использования энергии населением начиная с общеобразовательных сельских школ.

➤ Развитие инфраструктуры энергетического снабжения: необходимо инвестировать в развитие энергетической инфраструктуры в отдаленных и недостаточно обслуживаемых районах. Это включает строительство электрических сетей, генерацию электроэнергии на основе возобновляемых

источников, улучшение системы распределения энергии и развитие хранения энергии. Развитие инфраструктуры снизит затраты на передачу энергии, улучшит доступность и надежность энергоснабжения.

➤ Поддержка политического и финансового секторов: политическая поддержка и разработка соответствующих политических стратегий и законодательства могут способствовать созданию благоприятной среды для инвестиций в энергетическую инфраструктуру и развитие энергетического сектора. Финансовая поддержка со стороны правительства, международных организаций и частного сектора может содействовать реализации проектов по энергетической инфраструктуре и обеспечению доступа к энергии.

➤ Включение сообщества и образование: важно вовлечение местного населения и общественности в процессы развития энергетической инфраструктуры. Образовательные программы и информационные кампании должны освещать важность энергии для развития и благосостояния, а также обучать население энергоэффективному поведению и использованию возобновляемых источников энергии.

В заключении можно сказать, что оценка и мониторинг энергетической бедности – непростая задача. Он включает в себя специфику каждой отдельной страны и зависит от факторов, которые нелегко измерить. Тем не менее, такая оценка возможна и, более того, ее необходимо проводить систематически.

Для достижения устойчивого развития ГБАО следует преодолеть энергетическую бедность путем развития доступных источников энергии, улучшения энергоэффективности, развития возобновляемых источников энергии и содействия инфраструктурным проектам в сфере энергетики.

## **Выводы по первой главе**

Выполненный обзор и анализ теоретико-методических подходов к устойчивому развитию на основе существующих научных исследований, практических разработок, проектов и программ позволяет делать вывод о том, что теоретико-методические основы по данной проблематике недостаточны и исследованы.

При рассмотрении данной проблемы многими исследователями допускается единое понимание «устойчивости» как экономическая категория. В понимании устойчивости надо рассматривать одну из характеристик состояния экономики региона, устойчивое или неустойчивое.

Для трансформации системы в устойчивое состояние нужна разработка и реализация необходимых мер в соответствии с целевыми ориентирами ее развития.

В этой связи представляет определенный интерес исследование и разработка методических подходов к решению данной задачи на примере Горно-Бадахшанской Автономной Области. Её стратегия устойчивого экономического развития может быть основана на диверсификации производства и широкого использования возобновляемых источников электроэнергии с учётом его энерго-экономических особенностей. Одним из таких источников является малая гидроэнергетика, развития которой по сравнению с другими показала себя более эффективной, социально-ориентированной и экологически чистой.

## **ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОРНО-БАДАХШАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ**

### **2.1. Современные тенденции социально-экономического развития и факторы его определяющие**

Горно-Бадахшанская Автономная Область является крупнейшим высокогорным регионом Таджикистана. Она образовалась 2 января 1925 года. Город Хорог является столицей области. На Севере граничит с Республикой Киргизстан, на Востоке с Народной Республикой Китай, а на Юге с Исламской Республикой Афганистан. Общая площадь составляет 64.2 тысяча км<sup>2</sup> (46%), занимая 40 % территории Республики Таджикистан. Административно область состоит из одного города, 7 районов и 43 сельских джамоатов (органов местного самоуправления). Численность населения по состоянию на начало 2022 года составляла 230,1 тыс. человек, что составляет около 3,7% населения страны [38].

С внешним миром регион связан автодорогами: Хорог-Ош, Хорог-Душанбе. Кроме того, после строительства международных сухопутных портов на границах с Китайской Народной Республикой и Исламской Республикой Афганистан, ГБАО превратилась в торговые ворота Таджикистана на юге страны.

В Таджикистане Постановлением правительства 04 июля 2006 года под № 289 была принята «Программа социально-экономического развития ГБАО» 2015 и 2020 годов [5,6,39]. Целью данных программ являлась способствование переходу экономики к рыночным отношениям, повышению роли регионов, организации региональных реформ, а также рациональному использованию местных ресурсов. В рамках программы развития ГБАО были поставлены следующие задачи:

✓ создание новых горнодобывающих и перерабатывающих промышленных предприятий, в особенности специализирующихся на использовании

богатых природных ресурсов региона (золото, серебро, железо, вольфрам, уран, бор, редкоземельные элементы и драгоценные, полудрагоценные камни);

- ✓ развития микро-горных промышленных комплексов на базе строительства малых и средних ГЭС;
- ✓ повышения уровня образования и культуры населения;
- ✓ создание экономической инфраструктуры;
- ✓ развитие туризма.

Многие мероприятия в рамках данной программы не были даже начаты, поскольку на ранних стадиях проектирования должным образом не были определены порядок выполнения, источники финансирования, рынки сбыта и многие другие вопросы. Были преувеличены источники доходов региона.

В качестве источников финансирования рассматривалось в основном иностранные инвестиции, что в свою очередь несет большие риски и ведет к увеличению государственного долга.

Уровень социально-экономического развития региона, как правило, характеризуется такими показателями, как валовый региональный продукт (ВРП) на душу населения, объем промышленного производства, число предприятий и организаций, размер среднемесячной номинальной заработной платы и другие.

Экономика ГБАО, несмотря на расположение области в экстремальных природно-климатических условиях и стратегическую значимость ее территории, до настоящего времени по сравнению с другими регионами Таджикистана сохраняет низкий уровень своего развития. Как видно из таблицы 1, удельный вес автономной области в ВВП страны составляет всего 1,4 % и имеет тенденцию снижения. В рассматриваемый период отмечается незначительный прирост ВРП на душу населения. В соответствии со статистическими данными доля частного сектора в целом по

стране в 2018 году составила 70%, в то время как в ГБАО этот показатель сохранялся на низком уровне. Таблица 2.1[38].

Таблица 2.1

Макроэкономические показатели

| Показатели   | Годы        |              |              |              |              |              |              |              |              |              | 2021 / 2012, в % |
|--|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|
|  | 2012        | 2013         | 2014         | 2015         | 2016         | 2017         | 2018         | 2019         | 2020         | 2021         |                  |
| ВВП, млн.сом   | 36163,1     | 40525,5      | 45606,6      | 50977,8      | 54790,3      | 64434,3      | 71059,2      | 79109,8      | 82543,0      | 98910,7      | 273,5            |
| ВРП, млн.сом   | 32784,7     | 36535,1      | 40836,2      | 43745,9      | 49921,1      | 56001,8      | 61368,4      | 68691,3      | 73870,5      | 91932        | 280,4            |
| <i>Удельный вес ВРП к ВВП, в %</i>                         | <b>90,7</b> | <b>90,2</b>  | <b>89,5</b>  | <b>90,5</b>  | <b>91,6</b>  | <b>91,6</b>  | <b>89,1</b>  | <b>88,8</b>  | <b>89,5</b>  | <b>93</b>    | <b>102,5</b>     |
| ВРП, ГБАО  | 525,7       | 633,2        | 721,2        | 716,8        | 841,2        | 956,6        | 1035,6       | 1063,4       | 1065,0       | 1278,8       | 243,2            |
| <i>Удельный вес ГБАО в ВВП, в %</i>                        | <b>1,5</b>  | <b>1,6</b>   | <b>1,6</b>   | <b>1,4</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,3</b>   | <b>1,3</b>   | <b>1,3</b>   | <b>86,7</b>      |
| <i>Удельный вес ГБАО к ВРП, в %</i>                        | <b>1,6</b>  | <b>1,7</b>   | <b>1,8</b>   | <b>1,6</b>   | <b>1,7</b>   | <b>1,7</b>   | <b>1,7</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,4</b>   | <b>1,4</b>   | <b>87,5</b>      |
| Численность населения, млн.чел                             | 0,2         | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 100              |
| <i>ВРП на душу населения, сом</i>                          | 2628,5      | 3166         | 3606         | 3584         | 4206         | 4783         | 5178         | 5317         | 5325         | 6394         | 243,2            |
| <i>Темпы роста (год к предыдущем у году, 2012 г.=100%)</i> | <b>100</b>  | <b>120,4</b> | <b>137,2</b> | <b>136,3</b> | <b>160,0</b> | <b>182,1</b> | <b>197,1</b> | <b>202,3</b> | <b>202,6</b> | <b>243,2</b> |                  |

Источник: рассчитано автором по [39]

Приведенные данные демонстрируют, если в 2013 году доля сельского хозяйства составляла 47 % всей экономики автономной области, то в 2021 году этот показатель снизился до 29 %. В области образования, здравоохранения, государственного управления, коммунальных услуг в анализируемом периоде практически ничего не изменилось.

Структура валового регионального продукта ГБАО, приведенная на рисунке 2.1, также далека от совершенства.

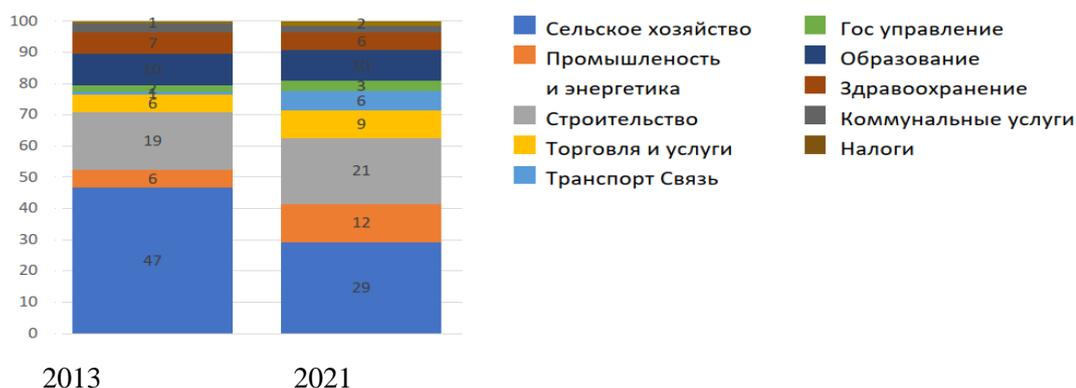


Рисунок 2.1 - Структура валового регионального продукта по секторам в ГБАО 2013-2021гг.

Источник: Составлено по [38,39]

По производству промышленной продукции на душу населения ГБАО имеет самый низкий показатель - 1580 сомони в 2021 году (Таблица 2.2).

Таблица 2.2

Продукция промышленности в ценах соответствующих лет, млн. сом

| Показатели   | Годы        |              |             |              |              |              |              |               |              |             | 2021/<br>2012,<br>в % |
|--|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|-----------------------|
|  | 2012        | 2013         | 2014        | 2015         | 2016         | 2017         | 2018         | 2019          | 2020         | 2021        |                       |
| Общий объем промышленной продукции РТ, млн.сом             | 9504        | 9952         | 10535       | 12196        | 15090        | 20029        | 23894        | 27613         | 30890        | 38829       | 408,5                 |
| Объем промышленной продукции ГБАО, млн.сом                 | 98,8        | 100,3        | 96,5        | 111,8        | 128,8        | 193,4        | 238,3        | 249,3         | 228,8        | 316         | 320                   |
| <i>Удельный вес пром.продук ГБАО к общий объём РТ, в %</i> | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>   | <b>0,9</b>  | <b>0,9</b>   | <b>0,9</b>   | <b>1,0</b>   | <b>1,0</b>   | <b>0,9</b>    | <b>0,7</b>   | <b>0,81</b> | <b>81</b>             |
| ВРП ГБАО, млн.сом  | 525,7       | 633,2        | 721,2       | 716,8        | 841,2        | 956,6        | 1035,6       | 1063,4        | 1065         | 1278,8      | 243,2                 |
| <i>Удельный вес пром.продук к ВРП, в %</i>                 | <b>18,8</b> | <b>15,8</b>  | <b>13,4</b> | <b>15,6</b>  | <b>15,3</b>  | <b>20,2</b>  | <b>23,0</b>  | <b>23,4</b>   | <b>21,5</b>  | <b>24,7</b> | <b>31,38</b>          |
| Численность населения, млн.чел                             | 0,2         | 0,2          | 0,2         | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 0,2           | 0,2          | 0,2         | 100                   |
| <i>Объём пром продукции на душу населения, сом</i>         | <b>470</b>  | <b>473</b>   | <b>483</b>  | <b>559</b>   | <b>644</b>   | <b>967</b>   | <b>1192</b>  | <b>1246,5</b> | <b>1144</b>  | <b>1580</b> | <b>336</b>            |
| <i>Темпы роста (год к предыдущему году, 2012 г.=100%)</i>  | <b>100</b>  | <b>101,5</b> | <b>97,7</b> | <b>113,1</b> | <b>130,4</b> | <b>195,7</b> | <b>241,2</b> | <b>252,3</b>  | <b>231,6</b> | <b>336</b>  |                       |

Источник: рассчитано автором по [38,39]

Объем промышленной продукции ГБАО в 2021 году составил 316 млн.сом. Удельный вес промышленной продукции ГБАО к общему объему республики в 2021 году составляет всего лишь 0,81 % и снизился на 0,19 % по сравнению с 2012 годом (Таблица 2.2). Темпы роста имеет стабильный рост, за исключением ковидного 2020 года [38].

Анализ показал, что число действующих предприятий и организаций всех форм собственности за период 2012-2021 годы в ГБАО увеличились в 1,5 раза. В общей численности действующих по территории республики хозяйствующих субъектов доля расположенных в ГБАО составляет всего 3,9 %. (Таблица 2.3) Несмотря на положительную динамику данного показателя, существующая ситуация не является удовлетворительной для устойчивого экономического и социального развития области.

Таблица 2.3

Число предприятий и организаций в РТ и ГБАО

| Показатели  | Годы       |              |              |              |              |              |              |              |              |            | 2021/<br>2012,<br>в % |
|---|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------------------|
|   | 2012       | 2013         | 2014         | 2015         | 2016         | 2017         | 2018         | 2019         | 2020         | 2021       |                       |
| Число предприятий и организации, РТ                       | 32684      | 39824        | 42206        | 42358        | 42347        | 42031        | 43252        | 46465        | 47639        | 48625      | 148,7                 |
| Число предприятий и организации, ГБАО                     | 1208       | 1478         | 1603         | 1724         | 1725         | 1609         | 1669         | 1797         | 1870         | 1920       | 159                   |
| <i>Удельный вес ГБАО, к общий объём РТ, в %</i>           | <b>3,7</b> | <b>3,7</b>   | <b>3,8</b>   | <b>4,1</b>   | <b>4,1</b>   | <b>3,8</b>   | <b>3,9</b>   | <b>3,9</b>   | <b>3,9</b>   | <b>3,9</b> | <b>105,4</b>          |
| <i>Темпы роста (год к предыдущему году, 2012 г.=100%)</i> | <b>100</b> | <b>122,3</b> | <b>132,7</b> | <b>142,7</b> | <b>142,8</b> | <b>133,2</b> | <b>138,2</b> | <b>148,7</b> | <b>154,8</b> | <b>159</b> |                       |

Источник: Рассчитано автором по [38,39]

Среднемесячная заработная плата в ГБАО в 2021 году составила 1459,28 сомони, средний показатель по республике составил 1540,84 сомони. (Таблица 2.4). При этом следует отметить, что население ГБАО проживает в экстремальных природно-климатических условиях.

Анализ результатов выполнения «Программы социально-экономического развития ГБАО» на 2015-2020 гг. показал, что в ряде районов

области в связи с отсутствием источников финансирования запланированные мероприятия не были реализованы. ГБАО по показателям ВРП, числу предприятий, производству промышленной продукции является отстающим регионом в стране.

Таблица 2.4

### Среднемесячная заработная плата в ГБАО

| Показатели  | Годы   |        |        |        |        |         |         |         |         |         | 2021/<br>2012,<br>в % |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|
|   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    |                       |
| Среднемесячная заработная плата, РТ, сомони               | 555,29 | 694,89 | 816,27 | 878,91 | 962,16 | 1144,19 | 1233,82 | 1335,5  | 1393,8  | 1540,84 | 277                   |
| Среднемесячная заработная плата, ГБАО, сомони             | 478,85 | 587,15 | 672,04 | 701,53 | 796,24 | 917,03  | 1034,72 | 1200,35 | 1347,36 | 1459,28 | 304,7                 |
| <i>в % от среднего по стране</i>                          | 86,2   | 84,5   | 82,3   | 79,8   | 82,8   | 80,1    | 83,9    | 89,9    | 96,7    | 94,7    | 110                   |
| <i>Темпы роста (год к предыдущему году, 2012 г.=100%)</i> | 100    | 122,6  | 140,3  | 146,5  | 166,3  | 191,5   | 216,1   | 250,7   | 281,4   | 304,7   |                       |

Источник: Рассчитано автором по [38,39]

Уровень образованности населения региона является важным составляющим показателем регионального развития, отражает степень готовности и способности решать актуальные проблемы общества. ГБАО с Советских времен занимает одно из ведущих мест по уровню образованности населения. Показатели средней заработной платы и пенсии ГБАО приравнивается к республиканскому уровню. Несмотря на приrost показателей их абсолютное значение остаётся все еще на низком уровне.

Другой показатель, который заставляет задуматься - уровень безработицы ГБАО. Если средний уровень безработицы по стране равняется 4,1%, то в ГБАО он составляет 19,1% рисунок 2.2.

Строительный комплекс Горного Бадахшана в лице нескольких строительных фирм также не отвечает современным требованиям Промышленного, Гражданского и Жилищного строительства и сегодня не могут быть активно задействованы в осуществлении даже малых индустриальных проектов на территории области и сильно нуждаются в расширении и модернизации своей технической базы.

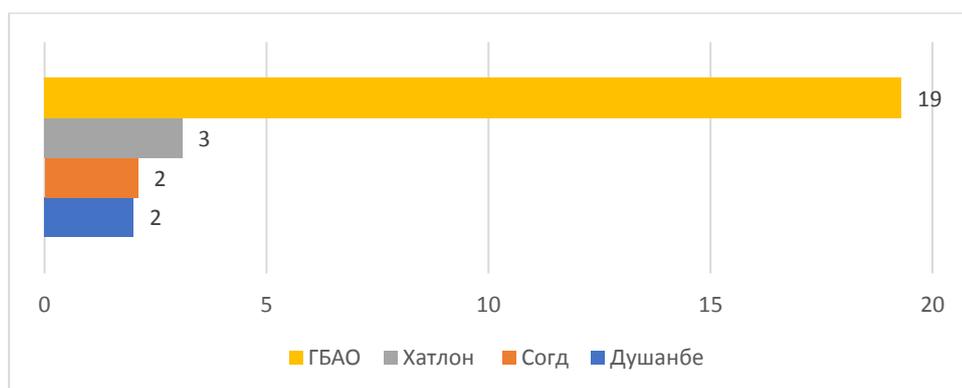


Рисунок 2.2 - Уровень безработицы по ГБАО в %

Источник: [39,40]

Таблица 2.5

Производство и потребление энергии на душу населения, млн.кВт.ч

| Показатели  | Годы  |       |       |       |       |       |        |        |       |        |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
|   | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018   | 2019   | 2020  | 2021   |
| Производство электроэнергии по РТ, млн.кВт.ч          | 16974 | 17115 | 16472 | 17162 | 17232 | 18144 | 19742  | 20676  | 20900 | 20624  |
| Население РТ, тыс. чел                                | 7,99  | 8,16  | 8,35  | 8,55  | 8,74  | 8,93  | 9,13   | 9,31   | 9,51  | 9,88   |
| Потребление энергии на душу населения РТ, кВт.ч/чел   | 2124  | 2097  | 1973  | 2007  | 1972  | 2032  | 2162   | 2221   | 2198  | 2087   |
| Производство электроэнергии по ГБАО, млн.кВт.ч        | 172   | 176   | 184   | 182   | 176   | 187   | 205    | 200    | 204   | 208    |
| Население ГБАО, тыс. чел                              | 210,2 | 212,1 | 214,3 | 217,4 | 220,2 | 223,6 | 226,9  | 228,9  | 228,4 | 230,1  |
| Производство энергии на душу населения кВт.ч/чел      | 818   | 829,7 | 858,6 | 837   | 799   | 836   | 907,8  | 873,7  | 893   | 904    |
| Потребление электроэнергии млн.кВт.ч                  | 157,6 | 155   | 170   | 168   | 165,6 | 175   | 180    | 177    | 182   | 186    |
| Потребление энергии на душу населения ГБАО, кВт.ч/чел | 749,7 | 730,7 | 793,2 | 772,7 | 762   | 782,6 | 793,3  | 773,2  | 796,8 | 808    |
| ВРП, млн. сом   | 527,7 | 633,2 | 721,7 | 716,7 | 841,2 | 956,5 | 1035,6 | 1063,4 | 1065  | 1278,8 |
| Электроёмкость ВРП, кВт.ч/сом                         | 0,29  | 0,24  | 0,23  | 0,23  | 0,19  | 0,18  | 0,17   | 0,16   | 0,17  | 0,14   |

Источник: рассчитано автором по [38,39]

Что касается производства и потребление энергии на душу населения по сравнению с республиканскими показателями намного занижены. С каждым годом увеличивается производства электроэнергии, тем самым увеличивается рост ВРП ГБАО.

Проведенное исследование макроэкономических показателей свидетельствует о том, что несмотря на значительный ресурсный, в том числе человеческий потенциал, уровень жизни населения и в целом социально-экономическое развитие в Горно-Бадахшанской Автономной Области значительно отстают от других регионов страны. Незрелость экономики области и, как следствие, отсутствие рабочих мест обуславливают выраженную зависимость ее от внешних дотаций. Основными источниками финансовых ресурсов являются финансовая помощь (субвенция) из государственного бюджета страны и иностранные поступления. Доля субвенций в доходной части бюджета ГБАО составляет 65-70%.

### **2.1.1 Эконометрическая модель оценки влияния факторов на устойчивое развитие**

На современном этапе развития любого государства в целом и его регионов по отдельности, экономический рост самым тесным образом связан с функционированием топливно-энергетического комплекса страны, где энергетические ресурсы используются в максимальном объеме и с высокой степенью эффективности. Доступ к энергоресурсам является одним из главных и необходимых условий устойчивого развития экономики. Доступ к энергии обуславливает социально-экономическое развитие населения и сектора бизнеса. Странами-членами ООН 25 сентября 2015 года приняты 17 целей, которые направлены на сокращение бедности, изменение климата и другие стратегически важные аспекты для всех. Согласно седьмой цели

устойчивого развития (ЦУР), каждый человек вне зависимости от местности проживания, в городе или сельской местности, должен иметь доступ к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии.

В качестве показателя, характеризующего экономический уровень развития ГБАО как макроэкономического субъекта национального хозяйства, нами был принят Валовой региональный продукт (ВРП). При построении эконометрической модели рассматривались логически подобранные переменные, которые, по нашему убеждению, могут повлиять на ВРП ГБАО.

- Численность населения;
- Миграция;
- Доля лиц с высшим профессиональным образованием по ГБАО;
- Общий объем промышленной продукции, в том числе производства электроэнергии по ГБАО;
- Число предприятий по ГБАО;
- Среднемесячная ЗП в ГБАО;
- Потреблении электроэнергии на душу населения;
- Электроёмкость ВРП;
- Уровень миграции по ГБАО;
- Капитальные вложения за счет всех источников финансирования по ГБАО;
- Инвестиции в основные капитальные вложения на душу населения ГБАО;
- Ввод в действие основных фондов по ГБАО;
- Торговля и услуги населению по ГБАО;
- Розничный товароборот по ГБАО.

Анализ регрессионной статистики свидетельствует о том, что среди отобранных факторов на ВРП ГБАО наиболее сильное влияние оказывает фактор X1- общий объем промышленной продукции ГБАО, в том числе электроэнергия, X2- число предприятий по ГБАО, X3- среднемесячная

заработная плата, X5- торговля и услуги населению по ГБАО. Переменные для эконометрического анализа приведены в Таблице 2.6.

Таблица 2.6

Переменные для эконометрического анализа

| Обозначение | Переменные  | Единица измерения |
|-------------|---|-------------------|
| У           | Валовый региональный продукт ГБАО                                   | млн. сомони       |
| X1          | Общий объем промышленной продукции ГБАО, в том числе электроэнергия | млн. сомони       |
| X2          | Число предприятий по ГБАО   | ед.               |
| X3          | Среднемесячная ЗП в ГБАО  | сомони            |
| X4          | Капитальные вложения за счет всех источников финансирования по ГБАО | млн. сомони       |
| X5          | Торговля и услуги населению по ГБАО                                 | млн. сомони       |

Таблица 2.7

Исходные данные для построения эконометрической модели

| Обозначение | У      | X1    | X2   | X3     | X4    | X5    |
|-------------|--------|-------|------|--------|-------|-------|
| <b>2010</b> | 362,1  | 75,1  | 1014 | 277,24 | 243,8 | 67,4  |
| <b>2011</b> | 436,3  | 76,8  | 1150 | 349,27 | 121,9 | 73,6  |
| <b>2012</b> | 525,7  | 88    | 1208 | 478,85 | 102,2 | 85,3  |
| <b>2013</b> | 633,2  | 83,1  | 1478 | 587,15 | 163,3 | 101,3 |
| <b>2014</b> | 721,2  | 104,4 | 1603 | 672,04 | 241,8 | 108,1 |
| <b>2015</b> | 716,8  | 122,1 | 1724 | 701,53 | 254,9 | 114,2 |
| <b>2016</b> | 841,2  | 138,9 | 1725 | 796,24 | 353,1 | 121   |
| <b>2017</b> | 956,6  | 202,7 | 1609 | 917,03 | 439,6 | 128,6 |
| <b>2018</b> | 1035,6 | 243,2 | 1669 | 1034,7 | 519,2 | 138,7 |
| <b>2019</b> | 1063,4 | 249,3 | 1797 | 1200,4 | 257,3 | 154,7 |
| <b>2020</b> | 1065   | 228,8 | 1870 | 1347,4 | 341,6 | 168,6 |

Источник: составлено по [38,39]

Нужно выбрать именно те факторы, которые влияют на результативный показатель У. Факторы, которые не влияют на результативный показатель у должны исключить из матрицы. В таблице представлены исходные переменные, которые влияют на У. Необходимо

проверить степень зависимости между переменными. Для этого нужно посчитать всевозможные комбинации между парными коэффициентами корреляции между  $Y$  и всеми  $X$ -сами. Построим матрицу корреляции с помощью стандартного пакета MS-Excel. Корреляционная матрица приведена в таблице 2.8.

