

УДК 621.311.11

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА МИНИ-ГЭС В
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Е.А. Дунаева студентка гр. м-ЭЛЭТ-21, 2 курс; А.Ю. Щелкунова, студентка
гр. м-ЭЛЭТ-21, 2 курс

Дунаева Татьяна Юрьевна, к.т.н., доцент кафедры «Электроэнергетика и электротехника»

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»
г. Саратов

Аннотация: В статье предложен возможный вариант освоения гидроэнергетических ресурсов Свердловской области посредством строительства мини-ГЭС. Авторами были проанализированы особенности региона, включая характер функционирования энергосистемы, выбраны наиболее перспективные реки с точки зрения потенциальной эффективности выработки электроэнергии. Основываясь на характере местности были выбраны наиболее функциональные варианты компоновки мини-ГЭС. Проанализирована технико-экономическая эффективность и перспективы развития проекта.

Ключевые слова: гидроэнергетика, мини-ГЭС, энергосистема, Свердловская область, технико-экономическая эффективность.

Свердловская область является индустриально развитым регионом России. Ежегодно в области реализуется несколько десятков инвестиционных проектов по строительству и реконструкции предприятий металлургической, химической, нефте- и лесоперерабатывающей промышленности. В таких условиях энергетическая инфраструктура области должна быть готова к надежному обеспечению потребителей при увеличении их нагрузок.

Территорию Свердловской области отличает холмистая местность, большое количество рек (более 18 000), а также обширная площадь заповедных зон (7,44% всей территории) [1].

На сегодняшний момент энергосистема региона является избыточной. Избыток сальдо перетоков мощности составляет около 20% от общей выработки. Переток мощности направлен в ближайшие энергодефицитные регионы – Курганскую и Челябинскую области. В структуре установленной мощности электрических станций Свердловской области основную долю выработки составляют ТЭС [2].

Анализ динамики потребления электроэнергии показывает, что общая тенденция направлена на увеличение энергопотребления (рис. 1).

Дальнейший прогноз спроса на электроэнергию в Свердловской области (рис. 2) демонстрирует выход на ежегодный рост потребления на 0,3%, в связи с чем в области необходимо обеспечить увеличение объемов генерации [2].

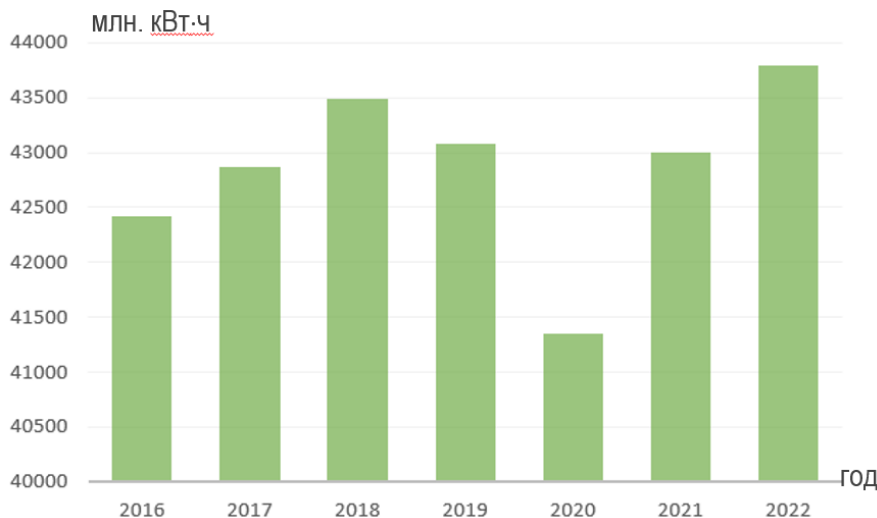


Рисунок 1 - Динамика потребления электрической энергии в Свердловской области

Особо перспективным представляется увеличение доли распределенной генерации (электростанций малой мощности), которая позволила бы обеспечить потребителей, в том числе удаленных, электроэнергией по более низким ценам.

