УДК 556.53:621.22(571.56)

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЭНЕРГИИ МАЛЫХ РЕК ЯКУТИИ

Ноговицын Д.Д., Шеина З.М., Сергеева Л.П.

ФГБУН «Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова» Сибирского отделения Российской академии наук (ИФТПС СО РАН), Якутск, e-mail: 25051204@mail.ru

Рассматривается возможность использования гидроэнергии малых рек Якутии для обеспечения электроэнергией небольших сел и предприятий, имеющих сезонный характер деятельности, расположенные на значительном отдалении от централизованных источников энергии. Одним из факторов, действующих в пользу возобновляемых источников энергии, является ожидаемое повышение стоимости энергии от обычных источников. а завоз жидкого топлива для децентрализованных поселений в новых условиях хозяйствования становится все дороже. До настоящего времени энергоснабжение этих потребителей осуществляется от мелких дизельных станций. По своим физико-географическим условиям местности из этого количества потребителей только небольшая их часть имеет возможности для выбора и размещения малых ГЭС. Для выбора наиболее подходящих гидросторов для малой ГЭС исследованы небольшие реки в Верхоянском, Кобяйском и Томпонском районах Якутии. Проведены гидрометрические работы на реках Илин-Биллээх, Джюганьджа, Станция, Дэсовский. В результате полевых работ, проведенных в августе – сентябре 2016 г., по вышеназванным рекам получены данные по глубинам, площади водного сечения, расхода воды. Определены отметки местности, уровней воды, предварительные проектные горизонты, профили наиболее подходящих гидросторов на рассмотренных реках. Из обследованных рек наиболее подходящие для строительства малой ГЭС гидрологические характеристики имеются на р. Джюганьджа. Несмотря на то, что в стране накоплен достаточно большой опыт проектирования, строительства и эксплуатации малых ГЭС в Республике Саха (Якутия) пока данный вопрос находится на уровне научных разработок.

Ключевые слова: Якутия, река, ручей, гидрометрические работы, гидроствор, малая ГЭС, карта-схема водосбора реки

ON THE POSSIBILITY OF USING SMALL RIVERS HYDROPOWER OF YAKUTIA

Nogovitsyn D.D., Sheina Z.M., Sergeeva L.P.

V.P. Larionov Institute of Physical and Technical Problems of the North, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (SB RAS IPTPN), Yakutsk, e-mail: 25051204@mail.ru

The possibility to use hydropower resources of small rivers of Yakutia to provide small villages and enterprises with seasonal activities located at a considerable distance from centralized sources of energy with electricity. One of the factors acting in favor of renewable energy sources is the expected increase in the cost of energy from conventional sources. And the delivery of liquid fuel for decentralized villages under new conditions of managing is becoming more expensive. Up to the present moment, the power supply to these consumers is carried out from small petrol stations. Due to its physical and geographical conditions of the area only small part of this number of consumers has opportunities for choice and placement of small hydropower plants. To select the most suitable gauges for the small hydropower plant some small rivers in Verkhoyansky, Kobyaisky and Tomponsky regions of Yakutia have been investigated. Hydrometric work was conducted on the rivers Ilin-Billaakh, Dzhugandzha, Stantsiya, Desovsky. In the result of fieldwork conducted in August-September 2016, data on depth, water area cross-section, water flow were received on the above-mentioned rivers. Levels of terrain and water, preliminary project horizons and profiles of the most suitable gauges on these rivers were specified. The Dzhugandzha River is the most suitable for the construction of a small hydroelectric plant. Despite the fact that the country has accumulated a considerable experience in engineering, construction and operation of small hydropower plants in the Republic of Sakha (Yakutia) the matter is on a stage of research and development.

