

УДК: 504.05**ЗЕЛЕНАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ ОТ МГЭС
GREEN ELECTRICITY FROM MGPP**

Жиляев Никита Евгеньевич; Кузбасский государственный технический
университет им. Т. Ф. Горбачёва; г. Кемерово

Научный руководитель: Струкова Юлия Викторовна, преподаватель
высшей квалификационной категории кафедры ТИМПО

Аннотация: В первой части статьи рассматриваются экологические аспекты традиционных способов получения электроэнергии. Во второй части представляется описание разработки и 3D-модели МГЭС. Описываются основные компоненты и принцип работы. Рассчитана укрупненная модель разработки.

Ключевые слова: возобновляемые источники электроэнергии, микро-ГЭС, 3D-моделирование, расчет стоимости.

Abstract: the first part of the article discusses the environmental aspects of traditional methods of generating electricity. The second part provides a description of the development and 3D model of the IPCC. The main components and the principle of its operation are described. The enlarged development model is calculated.

Keywords: renewable energy sources, micro-hydroelectric power plants, 3D modeling, cost calculation.

Введение: В наше время, без сомнения, энергообеспечение – одна из наиболее актуальных проблем человечества. Мировые запасы нефти и газа стремительно уменьшаются и недалёк тот день, когда они будут полностью исчерпаны. Это понимают все, и поэтому с каждым годом всё большее число специалистов изучает возможности их равноценной замены, а так же переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). На сегодняшний день существует несколько видов альтернативной(возобновляемой) электроэнергии: использование солнечной, ветреной и геотермальной энергии, гидроэнергетика. Но более эффективным способом выработки электроэнергии является гидроэлектростанция (ГЭС), на которую приходится большая часть электроэнергии. За счет такого возобновляемого источника как вода.

Как все знают Россия располагает значительным гидроэнергетическим потенциалом, объем водных ресурсов оценивается в 88,9 тысяч км³, что определило широкие возможности для строительства ГЭС. Огромное количество населенных пунктов нашей страны расположено по берегам рек, энергия которых может и должна широко использоваться для получения небольших мощностей, без необходимости возведения сложных, дорогостоящих гидротехнических сооружений. В этом отношении наиболее доступными являются так называемые свободнопоточные гидроустановки, не требующие устройства плотины, а использующие живую силу быстротекущих рек.

Актуальность: в настоящее время в России идет бурное развитие «чистой» электроэнергии. Специалисты со всей страны пытаются разработать новые экологические методы добычи энергии. Это все необходимо для борьбы с главными причинами человечества, а именно – это истощение невозобновляемых источников энергии (нефть, газ, уголь и т.п.) и переработки отходов при их использовании.

Предмет исследования: получение ВИЭ

Объект исследования: микро -ГЭС (МГЭС)

Цель: разработать возобновляемый источник электроэнергии, который сможет обеспечивать автономность работы небольших приусадебных хозяйств, пункты питания и освещение автомобильной дороги, а так же рассчитать стоимость разработки.

Задачи:

1. Выявить оптимальный способ получения электроэнергии, который приносит наименьший вред природе
2. Изучить механизм работы МГЭС
3. Сделать необходимые расчеты для создания МГЭС
4. Создать 3D модель МГЭС
5. Рассчитать укрупненную стоимость разработки
6. Выявить применимость и эффективность данной разработки

Методы исследования: исследование литературы, 3D моделирование МГЭС

Для получения энергии в нашей стране и в мире в целом, чаще всего, используются: углеводородное сырьё (нефть, газ, уголь и т.д.), АЭС, которые наносят непоправимый вред экологической безопасности нашей планеты.

К примеру, при сжигании твердого топлива на теплоэлектростанциях (ТЭС) образуются твёрдые отходы в виде золы-уноса, шлака, а также выбрасываются в атмосферу тяжелые металлы (такие как: ртуть, цинк, свинец и другие). Шлак сложно утилизировать, из-за чего создается большое количество золоотвалов, только в России по статистическим данным ежегодно образуется более 20 млн тонн золошлаковых отходов. Складирование крайне негативно сказывается на экологии: загрязняется почва, грунтовые воды и происходит выделение вредных веществ в атмосферу.

А при сжигании нефти и газа очень сильно загрязняется атмосфера. В неё попадает большое количество углекислого газа, серные соединения, азот и прочее. Вследствие чего образуются озоновые дыры, которые увеличивают ультрафиолетовое излучение, а это негативно сказывается на здоровье людей и животных. Ухудшаются климатические условия на всей планете.

