

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.103.1.008>**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРНЫХ РАЙОНОВ ТАДЖИКИСТАНА**

Научная статья

**Гулов Д.Ю.<sup>1,\*</sup>, Давлатов А.М.<sup>2</sup>, Горт М.В.<sup>3</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-6254-579X;<sup>1, 2, 3</sup> Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия

\* Корреспондирующий автор (gdy\_02[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье представлен краткий анализ существующих проблем энергоснабжения удалённых и горных районов Таджикистана. В результате анализа проблем, усложняющих энергообеспечение удалённых районов отмечены вопросы, связанные с экономической эффективностью проектов внедрения мини-ГЭС и рисками их реализации. Предлагается для реализации проектов энергоснабжения проводить сравнительный анализ их экономической эффективности, учитывающий как чисто экономические показатели, так и надёжность работы гидроэлектростанции. При этом, появляется возможность снизить затраты на эксплуатацию за счёт диагностической системы, основанной на новом типе генераторов. В качестве источника энергии предлагается использовать малые водотоки. В статье показаны также проблемы, возникающие при реализации предлагаемой структуры, касающиеся в основном экономической эффективности и окупаемости проектов внедрения мини-ГЭС, а также пути их решения.

**Ключевые слова:** мини-ГЭС, инвестиции, чистая приведенная стоимость, окупаемость проекта, алгоритм оценки эффективности.

**EFFICIENCY OF ELECTRICITY SUPPLY IN MOUNTAINOUS REGIONS OF TAJIKISTAN**

Research article

**Gulov D.Yu.<sup>1,\*</sup>, Davlatov A.M.<sup>2</sup>, Gort M.V.<sup>3</sup>**<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-6254-579X;<sup>1, 2, 3</sup> South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia

\* Corresponding author (gdy\_02[at]mail.ru)

**Abstract**

The article presents a brief analysis of the existing problems of electricity supply in remote and mountainous regions of Tajikistan. As a result of the analysis of problems that complicate the electricity supply of remote areas, the study explores the issues related to the economic efficiency of small-scale hydropower plant implementation projects and the risks of their implementation. The study proposes to carry out a comparative analysis of their economic efficiency for the implementation of power supply projects, taking into account both purely economic indicators and the reliability of the hydropower station. At the same time, it is possible to reduce operating costs due to a diagnostic system that is based on a new type of generator. As an energy source, the study proposes to use small watercourses. The article also demonstrates the problems that arise in the implementation of the proposed structure that are mainly related to the economic efficiency and payback of small-scale hydropower plant implementation projects as well as the ways to solve them.

**Keywords:** small-scale hydropower plant, investment, net present value, project payback, efficiency evaluation algorithm.

Мировое потребление энергии, по прогнозам на 2030 год, возрастёт на 55% по сравнению с сегодняшним днём из-за экономического роста, урбанизации и роста населения. Удельный вес этого роста, в большей степени, придётся на развивающиеся страны. При этом, по прогнозам, большая часть требуемой энергии будет поступать за счёт ископаемого топлива. Существующие в настоящее время технологии использования возобновляемых источников энергии позволяют существенно повысить ресурсосбережение при производстве электроэнергии и имеют потенциал для удовлетворения мирового спроса на энергию [1]. Особенно, это касается труднодоступных и горных районов.

Для устранения проблем, связанных с энергообеспечением различных объектов и обусловленных изменением климата, рынком нефти, энергетической безопасностью и т.д., всё больше стран начинает усиленно развивать направления использования возобновляемых источников энергии.

В настоящее время указанные источники (в том числе крупной гидроэнергетики), по данным Global Status Report, составляют 19 процентов производства энергии в мире. При этом, около 6 процентов мирового объема электрической мощности составляют возобновляемые источники энергии, за исключением крупномасштабной гидроэнергетики и источников, использующих традиционную биомассу. Эта доля возрастает с каждым годом.

Доминирующим источником энергии, в настоящее время, является нефть, добыча которой достигнет максимума в ближайшие 10-20 лет. Наибольшее беспокойство вызывает не только факт снижения запасов углеводородов, но и слабое использование других, не углеводородных источников энергии.