Keywords: Yakutia, river, stream, hydrometric works, hydro range, small hydropower plant, a schematic map of the river water catchment

Основной целью исследования гидрологических характеристик малых рек в Верхоянском, Кобяйском и Томпонском районах Якутии является возможность использования гидроэнергии этих рек для обеспечения электроэнергией небольших сельских поселений и предприятий, имеющих сезонный характер работы, расположенных на значительном отдалении от централизованных источников энергии. В результате гидрометрических работ на реках Илин-Биллээх, Джюганьджа, ручье Безымянный (Дэсовский) получены данные по глубинам и площади водного сечения, расход воды, а также профиль гидроствора по состоянию на 26 августа, 9 сентября, 12–14 сентября 2016 г. соответственно. Гидрологический режим рек исследуемой территории изучен совершенно недостаточно. На рассматриваемых водотоках наблюдения не проводились. Реки получают питание за счет дождей, таяния снега, подземных вод, а также ледников, наледей и снежников. Основной сток проходит в течение короткого летнего периода. Летние дождевые паводки высокие, но непродолжительные. Минимальный

сток приходится на зиму, когда он совсем прекращается и реки (даже крупные) промерзают до дна. Продолжительность периода промерзания, за исключением крупных рек, достигает 6–8 месяцев. Для зимнего режима рек, кроме промерзания, характерно образование многочисленных, иногда гигантских наледей и полыней.

Река Илин-Биллээх – один из многочисленных малых правых притоков р. Яны, впадает в нее на 774 км от устья. Длина реки 62 км. Площадь водосбора 630 км^2 (рис. 1). На водосборе 19 озер с общей площадью зеркала 1,32 км^2. Территория рассматриваемого района относится к Верхоянской горной области.

Климат резко континентальный, с суровой с продолжительной малоснежной зимой и жарким коротким летом. Температура зимой иногда опускается ниже –60 °С, а летом нередко поднимается выше +30 °С. Среднегодовая температура –11 °С. Среднегодовое количество осадков в виде дождя и снега минимальное – около 300–350 мм/год. Устойчивый снежный покров устанавливается в начале октября. Ледостав происходит в конце октября. Вскрываются реки во второй половине мая [1, с. 3].

На территории находится один из полюсов холода Верхоянск с рекордно минимальной измеренной температурой –68 °С [2]. Наиболее характерные черты климата – большая сухость воздуха, малое количество осадков, большие контрасты температур и незначительная скорость ветра.

Годовые амплитуды температур воздуха достигают по среднемесячным показателям – 63,8 °, по абсолютному минимуму и максимуму –103 °С.

Лето в межгорных котловинах довольно теплое и засушливое. Днем жарко, в отдельные дни температура достигает 35 °С, ночи прохладные или даже холодные, в течение всего лета бывают заморозки и снегопады.