Получая энергию от АЭС, человечество сталкивается с негативным влиянием на всю геосферу Земли: литосферу, гидросферу и атмосферу, что

очень пагубно отражается на флоре, фауне и человечестве в целом. При работе АЭС образуются радиационные отходы, которые могут приводить к лучевым заболеваниям как животных, так и людей. Происходят мутации всех живых организмов на Земле. Вследствие чего происходит подавление естественных способностей природы восстанавливать свои свойства.

Так же существуют экологические методы добычи энергии, которые не наносят вред окружающей среде, либо он минимизирован. К таким методам можно отнести возобновляемые источники энергии, а именно: ГЭС, МГЭС, солнечную, ветреную и геотермальную энергетику. Но из-за особенностей географического расположения нашей страны, этот вид добычи электричества развит достаточно слабо. Именно по этой причине необходимо разрабатывать новые пути добычи «зеленой» электроэнергии. Поэтому мы решили, на основе МГЭС, предложить свою идею для выработки «чистой» электроэнергии.

Наша разработка заключается в постройке МГЭС на водопропускных трубах с постоянным течением водных масс под автомобильными дорогами. За основу своей было решено взять механизм выработки электричества на ГЭС, так как в отличие от других энергоисточников (солнечных батарей, ветрогенераторов), гидросистемы могут работать вне зависимости от времени суток и погоды. Гидроэнергетика – это процесс получения электричества, источником для которого служит энергия водных масс. Такой способ получения энергии является одним из самых выгодных и дешёвых.

ГЭС включает в себя преобразование потока воды в электрическую энергию. Для правильной работы ГЭС необходимо множество устройств, а именно: постоянный поток воды, задвижка, контролирующая скорость течения воды (при необходимости), водяная турбина с возможностью стока воды и синхронный генератор для получения переменного напряжения.

Для получения энергии мы предполагаем использовать турбины, которые расположены горизонтально. А от потока малых рек лопатки вращаются, приводя в движение вал, который, в свою очередь, вращает ротор, находящийся внутри статора. В результате чего подается ток на трансформатор, откуда он идет потребителю.

Крепление всей МГЭС будет предусмотрено за счет расположения свайного фундамента слева и справа от турбины. Все основные массивные элементы, а именно: турбина, вал, ротор, статор будут крепиться при помощи металлоконструкций. Трансформатор будет располагаться на отдельном фундаменте слева от трубы.

Эта разработка будет устанавливаться под автомобильной дорогой с постоянным водотоком, где присутствует противоналедневый лоток. Это все необходимо для корректной работы МГЭС в зимний период времени. В качестве примера можно взять недавно построенную прямоугольную трубу под автомобильной дорогой «Северо - Западный обход города Кемерово»

на реке Курляк 2-й(Рис. 1-2). На данном водотоке расчетный расход воды, в среднем, составляет: 8,42м³/с, уклон трубы: 0,5%, скорость воды на выходе 3,78 м/с, поперечное сечение на выходе из трубы 6 м².



Рис. 1 Прямоугольная труба под автомобильной дорогой



Рис. 2 Противоналедневый лоток

За основу расчета выдаваемой мощности, нами были применены справочные данные, изложенные в книге «Свободнопоточные гидроэлектростанции малой мощности», выпуск 57, Москва 1950 г., автором которой является Б. Б. Кажинский.

Зная исходные данные находим:

- динамический напор Н:

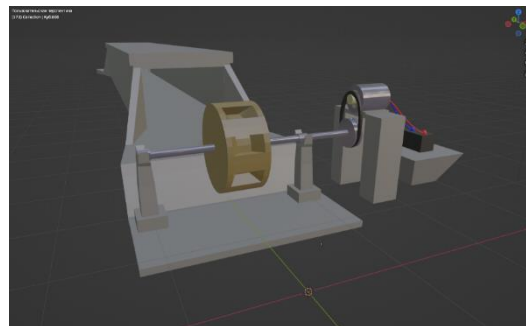
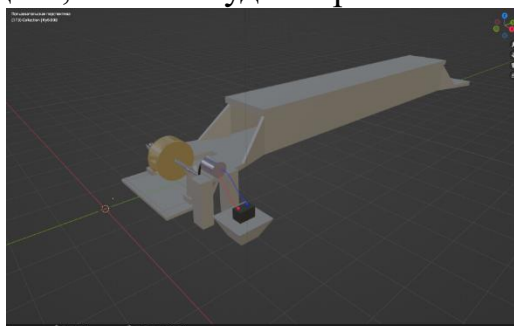
$$H = \frac{V^2}{2} \times g = \frac{3,78^2}{2} \times 9,81 = 0,73, \text{ где } V - \text{средняя скорость течения воды};$$