Одной из самых существенных проблем, связанных с использованием углеводородов является глобальное изменение климата. По прогнозам на ближайшие 5 лет, экономические потери от стихийных бедствий, возникших от, предположительно, глобального потепления, оцениваются в 150 млрд. долларов в год.

В международном сообществе растёт осознание, что изменение климата, связанное с сжиганием ископаемого топлива, может представлять собой по масштабам большую угрозу, чем терроризм. Переход, хотя бы в области малой энергетики, на возобновляемые источники энергии может стать значительным шагом в области энергоэффективности и, как следствие, привести к сокращению выбросов в атмосферу. Это, по существу, в ближайшие десятилетия единственный путь, обусловленный общим развитием технологий во всех областях жизнедеятельности, который может препятствовать глобальному изменению климата.

Успешное функционирование экономики будущего невозможно без развития всех технологий, связанных с возобновляемой энергией вообще, и, в частности с гидроэнергетикой. При широком использовании последней снижаются риски, связанные с колебаниями рыночных цен на ископаемое топливо и проблемами его доставки и утилизации.

Развитие местной экономики, обусловленное ростом генерирующих мощностей за счёт возобновляемых источников энергии, вызовет рост количества рабочих мест и привлечённых инвестиций. По общим оценкам около 1,6 миллиарда человек, живущих в развивающихся странах, не имеют доступа к электроэнергии.

Строительство длинных линий электропередач от крупного производителя электроэнергии к малому и среднему потребителю весьма затратно. Также как строительство и дальнейшее обслуживание новых электростанций на ископаемом топливе. Малые и средние гидроэлектростанции могут стать наиболее приемлемыми источниками энергии для населения и экономического развития удалённых районов.

В настоящее время, например, энергетика такой горной страны как Таджикистан и её развитие в будущем тесно связано со значительными запасами гидроресурсов и ростом их использования для производства электроэнергии.

Детальное исследование энергетического потенциала водотоков республики было проведено Академией наук Таджикской ССР в 1955-1959 гг. Результаты исследования нашли отражение в фундаментальной коллективной работе 14-ти авторов «Гидроэнергетические ресурсы» (1965 г.) по руководством А.Н. Вознесенского [2], [3]. В этом труде собраны и проанализированы все материалы по исследованию энергетического потенциала водотоков республики до 1965 г. включительно.

За последние 50 лет, после выхода этой работы в Таджикистане не производились никакие исследования и расчёты по количественному и качественному уточнению гидроэнергетических ресурсов. При этом, по данным госстатистики, за прошедший период производство и потребление электроэнергии увеличилось в 11 раз и в 2011 г и достигло 17 млрд. кВт·ч [4]. На долю гидроэлектростанций приходится 99% вырабатываемой электроэнергии.

Согласно исследованиям [3], [5] в настоящее время общий энергетический потенциал водотоков Таджикистана оценивается, в среднем, мощностью в 51,8 млн. кВт. В том числе 511 исследованных рек имеют мощность 32,6 млн. кВт., а реки, длиной менее 10 км имеют мощность 19,5 млн. кВт.

Потенциальные гидроэнергетические ресурсы Таджикистана занимают второе место в СНГ, после России.

Гидротехнические ресурсы республики составляют 2100 тыс. [кВт·ч / км<sup>2</sup>].

Как показал анализ изыскательских и научно-исследовательских работ в различные временные периоды развития Таджикистана гидроэнергетические ресурсы республики, возможные к использованию составляют: по мощности - 19,3 млн. кВт, а по выработке - 143,6 млрд. кВт·ч.

Это указывает на существенные потенциальные возможности использования возобновляемых гидроэнергетических ресурсов Таджикской Республики.

Однако, кроме водотоков крупной и средней мощности республика обладает большим количеством рек малой мощности [6], [7]. Это гидроэнергетические ресурсы малых водотоков. В этом случае производство электроэнергии обеспечивается за счёт малых ГЭС. К этой группе относят гидроэлектростанции со следующими техническими характеристиками: общая мощность до 30 МВт, мощность единичного агрегата до 10 МВт, диаметр рабочего колеса турбины до 3 м. По мнению некоторых авторов [7], [8], валовый энергетический потенциал малой гидроэнергетики проблематично рассчитать по подобной классификации. Так как такие расчёты не связаны с техническими параметрами гидроэлектростанции. По существу, валовый потенциал – это полезная мощность, выделяемая при полном преобразовании в энергию среднегодового объёма данного ресурса.