Таблица 2.8

Расчет корреляции

|    | Y        | X1       | X2       | X3       | X4       | X5       |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Y  | 1        | 0,94385  | 0,904797 | 0,972374 | 0,73377  | 0,97406  |
| X1 | 0,94385  | 1        | 0,745009 | 0,933763 | 0,748262 | 0,914039 |
| X2 | 0,904797 | 0,745009 | 1        | 0,888053 | 0,571428 | 0,921162 |
| X3 | 0,972374 | 0,933763 | 0,888053 | 1        | 0,631042 | 0,996573 |
| X4 | 0,73377  | 0,748262 | 0,571428 | 0,631042 | 1        | 0,63062  |
| X5 | 0,97406  | 0,914039 | 0,921162 | 0,996573 | 0,63062  | 1        |

Теперь нужно определить какие факторы влияют на  $Y$ . Это можно выявить с помощью простого инструмента значения коэффициентов корреляции. Если коэффициент корреляции по модулю больше 0,85, то фактор существенно влияет на наш  $Y$ . Коэффициенты, которые меньше 0,85 в дальнейшем в расчеты не будут включаться. Из таблицы видно, что значимыми являются коэффициенты  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_5$  соответствующие переменным  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  и  $X_5$ . Полученные коэффициенты значимости отражаются в таблице 2.9.

Таблица 2.9

Полученные коэффициенты значимости

|                | Коэффициенты | P-Значение |
|----------------|--------------|------------|
| Y-пересечение  | 314,2        | 0,518      |
| Переменная X 1 | 1,15         | 0,243      |
| Переменная X 2 | 0,59         | 0,118      |
| Переменная X 3 | 1,53         | 0,328      |
| Переменная X 5 | -16,19       | 0,375      |

Дисперсионный анализ показал, что значимость F равна 0,00009, которая меньше 0,05. Совокупный коэффициент множественной детерминации  $R^2=0,987$  демонстрирует, что вариация ВРП ГБАО почти на 99 % обуславливается выбранными переменными. Полученные результаты чётко демонстрируют, что на ВРП ГБАО влияют общий объем промышленной продукции, в том числе производства электроэнергии, число предприятий по ГБАО, среднемесячная заработная плата в ГБАО и торговля и услуги населению. Число предприятий по ГБАО влияют меньше, чем две перечисленные. Эти показатели играют существенную роль при оценке уровня экономического развития ГБАО. Следовательно, построенная нами регрессия в целом является значимой. После проверки значимости уравнение линейной регрессии принимает вид:

$$Y = 314,2 + 1,15X_1 + 0,59X_2 + 1,53X_3 - 16,19 X_5$$

Производство энергии лежит в основе социально-экономического развития и жизнедеятельности любого государства. Энергия содействует созданию рабочих мест, возможности для инвестиций, инноваций и новых технологий, тем самым достигается экономический рост страны.

От устойчивого развития энергетики зависит устойчивое развитие страны, конкурентоспособность экономики, обеспечение надежного функционирования жилищно-коммунального и других комплексов.

## **2.2. Энергетический потенциал возобновляемых источников энергии и его значение в устойчивом развитии энергетики**

При современном уровне научно-технического прогресса энергопотребление общественного производства во всем мире продолжается

покрываться за счет так называемой традиционной энергетики на базе использования органического топлива (уголь, нефть, газ), гидроэнергии и атомной энергии на основе тепловых нейтронов [41,42,43,44,45,46].

В нашей стране 70 % населения страны проживающих в горных и сельских местностях имеют ограниченный доступ к электроэнергии в зимнем периоде, а некоторые районы, круглый год.

В соответствии с резолюцией № 33/148 Генеральной Ассамблеи ООН (1978 г), к возобновляемым источникам энергии относятся: солнечная, ветровая, геотермальная, энергия морских волн, приливов и океана, энергия биомассы, древесины, древесного угля, торфа, тяглового скота, сланцев, битуминозных песчаников и гидроэнергия малых водотоков.

В данной диссертационной работе мы попытаемся рассмотреть возобновляемые источники энергии, их количественные значения, достоинства, недостатки, и перспективы использования их в экономике и быта высокогорных регионах Таджикистана.

Ресурсы возобновляемых источников энергии в Таджикистане оцениваются следующими величинами, приведенными в таблице 2.10.

Таблица 2.10.

Ресурсы возобновляемых источников энергии Таджикистана,

млн. т.у.т. в год

| Ресурсы                 | Валовой потенциал | Технический потенциал | Экономический потенциал |
|-------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| Гидроэнергия, общая     | 179.2             | 107.4                 | 107.4                   |
| В т.ч. малая            | 62.7              | 20.3                  | 20.3                    |
| Солнечная энергия       | 4790.6            | 3.92                  | 1.49                    |
| Энергия биомассы        | 4.25              | 4.25                  | 1.12                    |
| Энергия ветра           | 163               | 10.12                 | 5.06                    |
| Геотермальная энергия   | 0.045             | 0.045                 | 0.045                   |
| Всего (без крупных ГЭС) | 5020.595          | 38.635                | 27.955                  |

Источник: [48]

Ниже вкратце остановимся на степени изученности этих источников и их роли в формировании электроэнергетической системы Горно-Бадахшанской Автономной Области Таджикистана.

**Солнечная энергия.** Потенциал солнечной энергии в нашей республике достаточно высокий. Количество солнечных дней в году достигает до 300. Это дает возможность использовать солнечную энергию в качестве альтернативной энергии, особенно в горных регионах нашей республики. На Юге республики (32-42 сев.шир.) свойственно высокое стояние солнца. Среднегодовая продолжительность солнечного сияния составляет от 2087 до 3166 часов. В зимние дни высота солнцестояния достигает  $280\text{С}^0$ , а в летние дни до  $75\text{С}^0$ . Поэтому по всей стране суммарная радиация в году приравняется к 151 (на севере) до 176 (на востоке)  $\text{Ккал/см}^2$ , а при ясном небе годовая сумма колеблется в пределах 182,9-223,9  $\text{Ккал/см}^2$  [46,47,48].

Расположение Таджикистана в северной части субтропической зоны и небольшая величина покрытия неба облачностью определяет высокое значение солнечной радиации и большую продолжительность солнечного сияния. В горных районах Таджикистана число дней без солнца составляет 50-54. В долинных районах число таких дней снижается до 30-40, в Восточном ГБАО - до 20-30. Минимальное число дней без солнца наблюдается в районе ст. Каракуль - 7.

Наибольшая продолжительность солнечного сияния наблюдается на крайнем юге республики и в Восточном ГБАО. На стоке Пяндж оно составляет 3030 часов/год, на ст. Каракуль - 3166 часов [46,47].

В условиях высокогорья, помимо астроклимата и наличия облачности, продолжительность солнечного сияния зависит еще от экспозиции склонов и степени закрытости горизонта окружающими хребтами. Число часов солнечного сияния снижается в узких долинах и на крутых склонах. Весной по сравнению с горизонтальной поверхностью северные склоны крутизной  $10^0$  и  $30^0$  получают радиацию на 10-15 и 15-20% меньше соответственно.

Летом приход суммарной радиации не отличается от прихода на горизонтальную поверхность [47,48,49,50,51,52].

Солнечные коллекторы являются одним из простых способов использования солнечной энергии. В состав солнечных коллекторов входит металлический поглотитель, по которому проходит теплоноситель. Такие коллекторы устанавливаются на крышах домов. Солнечные коллекторы плотно устанавливаются на крышах жилых домов под углом к горизонту или же монтируются в кровлю. В зависимости от инсоляции теплоносители коллекторов нагреваются более 40-80 С° по сравнению с температурой окружающей среды. Эти системы также широко используются в домохозяйствах. Недавно начали поступать в страну солнечные коллекторы производства Китая, полностью обеспечивающие горячей водой домохозяйства в летние дни, и частично в зимние. Сведения об масштабах использования солнечной энергии по состоянию на декабрь 2014-2020гг. приводятся в таблице 2.11 [54].

В настоящее время широко и во всех регионах Таджикистана используются фотоэлектрические преобразователи. Они в основном применяются для освещения и использования радиотелевизионных установок.

Безусловно, основным видом "бесплатной" неиссякаемой энергией, по справедливости, считается солнечная. Оно каждую секунду излучает энергию в тысячи миллиардов раз больше, чем при ядерном взрыве 1 кг урана (U235). Однако, в данной диссертационной работе целью не является поиск или обзор новых практических способов использования солнечной энергии в повседневной жизни человека. Они достаточно известны, не только в научных кругах, но и в промышленной эксплуатации большинства развитых стран мира. Нами констатируется факт, что солнечные электрические станции (СЭС) по своим технико-экономическим характеристикам достигли традиционных источников электроэнергии, работающих на органическом,

ядерном топливе и даже сопоставимы с крупными гидроэлектрическими станциями.

К сожалению, из-за низкого уровня жизни населения, такие процессы не получили массового характера. Как показывает опыт многих государств, как развитых, так и развивающихся стран, в данном случае, необходима централизованная поддержка правительства путем субсидирования.

О достоинствах и недостатках использования солнечной энергетики, также проведены достаточно многочисленные исследования, практически во всех странах мира, в том числе в Таджикистане [54,55,56], главной из которых неисчерпаемость и экологическая безопасность для окружающей среды. В настоящее время одними из ключевых факторов, сдерживающих развитие солнечной энергетики в Таджикистане, являются дефицит инвестиций для реализации необходимых проектов, а также недостатки нормативно-правовой базы.

Таблица 2.11

Информация об использовании солнечной энергии по ГБАО по состоянию на декабрь 2014-2020 гг.

| № | Район   | Год ввода | Общая мощность, кВт | Вид собственности | Инвестор                                     |
|---|---------|-----------|---------------------|-------------------|--|
| 1 | Мурғоб  | 2009      | 27                  | Частные           | Правительство РТ                             |
| 2 | Вандж   | 2012      | 2,4                 | Частные           | Министерства энергетики и водных ресурсов РТ |
| 3 | Ишкошим | 2012      | 3                   | Частные           | Министерства энергетики и водных ресурсов РТ |
| 4 | Рушон   | 2012      | 12                  | Частные           | Министерства энергетики и водных ресурсов РТ |
| 5 | Дарвоз  | 2012      | 5,4                 | Частные           | Министерства энергетики и водных ресурсов РТ |
| 6 | Шугнан  | 2012      | 2,1                 | Частные           | Министерства энергетики и водных ресурсов РТ |

| №            | Район    | Год ввода | Общая мощность, кВт | Вид собственности | Инвестор  |
|--------------|----------|-----------|---------------------|-------------------|---|
| 7            | Рошкалъа | 2012      | 2,1                 | Частные           | Министерства энергетики и водных ресурсов РТ  |
| 8            | Мургаб   |           | 57                  | Государственная   | Региональная программа Центральной Азии по экономическому сотрудничеству (CAREC), Азиатский Банк развития |
| 9            | Мургаб   |           | 200                 | Государственная   | Агентство США по международному сотрудничеству  |
| <b>Итого</b> |          | -         | <b>311</b>          | -                 | -   |

Источник: составлено по [54]

**Ветровые установки.** Ветроэнергетика является наиболее развитой сферой практического использования природных возобновляемых энергоресурсов. Мировыми лидерами в ветроэнергетике являются США, Германия, Нидерланды, Дания, Индия [53,54,56,57,58,59,60,61].

До настоящего времени в Таджикистане недостаточно развиты ветроэнергетическая научно-исследовательские работы. Необходимо констатировать факт, что до сих пор отсутствует исследования по разработке кадастр ветров по Таджикистану. Следовательно, очень трудно приходится оценить даже потенциальные ветроэнергетические ресурсы по республике.

Ветроэнергетический потенциал по территории нашей республики расположен неравномерно. Так, например, на перевалах Шахристан, Анзоб, Хайдарабад среднегодовая скорость ветра составляет от 4.1 до 4.8 метров в секунду, на леднике Федченко – 6.0 метров в секунду, в других районах республики она составляет от 2.0 до 2.7 метров в секунду. Можно сказать, что разница между максимум и минимумом среднесуточных скоростей ветра на большинстве территории Таджикистана незначительна.

Кроме того, энергетическая ценность ветров снижается наличием разнообразия их режима, обусловленного сложностью рельефа и орографических особенностей местности. Поэтому, в настоящее время отсутствует фундаментальная основа для развития ветроэнергетики в нашей республике.

**Геотермальные ресурсы** включают в себя гидротермальные и Петро геотермальные источники. Гидротермальные источники — это термальные воды, пароводяные смеси и пар с температурой от 40 до 250 градусов Цельсия. Петро геотермальные источники — это тепло, которое накапливается горными породами.

Основная часть ресурсов приходится на геотермальные источники, то есть термальные воды, которые очень экономичны и просты в добыче и запасы тепла в них огромны.

Область применения и перспективы развития геотермальных вод зависит от таких факторов как: энергопотенциал геотермальных скважин, химическим составом, степенью минерализации и газонасыщенности, общими запасами и дебатами эксплуатационных скважин, отдаленностью источников от потребителей, избыточным давлением на устье скважины, температурным и гидравлическим режимом действующих скважин, а также глубиной залегания геотермальных ресурсов.

В практическом отношении наибольшую ценность представляют месторождения в пределах которых температура воды составляет не менее 40 °С, минерализация воды не превышает 35 г/литр, а глубина залегания не более 3000 метров.

Таджикистан обладает огромным количеством термальных источников, большинство из которых сосредоточены в ГБАО [46,47], общее количество которых составляет более 40 месторождений. Среди них минерализованные (до 1 г/л) или слабоминерализованные (до 4 г/л) углекислые термальные воды. Наибольшее значение температуры термальной воды на устье

скважины достигает 98°C. К низкопотенциальным термальным водам относят до 100°C. Такие виды термальных вод в основном используются для теплофикации коммунально-бытовых и промышленных секторов, для обогрева теплиц и животноводческих комплексов, в целях оздоровления населения (плавательные бассейны, душевые, бальнеология).

Широкого использования термальных вод можно добиться путём серийного производства оборудования по технологии их извлечения и утилизации, которые известны на сегодня. От степени минерализации геотермальных вод зависит сложность их использования. Преимущество почти всех источников геотермальных вод Таджикистана заключается в слабой минерализации, что позволяет использовать их в системе горячего водоснабжения и отопления.

Для вовлечения геотермальных ресурсов на территории ГБАО следует отметить, что на современном уровне развития экономики Таджикистана главный фактор, сдерживающий их использования в местном топливно-энергетическом балансе, являются дефицит инвестиций.

**Биомасса.** К наиболее известным ресурсам относятся древесные отходы, стебли хлопчатника, кукурузы, рисовая солома другие травы и быстрорастущие деревья.

Все разновидности сельскохозяйственных ресурсов могут использоваться в качестве источника энергии. В Республике Таджикистан в качестве биомассы в основном используются стебли хлопчатника и отходы хлебных злаков [47,48].

2. В качестве источников для получения энергии могут использовать отходы промышленной деятельности, городские отходы, которые содержат большое количество органики. Также в качестве источников для получения энергии являются экскременты крупного и мелкого рогатого скота и птиц. Получение тепловой и электрической энергии осуществляется путем

сжигания биомассы в современных котлах электростанций с газовыми турбинами.

3. Отходы животноводческого и птицеводческого комплекса (экскременты крупного рогатого скота, коз, овец и птиц) также являются источником для производства энергии.

К энергетическому потенциалу биомассы принято относить совокупность материалов растительного происхождения для получения энергии, т.е. древесину травяные и зерновые культуры, отходы животного происхождения, лесного хозяйства и промышленной деятельности.

Теплотворная способность сухой биомассы составляет 14 МДж/кг, тогда как теплотворная способность каменного угля и лигнита 30 МДж/кг и 10-20 МДж/кг соответственно [47,48,63].

Путём сжигания биомассы в современных котлах электростанций с газовыми турбинами можно получить тепловую и электрическую энергии. Причём зольность биомассы ниже по сравнению с каменным углём.

Биогаз, представляющий собой преимущественно смесь метана и двуокиси углерода, производится как в естественных, так и в искусственных условиях. Однако с технико-экономической точки зрения, производство биогаза в искусственных системах представляет собой лучший и наиболее удобный метод. Самый большой потенциал биогаза представляют навозные стоки в сельском хозяйстве [62,63,64,65,66,67,68,69,70]. Другими источниками биогаза являются:

- осадки после механической или биологической очистки сточных вод;
- бытовые отходы органического происхождения;
- органические отходы мясоперерабатывающей и пищевой промышленности;
- органические материалы полигонов твердых бытовых отходов.

Из одного килограмма твердого сухого навоза в мезофильном режиме (35-37<sup>0</sup>С) после 20 дневной ферментации можно получить до 0.35 м<sup>3</sup> биогаза

содержанием 60-65% метана теплотворной способностью в зависимости от содержания метана 20-28 МДж/м<sup>3</sup> [68,69].

Причем, биогаз позволяет полностью или частично заменить потребности животноводческого хозяйства в жидком и газообразном топливе путем использования его в теплогенераторах, газогенераторах, печах и двигателях внутреннего сгорания. Использование БЭУ способствует решению нескольких задач одновременно (сохранность экологии, обеспечение и снабжение населения продовольствием и энергией) и в тоже время относится к одному из наиболее результативных технологий, которые должны получить всестороннюю поддержку в ближайшем будущем.

Для объективной оценки потенциала отхода животноводства следует обращать внимания: во-первых, на крупный рогатый скот, свиней и птиц; во-вторых, на животных, находящихся на крупных фермерских и откормочных хозяйствах.

**Гидроэнергетические ресурсы.** Установленная мощность ГЭС относится к одной из основных классификационных признаков гидроэлектростанций. По этому признаку ГЭС следует разделять на крупные, средние, малые, мини и микро. На установленную мощность МГЭС оказывают влияние следующие факторы:

- Расход воды в реке, м<sup>3</sup>/с;
- Расчетный напор, м;
- Расчетная максимальная нагрузка потребителей, кВт.

В ряде стран верхнюю границу мощности малых ГЭС принимают по-разному. Она зависит от состояния энергетики страны, особенностей технико-экономического обоснования проектов малых ГЭС, нормативно-правовой базы, лицензионных процедур и действующих программ в области энергетики. В некоторых странах к малым ГЭС относят установленной мощности от 1,5 до 30 МВт.

В условиях Таджикистана, малые ГЭС в зависимости от установленной мощности классифицируются следующим образом: микроГЭС до 100 кВт, миниГЭС от 101 до 1000 кВт, малые ГЭС от 1001 кВт до 30 МВт[31].

Таблица 2.12

Классификация малых ГЭС по установленной мощности, МВт \*

| Категория ГЭС | Страны и организации             |       |        |                |   |        |
|---------------|----------------------------------|-------|--------|----------------|---|--------|
|               | Итальянский Национальный комитет | ОЛАДЭ | Россия | Новая Зеландия | Австрия, Испания, Италия, Канада, Франция | Япония |
| Малые ГЭС     | 5                                | 10    | 30     | 30-50          | 5   | 20     |
| Мини ГЭС      | 0.5                              | 1     | 1      | 10             | 2   | 0.1    |
| Микро ГЭС     | 0.1                              | 0.1   | 0.1    | 0.1            | 0.1                                       |        |

Источник: [75,76]

Малые ГЭС по сравнению с другими источниками электрической энергии имеет минимальную себестоимость, максимальные срок службы и эффективность.

Ресурсы малых гидроэлектростанций, вероятно, будут более стабильными по сравнению с другими возобновляемыми источниками энергии. В целом преимущества малых ГЭС являются:

- можно эксплуатировать везде, где достаточное количество воды и напор высотой до 2 м;
- чистый и экологически благоприятный;
- развитая технология;
- может использоваться для децентрализованной генерации;
- можно использовать в любое время в зависимости от наличия воды;
- малая ГЭС проста в установке;
- разумные удельные затраты на производство энергии;
- отсутствие регулярных затрат на топливо;
- низкие расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание;
- турбины и генераторы всегда доступны;

- технические навыки, достаточно доступные в стране, даже если они не всегда могут быть доступны на местном уровне.

ГБАО обладает огромными гидроэнергетическими ресурсами, из которых запасы водотоков меньше 10 км составляют 32,53 млрд.кВт.ч.. К настоящему времени используется лишь 0,6 % от них. Слабую освоенность этих запасов связывают с недостаточным уровнем экономического развития и о значительном потенциальном росте региона на основе освоения малых водотоков в будущем.

Исследование гидроэнергетических ресурсов началось в 30-х годах XX века. В 1933 году потенциальные энергоресурсы водотоков страны оценивались в 11,5 млн. кВт.. После составления водного кадастра в 1934 году это цифра была доведена до 26,8 млн.квт.. Наиболее глубоко этим вопросом начали заниматься Среднеазиатское отделение института "Гидропроект" им. Я. Жука Минэнерго СССР и Таджикский научно-исследовательский отдел энергетики Таджикглавэнерго. Данные о гидроэнергопотенциале на 1965 год представлены в таблицах 2.13 и 2.14 [73,74,75,76,77].

Таблица 2.13.

#### Потенциальные запасы гидроэнергоресурсов Таджикистана

| Бассейны рек  | Среднегодовая мощность, МВт. | Среднегодовая энергия, ТВт.ч. | Доля в общем объеме, % |
|---------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Пяндж         | 14030                        | 122.90                        | 23.2                   |
| Гунт          | 2260                         | 19.80                         | 3.73                   |
| Барганг       | 2969                         | 26.01                         | 4.93                   |
| Вандж         | 1191                         | 10.34                         | 1.96                   |
| Язгулем       | 845                          | 7.40                          | 1.39                   |
| Кызыл-Су      | 1087                         | 9.52                          | 1.78                   |
| Вахш          | 28670                        | 251.15                        | 48.00                  |
| Кафирниган    | 4249                         | 37.22                         | 7.00                   |
| Оз. Кара-Куль | 103                          | 0.90                          | 0.17                   |
| Сурхан-Дарья  | 628                          | 5.50                          | 1.03                   |
| Зеравшан      | 3875                         | 33.94                         | 6.38                   |
| Сыр-Дарья     | 260                          | 2.28                          | 0.43                   |
| Итого         | 60167                        | 527.06                        | 100.00                 |

Источник: составлено по [48]

Гидроэнергетические ресурсы ГБАО по крупным рекам составляют - 22,34%, <10км – 32,62 % и >10км – 17,63% от республиканских запасов (Таблица 2.14).

Обнаруженные гидроэнергоресурсы малых рек огромны, использование которых лишь на 20 % способствует трансформации ГБАО из отсталого в самодостаточный горнопромышленный регион и достижению среднего уровня развития Таджикистана по сравнению с развитыми странами.

Таблица 2.14.

Гидроэнергетические ресурсы Таджикистана по категориям

| Районы                             | Потенциальные ресурсы |          |                    |          |                    |          |
|------------------------------------|-----------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|----------|
|                                    | Крупных рек           |          | Притоков, L <10км. |          | Притоков, L >10км. |          |
|                                    | N, МВт                | Э, ТВт.ч | N, МВт             | Э, ТВт.ч | N, МВт             | Э, ТВт.ч |
| Согдийская область                 | 1544.0                | 13.52    | 1303.0             | 11.41    | 1288.0             | 11.28    |
| Районы республиканского подчинения | 22744.0               | 199.24   | 3974.0             | 34.81    | 16056.0            | 140.65   |
| ГБАО                               | 6990.0                | 61.23    | 2555.0             | 22.38    | 3713.0             | 32.53    |
| Итого:                             | 31278                 | 274.0    | 7832               | 68.61    | 21057              | 184.46   |

Источник: составлено по [48]

Для всестороннего описания гидроэнергоресурсов, вместе с потенциальными и техническими значениями, особое внимание следует уделять экономической эффективности той части рек, используемой в народном хозяйстве. Экономически целесообразная часть гидроэнергетических ресурсов меняется в зависимости энерго-экономических условий района и перемен во времени. Причем эти перемены могут быть ощутимыми. Следовательно, оценка гидроэнергетических ресурсов, произведенная в 1965 не способна полностью охарактеризовать современное состояние экономического потенциала малых водотоков ГБАО.

Под экономическим гидроэнергopotенциалом понимается часть технического гидроэнергopotенциала, которая экономически целесообразна и нацелена на извлечение прибыли. Именно это часть подходит для обоснования строительства малых ГЭС на предмет эффективности.

В сегодняшних реалиях, учитывая суровые климатические условия ГБАО, строительство МГЭС является наиболее эффективной по сравнению с другими тепловыми электростанциями. Важными показателями при этом являются наличие информации об энергетических ресурсах района, уровень экономического развития, сведения об электропотреблении, баланс мощностей, учёт влияния строительства ГЭС на экологию, комплексный характер использования водных ресурсов и т.д.

Мировая практика показывает, если страна развита в промышленном плане, при этом обладает меньшими запасами минерального топлива, тем больше всего она вынуждена использовать свои гидроэнергетические ресурсы. Республика Таджикистан, к сожалению, не обладает достаточными запасами минерального топлива. В связи с этим, республика вынуждена максимально использовать свои гидроэнергетические ресурсы.

К сожалению, малые и средние реки ГБАО достаточно не исследованы. Нами был сделан обзор существующих работ за последние 20 лет и рассмотрены гидроэнергоресурсы по районам области. Для определения гидроэнергopotенциала всех малых водотоков ГБАО, предназначенных для производства электроэнергии, нами были использованы 10-летние данные об изменении уровня воды в каждом створе водотока.

В работе для оценки гидроэнергетического потенциала малых рек на территории ГБАО были использованы фундаментальные исследования, выполненные в 50-60 годы [1,2], а также работы отечественных исследователей за последние 40 лет [3,4,5]. В них достаточно верно охарактеризованы особенности, географическое расположение и условия протекания притока в узких V-образных ущельях высокогорных районах

ГБАО, где на 10 км выше поймы реки практически отсутствуют возможности использования створа для строительства МГЭС. Кроме того, за 40-50 лет на берегах малых водотоков появились новые населённые пункты, крупные инженерные сооружения, а также новые требования к сохранению бассейнов рек, которые оказали сильное влияние на возможности развития малой гидроэнергетики [4].

Оценка энергетического потенциала рек районов по отдельности считаем целесообразным, поскольку таким образом можно точнее определить запасы в зависимости от рельефа горных районов, которые отличны друг от друга.

Однако за последние 20 лет произошли большие и заметные перемены в финансово-инвестиционной политике гидроэнергетического строительства в целом и малой гидроэнергетики в частности. Например, если 20-30 лет назад стоимость одного киловатта мощности при строительстве были оценены в 1500-2000 долларов США, тогда в настоящее время они уже достигли 3500-4500 долларов США, а на строительство малой ГЭС «Точикистон» на реке Ак-Су в Мургабском районе они составили более 7000 долл.США. По прогнозам Международного Энергетического Агентства в 2030 год эти показатели преодолевают более 5000 долл.США. Тогда как стоимость 1 кВт солнечной энергии составляет всего 1500-2000 долл.США и продолжает снижаться. Для строительства 1 кВт мощности ВЭС потребуется финансировать 800-1000 долл.США. Такие изменения не были учтены в работах выше указанных отечественных исследователей при количественных оценках гидроэнергетических ресурсов малых рек [77,78,79,80,81,82,83,84]. Однако эти изменения ни в коем случае не снижают экономической значимости малой гидроэнергетики для развития энергетического сектора региона, а только уменьшают количество целесообразных гидроэнергетических створов для строительства малых ГЭС, т.е. малая

гидроэнергетика остается единственным источником энергии при производстве электроэнергии.