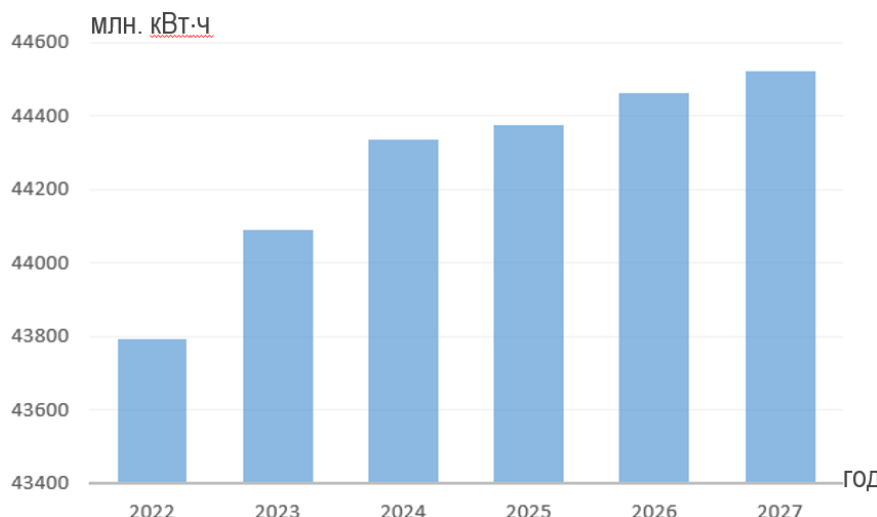


Рисунок 2 - Прогноз спроса на электрическую энергию в Свердловской области

Для гидроэлектростанций характерна именно низкая себестоимость производства электроэнергии, поэтому перспективным представляется развитие именно гидроэнергетических мощностей региона. Согласно данным [2] гидроэнергетический потенциал области равен 300 МВт, но при этом используется только 2% из них (Верхотурская ГЭС 7 МВт).

Основным критерием при выборе рек для строительства малых ГЭС был принят расход воды в реке ($\text{м}^3/\text{с}$). Также при выборе места строительства были учтены места расположения заповедных зон региона (рис. 3).

После анализа особенностей гидроэнергетического потенциала, расположения охранных зон, планов развития промышленности и сетевой инфраструктуры, представляется перспективным строительство 6 новых ГЭС (5 малых и 1 средняя) (табл.1) с пойменной и береговой компоновками.