Эта проблема имеет существенное значение, поскольку эффективность использования каждого энергоресурса в конкретных условиях обусловлена точностью всех технико-экономических расчётов. При этом, все расчёты потенциала энергоресурсов проводятся по различным методикам, основанных на разных моделях.

В настоящее время существенное значение имеет не только техническое, но и экономическое обоснование выбираемого типа мини-ГЭС.

Гидроэнергетические ресурсы, оцененные в 1967 году [9], показали, что гидроэлектростанции, относимые к категории малых, имеют параметры: на равнинных реках - до 2.0 МВт; на горных реках - до 1.7 МВт. Данные классификационные признаки оптимальны для условий республики.

Горные реки Таджикистана, к которым относятся практически все реки республики, имеют высокую скорость течения и длительный период не замерзания.

Это обстоятельство указывает на возможность построения мини-ГЭС бесплотинной конструкции в труднодоступных и удалённых местах.

Мини-ГЭС, как правило предполагается, устанавливаются на водотоках малых рек [8], [12], [13]. При этом, нет единого подхода к определению малых рек, которые являются одними из самых распространённых водных объектов в республике.

Критерии при определении понятий «малая река» и «малый водоток» могут быть весьма различны. Количественные критерии используются в соответствии с ГОСТ 17.1.1.02-77: площадь водосбора у малой реки не должна превышать 2000 км<sup>2</sup>, а средний многолетний сток в период минимального уровня воды не должен превышать 5 м<sup>3</sup>/с.

В то же время по другой классификации, длина малой реки не должна превышать 100 км, а площадь водосбора не более 200 км<sup>2</sup>.

Есть примеры классификаций, учитывающих использование малых рек для хозяйственных нужд. Однако, в Таджикистане отсутствует общепринятый подход к определению понятия «малая река». По официальным данным [9], использование гидроэнергетических ресурсов малых рек Средней Азии возможно в объёмах 3,1 млн. кВт или 27,2 млрд. кВт·ч. Распределение указанной мощности по государствам Средней Азии:

- Таджикистан 1,6 млн. кВт и 14 млрд. кВт·ч;
- Узбекистан 0,5 млн. кВт и 4,4 млрд. кВт·ч;

- Киргизистан-0,8 млн. кВт и 7,0 млрд. кВт·ч;
- Туркменистан 0,2 млн. кВт и 1,8 млрд. кВт·ч.

Таким образом, в Таджикистане сосредоточены 51,4% гидроэнергетических ресурсов малых рек Средней Азии.

В принятой Долгосрочной Программе строительства малых электростанций на период 2009–2020 гг, разработанной для освоения энергетических ресурсов малых рек, предусмотрено строительство 189 малых ГЭС общей полезной мощностью 26,8 МВт.

В настоящее время более 265 малых ГЭС введены в эксплуатацию. Они предназначены для электроснабжения труднодоступных горных районов. Мощность малых ГЭС варьируется от 5 до 2500 кВт.

На освоение гидроэнергетических ресурсов направлены значительные усилия правительства Республики Таджикистан. Это направление рассматривается как основное в развитии экономики республики не только для удовлетворения внутренних потребностей, но и увеличения экспорта электроэнергии. При этом, повышение надёжности мини-ГЭС и сокращение эксплуатационных расходов непосредственно связаны с задачей совершенствования элементного состава станции. Решение этой задачи заключается в отказе от традиционных способах регулирования основных выходных параметров мини-ГЭС и заменой их способами, основанными на современной элементной базе [14].

При принятии проекта к реализации необходимо учитывать многие факторы, влияющие на устойчивую работу объекта. Так в случае мини-ГЭС это тип источника питания (генератора) и другие элементы мини-ГЭС, позволяющие сделать её действительно автономным необслуживаемым объектом.