- мощность установки N:

$$N = H \times Q = 0,73 \times 8,42 = 6,15 \text{ на } 1 \text{ м}^2 \text{ поперечного сечения, тогда на } 6 \text{ м}^2 \text{ получается } 6,15 \times 6 = 39,6 \text{ кВт/ч.}$$

В итоге, выработка электроэнергии от данной трубы будет составлять около 39,6 кВт/ч. Теперь необходимо узнать и рассчитать для каких целей можно применить этот объем электричества.

Теперь перейдём к созданию 3D-модели МГЭС. Для представления нашей разработки было решено использовать популярную 3D-программу Blender. Для понимания общей картины макет МГЭС был создан наглядно, без масштабирования и выдержки точных размеров. На нём можно увидеть, как будет располагаться



МГЭС в пространстве и её основные компоненты.

Что бы показать на сколько наша идея является рентабельной было решено рассчитать укрупненную стоимость нашей разработки. Для начала мы определились с основными позициями расходов. В них входили: устройство котлована с щебеночно-песчаной смесью (щпс), заливка гидротехнического бетона, возведение арматурного каркаса с опалубкой для устройства бетона, водяная мельница, трансформатор и подключение потребителя электроэнергией от МГЭС к сети. В стоимость так же вошли доставка материалов и все необходимые работы:

1. Устройство котлована с щебеночно-песчаной смесью:

Для начала необходимо рассчитать сколько необходимо вырыть грунта под щпс. Площадь необходимого котлована, при данных ширины, длинны – 6м и глубины 0,5м, составляет $= 18\text{м}^3$, а так же опоры в количестве 5 штук каждая по 1м^3 . В итоге нам необходим котлован площадью 23м^3 . Опираясь на данные сайта по устройству котлована «Два землекопа» можно сказать, что цена за один м^3 будет составлять 400 руб. тогда за 23м^3 мы отдадим: $23 \times 400 = 9200$ руб. В эту стоимость входит: вырыть котлован с утилизацией отработанного грунта на нашей площадке. Далее необходимо, в вырытый котлован, засыпать щебеночно-песчаную смесь(щпс), при длине, ширине – 6м и толщине 0,3 м, объемом $10,8\text{м}^3$, с учетом 5 опор $2,5\text{м}^3$ в сумме. В итоге нам необходимо $13,3\text{м}^3$ щпс. Для расчета стоимости материалов был взят сайт по продаже материалов «SDE», где мы нашли щебеночно-песчаную смесь марки С-5 стоимостью 700 руб. за тонну материала. Переведем наши данные в тонны: $13,3 \times 1,5 = 19,95$ тонн необходимо смеси. Находим цену: $20 \times 700 = 13965$ руб. Так же учтем доставку, она будет составлять 6802 руб. Работы по укладке щпс ≈ 3000 руб. В итоге сумма устройства котлована и укладкой щпс составляет: 32967 руб.

2. Заливка гидротехнического бетона:

Для заливки бетона необходимо рассчитать объем. Ширина, длинна остается такой же, а толщина 0,3м. Получаем $10,8\text{м}^3$ бетона необходимо для основания и 3м^3 для пяти стоек, в сумме $13,8\text{м}^3$. Для покупки гидротехнического бетона, марки М300, мы выбрали интернет магазин «БЕТОН КЕМЕРОВО 42». Стоимость бетона составляет 60060 руб., а его доставка 21933 руб. Стоимость работы по его укладке будет составлять ≈ 18000 руб. Итоговая сумма: 99993 руб.