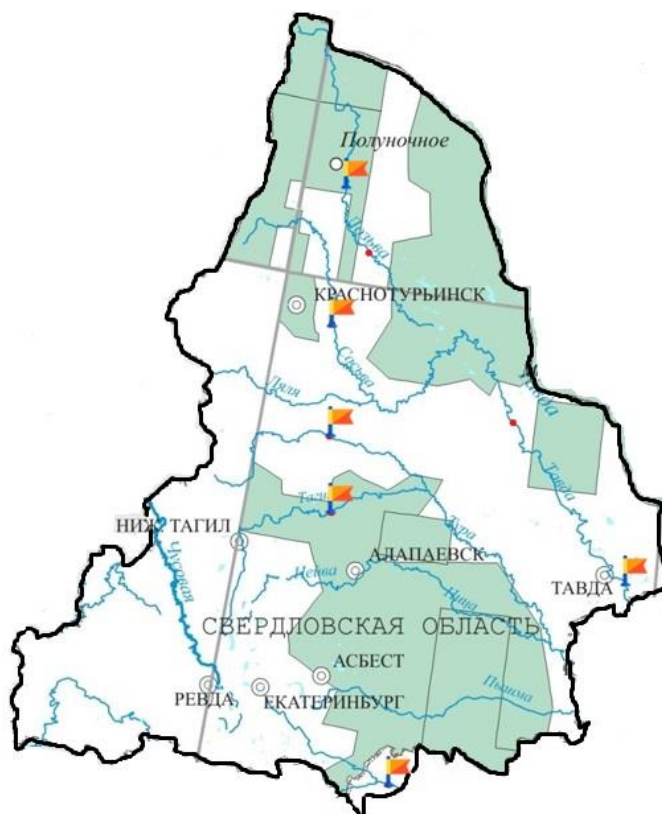


Рисунок 3 - Карта расположения предложенных к строительству ГЭС

При береговой компоновке бетонные сооружения (здание ГЭС, водосброс) располагаются обычно на берегах или бортах долины, а русло реки перекрывается земляной или каменно-набросной плотиной. При пойменной компоновке основные бетонные сооружения (водосливная плотина здания ГЭС, водозаборы, шлюз и др.) обычно располагаются в пойме на одном или обоих берегах, а в русле реки располагается глухая земляная плотина. Эта компоновка свойственна в основном низконапорным гидроузлам на реках, протекающих в легкоразмываемых мягких грунтах[3].

Таблица 1

Перечень предложенных к строительству ГЭС

Название ГЭС	Расход воды, м ³ /с	Мощность, МВт	Компоновка
Тавдинская	462	48	Пойменная
Туровская	202,7	21	Пойменная
Лозьвинская	135,3	14	Пойменная
Сосьвинская	123,3	12	Пойменная
Исетинская	73	7	Береговая
Тагильская	40	4	Береговая

Таким образом, для рек с узким руслом (Тагил, Исеть) подходит береговая компоновка, а для рек с широкой поймой (Тавда, Тура, Лозьва, Сосьва) лучше использовать пойменную компоновку.

Для оценки сроков строительства объектов построен план-график реализации намеченных мероприятий (рис. 4).

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
р. Тавда									
р. Тура									
р. Лозьва									
р. Сосьва									
р. Исеть									
р. Тагил									

Рисунок 4 - План-график строительства предложенных ГЭС

Поочередное строительство ГЭС позволит в кратчайшие сроки ввести их в эксплуатацию. Достичь этого возможно путем концентрации материальных, экономических и трудовых ресурсов на одном объекте. Данное решение позволяет сократить срок строительства каждой ГЭС до 4 лет. По план-графику видно, что к тому времени, когда начнется строительство последней в очереди малой ГЭС, первая уже будет введена в эксплуатацию.

При проработке решения учитывалась существующая и планируемая сетевая инфраструктура. Для передачи мощности от новых электростанций необходимо строительство линий электропередач напряжением 35 и 110 кВ, что потребует дополнительных капиталовложений.

К рискам предложенного проекта можно отнести отсутствие необходимого объема инвестиций из-за капиталоемкости проекта, вероятность запрета на строительство и слабая прогнозируемость климата региона.

Несомненным достоинством предлагаемого решения является увеличение объема производства электроэнергии с низкой себестоимостью. Другим достоинством – повышение устойчивости энергосистемы региона за счет увеличения резерва для покрытия пиковых нагрузок и участия в ОПРЧ. Поскольку в Свердловской области наблюдается дефицит собственных топливных ресурсов, то увеличение объемов генерации за счет гидроэлектростанций будет способствовать повышению топливной независимости региона. Дополнительно появляется и социальный эффект в виде создания новых рабочих мест.

Таблица 2

Основные технико-экономические характеристики объектов

Название электростанции	Мощность, МВт	Капиталовложения, млн руб.	Вырабатываемая электроэнергия, млн. кВт·ч/год	Годовые издержки, млн. руб.	Чистая прибыль, млн. руб.	Срок окупаемости, лет
Тавдинская	48	3390	294,336	207,76	459,42	12,6
Туровская	21	1500	128,772	91,74	200,26	12,7
Лозьвинская	14	1010	85,848	61,66	133,07	12,8
Сосьвинская	12	870	735,84	53,06	113,87	12,9
Исетинская	7	510	42,924	31,08	66,31	13
Тагильская	4	300	24,528	18,18	37,52	13,3

Оценка технико-экономического эффекта производилась методом расчета чистого дисконтированного дохода отдельно для каждой гидроэлектростанции [4]. Общие капиталовложения с учетом строительства инфраструктуры ГЭС были определены исходя из удельных капитальных вложений на 1 кВт·ч установленной мощности (табл. 2).