Эффективность проектных решений по внедрению проектов энергоснабжения определяется многими факторами, которые могут быть классифицированы в соответствии с общепринятой системой оценки экономической эффективности проектных решений. В систему оценки входят:

- сумма инвестиций, которая включает в себя сумму затрат на разработку инвестиционного проекта (на документацию), на оборудование, его установку и ввод в эксплуатацию;
- источники финансирования инвестиционного проекта: внутренние и (или) внешние, которые включают в себе затраты на оплату процентов по кредиту;
- риски реализации проекта;
- инфляция;
- доходы от реализации проектных решений;
- текущие расходы на содержание оборудования в рабочем состоянии.

Критериями эффективности инвестиционного проекта являются

- чистая приведенная стоимость (NPV);
- внутренняя норма доходности (IRR);
- период окупаемости ( $T_{ок}$ ) и другие критерии.

Для инвестиционного проекта энергоснабжения расходы на разработку инвестиционного проекта включают в себя:

- затраты на исследование гидроресурсов в данном районе, как правило, удалённом и расположенном в горной местности;
- исследование потребностей потребителей в электроэнергии;
- расчёт технических параметров передающих устройств (силовые преобразователи, кабельные линии, устройства управления генератором и другое оборудование, необходимое для устойчивой работы генератора) с учётом их установки в горной местности;
- расчёт затрат на установку устройств и их ввода в эксплуатацию.

После определения суммы необходимых инвестиций определяются источники финансирования проекта, которые можно разделить на две основные категории: внутренние и внешние. К внутренним источникам относятся все источники, не имеющие процентов по их займу. К внешним источникам финансирования проекта относят все источники, привлечение которых связано с текущими процентами по кредиту (займу). Как правило, используется смешанное финансирование: часть средств за счёт организации занимающейся установкой оборудования и вводом в эксплуатацию и часть средств за счёт займов и кредитов.

Рассмотрим основные показатели, входящие в оценку экономической эффективности и окупаемости проекта

Чистая приведенная стоимость (net present value NPV) - сумма приведенной стоимости будущих доходов от проекта и первоначальных инвестиций (вложений) в проект

$$NPV = CF_0 + \sum_{t=1}^n CF_t / (1 + d)^t \quad (1)$$

Здесь

- $CF_0$  – денежный поток (Cash Flow) нулевого периода (первоначальные инвестиции). В стандартном случае это отрицательная величина;
- $CF_t$  – денежный поток периода  $t$  ( $t=1, 2, 3 \dots n$ );
- $n$  – срок действия проекта (количество периодов);
- $d$  – ставка дисконтирования.

**NPV** — это основной показатель, учитывающий изменение во времени стоимости денег вследствие применения показателя дисконтирования. Используется наиболее часто и позволяет выявить проекты, приносящие прибыль инвестору

Ставка дисконтирования, уравнивающая стоимость настоящих вложений в проект и всех будущих доходов от его реализации представляет собой внутреннюю норму доходности (internal rate of return, IRR). То есть — это максимальная ставка дисконтирования, при которой проект остается безубыточным.

$$0 = CF_0 + \sum_{t=0}^n CF_t / (1 + IRR) \quad (2)$$

Этот показатель является важным инструментом оценки доходности проекта.

Инвестору важно знать: через какой промежуток времени доходы от реализации проекта сравняются с вложенными в него инвестициями. Этот период называется сроком окупаемости инвестиционного проекта ( $T_{ок}$ ). Естественно, что минимальный срок окупаемости определяет надёжность проекта и минимум рисков.

Срок окупаемости весьма эффективный показатель, позволяющий определить успешность запланированных инвестиций. Наряду с такими показателями чистая приведенная стоимость (NPV) и внутренняя норма доходности (IRR), срок окупаемости ( $T_{ок}$ ) используется для закрепления решения об инвестировании.

Алгоритм внедрения проектов энергоснабжения по методике NPV, представленный на рис.1 показывает последовательность реализации отдельных этапов оценки экономической эффективности с учётом сроков окупаемости.