3. Возведение арматурного каркаса с опалубкой для устройства бетона:

Теперь рассчитаем стоимость арматурного каркаса. Для начала рассчитаем его приблизительный объем. С учетом усредненных справочных данных при армировании бетонных конструкций масса арматурного каркаса принимается около 5 % от объема применяемого бетона. То есть $13,8 \times 0,05 = 0,7$ тонн необходимо арматуры. Опираясь на

данные сайта магазина «ЛЕМАНАПРО» рассчитаем стоимость необходимого количества материалов для каркаса. Возьмем металлическую арматуру 10мм А400/500С, где за один метр материала 55 руб. Что бы узнать цену необходимо перевести тонны в метры погонные. Для этого $700 \div 0,6 = 1200 \text{ м.п.}$ Далее находим стоимость $1200 \times 55 = 66000 \text{ руб.}$ Работа по установке каркаса составляет $\approx 13000 \text{ руб.}$ Для установки арматурного каркаса необходима деревянная опалубка. Объем $\approx 3 \text{ м}^3$. Для покупки деревянных досок мы выбрали сайт «ФОРЕСТ-пром» на котором 3 м^3 будет стоить 42000 руб. Работа по установке опалубки $\approx 8400 \text{ руб.}$ За доставку каркаса и деревянных досок, в сумме будет стоить $\approx 2500 \text{ руб.}$ Итоговая сумма: 131900 руб.

4. Водяная мельница:

Теперь необходимо рассчитать стоимость комплекта водяной мельницы для МГЭС. Для этого мы применительно нашли интернет магазин «Alibaba.com», где был небольшой мини-гидроэлектрический генератор мощностью до 50 кВт водяной турбинный генератор для МГЭС, стоимостью 561330 руб. Доставка будет составлять $\approx 10000 \text{ руб.}$ Установка комплекта водяной мельницы обойдется в 20000 руб. Итоговая сумма: 591330 руб.

5. Трансформатор:

Для передачи электроэнергии потребителю необходим трансформатор с мощностью до 50 кВт. На сайте «Alibaba.com» мы нашли нужный нам масляный распределительный трансформатор. Его стоимость: 121818 руб. Установка и доставка оборудования в совокупности составляет $\approx 15000 \text{ руб.}$ Итоговая сумма: 136818 руб.

6. Подключение потребителя электроэнергией от МГЭС к сети:

Пусконаладочные работы по подключению и прокладки кабелей питания к потребителям будет составлять $\approx 50000 \text{ руб.}$

Итого общая стоимость постройки МГЭС с учетом работы, доставки и закупки материалов будет составлять $\approx 911190 \text{ руб.}$ А это значит, что разработка является относительно дешевой и недорогой.

Практическая значимость разработки достаточно обширна. Она может применяться как для коммерческих целей, так и для частных домов.

На наш взгляд, самым оптимальным использованием данной МГЭС будет освещение автомобильной трассы. Для расчетов можно принять светодиодные светильники типа Street-Solar (от компании "КСО-1", г. Москва) потребляющих в среднем 0,06 кВт/ч на один светильник. Используя информацию, изложенную на сайте этой организации, можно сделать вывод, что один светильник работает по 12 часов в сутки. Исходя из чего МГЭС может обеспечивать работу ≈ 55 светильников ($0,06 \times 12 = 0,72 \text{ кВт/ч}$ – для работы одного светильника; $39,6 \div 0,72 \approx 55$ – светильников). Что вполне неплохо для небольшой ГЭС.

Так же разработка может быть использована для снабжения электрических приборов в небольшом частном доме.

Приведем средние расчеты:

- для работы 29 лампочек потребуется 2,9 кВт/ч энергии ($29 \times 10\text{Вт} \times 10$ часов работы);
- бытовая электроника заберёт 19,35кВт/ч энергии (ТВ – 0,5кВт/ч, стиральная машина – 0,75кВт/ч, варочная плита – 0,6кВт/ч, кондиционер – 9кВт/ч, бойлер – 4кВт/ч, пылесос – 0,5кВт/ч, ПК – 2кВт/ч и другая мелкая техника 2кВт/ч).

Итого пиковое потребление электроэнергии в загородном доме, в среднем, может составлять: 22,25кВт/ч энергии. А это означает, что мощности МГЭС будет достаточно чтобы обеспечить как минимум один загородный дом. Все расчеты были взяты по средним значениям работы электроприборов.

И для многих других сфер деятельности человека: дачных посёлков, небольших фермерских хозяйств, на небольших коммерческих предприятиях в труднодоступных районах (заготовка ягод, орехов, грибов и т.п.).

Строительство МГЭС на постоянных водотоках под автомобильными дорогами имеет ряд преимуществ и недостатков.

Основное преимущество этой разработки заключается в экологичной выработке «зелёной» энергии. Так как сейчас расходуется большое количество невозобновляемых источников энергии, что вскоре может привести к глобальному кризису в энергетике. Что бы это не произошло необходимо наращивать добычу энергии через возобновляемые ресурсы.