Для каждого из объектов были определены сроки окупаемости (рис. 5). Они составляют примерно 12-13 лет, что является хорошим показателем для подобных объектов.

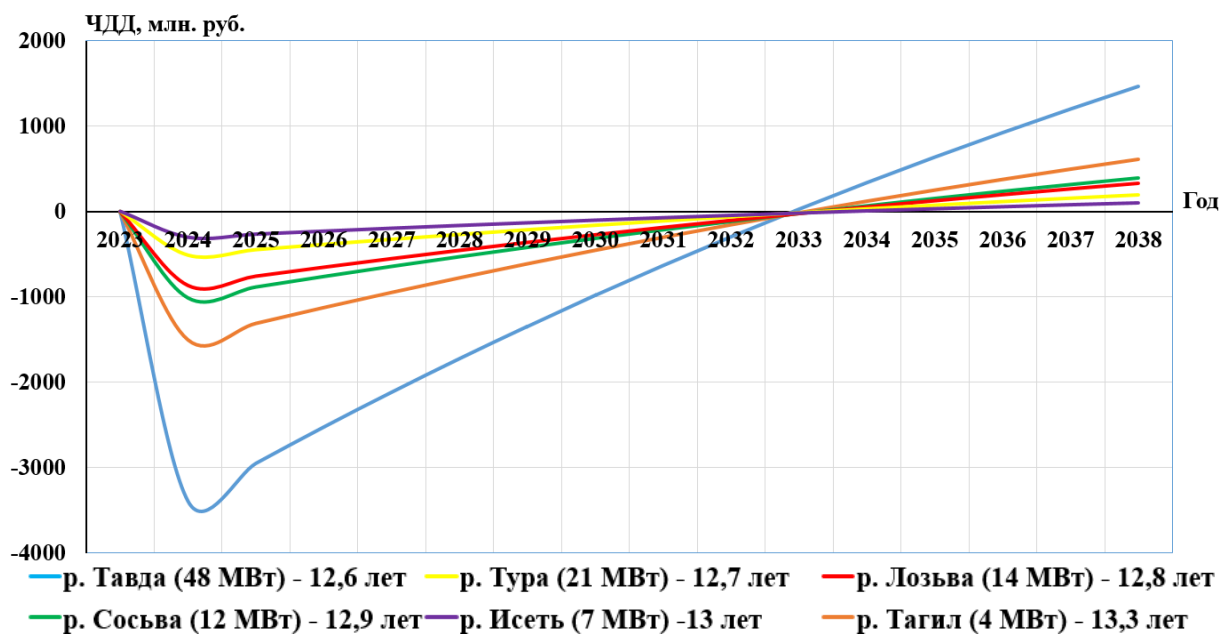


Рисунок 5 - График сроков окупаемости ГЭС

Можно отметить, что Тавдинская ГЭС требует более высоких капиталовложений, но срок её окупаемости сравнительно меньше за счёт более высокой выработки электроэнергии.

Таким образом реализация предложенного решения принесет немалый вклад в развитие технологической, социальной, экономической сферы Свердловской области и страны в целом. Результатом строительства новых ГЭС станет повышение освоенности гидроэнергетических ресурсов региона на 35% относительно общего потенциала. При этом не будет необходимости строительства ТЭС в данной местности, что ограничит усиление углеродной нагрузки на область.

Список литературы:

1. Заповедные места Свердловской области. ООПТ и Красная книга [Электронный ресурс] URL: <http://semantic.uraic.ru/project/oopt/index.htm>.
2. Указ губернатора Свердловской области от 29.04.2022 N216-УГ «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Свердловской области на период 2023 - 2027 годов» [Электронный ресурс] URL: <https://goo.su/zBSCwe1>.
3. Организация гидротехнического строительства, Лапин Г.Г. Москва: 2021. – 189 с.
4. Инвестиционный менеджмент: учеб.пособие, Котельникова Н.В., Морозов О.А. ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб: 2020. – 123 с.