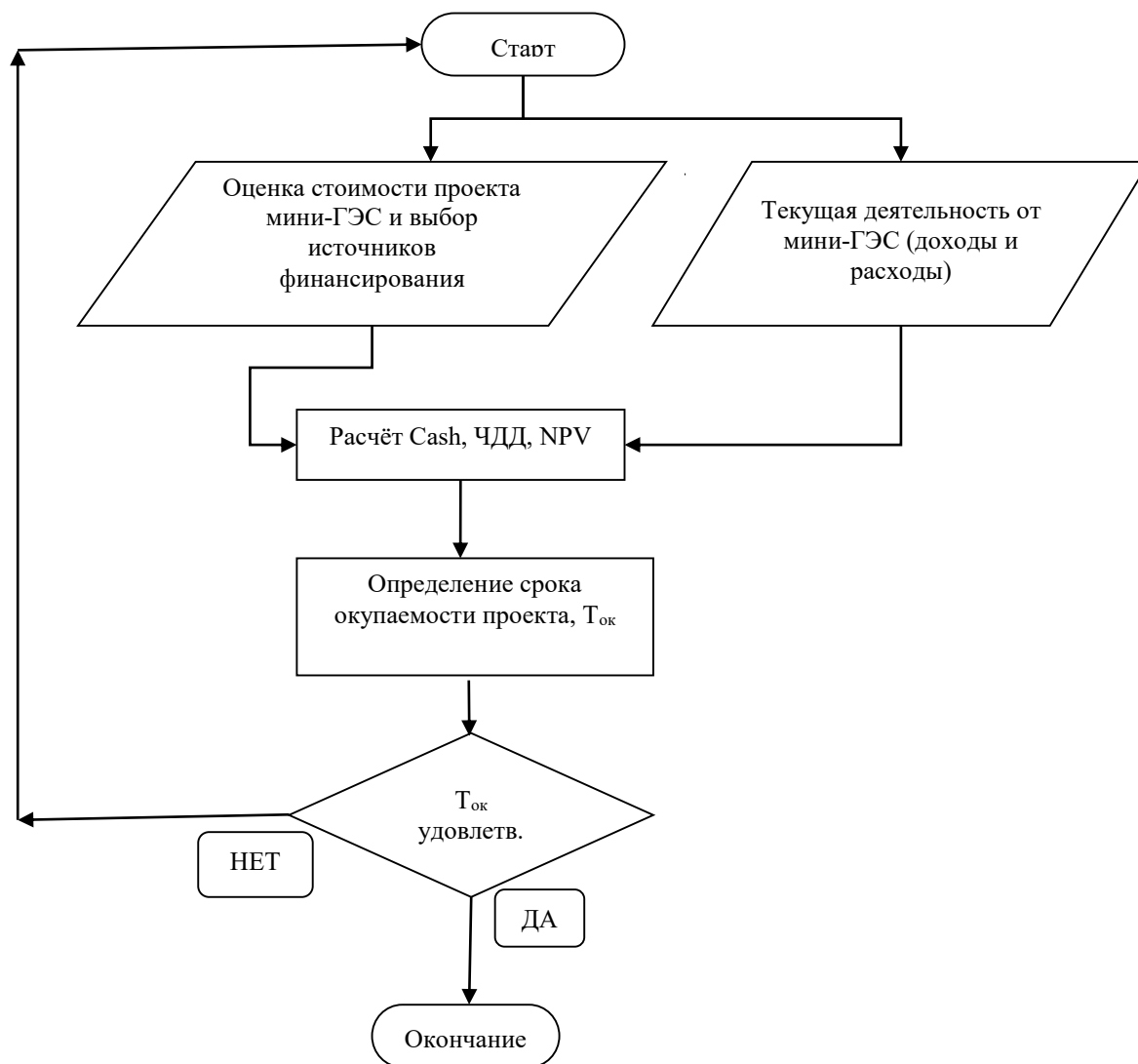


Рис. 1 – Алгоритм оценки эффективности реализации проекта мини-ГЭС

Для оценки экономической эффективности проекта по указанному алгоритму потребуются единовременные расходы, которые входят в состав стоимости проекта энергоснабжения. В соответствии с требованиями законодательства РФ [ПБУ, НК РФ] эти расходы группируются по статьям:

- амортизация оборудования мини-ГЭС (Ам);
- фонд заработной платы (ФЗП);
- налоги во внебюджетные фонды (ВнФ);
- расходы на услуги сторонних организаций (УСО);
- расходы на оборудование мини-ГЭС и материал на ввод в эксплуатацию (СМ);
- прочие расходы при реализации проекта внедрения мини-ГЭС (Пр).