Следовательно, в разделе экономической части гидроэнергетических ресурсов происходит заметные изменения в сторону их снижения. Необходимо отметить, что проблема уточнения гидроэнергетических ресурсов Таджикистана давним давно нуждается в кардинальных исследованиях и является самостоятельная тема, которая выходит за рамки данной диссертационной работы. Тем не менее, рост численности населения которые привели к расширению хозяйственного освоения территории бассейнов рек, включая малых водотоков, а также экспертные наблюдения доказывают о снижении объёмов экономических ресурсов водной энергии малых рек ГБАО. Поэтому, на данном этапе до разработки нового технико-экономического обоснования гидроэнергетических ресурсов страны наши оценки уменьшены в два раза.

В таблице 2.15 приведены технические и экономические ресурсы малых водотоков ГБАО по районам исследования с учетом снижения экономического потенциала.

Таблица 2.15

Технико- экономический потенциал гидроэнергетических ресурсов малых водотоков ГБАО

| №  | Районы        | Кол-во створов | Технический потенциал |       | Экономический потенциал |       |
|----|---------------|----------------|-----------------------|-------|-------------------------|-------|
|    |               |                | МВт                   | ТВт.ч | МВт                     | ТВт.ч |
| 1. | Дарвазский    | 8              | 89,39                 | 0,783 | 19.0                    | 0,15  |
| 2. | Ванджский     | 7              | 47,91                 | 0,420 | 9.0                     | 0.08  |
| 3. | Рушанский     | 13             | 76,08                 | 0,667 | 15.0                    | 0,13  |
| 4. | Шугнанский    | 14             | 76,03                 | 0,667 | 15.0                    | 0,13  |
| 5. | Рошткалинский | 12             | 30,59                 | 0,268 | 6.0                     | 0,05  |
| 6. | Ишкашимский   | 11             | 42,24                 | 0,370 | 8.0                     | 0,07  |
| 7. | Мургабский    | 8              | 22,33                 | 0,196 | 4.0                     | 0,03  |
|    | Всего по ГБАО | 73             | 384,57                | 3,372 | 77.0                    | 0.67  |

Источник: рассчитано по [81]

Для обеспечения электроснабжения потребителей в труднодоступных районах Таджикистана, в частности ГБАО электроэнергия может

использоваться как единственный вид энергоносителя, поскольку потенциальные, технические и экономические ресурсы малых водотоков данной области составляют значительное количество.

Информация о странах лидеров в области ВИЭ приведены в Таблице 2.16.

Таблица 2.16

### Страны лидеры в области ВИЭ

| № | Мощность ВИЭ (не включая гидро) | Мощность ВИЭ (включая гидро) | Ветровая энергия | Биомасса | Геотермальная энергия | Солнечная энергия |
|---|---------------------------------|------------------------------|------------------|----------|-----------------------|-------------------|
| 1 | Америка                         | Китай                        | Китай            | Америка  | Америка               | Германия          |
| 2 | Китай                           | Америка                      | Америка          | Бразилия | Филиппины             | Испания           |
| 3 | Германия                        | Канада                       | Германия         | Германия | Индонезия             | Япония            |
| 4 | Испания                         | Бразилия                     | Испания          | Китай    | Мексика               | Италия            |
| 5 | Индия                           | Германия/Индия               | Индия            | Швеция   | Италия                | Америка           |

Источник: составлена по [62,63]

Более 1.3 млрд. населения мира не имеет нормального доступа к электроснабжению. Как упоминалось ранее неоднократно ВИЭ может стать альтернативным, адекватным решением данной задачи для зон децентрализованного электроснабжения. К тому же за последние годы стоимость на ВИЭ достигли своего исторического пика, став конкурентоспособными с традиционными источниками энергии. В то время как за последние 15 лет цена на традиционные энергоносители растет, в нетрадиционной энергетике наблюдается обратная тенденция. Если в 2010 средняя стоимость 1 квт.ч от СЭС и ВЭС составляло 8 центов, то к 2020 году она достигла 4,5 и 5 центов. [60,61]

Внедрение ВИЭ в топливно-энергетический баланс стран в целом во всем мире продолжается и развивается.

Ниже приведем данные относительно средней стоимости ВИЭ по состоянию на 2022 год в мире и передовые страны в области использования ВИЭ [60].

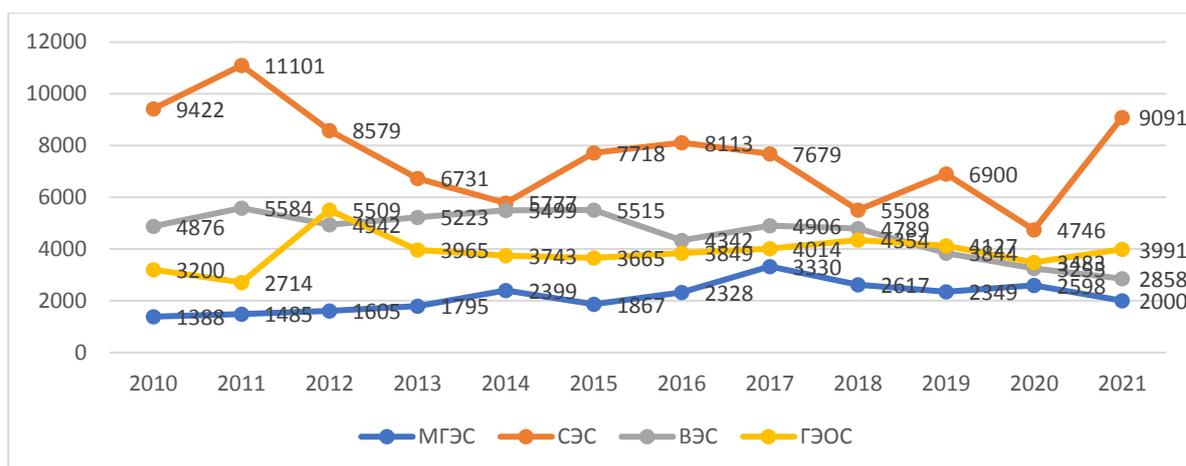


Рисунок 2.3 - Удельная стоимость установленной мощности с 2010-2021 гг., долл.США

Источник: составлено по [62]

К сожалению, в нашей стране использование ВИЭ существенно отстает от стран лидеров. Необходимо доработать нормативно-законодательную базу, также разработать механизмы государственной экономической поддержки. Всё это крайне замедляет практическую деятельность в этой сфере. Для широкого использования ВИЭ в энергетическом балансе страны и развития электроэнергетической отрасли Республики Таджикистан были приняты ряд основных нормативно-законодательных актов, предназначенных гарантировать производителям ВИЭ финансовую и техническую осуществимость их проектов, а также содействующие их реализации [31,75,85,86,87,88]:

- Закон Республики Таджикистан об энергетике от 28.06.11г., № 727;
- Закон Республики Таджикистан об энергосбережении от 2002, № 4;
- Закон Республики Таджикистан об использовании возобновляемых источниках энергии от 07.01.2010 г., № 724.

Однако принятый Закон Республики Таджикистан об использовании возобновляемых источниках энергии предусматривает лишь общие рамки в области использования ВИЭ в Таджикистане, поэтому существует острая

необходимость в разработке и принятии ряда постановлений и нормативных актов, содействующих исполнению и мониторингу установок ВИЭ.

Помимо сложностей, связанных с законодательной базой, существуют и другие проблемы как недостаточный анализ при проектировании объектов ВИЭ, нехватка опыта и специалистов в этой области, отсутствие технического и институционального потенциала местного производства (ремонта систем возобновляемой энергии), ограниченность финансовых ресурсов в пилотные проекты в области ВИЭ и т.д.

Потенциал ГБАО по развитию использования ВИЭ значителен, но пока не используется в полной мере. Вместе с тем расширение использования ВИЭ может оказать позитивное воздействие на развитие социально-экономической жизни населения высокогорных труднодоступных регионов. Как было упомянуто в предыдущих главах, в ГБАО лишь частично используется водотоки малых рек. Напомним, что до настоящего времени, в состав компании Памир Энерджи, которая занимается эксплуатацией всех энергетических объектов на территории ГБАО входят 12 малых ГЭС с общей установленной мощностью более 43 мВт. Энергия солнца используется лишь для обогрева воды, и в некоторых местах Мургаба для освещения и телевизора. Хотя широкое применения имеющегося в области большого потенциала отдельных видов ВИЭ – энергии малых рек, солнца, геотермальных вод могло бы поспособствовать покрытию хронического дефицита в области.

Многие мини и малые ГЭС в отдаленных местностях республики, в том числе ГБАО были построены в качестве временной меры без проведения соответствующей экспертизы, что привело к их дальнейшему выходу из строя.

Для широкого использования ВИЭ в энергетическом балансе страны и развития электроэнергетической отрасли Республики Таджикистан были приняты ряд основных нормативно-законодательных актов,

предназначенные гарантировать производителям ВИЭ финансовую и техническую осуществимость их проектов, а также содействующие их исполнению. По-нашему мнению, было бы целесообразно предпринять следующие меры по стимулированию использования ВИЭ по республике, представлены на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 - Меры по поддержке развития использования ВИЭ

Источник: составлено автором на основе анализа и изучения материалов по теме

По мере широкого использования одного вида ВИЭ, например, малых рек, возможен и переход к другим источникам, энергии солнца, ветра, геотермальных вод и т.д. Экономический потенциал малых водотоков ГБАО составляет 1,349 Твт.ч. По мере накопления опыта эффективного использования малых рек, последовательно начнут изучать и использовать и

другие виды ВИЭ. А в дальнейшем, вполне вероятен вариант комбинированного использования источников энергии.

## **2.3 Государственно-частное партнерство в электроэнергетике и его роль в обеспечении устойчивого развития региона**

### **2.3.1 Современное состояние электроэнергетики области**

Переход от административно хозяйственной системы к рыночной негативно отразился на состоянии всех отраслей народного хозяйства и соответственно на состоянии топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и его составной части – состоянии энергоснабжения. В наследство от Советского союза молодой таджикской республике досталась неразвитая топливно-энергетическая база. *Нефтепродукты и каменный уголь для удовлетворения потребностей всех секторов, импортировались из соседних стран бывшего СССР.* Такая же ситуация была и на уровне отраслевых научно-исследовательских и проектно-изыскательских организаций, разработки для которых также осуществлялись за пределами нашей республики.

Таким образом, подошла к концу эра дешевых нефтепродуктов и разрушилась Объединённая Энергетическая Система Средней Азии, что послужило энергетическому кризису в стране. Электроснабжение населения, проживающего в сельской местности и высокогорных районов было ограничено, поскольку данная местность не входила в Централизованную энергосистему и здесь использовались в основном ДЭС. Эти условия присущи к ГБАО, поскольку ей характерно энергоснабжение как отдаленному потребителю.

До распада Советского Союза доля ДЭС в энергосистеме локальных сетей превалировала и составляла 64 %, а в осенне-зимний период

увеличивалась до 80 % из-за снижения гарантированной мощности на малых ГЭС. [89]. Электроснабжение Мургабского района полностью осуществлялось от ДЭС. Погранзаставы, дорожно-эксплуатационные центры, геологоразведочные партии этого района также питались от ДЭС, общей установленной мощностью 3000 кВт. Эти ДЭС не были зарегистрированы в локальных электрических сетях.

В начале 1992 года установленные и располагаемые мощности малых ГЭС по Горно-Бадахшанским электрическим сетям составляли 15096 кВт и 11685 кВт, на ДЭС 27640 кВт и 22441 кВт соответственно. В структуре Мургабских РЭС, установленная мощность на ДЭС составляла 4000 кВт и 640 кВт на малых ГЭС. Причем гарантированная мощность в осенне-зимнем периоде на малых ГЭС составляла 40-50 кВт.

Около 78% населения труднодоступных населённых пунктов Рушанского района также питались от ДЭС. Прекращение поставок топлива и электроснабжения стали причиной огромных материальных убытков для населения, проживающих в данной местности. Разрушение энергетической базы Мургабского района оказалось настолько чувствительным, что по сей день его электроснабжение не восстановлено.

В условиях Таджикистана, в частности для ГБАО, использование гидроэнергетических ресурсов является технически и экономически разумным.

Обширный поиск и обзор научной литературы, опубликованные статьи, материалов, симпозиумов и конференций по проблемам энергетики как внутри Таджикистана, так и за его пределами [46,47,79,80,81] за прошедшие 30 лет показали, что проблемам Энергетики высокогорных регионов страны в целом и электроэнергетики в особенности не уделяется достаточного внимания. Практически отсутствуют научные исследования по всем фундаментальным вопросам Возобновляемых источников энергии

(ВИЭ) ГБАО, начиная с уточнения потенциальных, промышленных и экономических ресурсов и программы их возможного использования.

Неоднократные творческие поездки, посещения энергетических объектов, анализ государственных статистических отчетов [79,90,91] и экспертные исследования на территории ГБАО подтвердили, что возобновляемые источники энергии, а именно солнечные, ветровые, геотермальные, биогазовые, гидроэнергия малых водотоков длиной менее 10 км не участвуют в топливно-энергетическом балансе области.

Однако, стоит отметить, что начиная с 1995 до 2011 гг. были серьезные шаги в попытке использования гидроэнергетических ресурсов малых водотоков ГБАО путем строительства микро и мини ГЭС мощностью до 100 кВт[90,91]. В процессе инвестирования объектов участвовали кроме местных общин также многочисленные международные организации, фонды и правительств зарубежных стран. В результате были построены многочисленные мини и микро ГЭС на малых водотоках и ручьях, практически во всех районах области. В таблице 2.17 приведен список всех построенных микро и мини ГЭС по районам Горно-Бадахшанской Автономной области.

Таблица 2.17

Сведения о малых, мини и микроГЭС построенных на территории ГБАО

| №   | Название объекта | Местонахождение, район | Год ввода | Установленная мощность, кВт | Примечание        |
|-----|------------------|------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|
| 1.  | Хумб             | Дарваз                 | 1958      | 256                         | Не работает       |
| 2.  | Шпад             | Рушан                  | 1977      | 30                          | Не работает       |
| 3.  | Санвоб           | Рушан                  | 1990      | 80                          | Частично          |
| 4.  | Даржомг          | Рушан                  | 1993      | 200                         | Частично          |
| 5.  | Сапонч           | Рушан                  | 1993      | 160                         | Частично          |
| 6.  | Техарв           | Вандж                  | 1994      | 360                         | Частично          |
| 7.  | Равмед           | Рушан                  | 1997      | 30                          | Не работает       |
| 8.  | Вамд             | Рушан                  | 1998      | 60                          | Не работает       |
| 9.  | Дех              | Рушан                  | 1998      | 30                          | Не работает       |
| 10. | Бардара          | Рушан                  | 1998      | 50                          | Частично (10 кВт) |
| 11. | Япшорв           | Рушан                  | 1998      | 30                          | Частично          |
| 12. | Бодом            | Рошткальа              | 1998      | 30                          | Не работает       |

| №   | Название объекта | Местонахождение, район | Год ввода | Установленная мощность, кВт | Примечание      |
|-----|------------------|------------------------|-----------|-----------------------------|-----------------|
| 13. | Андарбак         | Вандж                  | 1998      | 300                         | Частично (40 %) |
| 14. | Басид            | Рушан                  | 1999      | 75                          | Частично        |
| 15. | Пасор            | Рушан                  | 1999      | 100                         | Частично        |
| 16. | Барчадев         | Рушан                  | 1999      | 45                          | Частично        |
| 17. | Аджирх           | Рушан                  | 1999      | 20                          | Не работает     |
| 18. | Баджу            | Рушан                  | 1999      | 37                          | Не работает     |
| 19. | Вездара          | Рошткалъя              | 1999      | 30                          | Не работает     |
| 20. | Шкев             | Дарваз                 | 2001      | 100                         | Не работает     |
| 21. | БаРушан          | Рушан                  | 2001      | 100                         | Частично        |
| 22. | Емс              | Рушан                  | 2001      | 100                         | Не работает     |
| 23. | Пастбаджу        | Рушан                  | 2001      | 15                          | Не работает     |
| 24. | Пастфух-1        | Рушан                  | 2001      | 37                          | Не работает     |
| 25. | Пастфух-2        | Рушан                  | 2002      | 37                          | Не работает     |
| 26. | Лангар           | Ишкашим                | 2002      | 75                          | Не работает     |
| 27. | Ямчун            | Ишкашим                | 2002      | 200                         | Не работает     |
| 28. | Хуф-1            | Рушан                  | 2003      | 37                          | Не работает     |
| 29. | Хуф-2            | Рушан                  | 2003      | 15                          | Не работает     |
| 30. | Шидз             | Рушан                  | 2004      | 20                          | Не работает     |
| 31. | Лангар-1         | Рушан                  | 2005      | 150                         | Не работает     |
| 32. | Лангар-2         | Рушан                  | 2006      | 50                          | Не работает     |
| 33. | Ёгед             | Дарваз                 | 2006      | 125                         | Не работает     |
| 34. | Бардара          | Рушан                  | 2008      | 160                         | Не работает     |
| 35. | Ширг             | Дарваз                 | 2008      | 1260                        | работает        |
| 36. | Чадуд            | Рушан                  | 2009      | 35                          | Не работает     |
| 37. | Гушун-1          | Дарваз                 | 2009      | 65                          | Не работает     |
| 38. | Шитхарв          | Ишкашим                | 2009      | 35                          | Не работает     |
| 39. | Бичхавр          | Вандж                  | -         | 80                          | Не работает     |
| 40. | Вандж            | Вандж                  | -         | 1000                        | Частично (60%)  |

Источник: Составлено автором по [91,92,93]

На строительство этих малых гидроэнергетических объектах были израсходовано более 2 млн. долл. США. Однако, они сегодня не участвуют в балансе мощности электроэнергетической системы Бадахшана. Кроме этого, многие из них уже демонтированы. Главные причины неудачи данного подхода к решению проблемы электроснабжения сельских высокогорных населенных пунктов заключается в отсутствии научно-обоснованного государственного отраслевого методологического подхода к исследованию,

технико-экономическому обоснованию, проектированию, строительству и эксплуатации малых энергетических установок в Таджикистане.

В структуре топливно-энергетического комплекса, в настоящее время функционирует фактически одна отрасль - электроэнергетика. В этом секторе произошли значительные положительные изменения после подписания ее под концессию, которая относится к государственно-частному партнёрству.

ГЧП в отличие от других форм партнёрство между государством и частным сектором, свойственно всесторонность и эластичность. Оно имеет различные формы и модели, которые способствуют соответственному распределению компетенций, ответственности, запасов, рисков и гонораров между участниками проекта. Понятия ГЧП возникло в 80-х годов прошлого века для описания своеобразных отношений между государством и частным сектором. Универсального определения ГЧП до сих не существует.

В экономической литературе различают следующие составляющие института ГЧП, характеризующие его результативность [92,93,94,95]:

- законодательное определение рамок института ГЧП, субъектов и распределение прав и рисков между ними;
- список возможных форм сотрудничества бизнеса и государство в рамках проектов ГЧП;
- подписания соглашений и инструменты разработки проектов;
- инструменты защиты и поддержка прав участников проекта и пути решения споров;
- механизмы национальной поддержки инвестиционных проектов ГЧП.

Наиболее авторитетными среди исследований посвященных ГЧП являются работы К. Хуксхама, Р.Дж. Беннетенда, Г. Кребса, Дж. Селлгрена, И. Осборна, С.Стерна, Д. Хардинга, Дж. Вроудбента и т.д. Среди российских ученых в первую очередь можно назвать исследования В.Г. Варнавского,

М.А., Дерябиной, Н.Д. Холодной, А.Е. Чириковой, Н.Ю. Лапиной, Л.С. Шиловой, С.В. Шишкина, М.Я. Миркина и др.

В разных странах различные экономические школы трактуют ГЧП по-разному. Например, в США под ГЧП понимают «закрепленное в договорной форме соглашение между государством и частной компанией, позволяющее последней определенным образом участвовать в государственной собственности в большей степени по сравнению с существующей практикой. Такое соглашение обычно предполагает наличие контракта соответствующего правительственного агентства с частной компанией, предметом которого выступает реконструкция, строительство объекта государственной собственности и (или) его эксплуатация, управление и.п» [94,95,96,97]. В странах ЕС дается такая трактовка: «Термин ГЧП- это форма кооперации между общественными властями и бизнесом, которые служат цели обеспечения финансирования, строительства, модернизации, управления, эксплуатации инфраструктуры или оказания услуг» [95].

В Великобритании ГЧП трактуется как «ключевой элемент стратегии правительства по обеспечению современного, высококачественного коммунального обслуживания и повышению конкурентоспособности страны» [94].

По мнению В. Варнавского «государственно-частное партнерство представляет собой юридически оформленную (как правило, на фиксированный срок),предполагающую соинвестирование и разделение рисков систему отношений между государством и муниципальными образованиями, с одной стороны, и гражданами и юридическими лицами – с другой, предметом которой выступают объекты государственной и/или муниципальной собственности, а также услуги, исполняемые и оказываемые государственными и муниципальными органами, организациями, учреждениями и предприятиями [97].

Положительные и отрицательные стороны ГЧП в электроэнергетике приводятся в таблице 2.18.

Таблица 2.18

Положительные и отрицательные аспекты ГЧП в электроэнергетике

| <b>Положительные</b>  | <b>Отрицательные</b>   |
|---|--|
| Получение эффективных технологий, опыта управления в энергетической отрасли | Самостоятельность частного сектора в установлении тарифной политики  |
| Привлечение частных инвестиций в энергетическую отрасль                     | Убыточность деятельности   |
| Получение выгоды обеими сторонами   | Большой объем капвложений и текущих затрат в энергетической отрасли. |
| Доступ к государственным объектам энергетики.                               | Неполнота законодательной базы                                       |
| Надежный доступ к энергии.  | Состояние основных производственных фондов.                          |
| Повышение качества товаров и услуг.   | Тарифное регулирование государством.                                 |
| Доступ к чистой энергии.  |  |

Источник: Составлено автором на основе [95,96,97,98,99]

Однозначного определения ГЧП в электроэнергетике не существует. Очень сложно дать определение ГЧП в электроэнергетике в виду сложности и многогранности этого понятия.

Основываясь на вышеперечисленные определения ГЧП, дадим авторское определение ГЧП в электроэнергетике.

Государственно-частное партнёрство в электроэнергетике - это совокупность юридически оформленных систем отношений государство и частного сектора среднесрочного и долгосрочного характера, в рамках которой осуществляются социально- ориентированные проекты или мероприятия с использованием государственного имущества и частного капитала, целью которого является обеспечения финансирования, сооружения, модернизации, реконструкции, менеджмент, эксплуатация инфраструктуры или предоставления услуг в электроэнергетической отрасли, основанная на получении прибыли обоюдными сторонами, распределении компетенций, рисков, финансовых затрат в целях повышения

эффективности выполнения государством своих полномочий в области надежного энергообеспечения страны».

В нашей стране Закон Республики Таджикистан «О государственно-частном партнерстве» был принят от 28 декабря 2012 года под №907. Как и в других странах этот закон имеет ряд недостатков, что сдерживает развитие ГЧП [86]:

- не предусматривает единую дефиницию государственно-частного партнерства;
- определенные формы ГЧП не указаны в законах;
- нет инструментов разграничения ГЧП от других форм государственных соглашений (от госконтрактов, предусматриваемых в рамках законодательства о государственных закупках);
- отсутствие инструментов поддержки инвестиционных проектов ГЧП.

Различают следующие формы государственно-частного партнерства:

- государственные контракты (административные договора);
- аренда (договора аренды или лизинга);
- концессии (концессионные соглашения);
- соглашения о разделе продукции (СРП);
- государственно-частные предприятия.

Из всех основных форм ГЧП основным и наиболее часто используемым на практике является механизм концессии (концессионное соглашение).

Объектами концессий могут выступать: социальная инфраструктура, жилищно-коммунальное хозяйство, котельные, электрические сети, дороги, объекты исторического наследия, оборудование, софт и др.

Подписание концессионных соглашений не требует специальных расходов бюджета, содействуя тем самым пополнению доходной части бюджета за счет поступления налогов от юридических и физических лиц.

В республике есть много проблемных объектов, которые она не может содержать, а концессия является действенным инструментом привлечения инвестиций на условиях государственно-частного партнерства.

В ноябре 2002 года в результате Концессионного договора между Правительством Республики Таджикистан, Правительством Швейцарии, Фондом Ага Хана по экономическому развитию и Мировым банком на базе местной электроэнергетической системы ГБАО была основана Памирская Энергетическая Компания. Компания основана на правах частного проекта. В проект было вложено более 26,2 миллионов долларов США (рис.2.5).



Рисунок 2.5 - Основные инвесторы Памирской энергетической компании

Источник: составлено по [93]

Согласно договору после 25 лет компания переходит в собственность РТ. Вложенные средства были предназначены для обновления энергетической инфраструктуры и развития освоения гидроэнергетического потенциала ГБАО, как наиболее эффективного направления финансирования, вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии, повышения надежности и эффективности всей системы электроснабжения, которая необходима для устойчивого социально-экономического развития области.

В энергетическом комплексе области функционирует в основном электроэнергетика. Электроэнергетическая система изображена на рис. 2.6.



Рисунок 2.6 - Электроэнергетическая система ГБАО

Источник: составлено автором по [101]

Центральный энергетический узел является основой электроэнергетической базы Горно-Бадахшанской Автономной Области, где сосредоточены 93 %, т.е. 40.332 мВт, генерирующих мощностей Памирской Энергетической Компании. Только в зоне обслуживания этого узла потребители имеют полноценный доступ к электроэнергии круглый год в течение 24 часов в сутки. Здесь успешно и постоянно функционирует Центральное Диспетчерское Управление, которое планирует, регистрирует, осуществляет расчет и контроль режимов работы станции и электрических сетей системы. При этом обеспечивается надежность и эффективность работы электрических станций. Благодаря этому себестоимость произведенной электроэнергии на малых ГЭС Центрального узла является самой низкой в системе в целом.

Дарвазо-Ванджский энергоузел имеет электрическую связь с национальной энергетической системой Таджикистана по линии электропередачи 35 кВ и является основным источником электроэнергии для электроснабжения потребителей Дарвазского и частично Ванджского

районов. Дефицит электроэнергии в этом энергоузле продолжается от 4 до 5 месяцев в году. В этом энергоузле функционируют также две малые ГЭС с общей установленной мощностью в 1.650 мВт при гарантированной зимней мощности, равной 0.5 мВт. Они не являются собственностью Памир Энерджи.

Бартангские изолированно работающие малые ГЭС друг от друга : Савноб – 80 кВт; Сипондж – 160 кВт при зимних гарантированных мощностях 40 и 100 кВт, соответственно обеспечивают только электроснабжение двух населенных пунктов Бартангского ущелья в Рушанском районе. Остальные 20 населенных пунктов с населением 5 тыс. человек остаются до сих пор не электрифицированными.

Самым высокогорным и самым суровым по природно-климатическим условиям районом в Горно-Бадахшанской Автономной Области является Мургабский район, где большинство населения проживают на высотах от 3000 до 4500 м над уровнем моря и минимальная температура воздуха в зимний период достигает - 64<sup>0</sup>С, а зима здесь продолжается 7 месяцев. В этих условиях в настоящее время, где численность населения района составляют около 18 тыс. человек, энергетический сектор располагает всего одним генерирующим источником электроэнергии - малой ГЭС «Таджикистан» с установленной мощностью 1.5 мВт на реке Ак-Су, построенной в 2018 году. Зимняя гарантированная мощность станции в зимний период не превышает 600 кВт.