В нашей стране протекает большое количество малых рек, которые проходят через трубы под автомобильными дорогами, а это значит, что нашу разработку можно установить на любой такой трубе с постоянным водотоком. А соответственно МГЭС можно будет расположить практически под любой трассой.

Разработка будет позволять использовать водопропускную трубу не только для пропуска необходимых водных стоков под дорогой, но и одновременно производить электроэнергию.

Строительство МГЭС в удаленных районах может улучшить ситуацию с энергоснабжением и повысить энергетическую независимость отдельных регионов.

В то же время в малой гидроэнергетике есть и недостатки. К примеру, зависимость от гидрологического режима водотока: в зимнее время количество энергии уменьшается, за счет замерзания вод и образования льда, а в летние жаркие дни вероятность обмеления и понижения уровня воды. В связи с малой изученностью таких водотоков есть вероятность его заиливания и изменения окружающей среды.

В случае поломки детали потребитель останется без альтернативного источника электроэнергии. А на починку может уйти большое количество времени, в большинстве случаев, из-за отдаленности МГЭС от городов. Так же может уйти время на поиск поломки.

Заключение: Своим проектом я хочу показать и рассказать людям, что для получения энергетических ресурсов необходимо использовать не только невозобновляемые, но и возобновляемые источники энергии. Ведь наша страна богата одним из самых больших источников возобновляемой электроэнергии — это вода. И её потенциал в России, к сожалению, развит достаточно слабо, особенно, на малых реках, а их на данный момент более 2 млн.

Так же добыча электроэнергии путём МГЭС не наносит вреда для небольших рек, что делает разработку полностью экологичной. Ведь в наше время есть большие проблемы с экологией, которые необходимо решать в ближайшее время что бы следующему поколению досталась чистая вода, воздух, земля, да и в целом вся природа и ее огромное разнообразие.

Ведь пока что человечество интенсивно применяет углеводородное сырьё для получения энергетических ресурсов и всерьёз не задумываясь о последствиях их использования. А данный метод добычи является полностью не экологичным и несет непоправимый вред всей экологии Земли.

Данным проектом хотелось бы сподвигнуть специалистов заняться этим вопросом более детально, потому что проблема экологии — это не единственная проблема, которая существует в нашей стране. Но и решить вопрос с бесперебойным обеспечением электричеством удаленных сёл, деревень и т.д. для повышения уровня жизни людей в каждом уголке нашей страны.

В итоге мы пришли к выводу, что, загрязняя воздух, почву, воду мы наносим большой вред не только экологии разрушая её, но и самому себе. Ведь мы дышим тем воздухом, который сами же испортили, сжигая на ТЭС и других предприятиях, пьем воду, в которую сбрасываем все отходы жизнедеятельности и загрязняя почву захоранивая ядовитые отходы, а потом едим выращенные на этой земле продукты. Человечество должно решить коренным образом о переходе на «зелёную» электроэнергию.

Список литературы

1. Гумаров, А. Гидроэлектростанция своими руками: как соорудить автономную мини-ГЭС / Амир Гумаров. – Текст: электронный // Интернет-энциклопедия по обустройству сетей инженерно-технического обеспечения «Совет инженера» : [сайт]. – Москва, 2019. – URL: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/eko-dom/gidroelektrostanciya-svoimi-rukami.html> (дата обращения: 26.02.2025).

2. Кажинский, А. А. Свободнопоточные гидроэлектростанции малой мощности / А. А. Кажинский; Массовая радио-библиотека. – Москва : Государственное энергетическое издательство, 1950. – 74 с. – ISBN 9785458379250. – Текст: непосредственный.

3. Маниш, К. С. Hydroelectric Power Plant – Parts, Working, Advantages & Disadvantages / Маниш Кумар Саини. – Текст: электронный // «Tutorials point»: [сайт]. – Индия, 2022. – URL: <https://www.tutorialspoint.com/hydroelectric-power-plant-parts-working-advantages-and-disadvantages> (дата обращения: 01.03.2025).

4. Марченко, А. Большое будущее малых ГЭС — 2018 / Анна Марченко – Текст: электронный // Малая и микрогидроэнергетика : [сайт]. – Москва, 2018. – URL: <https://rina.pro/napravleniya-deyatelnosti/alternativnaya-energetika/mikro-gidro-elektrostantsii> (дата обращения: 27.02.2025)