Наличие различных факторов, влияющих на срок окупаемости проектных инвестиций, обуславливают существование различных формул для определения ставки дисконтирования [15], [16], [17].

Как правило, ставка дисконтирования ( $d$ ) включает коэффициенты, учитывающие инфляцию ( $b$ ) и степень риска реализации проекта ( $a$ )

$$d = a + b \quad (3)$$

Источниками финансирования проекта внедрения мини-ГЭС могут быть как внешние инвесторы, с учётом банковского процента, так и внутренние источники. Погашение кредитных сумм учитывается при расчёте чистой приведенной стоимости (NPV) и влияет на срок окупаемости проекта.

Реализация производимой и поставляемой электроэнергии является источником окупаемости проекта внедрения мини-ГЭС. При мгновенной полезной мощности  $P_2$  [кВт], поставляемой источником энергоснабжения потребителям за время  $t$  [ч] выручка от реализации (объём реализации) электроэнергии будет равна

$$V_{pz} = P_2 \cdot t \cdot C_{pz} \quad (4)$$

где « $C_{pz}$ » - цена реализации электроэнергии, [руб / (кВт\*ч)].

Под затратами (расходами) от текущей проектной деятельности понимаются затраты связанные с получением выручки только от реализации проекта. Структура текущих расходов аналогична группировке по статьям, представленным выше.

Поток денег (Cash Flow) от реализации электроэнергии мини-ГЭС в каждом расчётном периоде определяется по формуле:

$$CF_g = V_{pz} - OE + Am \quad (5)$$

Здесь «OE» (operating expense) – текущие расходы, связанные с получением выручки только от реализации проекта. В данном случае от реализации электроэнергии.

В расчётах Cash Flow проекта энергоснабжения принято: « $CF_0$ » - инвестиции в проект, направленные на ввод в эксплуатацию электростанции до момента производства электроэнергии;  $V_{pz}$  – годовая выручка от реализации производимой электроэнергии.

Показатель OE «текущие расходы» объединяет все текущие затраты, связанные с производством энергии, включая все налоги и проценты за кредит и платежи по основному кредиту.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Список литературы / References

1. Renewables 2013. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century [Electronic resource]. – URL: [www.ren21.net](http://www.ren21.net). (accessed: 12.12.2020)
2. Тресман А.Г. Режимы внутригодового распределения стока рек Таджикистана: отчет о НИР / А.Г. Тресман // – Душанбе: Отдел энергетики АН Таджикской ССР. – 1959. – С. 103.
3. Авакян А.Б. Энергетические ресурсы СССР. Гидроэнергетические ресурсы / А.Б. Авакян // под ред. А.Н. Вознесенского – М.: Наука, –1967. – С. 599.
4. Фортов В.Е. Энергетика в современном мире / В.Е. Фортов, О.С. Попель // – Издательский Дом «Интеллект». – Долгопрудный, –2011. – С. 168.
5. Petrov, G.N. Tajikistan's Hydropower Resources. Central Asia and Caucasus / G.N. Petrov // Center for Social and Political Studies. Sweden. – 2003. – №33 (21), – pp. 153–161.
6. Тресман А.Г. Кривые обеспеченности и естественная зарегулированность стока рек Таджикистана / А.Г. Тресман. – Душанбе: Дониш. –1969. – С. 168.
7. Киргизов А.К. Методика определения расхода воды при проектировании малых ГЭС на горных водотоках Таджикистана / А. К. Киргизов, С. Р. Расулов // Энергетика: Экология, Надежность, Безопасность: материалы девятнадцатой Всеросс. Науч.-техн. конф. / Томский политехнический университет. Т.1.– Томск: «СПБ Графика», – 2013. – С. 82–84.
8. Киргизов А.К. Потенциал нетрадиционных источников энергии в Таджикистане / А.К. Киргизов, С. Р. Расулов, У.У. Косимов // Энергетика: Экология, Надежность, Безопасность: материалы восемнадцатой Всеросс. науч.-техн. конф. / Томский политехнический университет. – Томск: «СПБ Графика», – 2012. – С. 99–101.
9. Абдуллаева Ф.С. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР / Ф.С. Абдуллоева, Г.Б. Баканин, С.М. Гордон // – Л.: Недра, –1965. – С. 658.
10. Главтаджикгидромет. Гидрографический экспедиционный отдел. Схемные проработки. «Использование гидроэнергетических ресурсов малых и средних водотоков ГБАО средствами малой гидроэнергетики». Книга 1. Климата - Гидрологическое обоснование. Душанбе 1995. – С. 132.
11. Тресман А. Г. Определение годового стока на неизученных створах рек Памира /А. Г. Тресман // Доклад АН Тадж. ССР. – № 4. т. 11, Душанбе – 1959. –С. 98.