Если учесть расход электроэнергии на собственные нужды станции и потери в электрических сетях, тогда для электроснабжения потребителей остается всего на всего 400-500 кВт полезной мощности. В зоне влияния малой ГЭС проживают около 8 тыс. человек - население районного центра с многочисленными государственными учреждениями, больницей, поликлиникой, школой и детскими яслями. В 2020 году была построена первая в Таджикистане Солнечная электростанция мощностью 200 кВт,

работающая параллельно с малой ГЭС для электроснабжения потребителей районного центра.

В структуре генерирующих мощностей компании по настоящее время работают 12 малых ГЭС и 1 СЭС с общей установленной мощностью в 43,2 мВт и зимней гарантированной – 34.4 мВт. Наиболее крупной из них ГЭС Памир-1 на реке Гунт, установленная мощность которой составляет 28 мВт. На стадии строительства находятся две МГЭС «Себзор» и «Чарсем», установленной мощностью 11 и 15 МВт соответственно. Производство электроэнергии в 2020 году составило 203 млн. кВт.ч.[30,31,32] Кроме Центрального энергетического узла системы, остальные испытывают большой дефицит мощности и электроэнергии, некоторые даже в летний период Таблица 2.19.

Таблица 2.19

Генерирующие источники «Памир Энерджи»

| №   | Наименование                      | Установленная мощность, кВт | Гарантированная мощность, кВт | Год ввода в эксплуатацию  | Агрегат | Река         | Место расположение |
|-----|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------|--------------|--------------------|
| 1.  | Памир-1                           | 28,000                      | 21,000                        | 1994 (1,2)<br>2005 (3, 4) | 4       | Гунт         | Шугнон             |
| 2.  | Хорог                             | 9,000                       | 8,800                         | 1970                      | 5       | Гунт         | Хорог              |
| 3.  | Намангунт                         | 2,500                       | 1,850                         | 1974                      | 2       | Памир        | Ишкашим            |
| 4.  | Вандж                             | 1,200                       | 1,050                         | 1968                      | 2       | Вандж        | Вандж              |
| 5.  | Ак-су                             | 1,400                       | 750                           | 1964                      | 2       | Ак-су        | Мургоб             |
| 6.  | Калаи Хумб                        | 208                         | 80                            | 1959                      | 2       | Хумбов       | Дарвоз             |
| 7.  | Шуджанд                           | 832                         | 550                           | 1969                      | 2       | Бартанг      | Рушон              |
| 8.  | Савноб                            | 80                          | 40                            | 1984                      | 1       | Савноб       | Рушон              |
| 9.  | Сипондж                           | 160                         | 120                           | 1992                      | 2       | Сирондж      | Рушон              |
| 10. | Хатфат                            | 450                         | 200                           | 2020                      | 2       | Язгулом-дара | Рушон              |
| 11. | Андарбак                          | 300                         | 260                           | 1999                      | 1       | Камоч-дара   | Вандж              |
| 12. | Техарв                            | 360                         | 300                           | 1995                      | 1       | Техарв       | Вандж              |
| 13. | СЭС Мургаб                        | 200                         | 200                           | 2020                      | 1       | -            | Мургоб             |
| 14. | Себзор (при строительстве)        | 11,000                      | 11,000                        | 2024                      | 3       | Шахдара      | Рошткала           |
| 15. | Чарсем (на стадии проектирования) | 15,000                      | 9,000                         | - 2028                    | 3       | Гунт         | Шугнан             |
|     | Итого:                            | 70,690                      | 55,200                        |                           |         |              |                    |

Источник: составлено по [92,101]

Наивысшее напряжение электроэнергетической системы, с помощью которого осуществляется транспорт электроэнергии потребителям области, является 35 кВ. На рисунке представлена динамика производства электроэнергии Памирской Энергетической компании.

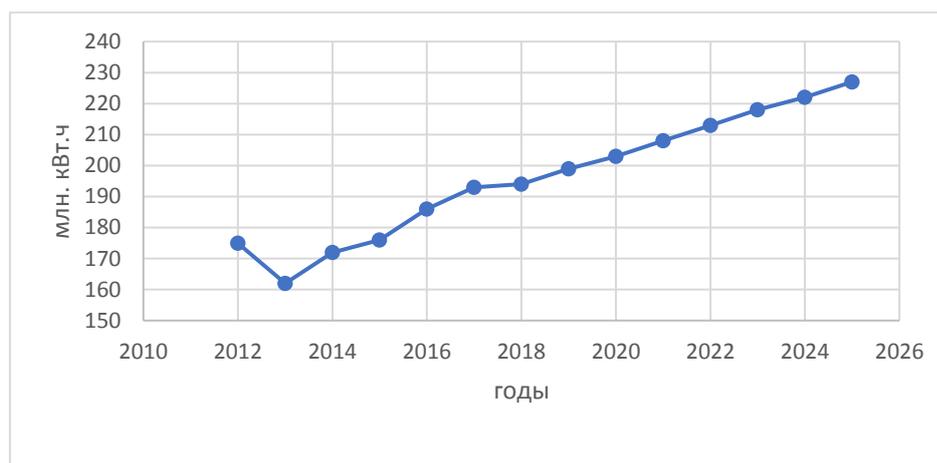


Рисунок 2.7 - Динамика производства электроэнергии Памирской Энергетической компанией

Источник: составлено по [92,101]

Электрическая энергия как ключевой энергоноситель предназначен для пищи приготовления, обогрева, освещения и осуществление механических работ. Распределение расхода электроэнергии по процессам для городского населения следующие: пище приготовления 40 %, отопления 50% и освещения и др. - 10%. Для сельских потребителей эти значения распределяются по-другому: пище приготовление 75%, отопление -15 % и освещение и др.10 - %. В настоящее время в области отсутствуют промышленные предприятия, где электроэнергия могла бы активно участвовать в создании товарной продукции, как для внутренней реализации, так и для экспорта за пределами области.

Анализ процесса электропотребления показывает (таблица 2.20), что за пять лет произошли определенные количественные изменения в структуре

электропотребления области, хотя доля населения в нем достаточно высокая, однако она падает, а процент участия коммерческих структур постепенно растет.

Таблица 2.20

Структура электропотребления электроэнергетической системы ГБАО

|                                  | 2012  | 2013 | 2014  | 2015  | 2016  | 2017 | 2018  | 2019 | 2020 | 2021 |
|----------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|
| Производство электроэнергии      | 172   | 176  | 184   | 182   | 176   | 187  | 205   | 200  | 204  | 208  |
| Потребление электроэнергии       | 157,6 | 155  | 170   | 168   | 165,6 | 175  | 180   | 177  | 182  | 186  |
| в том числе:                     |       |      |       |       |       |      |       |      |      |      |
| население                        | 100,8 | 99,2 | 108,8 | 107,5 | 105,9 | 112  | 115,2 | 117  | 120  | 124  |
| коммерция                        | 22    | 21,7 | 23,8  | 23,5  | 23    | 24,5 | 25,2  | 25,1 | 23   | 24,5 |
| государственные учреждения       | 29,9  | 29,4 | 32,3  | 31,9  | 31,4  | 33,2 | 34,2  | 29,3 | 33,3 | 31,6 |
| экспорт                          | 4,72  | 4,65 | 5,1   | 5     | 4,96  | 5,2  | 5,4   | 5,6  | 5,7  | 5,9  |
| потери в сети общего пользования | 14,4  | 21   | 14    | 14    | 10,4  | 12   | 25    | 23   | 22   | 22   |

Источник: составлено по [92]

Максимальная нагрузка потребителей, которая определяет техническую возможность и экономическую эффективность электрических станций в балансе мощности электроэнергетической системы ГБАО, также за этот период значительно выросла. (Таблица 2.21).

Таблица 2.21

Динамика развития максимальных нагрузок системы (мВт)

| Направление /годы | 2017 |      |      | 2018 |      |      | 2019 |      |      | 2020 |      |      | 2021 |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   | Утр  | полд | вчр  |
| Хорог             | 13.1 | 14.8 | 15.6 | 17.1 | 15.1 | 17.7 | 16.6 | 13.6 | 17.0 | 18.2 | 14.8 | 19.6 | 19.6 | 16.9 | 19.6 |
| Рошткала          | 2.0  | 1.9  | 2.2  | 2.1  | 2.0  | 2.2  | 1.67 | 1.46 | 1.73 | 1.69 | 1.52 | 1.84 | 1.70 | 1.48 | 1.91 |
| Себзор            | 1.1  | 1.0  | 1.2  | 1.5  | 1.3  | 1.6  | 1.1  | 0.87 | 1.07 | 1.06 | 0.87 | 1.13 | 1.0  | 0.9  | 1.2  |
| Рушан             | 4.2  | 4.04 | 4.4  | 4.3  | 3.5  | 4.4  | 4.06 | 3.0  | 3.91 | 3.81 | 3.07 | 4.12 | 4.3  | 3.8  | 4.6  |
| Ишкашим           | 1.6  | 1.4  | 1.8  | 2.5  | 2.2  | 2.6  | 2.85 | 2.72 | 3.03 | 2.71 | 2.13 | 2.8  | 2.7  | 2.4  | 2.8  |
| Вер               | 1.9  | 2.1  | 2.4  | 1.98 | 1.76 | 1.95 | 1.92 | 1.50 | 1.80 | 1.51 | 1.40 | 1.71 | 1.7  | 1.45 | 1.98 |
| Сучон             | 1.4  | 1.2  | 1.5  | 0.9  | 0.8  | 1.0  | 1.11 | 0.73 | 0.92 | 1.04 | 0.8  | 1.04 | 1.2  | 1.03 | 1.22 |
| Бидурд            | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 2.0  | 3.5  | 1.0  |
| Итого             | 25.6 | 25.4 | 27.9 | 30.4 | 26.7 | 31.5 | 29.4 | 23.9 | 29.6 | 30.1 | 24.6 | 32.4 | 34.2 | 31.5 | 34.3 |

Источник: составлено по [92]

Далее более подробно остановимся на структуре генерирующих мощностей электроэнергетической системы, которые обеспечивают постоянное производство электроэнергии для удовлетворения потребности всех потребителей отраслей экономики Горно-Бадахшанской Автономной Области и экспорт части продукции в соседнюю приграничную провинцию Бадахшан Исламской Республикой Афганистан в целях получения дополнительной прибыли и улучшения экономической эффективности эксплуатационных характеристик станций.

Благодаря государственно-частному партнерству (ГЧП)-сдачи ее под концессию, в этом секторе произошли значительные положительные изменения.

С 2002 по 2022 года благодаря региональному сотрудничеству, эффективной управленческой деятельности и инновационным технологиям управления энергосистемой Памирская Энергетическая Компания смогла добиться следующих позитивных результатов [90,91,99,100]:

- обеспечение электроэнергией около 40 000 жителей провинции Бадахшан Исламской республики Афганистан;
- реализовано более 30 проектов на сумму 74 млн.долл.США;
- введение биллинговой системы (практически 98 % потребителей области обеспечены новыми электронными электросчётчиками) и автоматической системой учёта и сбора данных;
- сократились потери при передаче электроэнергии с 39% до 10%;
- восстановлено 11 гидроэлектростанций, общая мощность которых превышает 44 МВт;
- модернизировано 4300 км линий электропередачи (ЛЭП) 0,4-35 кВ;
- построены новые ЛЭП-35кВ протяженностью более 210 км;
- построены новые ЛЭП-110кВ протяженностью более 73 км;
- построены и модернизированы более 20 подстанций 0,4-35 кВ;
- сбор средств за использование электроэнергии достигнут уровня 100%;

- соединения с национальной энергетической системой Таджикистана.

Помимо электрообеспечения населения ГБАО, потребителям предоставляются дополнительные производственные и информационные услуги, для чего были созданы городские и районные сервисные центры. Потребители имеют доступ к необходимой информации как:

- о состоянии текущих счетов и количестве потребленной электроэнергии;
- процедуре оплаты, социального взаимодействия учреждения;
- штрафы и пени;
- претензии и пожелания.

В соответствующих отделах компании реализуются технические условия и присоединения к энергосистеме ПЭК новых потребителей. Данные услуги предоставляются быстро и на должном уровне.

Необходимо отметить, что реализация механизма государственно-частного партнерства в электроэнергетике ГБАО явилась эффективной мерой для реализации проектов по восстановлению и развитию электроэнергетической отрасли автономной области, обеспечению доступа населения к социально-значимой услуге – электроснабжению.

В целом ГЧП - концессия в электроэнергетике позитивно повлияло на качество жизни населения области. В соответствии с [91,99,100,101], если до восстановления деятельности энергетической компании одно домохозяйство в среднем ежемесячно тратило 98 долл.США на топливо, то в настоящее время эти средства население может потратить на образование, питание и одежду. Если до сдачи энергосистемы в концессию школы в суровые зимы закрывались из-за проблемы с теплоснабжением, то в настоящее время благодаря бесперебойному доступу к электроэнергии школьники и студенты получили доступ к интернету и график учебного процесса не нарушается. Надежное электроснабжение, обеспечиваемое эффективным энергетическим менеджментом, позволило создать дополнительно более 2100 рабочих мест. Сама Памирская энергетическая

компания обеспечила рабочими местами более 600 местных специалистов и 200 наёмных работников по контракту.

В перспективе эффект ГЧП в электроэнергетике ГБАО проявится во всех сферах экономики и обеспечит повышение уровня жизни населения.

Сегодня вся деятельность государственно-частного партнерства направлена на выполнение главной миссии и стратегии компании-обеспечение теплом и электроэнергией каждой семьи ГБАО. Опыт сдачи в концессию Памирской энергетической компании заслуживает изучения и распространения. Особую ценность этого опыта представляет реализация цифровых технологий. Это позволяет рассматривать ГЧП как порядок отношений, который способен создать рост национального благосостояния.

Для государства ГЧП – это метод привлечения капитала частного сектора к управлению и финансированию тем имуществом, которое остается за государством. Для бизнеса ГЧП – это средство получения обеспеченной прибыли на объектах государственной собственности или при предоставлении услуг, которые закреплены за государством.

Зарубежной и теперь уже отечественной практикой доказано, что ГЧП является одним из основных механизмов роста экономической и социальной эффективности инвестиций в электроэнергетику, интегрирующих компетентность и гибкость собственников капитала и менеджеров частного сектора с возможностями контроля, социальными интересами и долгосрочными перспективами общественного сектора.

ФАХЭР обладает значительным опытом и знаниями в области ГЧП в электроэнергетике. Она обеспечивает электроэнергией отдалённые труднодоступные регионы. Такая форма партнёрства практикуется ФАХЭР в разных странах, таких как: Памирская энергетическая компания в Таджикистане, опыт которой подробно рассмотрен в данном параграфе, Буджагали Энерджи, созданная в 2004г. и компания по электрификации Западного Нила в Кот-д'Ивуаре, обслуживающие население чуть более 6,3

миллиона человек в Уганде. Компания Буджагали Энерджи удовлетворяет потребность в электроэнергии в Уганде на 34%, способствовала снижению тарифов на электроэнергию с 40 цент/квт.час на 11., внесла вклад в увеличении ВРП страны на 2,6%, обеспечила рабочими местами более 1000 человек. Другой аналог Памирской энергетической компании - Бадахшан Энерджи была создана в 2007 году в Исламской Республике Афганистан. Она является дочерней компанией ФАХЭР. Правительство Афганистана передало управление энергосистемой Бадахшана - Бадахшан Энерджи, но сохранит за собой право собственности и будет передана правительству по окончании 30-летнего партнерства. К 2019 году Бадахшан Энерджи обеспечила более 50% всей электроэнергии, потребляемой в Афганском Бадахшане. Бадахшан Энерджи содействует социально-экономическому развитию региона путём привлечения местного персонала, создавая тем самым около 2000 постоянных рабочих мест. Также компания выделяет стипендии для студентов для обучения на инженерных специальностях в международных технических университетах с целью дальнейшего их трудоустройства в компании.

В целях оптимизации энергетической отрасли и повышения ее эффективности, предлагается сохранить роль государства в области генерации электроэнергии. Это позволит обеспечить стабильность и контроль над процессом производства электроэнергии, а также гарантировать надлежащее качество и безопасность энергетических ресурсов. Одновременно с этим, предлагается рассмотреть возможность передачи распределительной и сбытовой деятельности частным компаниям посредством механизма концессии. Концессионная модель позволит привлечь частный сектор с его опытом и ресурсами для эффективной организации процесса распределения и сбыта электроэнергии. Это может способствовать повышению эффективности, гибкости и конкурентоспособности энергетического сектора.

Реализация данной модели требует проведения необходимых юридических и организационных мероприятий. Важно разработать прозрачные и справедливые условия концессионных соглашений, определить права и обязанности сторон, а также механизмы контроля и регулирования деятельности частных компаний. Кроме того, необходимо учесть социальные и экономические аспекты данной модели, чтобы обеспечить доступность электроэнергии для населения и соблюдение социальных стандартов.

При правильной реализации концессионной модели в области распределения и сбыта электроэнергии можно ожидать улучшения качества обслуживания потребителей, повышения эффективности использования ресурсов, стимулирования инноваций и развития конкуренции. Это создаст благоприятные условия для развития энергетического сектора и обеспечения стабильного и устойчивого энергоснабжения страны.

## **Выводы по второй главы**

1. Экономика ГБАО до настоящего времени по сравнению с другими регионами Таджикистана находится на низком уровне развития, удельный вес, который в ВВП страны составляет всего 1,4 % и имеет тенденцию к снижению. Здесь самый высокий показатель безработицы, 19.1% по сравнению 4.1 % по стране.
2. В рамках «Программа социально-экономического развития ГБАО» 2015 и 2020 годов были предусмотрены создание новых горнодобывающих и перерабатывающих промышленных предприятий, в особенности специализирующихся на использовании богатых природных ресурсов региона (золото, серебро, железо, вольфрам, уран, бор, редкоземельные элементы и драгоценные, полудрагоценные камни). Далее развития горных промышленных комплексов на базе строительства малых и средних ГЭС. Однако практически все пункты программы даже не были начаты, поскольку на стадиях планирования не были определены источники финансирования, рынки сбыта и другие вопросы.
3. Территория Горно-Бадахшанской Автономной области достаточно богата возобновляемыми источниками энергетических ресурсов. Для обеспечения надёжного доступа к электроэнергии Западного Памира целесообразно строительства малых и средних ГЭС и СЭС и ВЭС для Восточного Памира.
4. При правильной реализации концессионной модели в области распределения и сбыта электроэнергии можно ожидать улучшения качества обслуживания потребителей, повышения эффективности использования ресурсов, стимулирования инноваций и развития конкуренции. Это создаст благоприятные условия для развития энергетического сектора и обеспечения стабильного и устойчивого энергоснабжения страны.

## **ГЛАВА 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРНО- БАДАХШАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ**

### **3.1 Особенности проектирования малых ГЭС на горных водотоках в целях обеспечения устойчивого развития**

В советское время при проектировании гидроэнергетических объектов первоначально составляли схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов региона и отдельного водотока, для которых разрабатывались энергетические и водохозяйственные возможности водопользователей. По этим схемам, намечали створы для строительства гидроузлов и рекомендовали к реализации первоочередных объектов. Для них проводили необходимые топографические, инженерно-геологические, гидрологические исследования. Выполнялось эскизное проектирование (сейчас тендерные чертежи) с определением физических объемов для выявления эффективности и целесообразности дальнейшего проектирования.

Практически разработанные схемы выполняли значения предварительного технико-экономического обоснования гидроузлов. Эти схемы разрабатывались на период не менее 15 лет и уточнялись через пять лет [49,50,51]. В настоящее время в Таджикистане, в практике проектирования такие предварительные основополагающие работы свелись к минимуму, эти функции полагаются на разработанные схемы по значимости документов - Предварительные технико-экономические обоснования.

Мировой опыт показывает, что процесс проектирования гидроэнергетических объектов, в том числе малых установок, ведется обычно в несколько стадий [102,103,104,105,106,107]. Например, в

Европейских странах, особенно в Скандинавских государствах (Норвегия, Швеция и Финляндия), где степень использования национальных гидроэнергетических ресурсов сегодня достигает 90% и более, на первом этапе, на изучение и предварительные наблюдения за энергетическими характеристиками и экологическими последствиями от реализации проектов, выявленных створов малых ГЭС планируют не менее 4-5 лет. При получении приемлемых и надежных результатов за установленный период, заказчик на конкурсной основе выбирает Проектный институт или Консультант для разработки Технико-экономического обоснования гидроузла. В нем определяется основные инженерные решения, тип основных гидротехнических сооружений и их компоновки. Выявляются энергетические показатели планируемой малой ГЭС, условия ее строительства, достаточно точно определяют физические объемы строительно-монтажных работ, для этого подготавливают тендерные чертежи по всем компонентам проекта. Затем, составляют объектные сметно-финансовые расчеты на строительство гидротехнического объекта. После определения объема общих потребных затрат по реализации проекта, приступают к оценке экономической эффективности капиталовложений. Для этого выбирают финансовую модель расчета экономической эффективности станции. При получении высоких финансовых показателей финансовой модели, главным образом, значение внутренней рентабельности (IRR) с наименьшей ценой на продаваемую электроэнергию, принимают окончательное решение по строительству запланированного объекта.

Последний этап проектирования выполняются Генеральным подрядчиком по реализации проекта. Разрабатывают рабочие чертежи, т.е. происходит рабочее проектирование объектов малой ГЭС. На данной стадии процесса проектирования уточняется решение ТЭО, проводятся дополнительные подробные изыскания, разрабатывается планировка, подбирается оборудование, составляются спецификации для его размещения

на заводах изготовителей гидроэнергетического и электрического оборудования, определяются основные методы производства работ, порядок ввода в эксплуатацию, мероприятия по охране окружающей среды и др.

Продолжительность строительства объектов вплоть до пуска и сдачи объекта в промышленную эксплуатацию составляет в этих странах не более двух лет для реализации проектов малых ГЭС мощностью до 10 мВт. При этом, реализованные проекты окупают себя за 8-10 лет. Срок службы построенных ГЭС, в том числе малых определен государственным нормативным сроком на 50 лет, фактически практика эксплуатации показывают, что они успешно работают до 100 лет и возможно больше [109,110,111,112,113,114,115].

Формально порядок процесса проектирования гидроэнергетических объектов, в том числе, малой гидроэнергетики остается прежний, только с некоторыми изменениями в структуре руководства энергетики страны. Дело в том, что проблемы, связанные с развитием Топливо-Энергетического Комплекса всех союзных республик, находились полностью в компетенции Министерства Энергетики СССР. Основной организацией по изысканию и проектированию гидроэлектростанций являлся Всесоюзный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт им. С.Я. Жука в городе Москва. В Таджикистане даже не создали собственное отделение и хотя бы группу по проектированию гидроэнергетических установок малой мощности. Те, организации, которые в 50-е годы работали здесь по развитию малой гидроэнергетики, были временно прикомандированные коллективы проектировщиков либо с Москвы, либо с Ташкента. Главные Институты всех научно-исследовательских и проектных организаций призванные для развития энергетики Средней Азии были размещены в Москве, а их региональные отделения в Ташкенте, несмотря на то, что официально Таджикистан занимал второе место после России по объему собственных возобновляемых гидроэнергетических ресурсов в СССР. В середине 80-х

годов в Душанбе по просьбе руководства республики был открыт Таджикский отдел по проектированию гидротехнических сооружений малых ГЭС Среднеазиатского Отделения Гидропроекта им. С. Я. Жука в городе Ташкент. В высших учебных заведениях Таджикистана не готовили инженеров по специальности инженера гидроэнергетики, т.е. не формировалось поколение эксплуатационников и проектировщиков по этой профессии. К сожалению, по сей день наши ВУЗы не готовят таких специалистов.

В настоящее время в Таджикистане официально существует и работает один проектный институт по проектированию гидроэнергетических объектов, включая малых ГЭС Министерства Энергетики и Водных ресурсов Таджикистана. Из-за отсутствия местных национальных высококвалифицированных специалистов в области научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ, а также технической и лабораторной базы, институт пока не в состоянии выполнять проекты и консультационные услуги на профессиональном уровне.

В настоящее время, общая и долгосрочная стратегия развития ТЭК Таджикистана теперь разрабатывается и реализуется Министерством Энергетики и Водных ресурсов республики. На уровне отрасли готовят национальные инвестиционные программы развития гидроэнергетики, включая нетрадиционные источники энергии. Допуск, разработка ТЭО, проектирование, строительство, надзор и пуск всех энергетических объектов происходит также под руководством министерства. Кроме того, оно ведет контроль и общий мониторинг за ходом реализации иностранных инвестиций в энергетическом секторе Таджикистана.

Основное отличие от прежних порядков и принципов заключается в том, что в рамках Министерства энергетики и водных ресурсов Таджикистана не разрабатываются схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов регионов и отдельных водотоков страны. Также

предварительно не подготавливаются генеральные схемы развития местных электроэнергетических систем, включая сельские электрические сети. Кроме того, в структуре Министерства отсутствует подразделение, разрабатывающее и издающее руководящие инструкции, правила по планированию, проектированию, управлению и эксплуатации энергетических объектов в Таджикистане. Однако без таких основополагающих до-проектных актов и нормативных документов в республике, начали быстрыми темпами строить малые и микро ГЭС, ссылаясь на обстоятельства по снижению дефицита мощности некоторых высокогорных районах в зимний период, находящихся в зоне влияния национальной энергосистемы Таджикистана. Однако практика эксплуатации этих малых источников электроэнергии показала, что не зависимо от размера установленных мощностей, осуществление реализации проектов без предварительного и окончательного изучения обязательно приведет к большим неоправданным затратам.

Результаты анализа реализованных проектов малой гидроэнергетики в различных регионах Таджикистана показывают, что главная причина строительства неэффективных малых ГЭС в республике заключается в завышенных (необоснованных) расчетных значениях гарантированных мощностей на стадии технико-экономических обоснований источников электроэнергии. Разность между установленной и гарантированной мощностей при этом составляют от 60 до 80%. В большинстве случаев они связаны с недостаточной глубиной исследования гидрологических особенностей малых водотоков страны.

Практически отсутствуют постоянные и периодические наблюдения за режимом стока воды на всех малых и средних реках Таджикистана. До сих пор на уровне государства не установлены и экономически не обоснованы значения нормы расчетной обеспеченности расхода воды для проектирования гидроэнергетических объектов малой мощности. Что

касается другого параметра, который также сильно влияет на показатель установленной мощности малых ГЭС, это величина расчетного напора падающего потока воды,  $H$ . Однако ошибки в значениях гарантированной мощности станции в реализованных проектах по вине неправильного подхода к созданию расчетного напора являются достаточно незначительными, т.е. степень достоверности топографических особенностей местности очень высокая.

Таким образом, необоснованные преувеличенные значения установленных мощностей, которые в зимний период не обеспечены расходом воды, а в летние месяцы отсутствует потребность в их использовании, постоянно в течение года остаются не востребованы, как мертвый капитал, материализованный в основные средства. Необходимо отметить, что значения удельной стоимости одного киловатта мощности на малых ГЭС в высокогорных труднодоступных регионах Таджикистана достигает 4500-7500 долларов США, т.е. ошибка только на 100 кВт, проект удорожает на 0,45-0,75 млн. долларов США [78,115].

Поэтому объекты малой гидроэнергетики, в силу большой зависимости от природных условий (характеристика стока, топография местности, инженерно-геологические условия), многообразия компоновок, состава сооружений, способа производства работ, влияния на окружающую среду, в большинстве случаев уникальны.

Это уникальность требует необходимого выбора основных параметров гидроэнергетических установок в каждом определенном проекте с неоднократной надлежащей проверкой и спецификацией на всех этапах принятия решений в ходе прединвестиционной экспертизы.

Сезонную мощность определяют в тех случаях, когда при прогнозировании потребности в электроэнергии для местной электроэнергетической системы предусматриваются постоянные сезонные потребители мощности. Что касается резерва мощности, то она на малых ГЭС

не размещается. В исключительных случаях по требованию местной власти и решению заказчика на малых ГЭС устанавливают дополнительный агрегат, который не обеспечен расходом воды в зимний период. Следовательно, при проектных расчетах, значения установленных и гарантированных мощностей на мини и малых гидроэлектростанциях, в большинстве случаев совпадают.

В технико-экономических расчетах при оценке общей и сравнительной экономической эффективности первоначальных капиталовложений используются технические и экономические показатели проектируемых источников энергии, от достоверности и реальности, которых зависит жизнеспособность энергетических объектов. Структура основных технико-экономических показателей показана на рисунке 3.1 [82,83].

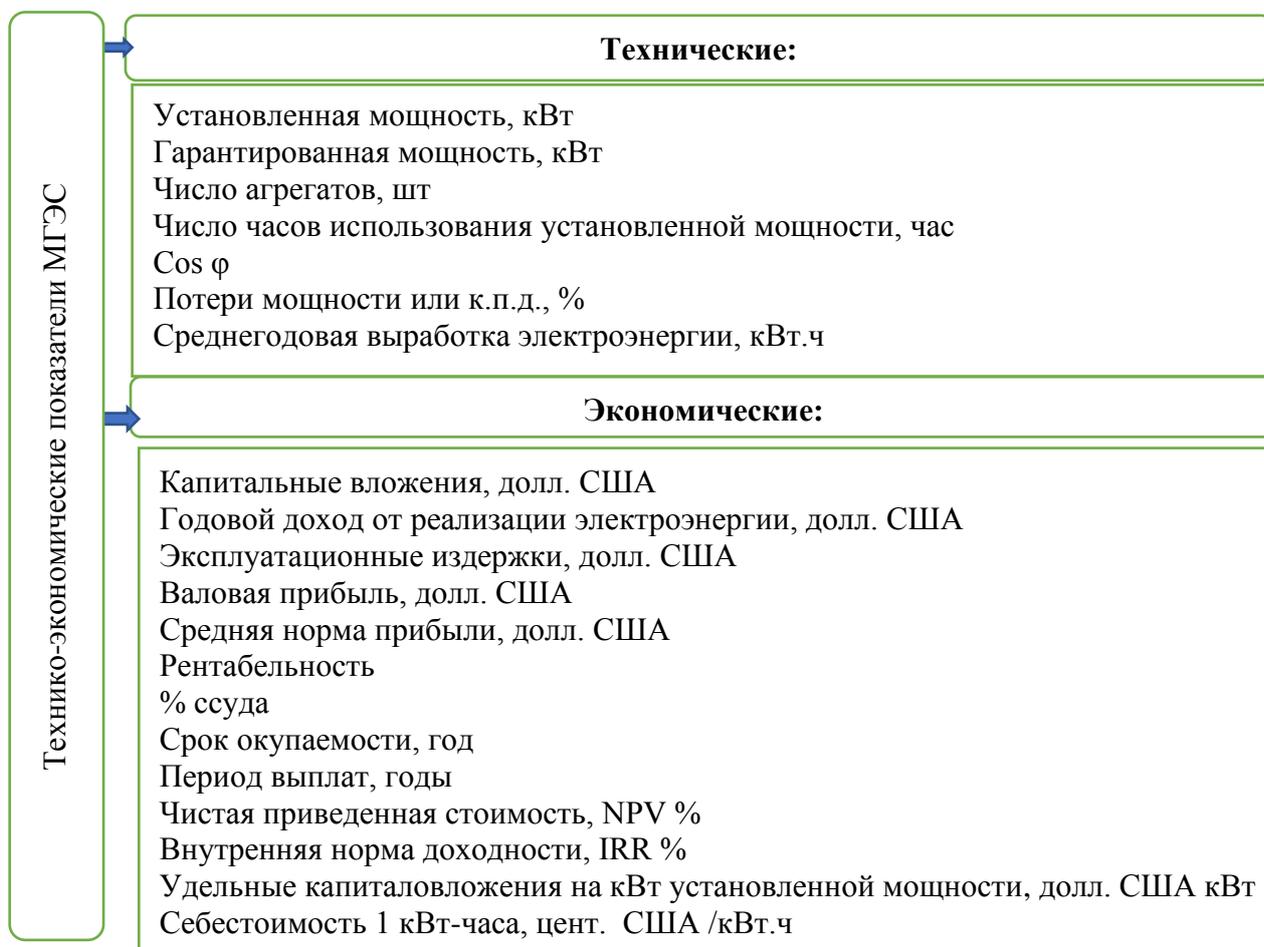


Рисунок 3.1 - Структура основных технико-экономических показателей МГЭС

Источник: Составлено автором на основе систематизации технико-экономических показателей

К техническим показателям, которые определяют уровень капиталоемкости малых ГЭС, относятся: установленная и гарантированная мощности, число агрегатов и коэффициент полезного действия оборудования.

Опыт проведения технико-экономического обоснования малых ГЭС показывает, что оценку технико-экономических показателей необходимо начинать с уточнения гарантированных и установленных мощностей, числа гидроагрегатов, места работы источников в графиках нагрузки электроэнергетических систем при централизованном электроснабжении, максимальных зимних нагрузок потребителей в автономном режиме функционирования, числа часов использования установленных мощностей, среднегодовых объемов производства электроэнергии. Затем выяснить стоимость продаваемой электроэнергии, валовой доход, годовые эксплуатационные издержки, инвестиционные затраты проектов, рентабельность объектов, срок окупаемости, чистая приведенная стоимость (NPV) и внутренняя норма доходности (IRR).

В общем случае установленная мощность, как основной техникой и энергетический показатель малых ГЭС состоит из трех слагаемых:

$$N_{уст} = N_{гар} + N_{сез} + N_{рез}, \quad (3.1)$$

где  $N_{гар}$ ,  $N_{сез}$  и  $N_{рез}$ , - соответственно, гарантированная, сезонная и резервная мощность.

*Гарантированная* – это реальная, обеспеченная мощность. На основании расчетов обеспеченности среднесуточных мощностей по многолетнему ряду с учетом регулирования находится мощность заданной расчетной обеспеченности, которая для ГЭС обычно составляет 90–95%, и соответствующая ей суточная выработка электроэнергии. Расположив производство электрической энергии в соответствующей области расчетного

суточного графика нагрузок энергосистемы (пиковая или полупиковая область) складывается гарантированная мощность  $N_{\text{гар}}$ . Как правило, гарантированная выше установленной мощности, поскольку последняя использует энергию водотока гораздо больше. Следовательно, учитывая, что малые ГЭС планируются проектировать в высокогорных районах Горно-Бадахшанской Автономной Области, где 65 до 70% электропотребления происходит в зимний период времени, процент обеспеченности расчетного расхода воды предлагается в данной диссертационной работе принимать исходя из требуемого уровня надежности электроснабжения и экономической эффективности капиталовложений, на отметку не менее 95%.

*Сезонная* – это дополнительная по отношению к гарантированной, мощность, способствующая увеличению производства электрической энергии на малой ГЭС при наличии реальных летних сезонных нагрузок. Как показал анализ современного состояния производства и потребления электроэнергии в местной Горно-Бадахшанской электроэнергетической системе, около 50 % от суммарных генерирующих мощностей в летнем периоде простаивают. К сожалению, такое явление является закономерным также для гидроэнергетики Таджикистана. Поэтому при расчете установленной мощности гидроузлов сезонная мощность приходится не учитывать, так, как она не обеспечена расходом воды в зимнем периоде работы малой ГЭС.

*Резервная* – это предполагаемая мощность на малой ГЭС при ее работе в децентрализованном режиме, т.е. за пределами электроэнергетической системы. Кроме того, целесообразность установления резервной мощности экономически обосновывают для тех регионах, где электроэнергия является единственным энергоносителем в топливно-энергетических балансах последних. Как правило, при проектировании малых ГЭС в этих районах число гидроагрегатов, исходя из требования надежности электроснабжения, не должно быть, меньше двух единиц, одну из которых при этом используют

в качестве резерва мощности на станции. Резерв мощности в этих условиях в большинстве случаев не обеспечивается ресурсам воды, и он называется холодным резервом. Включается в работе тогда, когда рабочий гидроагрегат находится в капитальном ремонте или, его останавливают по аварийным обстоятельствам. Необходимо отметить, что в особых случаях о необходимости организации резерва мощности на станциях заявляет местная власть.

Гарантированная мощность для русловых типов малых ГЭС определяется в результате водно-энергетических расчетов для различной гидрологической обеспеченности водными ресурсами по следующей известной формуле:

$$N_{\text{гар}} = 9.81 \times Q \times H \times \eta_{\text{агр}} \times \eta_{\text{вод}}, \text{ кВт} \quad (3.2)$$

где  $Q$  – среднемесячное значение расчетного расхода воды в м<sup>3</sup>/с;

$H$  – величина напора, в метрах (м), определяемая как разность отметки верхнего и нижнего бьефов ГЭС;

$\eta_{\text{агр}}$ ,  $\eta_{\text{вод}}$  – коэффициент полезного действия гидроэнергетического оборудования и водоподводящего тракта.

В процессе проектирования учитываются следующие факторы, которые могут влиять на гарантированную мощность, приведены на рисунке 3.2.

➤ Гидрологические условия: оцениваются потоки воды в реке или ручье, сезонные изменения уровня воды, осадки и другие гидрологические параметры, чтобы определить доступную гидроэнергию и предсказать генерацию энергии на протяжении всего года.

➤ Технические параметры: включают в себя выбор и установку гидроагрегатов, расчеты гидравлических потерь, эффективность передачи электроэнергии и другие технические аспекты.

➤ Надежность работы: учитывается необходимость обеспечения стабильности и непрерывности генерации электроэнергии, особенно в условиях изменчивости водных ресурсов. Рассматриваются вопросы поддержки режимов работы, аварийного восстановления и управления электроэнергетическими сетями.

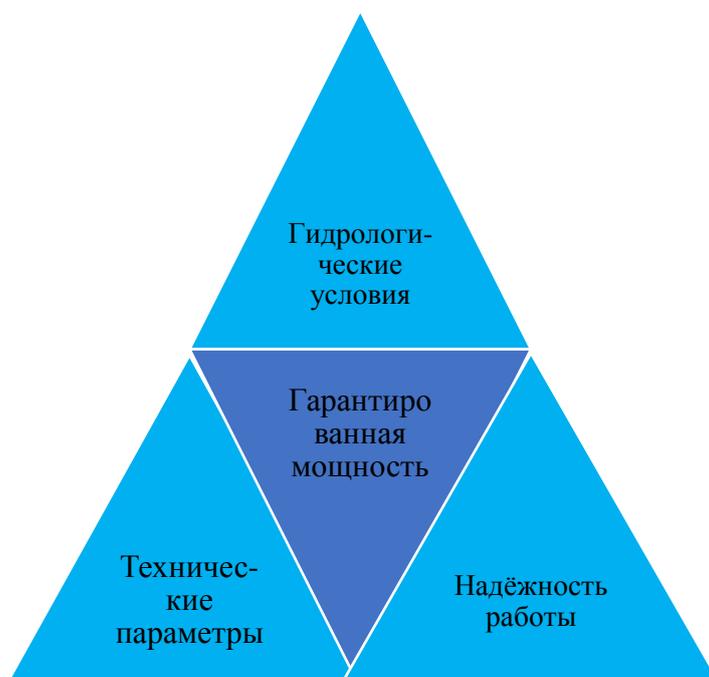


Рисунок 3.2 – Факторы, влияющие на гарантированную мощность  
 Источник: составлено автором по [84,85,107,112]

При наличии в составе гидроузла водохранилищ или малых ГЭС, встроенных в состав плотины, расчетная гарантированная мощность зависит от полезного объема водоема и изменения напора в нем в процессе регулирования естественного режима речного стока. В этих условиях, определение величины расхода воды через малой ГЭС  $Q_{Гі}$  и напора воды  $H_i$  связаны с решением следующей системы уравнения для каждого момента времени.

$$N_{\text{гар}} = 9,81 \times Q_{Гі} \times (Z_{Вбi} - Z_{Нбi} - h_{срi}) \quad (3.3)$$

$$H_i = Z_{Вбi} - Z_{Нб} - h_{срi} \quad (3.4)$$

$$W_{Bi} = W_{H6(i-1)} - W_{H6i} + W_{Bi(t-1)} \quad (3.5)$$

$$Z_{B6i} = Z_{H6i} (Q_{H6i}, Z_{B6(i+1)}) \quad (3.6)$$

$$Z_{H6i} = Z_{H6i} (Q_{H6i}, Z_{B6(i+1)}) \quad (3.7)$$

где  $Z_{B6i}, Z_{H6i}$  – отметки верхнего и нижнего бьефов малой ГЭС, м;  
 $W_{Bi}, W_{Bi(t-1)}$  – объемы водохранилища малой ГЭС в момент  $t$  и  $t-1$ , м<sup>3</sup>;  
 $W_{H6i}, W_{H6i(i-1)}$  – объем воды, поступившей в нижней бьефе  $i$ -ой и  $(i-1)$ -ой малой ГЭС, м<sup>3</sup>;  
 $Q_{H6i}, Q_{H6(i-1)}$  – соответственно расход воды в нижнем бьефе  $i$ -ой и  $(i-1)$ -ой малой ГЭС, м<sup>3</sup>/с;  
 $h_{срi}$  – глубина сработки водохранилища  $i$ -ой малой ГЭС, м;  
 $i$  – индекс гидростанции каскада ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

Решение системы уравнения сводится к сопоставлению притока воды с потреблением и перераспределением в соответствии с графиком водопотребления. Для этой цели производится водно-энергетический расчет, сущность которого заключается в составлении таблицы регулирования стока (Таблица 3.1).

Таблица 3.1

Таблица водно-энергетического регулирования

| Показатель                        | Момент времени |              |     |              |     |     |              |
|-----------------------------------|----------------|--------------|-----|--------------|-----|-----|--------------|
|                                   | 1              | 2            | ... | t            | ... | ... | T            |
| Приток к гидроузлу                | $Q_1$          | $Q_2$        | ... | $Q_t$        | ... | ... | $Q_t$        |
| Регулирование в водохранилище     | $\Delta Q_1$   | $\Delta Q_2$ | ... | $\Delta Q_t$ | ... | ... | $\Delta Q_t$ |
| Расход воды через створ гидроузла | $Q_{H61}$      | $Q_{H62}$    | ... | $Q_{H6t}$    | ... | ... | $Q_{H6t}$    |

Экономический смысл данной таблицы содержится в том, что максимум производства электрической энергии способствует повышению эффективности режима сработки и наполнения резервуара.

Расчетный период  $t$  разбивается на  $n$  интервалов (месяцы) времени  $t_i$ .

Принимаем во внимание, что в каждом расчетном интервале величина бытового расхода является постоянной, равной своему средне интервальному значению.

**Удельные капиталовложения на 1 кВт установленной мощности станции.** На начальных стадиях проектирования гидроэнергетических объектов и при технико-экономических сопоставлениях различных вариантов часто применяются показатели удельных капиталовложений на 1 кВт установленной мощности  $k^N$  и иногда удельные капиталовложения на 1 кВт.ч среднесуточной выработки электроэнергии  $k^Э$ , то есть:

$$k^N = \frac{K}{N_{уст}}, \text{ долл. США/кВт} \quad (3.8)$$

где:  $K$  – капиталовложения по проекту.

$$k^Э = \frac{K}{Э}, \text{ долл. США/кВт.ч} \quad (3.9)$$

В процессе проектирования, особенно на начальном этапе исследования, технико-экономический показатель  $k^N$  – удельные капиталовложения на 1 кВт установленной мощности, используется в качестве экономического инструмента в расчетах при определении оценочных затрат по реализации гидроэнергетических проектов. По ним сравниваются достижения в научно-техническом прогрессе других видов энергетических источников. Этот показатель состоит из двух составляющих:

$$k^Э = k_{об} + k_{см}, \text{ долл. США/кВт} \quad (3.10)$$

где  $k_{об}$ ,  $k_{см}$  – удельные затраты на приобретение энергетического оборудования и удельные затраты на осуществление строительно-монтажных работ соответственно.

Объем производства электроэнергии на малых ГЭС является технико-экономическим показателем и играет большую и важную роль при оценке эффективности инвестиционного проекта. Он зависит от значения установленной мощности станции и числа часов использования ее в покрытии графика нагрузки местных электроэнергетических систем. Чем плотнее суточный график нагрузки, тем выше число часов использования мощности и общий годовой объем производства электроэнергии на малых ГЭС.

Энергетические особенности высокогорных регионов Таджикистана заключаются в том, что зимний период в этих местах продолжается достаточно длительно и составляет более шести месяцев, поэтому основная потребность в электроэнергии (более 70%) на электрических станциях появляется именно в эти месяцы года.

Однако нужно отметить, что максимальное значение технико-экономического показателя выработки электроэнергии в таком случае будет зависеть от значения технического показателя расчетной гарантированной мощности проектируемой малой ГЭС.

$$\mathcal{E}_{\text{ГЭС}} = \int_t^T (N_{\text{гар}} + N_{\text{сез}}) dt, \text{ кВт-ч} \quad (3.11)$$

При вычете количества электроэнергии, расходуемой на собственные нужды станции, полная передаваемая энергия с шины малой ГЭС в местной электроэнергетической системе будет равна

$$\mathcal{E}_{\text{пер}} = \mathcal{E}_{\text{ГЭС}} - \int_t^T N_{\text{сб}} dt, \text{ кВт-ч} \quad (3.12)$$

Этот технико-экономический показатель становится исходным данным при определении годового дохода, как экономический показатель станции после реализации электроэнергии, произведенной ее гидрогенераторами. При расчете валового дохода обычно используется значения действующего

тарифа на электроэнергию. Поскольку строительство малых ГЭС в труднодоступных высокогорных регионах Таджикистана на современном этапе развития имеет исключительно социальный характер, реализация электроэнергии осуществляется по фиксированным ценам, устанавливаемым государственным органам планирования и управления экономической политикой страны, что является одним из стратегических направлений снижения уровня бедности населения, проживающего в этих местах. В расширении масштабов строительства малых ГЭС в эти отдаленные высокогорные регионы республики были также направлены значительные инвестиции многих международных организаций (включая ООН), правительств иностранных государств, которые имели сугубо гуманитарный характер, и по которым при проектировании, к сожалению, не предъявлялось жестких требований относительно ТЭО. Необходимо отметить, что в этих условиях технико-экономические показатели не отражают реальную картину эффективности использования возобновляемых источников энергии, в том числе строительство малых ГЭС. Мы считаем такой подход ошибочным и рекомендуем нижеследующие суждения: независимо от собственности и характера происхождения инвестиций, они должны быть квалифицированы как бюджетные средства и направлены на реализацию эффективных энергетических проектов, которые принесли бы выгоду для развития местной экономики. Поэтому при технико-экономическом обосновании сооружения малых ГЭС должны быть в обязательном порядке разработаны и исследованы разделы экономической и финансовой эффективности проектных вариантов строительства малых ГЭС.

**Себестоимость электроэнергии,** как технико-экономический показатель играет очень важную роль в экономических расчетах по оценке эффективности выбора источника электроэнергии. Она определяется делением годовых издержек производства  $I$  на годовой объем

электроэнергии  $\mathcal{E}_{ГЭС}$ , отпущенной с шин высокого напряжения станции, и измеряется в центах США/кВт.ч.

$$S_{\mathcal{E}} = \frac{И}{3}, \text{ цент. США/кВт.ч.} \quad (3.13)$$

**Прибыль.** При технико-экономическом обосновании малых ГЭС она определяется, как разность между годовым доходом от продажи электроэнергии и ежегодных эксплуатационных издержек, расходуемых на ее производство.

$$\Pi = \int_t^T (N_{\text{гар}} + N_{\text{сез}}) dt \beta - I_{\text{экс}}, \text{ долл.США.} \quad (3.14)$$

где  $\beta$  – тариф на электроэнергию, цент.США. /кВт.ч,

$I_{\text{экс}}$  – эксплуатационные издержки производства, долл.США.

Как видно из выражения (3.14), на общие результаты прибыли производства электроэнергии, кроме влияния энергетических показателей проекта влияние уровня организации эксплуатационных работ на малых ГЭС, также немаловажны. Они, прежде всего, связаны с автоматизацией и телемеханизацией всего технологического процесса производства и выдачи мощности в местную электроэнергетическую систему. Особенно надежность и эффективность инвестиционного проекта повышается, если на стадии разработки технико-экономического обоснования всесторонне изучить принцип их параллельной работы в синхронном режиме с местной электроэнергетической системой.

В случае расчета доходов по ценам энергетического рынка наиболее удобно пользоваться двухставочным тарифом (с платой за мощность и электроэнергию), позволяющим отдельно оценивать оба составляющих энергетического эффекта. К сожалению, в децентрализованных системах электроснабжения, функционирующие в высокогорных регионах республики темпы роста максимального значения нагрузки потребителей намного быстрее, чем роста потребления электроэнергии в энергетических узлах. Это

в свою очередь требует ввода новых генерирующих мощностей, хотя запасы потенциальных проектных возможностей производства электроэнергии на малых ГЭС еще до конца не использованы. В практике в таких случаях рассматривают вопросы объединения двух или более малых энергетических узлов на параллельную работу, путем строительства электрических связей по воздушным или кабельным передающим линиям.

Все остальные экономические показатели, указанные в Таблице 3.1, являются производными от категории капиталовложения и прибыли, к примеру, срок окупаемости или рентабельность инвестиции определяются как:

$$T_{ок} = \sum K_{ин} / \Pi, \text{ год} \quad (3.15)$$

$$P = \frac{\Pi}{\sum K_{ин}}, \% \quad (3.16)$$

или период выплаты – это время, за которое инвестиции должны быть возвращены, учитывая реальную процентную ставку.

Необходимо подчеркнуть, что на предварительных стадиях исследований для выбора оптимального варианта достаточно использовать простые не дисконтированные показатели:

- удельные капиталовложения (на кВт, на кВтч);
- простая (текущая) рентабельность капитальных вложений, рассчитываемая по валовой прибыли (валовой доход минус производственные издержки без амортизации);
- простой (не дисконтированный) срок окупаемости капиталовложений, как величина обратная предыдущей.

Показатели сопоставляются с отраслевым нормативом или данными аналогов.

На последних проектных стадиях применяются исключительно показатели, основанные на расчете дисконтированных экономических

потоков, которые достаточно подробно охарактеризованы в [82,83,105,110,116,117].

Поэтому необходимо в содержание ТЭО на строительство малой ГЭС включить следующие основные разделы, представленные на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 - Содержание ТЭО на строительство малой ГЭС

Источник: Составлено автором на основе научных исследований

Проектирование гидроэнергетических объектов, вне зависимости от установленной мощности является трудным и серьёзным процессом, предъявляющий жесткие требования к технической устойчивости и экономической целесообразности инженерных решений, также благополучного хода строительных работ и использование объекта.

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о том, что корректное инженерное решение способствует сбережению бюджетных средств и частного капитала.

Основной отличительной чертой проектирования гидроэнергетических сооружений заключается в содержательности и целостности их исследования, вариационность, на базе которых сопоставляются несколько технических решений. В итоге принимается самое оптимальное решение.

Однако, эффективное использование возобновляемых источников энергии, в нашем случае строительство малых и микроГЭС в высокогорных районах Горно-Бадахшанской Автономной Области в свою очередь, требует от инвесторов и заказчиков дополнительных и значительных затрат на углубление исследования, получение объективных, научно-обоснованных и достоверных информации. Но в практике проектирования в Таджикистане в таких случаях инвесторы, заказчики проектов принимают твердые решения не исследовать и не изучать эти работы, тем самым сэкономить средства, что приводит к необъективным инженерным решениям.

Исходя из вышесказанного, также, учитывая неразрывность решения всего комплекса задач по проблеме электроснабжения высокогорных районов Горно-Бадахшанской Автономной Области, с целью уменьшения общих затрат при создании источников электроэнергии предлагаем следующие рекомендации по гарантированной отдаче вложенного капитала

➤ В целях эффективного использования гидроэнергетических ресурсов малых рек Таджикистана и совершенствования процесса проектирования гидроузлов малой и средней мощности необходимо на государственном уровне в рамках Министерства Энергетики и Водных ресурсов, организовать специализированные подразделения, призванные для разработки и составления схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов отдельных водотоков, в которых разрабатываются энергетические и водохозяйственные возможности рек на определенный период. В схемах

должны быть рекомендованы к проектированию первоочередные гидроэнергетические комплексы, обладающие наилучшими технико-экономическими показателями.

➤ При выдаче разрешения на строительство гидроэнергетических объектов, независимо от статуса собственности и происхождения источника финансирования, Министерство Энергетики и Водных ресурсов должно обязывать всех заказчиков в первую очередь разработать Технико-Экономическое обоснование (ТЭО) генерирующих мощностей. Однако, при отсутствии и не подготовленности пункта-А, к ТЭО прибавляется предварительный этап, где проводятся необходимые топографические, инженерно-геологические и гидрологические исследования. Необходимо выполнять также схемные проектирования объектов с целью выявления их эффективности и целесообразности дальнейшего проектирования.

➤ Разработка ТЭО должна быть выполнена с учетом экономических и энергетических особенностей регионов Таджикистана, однако, этот документ в дополнении должен еще отвечать требованиям международных стандартов.

### **3.2 Методика оценки экономической эффективности малых ГЭС**

Опыт проектирования гидроэнергетических объектов, в том числе малых ГЭС, как в Таджикистане, так и за его пределами показывает, что разработка технико-экономического обоснования (ТЭО) это достаточно сложный и ответственный процесс, определяющий не только техническую надежность и экономическую эффективность сооружений, но и ход строительства, а затем и эксплуатации. Главная особенность считается его вариантность, так как только на основе разработки и технико-экономического сравнения, и всестороннего анализа факторов, не

подающихся экономическим оценкам, различных по исполнению вариантов можно будет выбрать оптимальное решение по выбору основных параметров малых ГЭС, таких как гарантированная мощность, обеспеченность энергии, параметры основного оборудования и водоподводящих сооружений.