12. Безруких П.П. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П. П. Безруких, Ю. Д. Арбузов, Г.А. Борисов, В. И. Виссарионов, В. М. Евдокимов и др // СПб.: Наука, 2002. – С. 314.
13. Киргизов А.К. Водно-энергетический потенциал малых рек Памира / А.К. Киргизов, Дж. С. Ахъеев, Дж. Х. Худжасайдов // 8-я Межд. конф. По проблемам горной промышленности, строительства и энергетики —Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики // ТулГУ. Тула-Донецк-Минск. – 2012. – С. 480-485.
14. Воронин С.Г. Автоматизированная мини-ГЭС как основа системы электроснабжения горных районов Таджикистана / С.Г. Воронин, А.М. Давлатов, О.О. Султонов и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 100–107. DOI: 10.14529/power190311
15. Грей Клиффорд Ф. Управление проектами: Практическое руководство / Грей Клиффорд Ф., Ларсон Эрик У // Пер. с англ. – М.: Издательство «Дело и Сервис». – 2003. – С 528.
16. Бланк И.А. Основы инвестиционного менеджмента. / И.А. Бланк // – Киев: Эльга-Н, Ника-Центр, 2001. – в 2-х томах.
17. Бригхем, Ю. Финансовый менеджмент: Полный курс: В 2-х т. / Ю.Бригхем, Л. Гапенски // Пер. с англ. под ред. В.В. Ковалева. – СПб.: Экономическая школа, 1998.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Renewables 2013. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century [Electronic resource]. – URL: [www.ren21.net](http://www.ren21.net). (accessed: 12.12.2020)
2. Tresman A.G. Rezhimy vnutrigodovogo raspredelenija stoka rek Tadjikistana: otchet o NIR [Modes of intra-annual distribution of river runoff in Tajikistan: research report] / A.G. Tresman // – Dushanbe: Otdel jenergetiki AN Tadjikskoj SSR. – 1959. – P. 103. [in Russian]
3. Avakjan A.B. Jenergeticheskie resursy SSSR. Hidrojenergeticheskie resursy [Energy resources of the USSR. Hydropower resources] / A.B. Avakjan // ed. by A.N. Voznesenskogo – М.: Nauka, –1967. – P. 599.
4. Fortov V.E. Jenergetika v sovremennom mire [Energy in the modern world] / V.E. Fortov, O.S. Popel' // – Publishing house «Intellekt»: Dolgoprudnyj, –2011. – P. 168. [in Russian]
5. Petrov G.N. Tajikistan's Hydropower Resources. Central Asia and Caucasus / G.N. Petrov // Center for Social and Political Studies. Sweden. – 2003. – №33 (21), – pp. 153–161.
6. Tresman A.G. Krivye obespechennosti i estestvennaja zaregulirovannost' stoka rek Tadjikistana [Security curves and natural regulation of river flow in Tajikistan] / A.G. Tresman. – Dushanbe: Donish. –1969. – P. 168.
7. Kirgizov A.K. Metodika opredelenija rashoda vody pri proektirovanii malyh GJeS na gornyh vodotokah Tadjikistana [Method for determining water consumption at design of small hydroelectric power plants on mountain watercourses in Tajikistan] / A. K. Kirgizov, S. R. Rasulov // Jenergetika: Jekologija, Nadezhnost', Bezopasnost': materialy devjatnadcatoj Vseross. Nauch.-tehn. konf. / Tomskij politehnicheskij universitet. Vol.1.– Tomsk: «SPB Grafiks», – 2013. – P. 82-84. [in Russian]