Необходимо отметить, что только на этой стадии исследования проекта при удачном инженерном решении, возможно, сберечь значительные средства первоначального капиталовложения государственного бюджета страны и частных инвесторов, включая безвозмездные международные гуманитарные помощи в энергетический сектор Таджикистана. Дело, в том, что даже незначительные изменения значения каждого основных параметров в целях поиска оптимального решения в положительной или отрицательной стороне достаточно чувствительно влияют на энергетические и экономические показатели проектируемых гидроузлов. Изменения могут возникнуть, также при не учете местных энергетических и высокогорных особенностей районов строительства источников электроэнергии. В таких случаях, как известно из практики проектирования и эксплуатации существующих малых ГЭС, энергетические показатели, такие как мощность и выработка электроэнергии определяют энергетический эффект функционирования малых ГЭС в составе местных электроэнергетических систем или в автономном режиме.

Экономические показатели на примере капитальных вложений и издержек производства отражают единовременные и текущие затраты, которые необходимы для сооружения и эксплуатации этих энергетических источников.

Для правильного определения эффективности гидроузлов требуется при сравнении вариантов учитывать все затраты, включая капитальные вложения в основные фонды, нормируемые оборотные средства и ежегодные издержки производства. Рассмотрим более подробно схему формирования этих затрат на стадии схемных исследований, предварительных,

окончательных технико-экономических обоснований и реализации проектов, представлен на рис. 3.4.

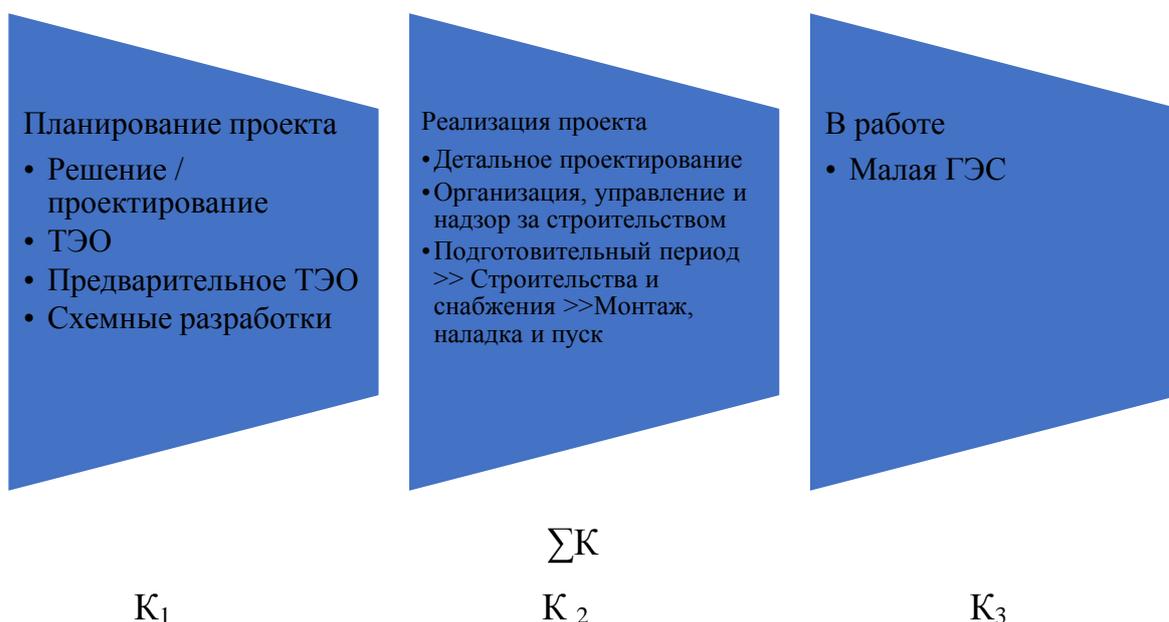


Рисунок 3.4 - Схема формирования капиталовложений при проектировании и строительстве малой ГЭС

Источник: Составлено автором на основе научных исследований

Таким образом, общий объем требуемых для реализации проекта капитальные вложения складываются из суммы капитальных затрат в планировании ( $K_1$ ), реализации проекта ( $K_2$ ), создании оборотных средств и обслуживании долга в период строительства ( $K_3$ ) (в том случае, если в схеме финансирования проекта предполагается использование средства кредита).

$$\sum K = K_1 + K_2 + K_3, \text{ доллар США} \quad (3.17)$$

С учетом современных подходов [77,78,79] к определению затрат по проектируемым гидроэнергетическим объектам, в том числе по малым ГЭС, общий алгоритм определения объема капиталовложений для

инвестиционных проектов строительства малых ГЭС показываем в таблице 3.6.

Сметно-финансовые расчеты являются, основным методом определения величины капиталовложений К. На основе проекта определяются объемы работ по каждому из сооружений. Это дает возможность определить необходимый объем финансирования строительства объекта.

Необходимо отметить, что в таблице 3.6 отдельной строкой предусматривается запас или резерв на непредвиденные работы и затраты. Под ними подразумеваются заранее закладываемые расходы, которые невозможно учесть при составлении сметы (например, из-за недостаточности информации по проекту в основном на стадии предварительного технико-экономического обоснования объекта). Резерв средств устанавливается по договоренности с Заказчиком на стадии формирования бюджета. Сумма может быть фиксированной, а может быть выражена в процентном отношении от сметы к договору.

Таблица 3.6

Суммарная потребность в инвестициях

| №  | Наименование позиции   | Требуемые инвестиции, млн. доллар США | Примечание              |
|----|--|---------------------------------------|-------------------------|
| 1. | <b>А. Проектирование</b><br>1.1 Схемные разработки<br>1.2 Предварительное технико-экономическое обоснование<br>1.3 Техничко-экономическое обоснование<br>1.4 Решение<br>1.5 Тендерное проектирование, включая чертежи и физический объем строительно-монтажных работ | $K_1$                                 | На усмотрение Заказчика |
| 2. | <b>Б. Реализация проекта</b><br>2.1 Детальное проектирование<br>2.2 Организация, управление и надзор за строительством<br>2.3 Подготовительный период<br>2.4 Объекты подсобного и производственного обслуживания   | $K_2 + K_3$                           |                         |

| №  | Наименование позиции  | Требуемые инвестиции, млн. доллар США       | Примечание |
|----|---|---|------------|
|    | 2.5Строительно-монтажные работы<br>2.6 Оборудования<br>2.7Наладка и пусковые работы |   |            |
| 3. | Непредвиденные расходы в % от $K_2$   | $\Delta K_{нп}$                             |            |
| 4. | Всего:  | $K_1 + K_2 + K_3 + \Delta K_{нп}$           |            |
| 5  | Налоги (в % отп. 4) (НДС)   | $\Delta K_{н}$                              |            |
|    | <b>Суммарные капиталовложения, <math>\Sigma K</math></b>                            | $K_1 + K_2 + K_3 + \Delta K + \Delta K_{н}$ |            |

Источник: Составлено автором на основе научных исследований

По правилам резерв средств остается на счете Заказчика, пока актами подрядчик не подтвердит, что он его полностью или частично израсходовал. Непредвиденные расходы имеет смысл указывать, когда бюджет сметы, например, «встраивается» в финансовый план, и, как следствие, важно как можно точнее понимать затраты, чтобы не «потянуть» ошибку далее по всей модели. В остальных случаях, чаще всего, либо заключаются дополнительные соглашения на проведение тех, работ, которых не было в первоначальной проектной документации, либо закрывается фактическое выполнение по актам.

Всестороннее обсуждение данного вопроса выходит за рамки исследования данной диссертационной работы, поэтому мы ограничимся только учетом влияния расчетных значений непредвиденных расходов на экономические показатели проектируемых малых ГЭС, а через них на окончательные решения по целесообразности практической реализации этих источников электроэнергии.

Анализ многочисленных проектных документаций малых ГЭС, построенных в нашей республике, за последние 10-15 лет, показывают, что величина непредвиденных расходов достаточно велика. Иногда они достигают 18-20% от значения суммарных расчетных капиталовложений проектов. Это в свою очередь не оправдано увеличивает общую сумму капиталовложений, необходимые на реализацию рассматриваемого створа

для строительства гидроузла, и тем самым искусственно снижает его экономические показатели (прибыль и рентабельность) и в результате без основания выбрасывают из дальнейшего обсуждения потенциально эффективные варианты. Если к ним добавить налоги на НДС (15%), тогда общая величина составляет 35% от суммарного капиталовложения по проекту, т.е. практически в два раза вынуждает инвестора увеличивать затраты на реализацию объекта. При учете процентных ставок банка (15%), эта величина станет больше 50%.

На начальном этапе проектирования (стадии рекогносцировочных исследований, предварительных ТЭО) для определения стоимости строительства конкретного объекта составляются финансовые расчеты, где обычно используются укрупненные показатели. Прямым счетом определяются затраты только для объектов основного производного назначения, другие затраты определяют косвенно в процентах от стоимости строительно-монтажных работ. Что касается стадии технического и технологического проектирования, тогда подготавливаются генеральные сметы, где при расчетах стоимости учитывают экономические состояния, транспортные условия, инженерно-геологические и климатические особенности районов расположения проектируемых энергетических объектов. При необходимости производят непосредственные калькуляции для тех видов работ, для которых невозможно определить единичные расценки.

Таким образом, точность определения сметной стоимости гидроэнергетических объектов, в том числе малых ГЭС на различных стадиях проектирования различна. Основные причины ее появления заключается в неточности и недостаточности исходной информации, главными из которых являются:

- 1) отсутствие генеральной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов Таджикистана, где определяется характер,

масштабы, очередность, а также экономичность осуществления основных водохозяйственных, гидротехнических и других мероприятий в соответствии с задачами и требованиями государства;

2) отсутствие бассейновых схем комплексного использования и охраны водных ресурсов по речным бассейнам или по их отдельным частям, которые обосновывают масштабы и очередность конкретных водохозяйственных мероприятий, меры по предотвращению эрозии почв, по борьбе с наводнениями и другими проявлениями вредного воздействия вод;

3) отсутствие локальной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов отдельных рек, включая малых водотоков, в рамках которых на основе технических исследований и экономического анализа определяют характер, масштабы и очередность гидротехнического строительства, обеспечивающего использование энергетического потенциала и проведение других мероприятий по охране окружающей среды. В рамках этого документа, намечаются возможные створы для строительства гидроузлов, одновременно проводится гидроэнергетическое проектирование по отдельным створам. На основе водно-энергетических и стоимостных данных по предварительно намеченным вариантам разбивки реки на ступени определяют предварительные энергетические параметры гидроэлектрических станций. В результате намечается несколько вариантов схемы использования створов реки, из которых выбираются оптимальные на основе технико-экономических расчетов.

Очень важно на этапе локальных схем разрабатывать гидрологические схемы по оптимальному распределению гидрометрических постов по изучению комплекса вопросов гидрологии водотоков.

Необходимо отметить, что нерешенные вопросы, возникшие, при разработке локальных схем, подробно уточняются на последующих этапах проектирования, однако полнота и глубина инженерных и экономических исследований меньше чем в ТЭО.

Таким образом, при соблюдении всех требований по инженерно-экономическим исследованиям, предъявляемым к каждому варианту схемы использования потенциальных возможностей любого водотока на всех стадиях проектирования, снижает объем неизученных проблем, уровень непредвиденных расходов и риски безвозвратной потери капиталовложений при строительстве энергетических объектов.

Анализ Таблицы 3.3 и составляющие формулы (3.17), с точки зрения реальной сметной стоимости по реализованным проектам малых ГЭС в различных регионах Таджикистана показал, что главный компонент в структуре капиталовложения, который характеризует и определяет основные технико-экономические параметры нового гидроузла является  $K_2$ , затраты на оборудования и строительно-монтажных работы.

$$K_2 = K_{об} + K_{см}, \text{ долл.США} \quad (3.18)$$

где  $K_{об}$ ,  $K_{см}$  – затраты на приобретение основного силового оборудования и строительно-монтажных работ.

Динамика развития строительства малых ГЭС в республике показывает, что значения составляющих выражения (3.18), особенно  $K_{об}$  стремительно выросли и увеличивались в среднем на 2.5 раза (Таблица 3.5). Это в свою очередь изменило соотношение между затратами на приобретение основного оборудования и строительно-монтажных работ при строительстве малых ГЭС.

На стадии Технико-Экономического Обоснования малых ГЭС также формируются данные, характеризующие текущие затраты, связанные с производственной деятельностью, т.е. определяются суммарные производственные издержки в соответствии с принятой квалификацией гидроэлектрических станций, с заданной производственной программой. Расчет ежегодных производственных издержек производится по

экономическим элементам затрат. Если ежегодные производственные издержки поделить на количество электроэнергии  $\Delta_{ГЭС}$ , отпущенной с шин малых ГЭС, то получим себестоимость производственного процесса.

Ежегодные издержки на малых ГЭС состоят из амортизационных отчислений и эксплуатационных расходов. Анализ структуры себестоимости электроэнергии на малых ГЭС, работающих в различных регионах Таджикистана, показывает, что наибольший удельный вес в ней составляет амортизация основных фондов, которая составляет более 79%. Методы расчета эксплуатационных издержек достаточно подробно разработаны и широко освещены, как в экономической литературе, так и в опубликованных изданиях по экономике энергетики [84,85,107,112,118,119,120,121,122].

Изменение соотношения затрат между основным оборудованием и строительно-монтажными работами при строительстве малых ГЭС в различных регионах Республики Таджикистан (оборудование в основном произведено в Китае) приведен в таблице 3.7.

Таблица 3.7

Соотношение затрат в основное оборудование и строительно-монтажные работы

| №  | Показатели   | Годы  |       |       |       |
|----|--|-------|-------|-------|-------|
|    |  | 2000  | 2010  | 2015  | 2020  |
| 1. | Стоимость основного оборудования, долл. США                                  | 250   | 350   | 400   | 430   |
| 2. | Соотношение затрат в основное оборудование и строительно-монтажные работы, % | 30/70 | 40/60 | 50/50 | 60/40 |

Малые ГЭС чаще всего своеобразны и сильно зависимы от характеристик стока, топография местности, инженерно-геологических данных, разнообразие компоновок, состава конструкций, способов выполнения работ, воздействие на экологию.

Это уникальность требует соответствующего выбора основных параметров гидроэнергетических объектов отдельных проектов с неоднократной проверкой и спецификацией на разных этапах принятия решений в ходе до инвестиционных исследований и обоснование целесообразности, финансового анализа проекта при оптимальном варианте его реализации. Представляется целесообразным повысить требования к достоверности определения объемов капитальных затрат по выполнению проектов. Для этого необходимо внести изменения в вопросе разделения времени между этапами с усилением исследования.

В рыночных условиях осуществление проектов по возобновляемым энергетическим ресурсам в электроэнергетики предполагает всестороннее и детальное рассмотрение результатов и последствий реализации таких проектов. Оценка целесообразности вложений в рыночной экономике, экспертиза энергетических инвестиционных проектов требует использования особых методологических подходов и приемов, широко используемых в рыночной экономике [115,116]. Практика проектирования гидроэнергетических проектов рекомендует эффективную последовательность подготовки исходной информации и проведения необходимых расчетов по снижению риска различных форм потерь капиталовложений на реализацию этих проектов. Это означает, что при экономическом сравнении вариантов необходимо, прежде всего, с возможно большей степенью надежности определить для каждого из сравниваемых вариантов величины капиталовложения, издержки производства и доход малой ГЭС от отпускаемой электроэнергии потребителям.

Для выявления экономически эффективных инвестиционных проектов и их подбору для финансирования следует проведение комплексной оценки проектов, всестороннее исследование совокупных издержек по проекту и выявленных результатов, воздействие на социально-экономическую среду и экологию. При этом учитываются также общая жизнеспособность и

долговременность результатов проекта. Т.е. эффективность капиталовложений определяется сопоставлением эффекта и затрат. Такое сопоставление обычно производится двумя широко известными экономическими методами.

*Метод сравнительной экономической эффективности* применяются при выборе вариантов решения технических задач, и показывает, насколько один вариант эффективнее другого.

*Метод общей (абсолютной) экономической эффективности* позволяет производить сопоставление эффекта и всей суммы вызывавших его капитальных вложений.

При экономическом обосновании эффективности и выборе параметров объектов гидроэнергетического строительства, в том числе малых ГЭС используется метод сравнительной эффективности.

Метод общей (абсолютной) эффективности при проектировании имеет вспомогательный характер и используется для определения показателей рентабельности проектируемой ГЭС при эксплуатации. Однако здесь нужно отметить, что такое явление было присуще практике проектирования энергетических объектов советского периода. В настоящее время в Таджикистане при Технико-экономическом обосновании и проектировании малых ГЭС, в частности, по непонятным причинам к вопросам экономических обоснований энергетических объектов не уделяется должное внимание. Большинство проектов построенных малых гидроузлов из категории нетрадиционных возобновляемых энергоресурсов вообще не имели экономический раздел в структуре проектных документаций.

Методика сравнительной экономической эффективности используется на стадии технико-экономического обоснования и технического проекта.

Оба метода достаточно глубоко и всесторонне изучены, а также исследованы наукой экономики энергетики и достаточно широко используется в практике проектирования энергетического строительства

стран СНГ и дальнего зарубежья, кроме Таджикистана. Они успешно внедрены и работают при анализе финансово-хозяйственной деятельности производственных предприятий энергетического хозяйства на стадии эксплуатации [81,82,83,104,105].

В данной диссертационной работе мы не ставим задачу, выявить основные преимущества и недостатки этих методов при оценке эффективности использования возобновляемых гидроэнергетических ресурсов малых водотоков путем строительства ГЭС малой мощности.

Наоборот, мы хотим показать, что из-за отсутствия всестороннего экономического исследования и анализа энергетических проектов на всех этапах их разработках, программа развития малой гидроэнергетики в республике практически потеряла всеобщий национальный интерес.

Необходимо также отметить, что в современном состоянии экономики Таджикистана, где многие отдаленные высокогорные населенные пункты лишены электричества в зимнем периоде, а некоторые круглый год, использование возобновляемых источников энергии, в том, числе строительства малых ГЭС имеют только социальное значение. Это обстоятельство и низкий тариф на электроэнергию не позволяют привлечь инвестиции частного сектора и ограничиться только бюджетными источниками, в лучшем случае донорской помощью международных организаций. Поэтому для эффективного использования ограниченных бюджетных средств, необходимо усилить блок экономических аспектов исследований энергетических проектов.

Для оценки эффективности малых ГЭС на начальных этапах проектирования все существующие методы приемлемы и показывают практически одинаковые положительные результаты. Разница заключается только в точности расчета, который слегка усиливает уверенность проектировщика при выборе оптимального варианта и больше не оказывает существенного влияния на окончательное решение.

Согласно Методике экономического обоснования отбора параметров и оценки целесообразности ГЭС [22,83], широко практикуемой зарубежными компаниями, метод оценки расчетных показателей эффективности отдельных вариантов в комплексе с исходными данными объекта эффективен в том случае, если варианты отличны друг от друга по масштабу и стадиям реализации проектов. Для других вариантов при систематическом выборе параметров рекомендуется дифференциальный подход, суть которого заключается в оценке специальных расходов и доходов на каждом этапе развития (приращения) предложенных параметров. Данный подход подразумевает оценку сопоставимых расходов, в случае отсутствия общей информации по проекту.

При выполнении сравнительного экономического анализа следует использовать следующие показатели эффективности:

- 1) чистый дисконтированный доход ЧДД (в отдельных случаях - чистая приведенная стоимость ЧПС), определяемый по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum (Dt \times \alpha_t - Pt) \quad (3.19)$$

При условии  $t_1 \rightarrow T_p$ , расчетный период

- 2) индекс доходности ИД (или отношение доходов к расходам Д/Р), определяемый по формуле:

$$\text{ИД} = \frac{\sum Dt \alpha_t}{\sum Pt \alpha_t} \quad (3.20)$$

При условии  $t \rightarrow T_p$

где:  $P_t$ ,  $D_t$  - составляющие экономического потока расходов (прироста расходов) по проекту и доходов (прироста доходов) от его осуществления;

$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E)^{t-t_0}}$  - коэффициент приведения к базисному году  $t_0$  при норме дисконтирования  $E$ .

Критерии выбора варианта: ЧДД→max (ЧДД>0) и ИД>1.

Эти показатели рекомендуется применять при любых схемах расчета.

Внутренняя норма доходности ВНД – может применяться для описания вариантов в целом; показатель срока окупаемости (срока экономического возврата)  $T_{ок}$  - не применяется.

Доход в энергетике определяется реализацией электроэнергии, выработанной на электрических станциях. При возможности, общая выгода от проекта может содержать оценку эффектов для других участников.

Если предполагаемый проект не имеет альтернативы в зоне своего функционирования, то доходы в энергетике должны рассчитываться исходя из цен реализации или, в виде исключения, параметры ГЭС определяются без экономической экспертизы в соответствии с потребностью населения.

При выполнении экономического анализа потоки расходов - доходов рассчитываются без учета затрат, связанных со схемой финансирования проекта, налоговых платежей и других видов трансфертов.

На первоначальном этапе анализа расчеты выполняются в текущих (постоянных) ценах. При детальном технико-экономическом обосновании оценка может выполняться в текущих и прогнозных (скользящих) ценах.

Для более подробной оценки факторов риска, расчеты проекта следует дополнить анализом чувствительности результатов с изменением стоимости сооружения объекта, величины доходов по проекту и другими показателями.

Если Заказчиком проекта выступает частный инвестор, то обоснование проекта должно исходить из коммерческой эффективности проекта. В таком случае схема расчетов выглядит следующим образом:

- 1) выгода проекта оценивается по рыночным расценкам с учетом прогнозируемого роста;

- 2) необходимо учесть все налоги и сборы, амортизационные отчисления согласно законодательству;

3) максимизация коммерческой прибыли является целью повышения эффективности.

На стадии предварительного исследования экономической целесообразности малых ГЭС для выбора наиболее выгодного варианта можно ограничиться простыми показателями как общая рентабельность инвестиций, определяемая по валовой прибыли. Затем, на стадии окончательного обоснования, настоятельно рекомендуется использовать финансовые показатели, рассчитанные на основе дисконтированных экономических потоков.

Ниже излагается алгоритм методики экономического обоснования источника электроэнергии в высокогорных зонах децентрализованного электроснабжения, где использование гидроэнергетических ресурсов малых водотоков является единственной альтернативой для удовлетворения потребностей населения в энергии.

Из проектной практики известно, что обоснование источника электроэнергии производится на основе динамической модели развития местной электроэнергетической системы, снабжающей электрической энергией рассматриваемый район. Для данного экономического района разрабатываются модели развития народного хозяйства на определенную перспективу, и определяется перспективная величина и режим электропотребления.

Предполагаемый, то есть перспективный график нагрузки должен быть учтён при проектировании систем электроснабжения. Для построения данного графика нагрузки нужно иметь информацию об установленных мощностях электрических приёмников, то есть их суммарную номинальную мощность.

Для активной нагрузки:

$$P_{уст} = \sum P_{ном}, \quad (3.21)$$

Присоединённая мощность на шинах подстанции потребителей:

$$P_{пр} = P_{уст}/(\eta_{ср.п.} \times \eta_{ср.с.}) \quad (3.22)$$

где  $\eta_{ср.п.}$  - средний КПД электроустановок потребителей;

$\eta_{ср.с.}$  - средний КПД местной сети при номинальной нагрузке.

В действительности, реальная нагрузка потребителей меньше установленной мощности. Это явление учитывается коэффициентами одновременности  $k_0$  и загрузки  $k_3$ , которые принято объединять в одном коэффициенте - коэффициенте спроса  $k_{спр.}$

$$k_{спр.} = k_0 k_3 / (\eta_{ср.п.} \times \eta_{ср.с.}) \quad (3.23)$$

Тогда максимальную нагрузку потребителей определяют:

$$P_{max} = k_{спр.} \times P_{уст} \quad (3.24)$$

Коэффициенты спроса определяют на основании опыта эксплуатации однотипных потребителей и приводятся в справочной литературе.

Кроме  $P_{max}$  для построения графика необходимо знать характер изменения нагрузки потребителя во времени, который при проектировании обычно строится по типовым графикам (рис 3.5).

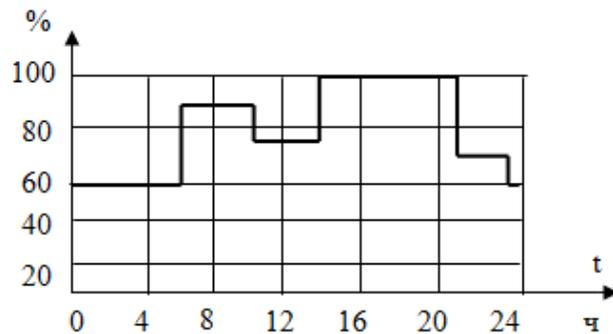


Рисунок 3.5 - Суточные графики нагрузки потребителей

Источник: Составлено по [92,93]

Типовой график нагрузки строится по результатам исследований аналогичных действующих потребителей.

Для удобства анализа результатов график выполняется ступенчатым. Наибольшая нагрузка за сутки принимается за 100 %, а остальные ступени графика показывают относительное значение нагрузки для данного времени суток. При известной нагрузке  $P_{max}$  можно перевести типовой график в график нагрузки данного потребителя.

$$P_{ст} = n\%/100\% \times P_{max} \quad (3.25)$$

где,  $n$  - ордината соответствующей ступени типового графика.

Для характеристики каждого потребителя рассматриваются несколько суточных графиков в разные дни недели на протяжении всего года. Зимние и летние, выходные сутки рабочих дней относятся к типовым графикам.

За основу необходимо брать суточный график зимнего рабочего дня. Его максимальная нагрузка  $P_{max}$  принимается за 100 %, а значения всех других графиков определяются в процентах от этого значения.

По величине максимальной нагрузки местной системы сравниваются значения гарантированной мощности проектируемой малой ГЭС. При удовлетворении этого условия, данный вариант получает возможность для дальнейшего изучения и исследования на предмет экономической целесообразности своей практической реализации.

Используя систему уравнения (3.26), составленные из выражения (3.1)-(3.14) предыдущих параграфов настоящей работы

$$N_{гар} = 9.81 \times Q \times H \times \eta_{агр} \times \eta_{вод}$$

$$H_i = Z_{Вбi} - Z_{Нб} - h_{срi}$$

$$\mathcal{E}_{ГЭС} = \int_t^T (N_{гар} + N_{сез}) dt \quad (3.26)$$

$$\mathcal{E}_{пер} = \mathcal{E}_{ГЭС} - \int_t^T N_{сб} dt, \text{ кВт-ч,}$$

определяем энергетические параметры предполагаемого энергетического источника.

Решая систему уравнения (3.27), составленные из выражения (3.9)-(3.15), определяем экономические показатели характеризующие экономическую эффективность рассматриваемых вариантов проектируемых энергетических источников на базе строительства малых ГЭС.

$$\Pi = \int_t^T (N_{\text{гар}} + N_{\text{сез}}) dt \beta - I_{\text{экс}} \quad (3.27)$$

$$\sum K = K_1 + K_2 + K_3 \quad (3.28)$$

$$K_2 = K_{\text{об}} + K_{\text{см}} \quad (3.29)$$

$$T_{\text{ок}} = \sum K_{\text{ин}} / \Pi \quad (3.30)$$

$$P = \frac{\Pi}{\sum K_{\text{ин}}} \quad (3.31)$$

При помощи выражения (3.27) и (3.29) можно использовать финансовую модель, основанную на расчете дисконтированных экономических потоков, когда проект имеет коммерческий характер.

На рисунке 3.6 приведен алгоритм расчета экономической эффективности МГЭС по сравнению со строительством ЛЭП, где:

$K_{\text{год}}$  – ежегодные капитальные вложения на строительство;

$K_{\text{общ}}$  – общие капитальные вложения на строительство ГЭС или ЛЭП

( $K_{\text{общ}} = K_{\text{год}} * t_2$ );

$k_{\text{уд}}$  – удельная стоимость (для ГЭС стоимость 1 кВт, для ЛЭП стоимость 1 км);

$W_{\text{год}}$  – годовая потребность в электроэнергии, кВт\*час/год;

$R_{\text{мах}} - \text{Э}$  – годовая выработка электроэнергии, кВт.час/год;

$t_2$  – срок строительства, лет;

$t_n$  – жизненный цикл проекта (время строительства плюс время службы ГЭС и ЛЭП);

$N_y$  – установленная мощность ГЭС, кВт;

$L$  – длина ЛЭП, км;

$R$  – годовая прибыль ГЭС от выработки электроэнергии, долл. США/год;

$I$  – общие годовые издержки эксплуатации ГЭС и ЛЭП, доллар США/год;

$\alpha$  – тариф на электроэнергию, цент/кВт.ч;

$c$  – себестоимость электроэнергии, цент/кВт.ч;

$r$  – коэффициент дисконтирования;

$E_n$  – коэффициент эффективности капитальных вложений, принимаемый в энергетике равным 0.12.

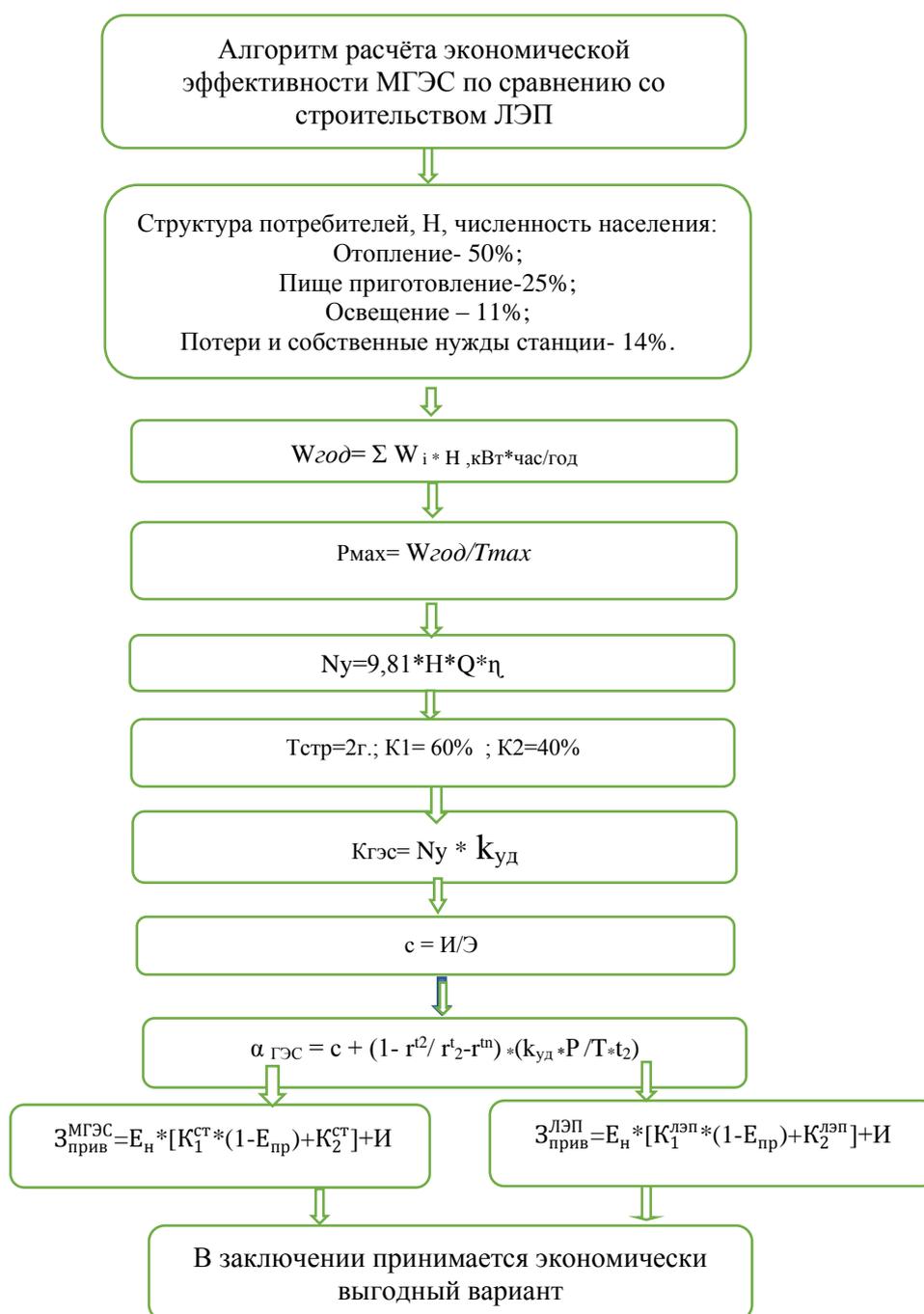


Рисунок 3.6 - Алгоритм расчета экономической эффективности МГЭС и строительство ЛЭП  
Источник: Составлено автором по [83,84,85,106,107]

Практические расчеты в условиях ГБАО для завершенности анализа были проведены в статье «Оценка экономической эффективности Мини ГЭС «Равмед» на левом притоке реки Бартанг в Рушанском районе Горно-Бадахшанской Автономной Области» Анушаи Мирзо// Вестник Таджикского технического Университета. Серия: Интеллект. Инновация. Инвестиции. 4(60)2022, стр.67-71.[122]

### **3.3 Необходимость учёта гарантированной мощности при оценке экономической эффективности малых ГЭС в контексте устойчивого развития**

Известно, что вопрос оценки экономической эффективности инженерного решения является одним из важнейших разделов исследования в структуре Техничко-экономического обоснования (ТЭО) при проектировании энергетических объектов. От полноты и учета основных влияющих факторов, зависит жизнеспособность планируемой идеи. При проектировании генерирующих мощностей к такому основному расчетному показателю, как правило, относят развиваемую электрическую мощность на шинах генераторов источников электроэнергии. В зависимости от исходных расчетных данных и технических требований к проектируемым установкам, определяют их установленные мощности.

При оценке экономической эффективности выражение (3.1) получит нижеследующий вид:

$$\Theta = \int_{t_1}^{t_2} N_{уст}^{ГЭС} (N_{гар} + N_{сез} + N_{рез}) dt, \text{ кВтч} \quad (3.32)$$

где:  $\Theta$  – производства электроэнергии за год на малой ГЭС;

$t_1, t_2$  – начало и конец периода работы малой ГЭС;

$N_{гар}$ ,  $N_{сез}$  и  $N_{рез}$ , - соответственно гарантированная, сезонная и резервная мощности.

Все составляющие установленной мощности, как в отдельности, так и в совокупности, оказывают со своими величинами непосредственные влияния на показатели экономической эффективности строительства малой ГЭС.

Установленная мощность, как основной энергетический параметр при оценке экономической эффективности строительства малых ГЭС, оказывается, не является, величиной неизменной. Она меняется в зависимости от уровней показателя обеспеченности расчетного расхода воды рассматриваемого водотока, местоположения проектных объектов по регионам Таджикистана, наличия сезонных, в основном летних, потребителей электроэнергии и экономически доказанной величины резерва мощности на станцию.

Анализ проектно-технической документации 15 малых ГЭС, построенных по заказу ГАХК «Барки Точик» (Таблица 3.1), подтвердил вышесказанное утверждение. Как показывает данная таблица, при проектировании допущены серьезные ошибки в расчетах установленных мощностей. На большинстве из них гарантированная мощность станции в несколько раз меньше, чем ее установленная. Кроме того, многие просто из-за нехватки или отсутствия расхода воды в зимний период, не работают вообще, к примеру, МГЭС «Хорма» в Балчувонском районе Хатлонской области. При опросе специалистов энергетиков, работающих в данной организации и экспертов по проектированию, строительства и эксплуатации гидроэнергетических установок и непосредственном посещении некоторых объектов, выяснили, что для всех этих перечисленных в таблице 3.2 МГЭС, не были разработаны предварительные исследования и окончательные технико-экономические обоснования (ТЭО).

## Расчет фактической мощности Малых ГЭС

| №   | Наименование | Местоположение,<br>Район | Период<br>строитель-<br>ства | Проектная<br>мощность,<br>кВт | Фактическая<br>мощность,<br>кВт | Годовая<br>выработка,<br>кВт.ч |
|-----|--------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1.  | Питавкуль 1  | Джиргатоль               | 1963                         | 460                           | 37,5                            | 95 604                         |
| 2.  | Хазора-1     | Варзоб                   | 1996                         | 250                           | 5                               | 4440                           |
| 3.  | Хазора-2     | Варзоб                   | 1998                         | 250                           | 37,5                            | 126 220                        |
| 4.  | Аргуч        | Панчакент                | 2008                         | 500                           | 0                               | 0                              |
| 5.  | Шашболои     | Нуробод                  | 2010                         | 183                           | 0                               | 0                              |
| 6.  | Фатхобод     | Точиқобод                | 2010                         | 282                           | 83                              | 173 820                        |
| 7.  | Пачруд       | Панчакент                | 2010                         | 500                           | 184                             | 848 380                        |
| 8.  | Дичик        | Айни                     | 2010                         | 260                           | 0                               | 0                              |
| 9.  | Кухистон -2  | Мастчоҳ                  | 2010                         | 500                           | 66                              | 118 563                        |
| 10. | Сангикар     | Рашт                     | 2011                         | 1006                          | 0                               | 0                              |
| 11. | Хорма        | Балчувон                 | 2011                         | 180                           | 0                               | 0                              |
| 12. | Ширкент      | Турсунзода               | 2011                         | 576                           | 0                               | 0                              |
| 13. | Марзич       | Айни                     | 2011                         | 4299                          | 0                               | 0                              |
| 14. | Кухистон-1   | Мастчоҳ                  | 2012                         | 500                           | 15                              | 0                              |
| 15. | Питавкуль 2  | Джиргатоль               | 2012                         | 1104                          | 212,5                           | 146 040                        |
|     | <b>ИТОГО</b> |                          |                              | <b>10 851</b>                 | <b>979,5</b>                    | <b>3 464 660</b>               |

Источник: составлено на основе данных ОАХК «Барки Тоҷик»

Детальное изучение реализованных проектных документаций показало, что разработчики проектов, без согласования контролирующих органов в сфере энергетического проектирования и строительства, сокращают объем инженерно-исследовательских работ до необоснованного минимального уровня исследования. Во всех проектах отсутствует раздел экономической эффективности строительства малых ГЭС несмотря на то, что на реализацию этих объектов были израсходованы более 14 млн. долларов США.

Остается неизвестным по каким критериям были приняты положительные технико-экономические решения по строительству МГЭС?! Возможно, это было влияние переходного периода в экономике страны и трудности в первые годы независимости Таджикистана.

На территории ГБАО, в том числе в ее отдаленных высокогорных районах за этот же период также были построены более 50 малых и микро ГЭС мощностью от 5 кВт до 500 кВт. К сожалению, более 90% построенных

источников электроэнергии давно уже не работают, а многие из них уже демонтированы. Практически все гидроузлы были построены с разрешением местной власти, однако, без всяких проектно-технических документаций, и с использованием нестандартных гидроэнергетических оборудования. При строительстве были использованы не государственные инвестиции, а в основном донорские, помощь от мирового сообщества Таджикистану в трудные годы независимости, которые по оценочным расчетам составили около 2 млн. долларов США. Здесь, нужно отметить, что донорские инвесторы, не только не требовали проектно-технических документаций, но также не требовали экономического обоснования вложенных средств на строительство и покупку оборудования.

В результате колоссальные средства, по масштабам для этих беднейших регионов республики, были напрасно утеряны, а идея развития малой гидроэнергетики в Таджикистане нанесен большой моральный урон в глазах частных и иностранных инвесторов.

Поэтому мы предполагаем, что основная причина провала в планировании и развитии электроснабжения высокогорных районов страны, включая ГБАО, путем использования гидроэнергетических ресурсов малых водотоков, заключается в неэффективной организации и функционировании процесса проектирования в области гидроэнергетических объектов малой мощности в республике.

Результаты анализа реализованных проектов по малым и микроГЭС показывают, что при проектировании очень мало и совершенно недостаточно изучаются экономические и энергетические особенности регионов Таджикистана. К сожалению, все это пока происходит по объективным причинам. Дело в том, что проектные организации независимо от своей принадлежности на начальной стадии разработки проектов сталкиваются с большими трудностями при сборе и формировании первичной исходной информации, которые должны быть предоставлены государственными

специализированными организациями страны. Например, разработка схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов малых водотоков Таджикистана на определенный долгосрочный период или изучение гидрологических особенностей малых рек, ветровой кадастр и солнечный потенциал в высокогорных районах республики должны определяться государственными структурами.

Анализ результатов водно-энергетических расчетов приведенных в проектной документации уже построенных малых ГЭС (Таблице 3.1) показал, что значения установленных мощностей для них неоправданно завышены и практически расчеты проводились по среднегодовым расходам воды водотоков. В большинстве проектах отсутствует гидрологические расчеты и комплексный анализ режимов рек, на которых проектировали и построили малые ГЭС. Значения гарантированных зимних мощностей для многих из них разнятся и порой в три и более раза меньше, чем величины расчетных установленных мощностей станции. Завышенные установленные мощности малых ГЭС в свою очередь искусственно завышают расчетные объемы производства электроэнергии при проектировании, которые являются исходными данными при оценке экономической эффективности капиталовложений на строительство генерирующих мощностей в электроэнергетической системе. Кроме того, при нереально больших значениях установленных мощностей на малых ГЭС, неоправданно и резко повышаются объемы, требуемые капиталовложений для реализации проектов.

В настоящее время, средние значения удельных затрат на создание одного киловатта мощности на малых ГЭС в Таджикистане составляют 3000-4500 долларов США, а в высокогорных районах Горно-Бадахшанской Автономной Области они достигают более 4500. Например, по расчетам Германской консалтинговой компании «Фихтнер» на реконструкцию старой малой ГЭС Ак-Су в Мургабском районе с увеличением ее мощности до 800

кВт проектная сумма составляет 6 миллионов долларов США, т.е. около 7500 долл. США/кВт.

Результаты сравнительного анализа и перерасчетов энергетических показателей малых ГЭС показаны в таблице 3.6.

Как показывают результаты переоценки энергетических показателей малых ГЭС (Таблица 3.6), построенные за последние 15 лет в системе энергетической компании «Барки Точик», суммарная величина установленной мощности эти станции необоснованно завышена на 5566 кВт. При минимальном значении удельных затрат на создание одного киловатта мощности малых ГЭС в 2500 долларов США, общий неоправданный объем израсходованных инвестиций составляют около 14 млн. долларов США. (Таблица 3.3).

Таблица 3.3

Реальные технико-экономические параметры малых ГЭС

| №   | Наименование | Местоположение, район | Проектная мощность, кВт | Гарантированная мощность, кВт | Годовая выработка, млн. кВт.ч | Реальная зимняя мощность, кВт |
|-----|--------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1.  | Сангикар     | Рашт                  | 1006                    | 500                           | 2.0                           | 500                           |
| 2.  | Шашболои     | Нуробод               | 183                     | 100                           | 0.4                           | 100                           |
| 3.  | Фатхобод     | Точикобод             | 282                     | 150                           | 0.6                           | 150                           |
| 4.  | Питавкуль 1  | Джиргатоль            | 460                     | 300                           | 1.2                           | 300                           |
| 5.  | Питавкуль 2  | Джиргатоль            | 1104                    | 600                           | 2.4                           | 600                           |
| 6.  | Хорма        | Балчувон              | 180                     | 5                             | 0.02                          | 5                             |
| 7.  | Ширкент      | Турсунзода            | 576                     | 50                            | 0.2                           | 50                            |
| 8.  | Хазора-1     | Варзоб                | 250                     | 80                            | 0.32                          | 80                            |
| 9.  | Хазора-2     | Варзоб                | 250                     | 100                           | 0.4                           | 100                           |
| 10. | Артуч        | Панчакент             | 500                     | 200                           | 0.8                           | 200                           |
| 11. | Пачруд       | Панчакент             | 500                     | 200                           | 0.8                           | 200                           |
| 12. | Марзич       | Айни                  | 4299                    | 2500                          | 10.0                          | 4000                          |
| 13. | Дичик        | Айни                  | 260                     | 200                           | 0.8                           | 200                           |
| 14. | Кухистон-1   | Мастчох               | 500                     | 150                           | 0.6                           | 150                           |
| 15. | Кухистон -2  | Мастчох               | 500                     | 150                           | 0.6                           | 150                           |
|     | <b>ИТОГО</b> |                       | <b>10 851</b>           | <b>5285</b>                   | <b>21.14</b>                  | <b>4986</b>                   |

Источник: Рассчитано автором по предложенной методике

Здесь также необходимо отметить, что все эти малые ГЭС предназначены для работы в зимний период времени, когда в энергосистеме начинается режим ограничения потребителей электроэнергии по республике.

В летний период из-за избытков дешевой электроэнергии на больших и средних гидроэлектростанциях электроэнергетической системы Таджикистана, свободная неиспользуемая мощность составляет около 50 % от располагаемой величины на этих источниках. Следовательно, в этот период указанные малые ГЭС останавливают до начала следующих режимных ограничений по энергосистеме.

Далее на примере указанных выше малых ГЭС с использованием выражения (3.1) – (3.8) покажем расчет по оценке экономической эффективности использования инвестиций при реализации проектов, т.е. тем самым можно проверить целесообразность проектных решений на стадии разработки технико-экономических обоснований (ТЭО).

Для выполнения расчетов принимаем следующие допущения:

1. Число часов использования установленной мощности малых ГЭС – 4000 часов в идеальном варианте и 2000 часов в реальном варианте.
2. Величина тарифа на электроэнергию – 3 цента. США/кВт/ч.
3. Эксплуатационные издержки – 1,5% от суммы капиталовложения.
4. Срок строительства – 1 год.
5. Удельные затраты на кВт мощности – 2500 доллар. США/кВт.
6. Источник – бюджетные затраты.

Результаты расчетов занесены в Таблице 3.4.

Оценка экономической эффективности капиталовложения при  
строительстве малых ГЭС без учета сетевого фактора

| №   | Наименование | Местоположение, район | Проектная мощность, кВт | Годовая* выработка электроэнергии, млн. кВт/ч | Требуемые инвестиции, млн. долл. США | Рентабельность, % ** |
|-----|--------------|-----------------------|-------------------------|---|--------------------------------------|----------------------|
| 1.  | Сангикар     | Рашт                  | 1006                    | 4.024/2.012                                   | 2.50                                 | 3.3/0.9              |
| 2.  | Шашболои     | Нуробод               | 183                     | 0.732/0.36                                    | 0.46                                 | 3.2/0.8              |
| 3.  | Фатхобод     | Точикобод             | 282                     | 1.10/0.56                                     | 0.70                                 | 3.2/0.9              |
| 4.  | Питавкуль 1  | Джиргатоль            | 460                     | 1.84/0.92                                     | 1.15                                 | 3.8/1.0              |
| 5.  | Питавкуль 2  | Джиргатоль            | 1104                    | 4.41/2.20                                     | 2.76                                 | 3.7/0.9              |
| 6.  | Хорма        | Балчувон              | 180                     | 0.72/0.36                                     | 1.00                                 | 1.1/0.0              |
| 7.  | Ширкент      | Турсунзода            | 576                     | 2.30/1.55                                     | 1.44                                 | 3.3/0.9              |
| 8.  | Хазора-1     | Варзоб                | 250                     | 1.00/0.50                                     | 0.63                                 | 3.1/0.8              |
| 9.  | Хазора-2     | Варзоб                | 250                     | 1.00/0.50                                     | 0.63                                 | 3.1/0.8              |
| 10. | Артуч        | Панчакент             | 500                     | 2.00/1.00                                     | 1.20                                 | 3.0/0.7              |
| 11. | Пачруд       | Панчакент             | 500                     | 2.00/1.00                                     | 1.20                                 | 3.0/0.7              |
| 12. | Марзич       | Айни                  | 4299                    | 17.20/8.15                                    | 10.70                                | 3.3/0.9              |
| 13. | Дичик        | Айни                  | 260                     | 1.10/0.55                                     | 1.21                                 | 3.0/0.7              |
| 14. | Кухистон-1   | Мастчоҳ               | 500                     | 2.00/1.00                                     | 1.20                                 | 3.0/0.7              |
| 15. | Кухистон -2  | Мастчоҳ               | 500                     | 2.00/1.00                                     | 1.20                                 | 3.0/0.7              |
|     | ИТОГО        |                       | 10 851                  | 43 404/21.70                                  | 27.12                                |                      |

Источник: Рассчитано автором по предложенной методике

\* при работе малых ГЭС с 4000 и 2000 часов использования установленных мощностей.

\*\* тоже самые условия для показателей рентабельности.

Как показывает результаты расчетов (Таблица 3.4), даже с неоправданными завышенными установленными мощностями и максимальными числами часов использования их в графиках нагрузках электроэнергетической системы строительство всех рассматриваемых малых ГЭС экономически неэффективно и нецелесообразно. В зимний период эти станции способны участвовать в электроснабжении потребителей только со своими гарантированными мощностями, которые обеспечены расчетными расходами воды в водотоках.

Если в расчетах при оценке экономической эффективности брать значения гарантированных мощностей и соответственно с ними производство электроэнергии на малых ГЭС по реальным числам часам

установленных мощностей (Таблица 3.5), то в этом случае коэффициенты рентабельности получают отрицательные значения.

Таблица 3.5

Оценка экономической эффективности использования капиталовложения при строительстве малых ГЭС с учетом гарантированных мощностей

| №   | Наименование | Местоположение, район | Проектная мощность, кВт | Гарантированная мощность, кВт | Годовая выработка, млн. кВт/ч | Рентабельность, % |
|-----|--------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1.  | Сангикар     | Рашт                  | 1006                    | 500                           | 1.0                           | 0.08              |
| 2.  | Шашболои     | Нуробод               | 183                     | 100                           | 0.2                           | -                 |
| 3.  | Фатхобод     | Точикобод             | 282                     | 150                           | 0.3                           | -                 |
| 4.  | Питавкуль 1  | Джиргатоль            | 460                     | 300                           | 0.6                           | 0.08              |
| 5.  | Питавкуль 2  | Джиргатоль            | 1104                    | 600                           | 1.2                           | 0.1               |
| 6.  | Хорма        | Балчувон              | 180                     | 5                             | 0.02                          | -                 |
| 7.  | Ширкент      | Турсунзода            | 576                     | 50                            | 0.1                           | -                 |
| 8.  | Хазора-1     | Варзоб                | 250                     | 80                            | 0.16                          | -                 |
| 9.  | Хазора-2     | Варзоб                | 250                     | 100                           | 0.2                           | -                 |
| 10. | Аргуч        | Панчакент             | 500                     | 200                           | 0.4                           | -                 |
| 11. | Пачруд       | Панчакент             | 500                     | 200                           | 0.4                           | -                 |
| 12. | Марзич       | Айни                  | 4299                    | 2500                          | 5.0                           | 0.1               |
| 13. | Дичик        | Айни                  | 260                     | 200                           | 0.4                           | 0                 |
| 14. | Кухистон-1   | Мастчоҳ               | 500                     | 150                           | 0.3                           | -                 |
| 15. | Кухистон -2  | Мастчоҳ               | 500                     | 150                           | 0.3                           | -                 |
|     | <b>ИТОГО</b> |                       | <b>10 851</b>           | <b>5285</b>                   | <b>10.57</b>                  |                   |

Источник: Рассчитано автором по предложенной методике

Таким образом, при проектировании малых ГЭС, перечисленные в Таблицах (3.7) - (3.8), были приняты ошибочные решения о целесообразности их строительства, в результате чего заморозились около 14 млн. долларов США.

Здесь нужно отметить, что в данной диссертационной работе мы исследуем только проектные ошибки и недочеты на стадиях разработки Технико-экономических обоснований строительство энергетических источников. Дело в том, что к этим неоправданным технико-экономическим решениям процесса проектирования прибавляются существенные технические ошибки в период разработки их на заводах основного оборудования, а также при строительномонтажных работах малых ГЭС. По

вышеуказанным причинам больше половины упомянутых малых ГЭС, построенных в Таджикистане, не участвуют в топливно-энергетическом балансе республики и простаивают годами или уже демонтированы. Поэтому мы рекомендуем государственным планирующим органам, разрабатывающим краткосрочные и долгосрочные программы развития малой гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии, проектным организациям реализующим эти конкретные программы, необходимо на стадии Технико-экономических обоснований источников энергии всесторонне и детально исследовать технические и экономические особенности гарантированных возможностей предполагаемых створов на предмет строительства малых ГЭС.

Для этого достаточно использовать выше предложенную методику оценки экономической целесообразности строительства малых ГЭС с учетом влияния расчетных гарантированных мощностей на общую эффективность реализации конкретных проектов. Получив отрицательную или слишком низкую величину значения коэффициента рентабельности рассматриваемых вариантов, нужно переходить к другим створам до получения желаемых результатов.

Важность учета влияния гарантированных мощностей на проблему экономической эффективности строительства малых ГЭС в высокогорных районах Горно-Бадахшанской Автономной Области стоит намного острее, чем на равнинах и других районах Таджикистана. Следовательно установленная мощность должна быть приравнена к гарантированной.

$$N_{уст}^{ГЭС} = N_{гар}, \text{ кВт} \quad (3.33)$$

Во-первых, электроэнергия является единственным видом энергоносителей для местных населенных пунктов или общин, которые не имеют на сегодня альтернативных вариантов в этом отдаленном регионе Таджикистана, с экстремальными климатическими условиями.

Во-вторых, проектирование и строительство энергетических источников электроэнергии значительно дороже обходится. Стоимость одного киловатта мощности малых и средних ГЭС достигает более 6000 долларов США. Т.е. ошибка при проектировании только в 10 кВт обойдется заказчику в 60 000 долларов США.

В-третьих, требования к достоверности и реальности расчетных энергетических параметров генерирующих мощностей, которые определяют надежность электроснабжения потребителей электроэнергии, в несколько раз выше, чем на равнинах Таджикистана. Необходимо отметить, что в данном регионе практически отсутствуют другие источники топливных ресурсов.

А также с точки зрения природно-климатических условий проблематичным является искусственное выращивание растительности. Завоз нефтепродуктов из-за дороговизны экономически нецелесообразны. К примеру, при себестоимости тонны угля в местах добычи 30-40 сомони, цена его возрастет до 2000 сомони за тонну при транспортировке его в эти труднодоступные районы Горно-Бадахшанской Автономной Области. Зима здесь длинная (6 месяцев) и понадобится минимум 5 тонн угля на одно домохозяйство, чтобы удовлетворить потребность в обогреве и приготовлении пищи.