8. Kirgizov A.K. Potencial netradicionnyh istochnikov jenerгии v Tadjikistane [Potential of unconventional energy sources in Tajikistan] / A.K. Kirgizov, S. R. Rasulov, U.U. Kosimov // Jenergetika: Jekologija, Nadezhnost', Bezopasnost': materialy vosemnadcatoj Vseross. nauch.-tehn. konf. / Tomskij politehnicheskij universitet. – Tomsk: «SPB Grafiks», – 2012. – P. 99-101. [in Russian]
9. Abdullaeva F.S. Hidrojenergeticheskie resursy Tadjikskoj SSR [Hydropower resources of the Tajik SSR] / F.S. Abdullaeva, G.B. Bakanin, S.M. Gordon // – L.: Nedra, –1965. – P. 658.
10. Glavtadjikgidromet. Hidrograficheskij jekspedicionnyj otdel. Shemnye prorabotki. «Ispol'zovanie gidrojenergeticheskix resursov malyh i srednih vodotokov GBAO sredstvami maloj gidrojenergetiki». [ Use of hydropower resources of small and medium watercourses in GBAO by means of small hydropower] Book 1. Klimata - Hidrologicheskoe obosnovanie. Dushanbe 1995. – P. 132.
11. Tresman A. G. Opredelenie godovogo stoka na neizuchennyh stvorah rek Pamira [Determination of the annual runoff at unexplored sections Pamir rivers] / A. G. Tresman // Doklad AN Tadjh. SSR. – № 4. Vol. 11, Dushanbe – 1959. –P. 98.
12. Bezrukih P.P. Resursy i jeffektivnost' ispol'zovanija vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии v Rossii [Resources and efficiency of use renewable energy sources in Russia] / P. P. Bezrukih, Ju. D. Arbuzov, G.A. Borisov, V. I. Vissarionov, V. M. Evdokimov i dr // SPb.: Nauka, 2002. – P. 314. [in Russian]
13. Kirgizov A.K. Vodno-jenergeticheskij potencial malyh rek Pamira / A.K. Kirgizov, Dzh. S. Aheev, Dzh. H. Hudzhasaidov // 8-ja Mezhd. konf. Po problemam gornoj promyshlennosti, stroitel'stvo i jenergetiki —Social'no-jekonomicheskie i jekologicheskie problemy gornoj promyshlennosti, stroitel'stva i jenergetiki [Socio-economic and environmental problems of mining, construction and energy] // TulGU. Tula-Doneck-Minsk. – 2012. – P. 480-485. [in Russian]
14. Voronin S.G. Avtomatizirovannaja mini-GJeS kak osnova sistemy jelektrosnabzhenija gornyh rajonov Tadjikistana [Automated mini-hydroelectric power station as the basis of the power supply system for mountainous regions of Tajikistan] / S.G. Voronin, A.M. Davlatov, O.O. Sultonov et al. // Vestnik JuUrGU. Serija «Jenergetika». – 2019. – Vol. 19, № 3. – P. 100–107. DOI: 10.14529/power190311. [in Russian]
15. Grej Klifford F. Upravlenie proektami: Prakticheskoe rukovodstvo [Project Management: A Practical Guide] / Grej Klifford F., Larson Jerik U. – М.: Publishing house «Дело и Сервис». –2003. – P 528.
16. Blank I.A. Osnovy investicionnogo menedzhmenta. [Fundamentals of Investment Management] / I.A. Blank // – Киев: Jel'ga-N, Nika-Centr, 2001. – in 2 vols.
17. Brigham, Ju. Finansovyj menedzhment: Polnyj kurs: V 2-h t. [Financial management: Complete course: In 2 volumes.] / Ju.Brigham, L. Gapenski // ed. by V.V. Kovaleva. – SPb.: Jekonomicheskaja shkola, 1998.