Следовательно, при проектировании энергетических источников, и технически, и экономически целесообразных, к примеру, строительство малых ГЭС, установка солнечных комплексов или их гибридов на территории этих районов. Необходимо глубже исследовать и изучать проблему гарантированности получения искомой мощности для создания надежного процесса электроснабжения населенных пунктов. Очень важно и правильно было бы формировать установленную мощность малых ГЭС, в рассматриваемых районах, приравнивая ее к гарантированной мощности предполагаемого створа.

## **Выводы третьей главы**

1. В целях эффективного использования гидроэнергетических ресурсов малых рек Таджикистана и совершенствования процесса проектирования гидроузлов малой и средней мощности рекомендуется на государственном уровне в рамках Министерства Энергетики и Водных ресурсов создать специализированные подразделения, занимающиеся разработкой и составлением схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов. В схемах должны быть рекомендованы к проектированию первоочередные гидроэнергетические комплексы, обладающие наилучшими технико-экономическими показателями.
2. Социально-экономическое развитие ГБАО в значительной степени зависит от стратегии местной электроэнергетической системы, которая состоит из малых ГЭС. При оценке общей и сравнительной экономической эффективности малой ГЭС на стадии техно-экономического обоснования проекта первостепенное значение необходимо придавать расчету установленной мощности, нужно глубже исследовать и изучать вопрос гарантированности получения искомой мощности для создания надежного процесса электроснабжения потребителей электроэнергии. Особенно это очень важно для малых ГЭС, запланированные работать в децентрализованных зонах электроснабжения.
3. Величина гарантированной мощности зависит от гидрологического режима водотока, однако имеет достаточно заметное влияние на экономическую эффективность строительства малой ГЭС. Например, при ошибке определения установленной мощности всего на 1 мВт на строящейся ГЭС Себзор на реке Шохдара, были бы нецелесообразно потрачены около 4 млн. долларов США.

## ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы:

1. Для высокогорных регионов развития малой гидроэнергетики с учётом её энерго-экономических особенностей не перестаёт быть актуальным. Выявлено, что энерго-экономические особенности высокогорных регионов влияют на эффективность развития малой гидроэнергетики. [3-А], [5-А]

2. При оценке энергетической бедности выявлено, что высокие затраты на энергию в ГБАО прежде всего обусловлены зависимостью энергопотребления от суровых климатических условий, удорожанием энергоресурсов из-за транспортных расходов и других факторов. Исследование проблемы повышения эффективности энергетического хозяйства в высокогорных районах ГБАО на базе использования гидроэнергетических ресурсов малых водотоков республики показало необходимость ускоренного освоения потенциала притоков основных рек путем сооружения ГЭС, которые являются основой для решения социально-экономических задач горных регионов Центральной Азии. [7-А], [8-А]

3. Оценка технически возможных и экономически целесообразных к использованию возобновляемых энергетических ресурсов ГБАО, в частности огромный потенциал малых рек, которые могут быть широко вовлечены при формировании локальных и региональных электроэнергетических систем для обеспечения электроснабжения потребителей в труднодоступных районах области, где электроэнергия считается безальтернативным видом энергоносителя. [4-А], [5-А], [7-А]

4. Отечественный опыт показал, что ГЧП может выступать одним из основных механизмов роста экономической и социальной эффективности инвестиций в электроэнергетику, интегрирующих компетентность и гибкость собственников капитала и менеджеров частного сектора с

возможностями контроля, социальными интересами и долгосрочными перспективами общественного сектора. [2-А], [9-А]

5. Результаты анализа расчетов оценки экономической эффективности малых ГЭС на стадии ее технико-экономического обоснования показывают, что значения установленных мощностей источников должны быть равны гарантированным. [1-А], [4-А], [6-А]

6. Исследования подтвердили, что определение установленной мощности установок нужно производить на основании технико-экономических расчетов с учетом требования электроэнергетической системы. В практической работе для проектных организаций такая норма, должна быть определена и установлена государственными нормативными актами. [4-А], [7-А], [8-А]

### **Рекомендации по практическому использованию результатов исследования**

1. Для достижения устойчивого развития ГБАО следует преодолеть энергетическую бедность путем развития доступных источников энергии, улучшения энергоэффективности, развития возобновляемых источников энергии и содействия инфраструктурным проектам в сфере энергетики. Для этого нужно систематически проводить оценку и мониторинг энергетической бедности. Это непростая задача, тем не менее, возможна.

2. Исследование проблемы повышения эффективности энергетического хозяйства в высокогорных районах на базе использования гидроэнергетических ресурсов малых водотоков республики показало необходимость ускоренного освоения потенциала притоков основных рек путем сооружения ГЭС, которые являются основой для решения социально-экономических задач горных регионов. Необходимо, на первом этапе приступить к исследованию, разработке, проектированию и реализации комплексных проектов по решению основных проблем реабилитации дорог

и мостов, а также создание местной электроэнергетической системы на базе возобновляемых энергетических ресурсов.

3. В целях эффективного использования гидроэнергетических ресурсов малых рек Таджикистана и совершенствования процесса проектирования гидроузлов малой и средней мощности необходимо на государственном уровне в рамках Министерства Энергетики и Водных ресурсов, организовать специализированные подразделения, призванные для разработки и составления схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов. В схемах должны быть рекомендованы к проектированию первоочередные гидроэнергетические комплексы, обладающие наилучшими технико-экономическими показателями.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послании Президент Республики Таджикистан «Об основных направлениях внутренней и внешней политики республики» от 27.01.2021г.
2. Стратегия развития малой гидроэнергетики Республики Таджикистан, Душанбе-2007, стр.65
3. Г.Н.Петров, Х.М.Ахмедов, К.Кабутов, Х.С. Каримов. Общая оценка ситуации в энергетике в мире и Таджикистане. Изв. АН РТ, 2009, № 2 (135), стр.101 – 111.
4. Раскрытие потенциала развития Горно-Бадахшанской Автономной Области: отчет по семинару «Коллективное планирование инвестиционных проектов в аграрном секторе»//ФАО, 2010.-59стр.
5. Таджикский Памир. Проблемы устойчивого развития изолированного горного региона. Центр по развитию и окружающей среде (CDE),Бернский Университет, 2004.- 88стр.
6. Раскрытие потенциала развития Горно-Бадахшанской Автономной Области: отчет по семинару «Коллективное планирование инвестиционных проектов в аграрном секторе»//ФАО, 2010.-59стр.
7. Пути перехода к устойчивой энергетике. Ускорение энергетического перехода в регионе ЕЭК ООН. Серия публикаций ЕЭК ООН по энергетике № 67, Женева, 2020 г., стр-5-12.
8. Р.В. Мочерный. Экономический энциклопедический словарь. – СПб.: Мир, 2008. – стр. 449.
9. А.Д.Ахророва, Р.М. Аминджанов, К.А.Доронкин. Энергетика Таджикистана: Современные тенденции и перспективы устойчивого развития. г.Душанбе 2005г., стр-48.
- 10.В.Н. Нагорнов, А.И. Лимонов, Н.А. Самосюк, Е.А. Кравчук и др., Экономика предприятия (энергетики). Учебно-методическое пособие. Часть 2. Минск-2021г, стр-63.

11. Ф.Дж.Бобоев. Диссертация: Экономические механизмы устойчивого энергетического развития Республики Таджикистан, Душанбе-2019г., стр-21.
12. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Прогресс-Традиция, 2000
13. А.Д.Ахророва, Ф.Дж.Бобоев, Ш.Н.Саидова. Гидроэнергетический потенциал Таджикистана и эффективность его использования/ Вестник Таджикского технического университета Серия Инженерные исследования №4 (36)-2016. стр.9-15.
14. Бехрузи Муродали, Б.А.Абдурахимзода, М.О.Иброхимзода. Ресурсный потенциал энергетической безопасности и возможности его использования. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, 2016 г.
15. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/globalpartnerships/> дата обращения 27.02.2023г.
16. Индикаторы и индексы устойчивого развития: Институт проблем устойчивого развития [http://www.cosd.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13&Itemid=15](http://www.cosd.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=15)
17. Национальная стратегия развития Таджикистана на период до 2030 года
18. Andre Wehrli. Why mountains Matter for Sustainable Development. [www.bio one.org](http://www.bioone.org)
19. Закону Республики Таджикистан «О горных регионах Республики Таджикистан» (в редакции Закона РТ от 2013г., №7, от 23.12.2021г. №1829)
20. Кодекс законов об охране труда, 1922 г.
21. Проект ГЭФ/ЮНЕП/УООН «Устойчивое управление землепользованием в высокогорье Памира и Памиро-Алая- интегрированная и трансграничная инициатива в Центральной Азии », PALM. Бишкек –Душанбе, 2011г.56стр.
22. Расулов С., Анушаи Мирзо. Экономические и энергетические особенности высокогорных районов Горно-Бадахшанской Автономной Области. Вестник Таджикского технического Университета. 4 (28)2014г., стр.64-67.

23. У.Дж.Джалилов. «Разработка пассажирских тарифов для автомобильного транспорта в сельской местности Республики Таджикистан», Международная научно-практическая конференция, 02.02.2023г.;
24. Х.М. Мухаббатов, Н.Х. Хоналиев. Памир. Ресурсный потенциал и перспективы развития экономики//Библиография. Душанбе, 2005г., стр. 204-233.
25. Н.Х.Хоналиев. Производительные силы Горно-Бадахшанской Автономной Области и проблема их использования. Хорог.- 1993.
26. Хоналиев Н. «История зарождения и развития народных промыслов на Памире» Экономика Таджикистана, 2014, № 1. стр. 170-184.
27. А.Наврүзшоев. Землепользование и деградация земель. Материалы стратегического семинара по устойчивому развитию Таджикского Горно-Бадахшанской Автономной Области. Хорог. - 2002.
28. К.Д. Собирова. Вклад Фонда Ага Хана в восстановлении экономики и социально-культурных проблем ГБАО Республики Таджикистан.2003.-146стр.
29. Ю.П. Баденков. Горные территории в контексте устойчивого развития. Три модели развития. // Библиография. Институт географии РАН,11стр.
30. Ф.Б. Цогоева. Экологическая безопасность горных территорий Республики Северная Осетия-Алания :Социологический анализ: дис. канд. соц. наук: 22.00.04 / Владикавказ.,-2006.-240 стр.
31. Разработка проектов по малым ГЭС. Технические, экономические, организационные аспекты. // Норск Энерджи.
32. Стратегия развития малой гидроэнергетики Республики Таджикистан,Душанбе-2007,стр.65
33. European Energy Network (EnR). Energy Poverty in EUROPE and MS. December 2017 – Romania, p-6.

34. Directorate General for Internal policies, Policy Department C: Citizens' rights and constitutional affairs, "Gender perspective on access to energy in the EU." 2017y.
35. Rudolf Schuessler. Energy Poverty Indicators. Conceptual Issues. Part I: The Ten-Percent-Rule, 2014y., p-1.
36. N. Katsoulakos. The problem of energy poverty in mountainous areas. National Technical University of Athens, Greece. Conference Paper, 2014y.
37. Energy Sector Review Tajikistan 2022. International Energy Agency, France-2022, p-74.
38. Статистический ежегодник // Агенство по статистике при Президенте РТ-Душанбе: АПСРТ, 2022г., стр. 702.
39. Регионы Республики Таджикистан // Статистический сборник.- Душанбе, АСПРТ, 2022
40. Х. Умаров. Специфика развития ГБАО: нужна помощь центра и международного сообщества.
41. Программа социально-экономического развития ГБАО до 2015 года от 04 июля 2006 года под № 289.
42. Л.П. Михайлов, Б.Н. Фельдман, Т.К. Марканова. Малая гидроэнергетика. // М.: Энергоатомиздат, 1989.- 184стр.
43. Комплексная программа научно-технического прогресса Таджикской ССР на 1986-2005гг. т2. Природные ресурсы.- Душанбе: Дониш, 1982.- 112стр.
44. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР. – Наука, 1967.- 559стр.
45. В.М. Лятхер. Развитие ветроэнергетики / В.М. Лятхер // Журнал «Малая энергетика». - 2006. - № 1-2 (4-5).
46. А.Б. Алхасов. Возобновляемая энергетика; под ред. Фортова В.Е.М.: Физматлит, 2010.
47. Э.Э. Шпильрайн. Проблемы и перспективы возобновляемой энергии в России. // Институт высоких температур РАН. Материалы Пятого Международного Форума "Высокие технологии 21 века".

48. Г.Н.Петров, Х.М.Ахмедов, К.Кабутов, Х.С.Каримов. Ресурсы возобновляемых источников энергии в Таджикистане и возможности их использования. Известия АН РТ отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук №3 (136), 2009 г., стр.82-91.
49. Г.Н.Петров, Х.М.Ахмедов, К.Кабутов, Х.С.Каримов. Возможности использования возобновляемых источников энергии в Таджикистане. Известия АН РТ отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук №4 (137), 2009 г., стр. 112-124
50. Г. Щелкунов. Солнечная энергетика. Глобальные проекты // Электроника. НТБ. 2002. № 6.
51. K. Solaun. Climate change impacts on renewable energy generation. A review of quantitative projections / K. Solaun, E. Cerdá // Renewable and sustainable energy Reviews. – 2019. – Vol. 116. – P. 109415.
52. Солнечные панели на «Крыше мира» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usaid.gov/ru/tajikistan/success-stories/dec-2020-installing-solar-panels-world-rooftop>.
53. M.K. Safaraliev, I.N. Odinaev, J.S. Ahyoev. Energy potential estimation of the region's solar radiation using a solar tracker / [et al.] // Applied Solar Energy. – 2020, p. 270-275.
54. Данные Министерство энергетики и водными ресурсами РТ, 2014-2020гг.
55. А.Стычинский, Н.И. Воропай. Возобновляемые источники энергии: Теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика. // Магдебург 2010.
56. [http://www.alt-energo.info/gl\\_05\\_04.html](http://www.alt-energo.info/gl_05_04.html) ;
57. В.З. Манусов, Дж.С. Ахъёев, М.Х. Назаров и др. Оценка энергетического потенциала солнечной радиации региона с применением солнечного трекера /. // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2020. – № 1. – стр. 189-203.

58. А.М. Магомедов. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Махачкала:изд: «Юпитер», г.Махачкала 1996.-245с
59. К. Р. Аллаев, Ф. С.Абдуллаева, Г. Н. Бакатин и др. Энергетика Мира и Узбекистана. Ташкент. Молия. 2007,386 стр.
60. В.И.Виссарионов, А.А.Бурмистров, Г.В. Дерюгина. Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии: учебное пособие / 2-е изд., стер. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 144 стр.
61. Информационный справочник о порядке подготовки, согласования, утверждения и реализации проектов строительства объектов по использованию возобновляемых источников энергии в Республике Казахстан. // Астана, Январь 2011.
62. Ren21.2011.Renewables 2011 Global Status Report, Renewable Power Generation Costs in 2014.International Renewable Energy Agency (IRENA), Demand for Guarantees of Origin in Europe surges in 2014. International Renewable Energy Agency (IRENA),
63. Renewable Power Generation Costs in 2021.International Renewable Energy Agency (IRENA)
64. Э. Ларан. Производство и использование биомассы // № 5, Энергосбережение. 2007. Нефть. Москва, 2008, 432 стр.
65. И.Я. Редько. Предложения по развитию биоэнергетики на территории Российской Федерации. // Москва -2012.
66. Тенденция развития возобновляемых источников энергии в России и в мире, 2010г;
67. М. Зоран. Промежуточная Стратегия по возобновляемым источникам энергии для интегрированного сельского развития.2011.- 60стр.
68. П. Безруких Возобновляемая энергетика: сегодня – реальность, завтра необходимость. – М.:Лесная страна, 2007.- стр.120.

69. И.Б. Крепистр. Возможности и перспективы получения энергии с помощью метанового брожения. Изв. АН СССР. Сер. Биологическая, №1, 1979, стр.103-112.;
70. В.С.Дубровский, У.Э.Виестр. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. Рига.: Знание, 1987, 204 стр.
71. А.Г. Веденев, Т.А. Веденева. Биогазовые технологии в Киргизской республике. Бишкек. «Евро», 2006, 90 с
72. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: // Пер. с англ. - М. Энергоатомиздат. 1990. - 392 стр.
73. Л.П. Михайлов, Б.Н. Фельдман, Т.К. Марканов. Малая гидроэнергетика. М.:Энергоатомиздат,1989. -184с
74. <http://www.small-hydro.com/> INTERNATIONAL SMALL-HYDRO ATLAS
75. Доклад о мировом развитии малой гидроэнергетики 2019 (WSHPDR 2019).
76. К.В. Барков. Анализ и методика оценки параметров Малых ГЭС. дистр.канд. тех.наук:15.14.08.Барков Константин Владимирович.Санкт-Петербург.//2005.-172 стр.
77. Долгосрочная программа строительства малых электростанций на период 2009-2020гг.;
78. Промежуточная Стратегия по ВИЭ для интегрированного сельского развития, 2011г.;
79. Предварительное технико-экономическое обоснование схемы электроснабжения сельских населенных пунктов расположенных вдоль берегов реки Бартанг и ее притоков у подножья Сарезского озера: отчет Памирской Энергетической Компании/ (Памир Энерджи) – 2015г. 31стр.
80. Rehabilitation of the Ak-Suu Mini Hydropower Plant. Summary Report, 2011.- 21стр.
81. А.К Киргизов. Развитие и оптимизация режимов электроэнергетической системы с распределенными возобновляемыми источниками энергии

методами искусственного интеллекта (на примере Республики Таджикистан): дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02 / Киргизов Алифбек Киргизович. – Томск, 2017. – 189 стр.

82. D.Nikolic. Adding inertia to isolated power systems for 100% renewable operation / D. Nikolic, M. Negnevitsky // Energy Procedia. – 2019. – Vol. 159. – p. 460-465.

83. Г.И. Сидоренко, И.Г.Кудряшева, В.И. Пименов. Экономика установок нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Техно-экономический анализ: Учебное пособие. СПб.:Из-во Политехнического университета, 2008г. - 248стр.

84. «Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий». Минск, 2008г., 32стр.

85. Разработка проектов по малым ГЭС. Технические, экономические, организационные аспекты. // Норск Энерджи.

86. Б.В.Лукутин, О.А.Суржикова, Е.Б.Шандарова. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: монография. М.:Энергоатомиздат, 2008. - 231стр.

87. Закон Республики Таджикистан «О государственно-частном партнерстве» от 28 декабря 2012 года под №907.

88. «Закон об использовании возобновляемых источников энергии РТ», одобренный Постановлением Маджлиси Оли Маджлиси милли Республики Таджикистан от 07 января 2010 г;

89. Закон Республики Таджикистан об энергетике от 28.06.11г., № 727;

90. Закон Республики Таджикистан об энергосбережении от 2002, № 4;

91. Отчеты ГАХК «Барки Точик» на 01.01. 1993 г.

92. Отчет ОАО «Памир Энерджи» за 2021г.

93. [www.akdn.org](http://www.akdn.org)

94. Л.А.Толстолесова, М.С.Воробьева, Н.Н.Юманова: ГЧП – фактор развития энергетики: международный опыт и практика России. DOI: 10.30680/ЕСО0131-7652-2019-9-79-98, стр-79-98.
95. Т.Сакацумэ, А.Кирмичу. На пути к более эффективному анализу условий функционирования государственно-частных партнерств. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.ebrd.com/downloads/research/law/lit112r\\_full.pdf/](http://www.ebrd.com/downloads/research/law/lit112r_full.pdf/) (дата обращения 12.12.2012)
96. Report to Congress on Public-Private Partnerships. Wash., 2004, P.10.
97. Green Paper on Services of General Interest. Brussels, COM(2003) 270, 21.05.2003; European Parliament Resolution on the Green Paper on Services of General Interest, Brussels, 14.01.2004 (T5-0018/2004).
98. Public Private Partnerships – the Government’s Approach.L., 2000. P. 6.
99. В. Варнавский. Государственно-частное партнерство: некоторые вопросы теории и практики. *Мировая экономика и международные отношения*, 2011, № 9, с. 41–50.
100. Е.В. Гоосен. Региональная дифференциация института государственно-частного партнерства в России. С.М. Никитенко, д.э.н., профессор, ФГБОУ ВПО Кемеровский государственный университет.
101. [pamirenergy.com](http://pamirenergy.com)
102. Bringing clean energy and co-benefits to remote communities in Tajikistan and Afganistan, OXFAM, February 2021y., 25 p.;
103. [bujagali-energy.com](http://bujagali-energy.com)
104. П.Л.Виленский, В.Н.Лившиц, С.А.Смоляк. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика: Учеб. пособие — 2-е изд., перераб и доп — М.: Дело, 2002 — 888 стр.
105. В.П. Савчук. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Учебник – М.: Изд. РАГС, 2006г.
106. Б.Л. Бурин, И.И. Файн. Экономическое обоснование гидроэнергостроительства. М.: Энергия, 1975г. 121стр.

107. «Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий». Минск, 2008. - 32стр.
108. М.Х. Пешкова. Экономическая оценка горных проектов. М: Изд-во Московского государственного горного Университета. 2003г.- 421стр.
109. Развитие использования возобновляемых источников энергии в государствах – участниках СНГ, Москва, 2013.
110. M.S. Asanov, M.Kh. Safaraliev, T.Zh. Zhabudaev. Algorithm for calculation and selection of micro hydropower plant taking into account hydrological parameters of small watercourses mountain rivers of Central Asia / [et al.] // Int. J. Hydrogen Energy. – 2021. – Vol 46, iss. 75. – P. 37109-37119.
111. Г.И.Сидоренко, И.Г. Кудряшева, В.И.Пименов. Экономика установок нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Технико-экономический анализ: Учебное пособие.СПб.:Изд-во Политехнического университета, 2008. - 248стр.
112. И.И. Файн. Совершенствование инвестиционной политики по развитию гидроэнергетики. //Гидротехническое строительство. 2000г. № 8-9. стр. 32-37.
113. Н.Р.Рогалев, А.Г.Зубкова, И.В. Мастерова. Экономика энергетики: учеб.пособие для вузов. М.:Издательство МЭИ, 2005. -288стр.
114. А.И.Барановский, Н.Н.Кожевникова, Н.В.Чинакаев. Экономика промышленности: Учеб. пособие для вузов.-В 3-х т. Т2. Экономика и управление энергообъектами. М.:Издательство МЭИ. 1998. - 368стр.
115. Л.Д.Гительман, Б.Е.Ратников. Энергетический бизнес: Учеб.пособие. М.:Дело, 2006. - 600стр.
116. Д.С.Щавелев, М.Ф. Губин, В.Л. Куперман и др. Экономика гидротехнического и водохозяйственного строительства. М.,1986.
117. В.И. Обрезков. Гидроэнергетика.М.:Энергия.1979.- 608стр.
118. Ю.В. Якович. Инвестиционный бизнес. Учебное пособие.//М:Из-во РАГС, 2002. - 342 стр.

119. У.А.Абидов. Методические основы формирования стратегии обеспечения энергетической безопасности страны: на материалах Республики Таджикистан: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05
120. В.Разыков, Дж.Мамадрахим, С.Расулов, Ф.Абдуллоев. Технико-экономическая оценка эффективности ГЭС в рыночных условиях работы энергосистемы. ВАК ТГУ им.акад. М.С,Осими,стр.57-63
121. Шестое заседание Консультативного Совета по улучшению инвестиционного климата, Худжанд, 23.12.2014г.
122. Анушаи Мирзо «Оценка экономической эффективности Мини ГЭС «Равмед» на левом притоке реки Бартанг в Рушанском районе Горно-Бадахшанской Автономной Области» // Вестник Таджикского технического Университета. Серия: Интеллект. Инновация. Инвестиции. 4(60)2022, стр.75-79.

Дата 28.02.2023

Исх: № 001

**СПРАВКА**

**О внедрении результатов исследования Анушан Мирзо на тему  
«МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО  
РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ»**

**(на примере ГБАО )**

Настоящим актом подтверждается использование результатов исследования Анушан Мирзо при разработке окончательного варианта Технико-экономического обоснования (ТЭО) строительства малой ГЭС «Себзор» мощностью 11 мВт с ожидаемой среднегодовым производством электроэнергии в объеме около 70 миллионов кВт.ч. на реке Шохдара в Шохдаринском районе ГБАО. Автор при оценке эффективности строительства малых ГЭС в высокогорных регионах рекомендует учесть фактор зимней гарантированной отдачи при определении расчетной установленной мощности станции, т.е. при 95% - ной норме обеспеченности расхода воды в реке. Кроме того для увеличения числа часов использования мощности малых ГЭС в разработках ТЭО рассматривать варианты поиска летних потребителей электроэнергии и тем самым повысить социально-экономический статус проекта.

Менеджер проекта

малой ГЭС «Себзор»

Ф. Юсуфбеков

## Анкета для оценки энергетической бедности

| № | Вопросы   |
|---|---|
| 1 | Регион<br><input type="radio"/> г. Душанбе;<br><input type="radio"/> РРП;<br><input type="radio"/> Хатлонская область;<br><input type="radio"/> Согдийская область;<br><input type="radio"/> ГБАО.  |
| 2 | Сколько сомони тратите на электроэнергию летом?<br><input type="radio"/> 100 сомони;<br><input type="radio"/> 100-300 сомони;<br><input type="radio"/> 300-500 сомони;<br><input type="radio"/> 500-800 сомони;<br><input type="radio"/> 800-1000 сомони.         |
| 3 | Сколько сомони тратите на электроэнергию зимой?<br><input type="radio"/> 100-200 сомони;<br><input type="radio"/> 200-400 сомони;<br><input type="radio"/> 400-600 сомони;<br><input type="radio"/> 600 – 1000 сомони;<br><input type="radio"/> 1000-1500 сомони. |
| 4 | Сколько сомони вы тратите на отопление?<br><input type="radio"/> 100 сомони;<br><input type="radio"/> 100-300 сомони;<br><input type="radio"/> 300-500 сомони;<br><input type="radio"/> 500-800 сомони;<br><input type="radio"/> 800-1000 сомони.                 |
| 5 | Какие виды энергоресурсов вы тратите на пищу-приготовление?<br><input type="radio"/> сжиженный газ;<br><input type="radio"/> уголь;<br><input type="radio"/> кизяки;<br><input type="radio"/> древесина;<br><input type="radio"/> электричество.                  |
| 6 | Какие виды энергоресурсов вы используете для отопления?   |
| 7 | Количество человек в семье:<br><input type="radio"/> 2-4;<br><input type="radio"/> 4-6;<br><input type="radio"/> 6-8;<br><input type="radio"/> 8-10;<br><input type="radio"/> 10 и более.   |
| 8 | Сколько месяцев длится отопительный сезон?<br><input type="radio"/> 2 месяца;<br><input type="radio"/> 3 месяца;<br><input type="radio"/> 4 месяца;<br><input type="radio"/> 5 месяца;<br><input type="radio"/> 6 месяца.   |