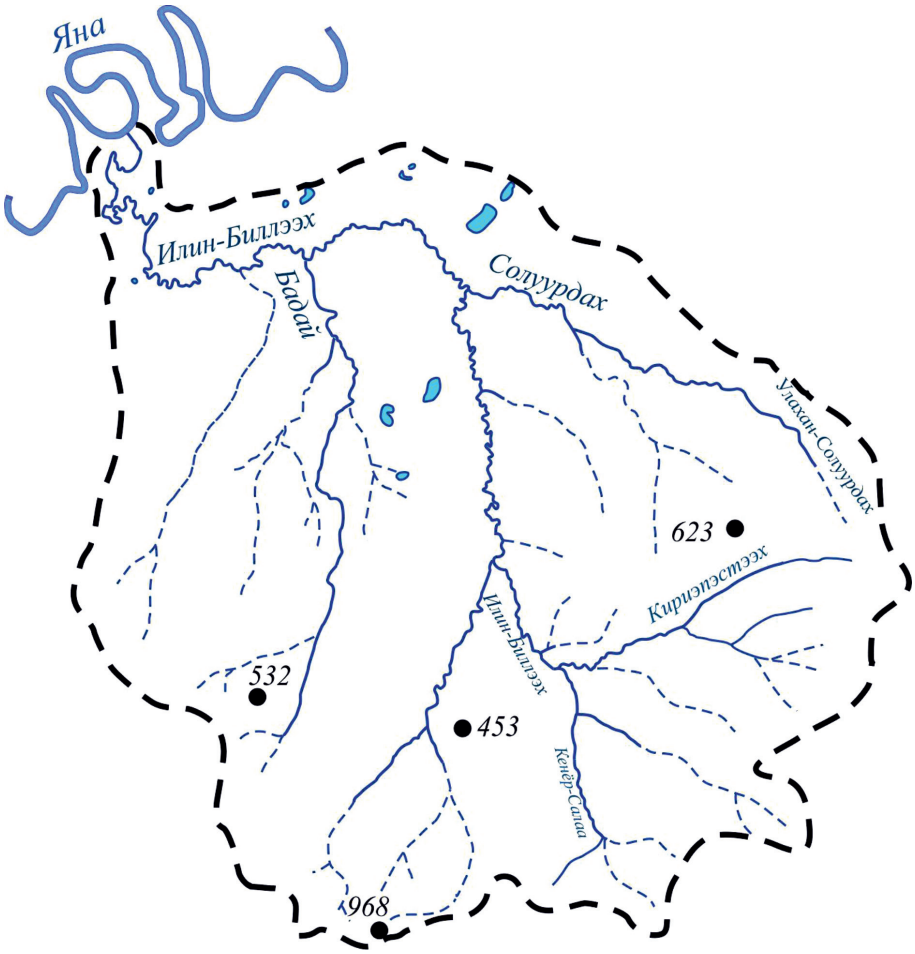

Рис. 1. Карта-схема водосбора площади р. Илин-Биллээх

Продолжительность безморозного периода достигает 70–80 дней, а сумма температур более 10 °С превышает 1000 °, причем наблюдается даже небольшой период (до 15–30 дней) с суммой таких температур выше 1500 °С.

В течение лета выпадает 55–70 мм осадков, а за теплый период (апрель – октябрь) сумма их составляет около 140 мм.

Водный режим рек района характеризуется резким и стройным весенним половодьем с максимумом в середине июня, летними и осенними паводками. Летние паводки в отдельные годы превышают половодье. Летняя межень низкая по водности. Ледостав устойчивый, большой продолжительности. Реки промерзают.

Начало половодья обычно наступает во второй половине мая, а его максимум – в первой половине июня. Продолжительность половодья колеблется около 30–40 дней. Суммарные объемы половодья в среднем составляют около 80 мм, что соответствует 50 % годового стока. Максимальные модули стока на реках с площадями водосборов около 1000 км^2 могут достигать около 300 л/сек. Наблюдаемые максимумы в 30–50 раз превышают величину среднего годового стока. Летне-осенний паводочный период продолжается от 60 до 100 дней.

Наибольшее количество паводков достигает 5–7 случаев в год. Модули наивысших паводков на реках с указанными площадями водосборов (1000 км^2) могут доходить летом до 200 л/сек, а осенью – до 60 л/сек.

Средние модули меженного стока в межпаводочные периоды можно оценить примерно в 1 л/сек. За летне-осенний период на реках проходит около 50 % годового стока. Продолжительность ледостава примерно 8 месяцев. Почти все реки промерзают до дна.

В засушливой Верхоянской впадине реки очень маловодны. Объемы половодья не превышают здесь 10–15 мм, а годового стока – 40–50 мм. Максимальные модули половодья летних паводков на реках с площадями водосборов 500–600 км^2 составляют около 100 л/сек.

Река Джюганьджа – левый приток р. Томпо, впадающего в р. Алдан. Впадает в нее на 280 км от устья, длина 41 км, площадь водосбора 204 км^2. Район исследования расположен в нижнем течении рассматриваемой реки, в 3 км к северо-востоку от села Тополиное Томпонского улуса. Территория находится в среднегорье восточного Верхоянья. На местности преобладают отметки от 400 до 1000 и более метров (рис. 2). Рельеф – сильно расчлененный с остроконечными горными пиками, достигающими 1673 м (к западу от с. Тополиное) и глубоко врезающимися долинами горных рек. Мощность аллювия в долинах – небольшая. Климат холодно умеренный. Среднегодовая температура –13,5 °С.

Среднегодовая норма осадков – 284 мм [3]. Самый засушливый месяц – январь с осадками 5 мм. Большая часть осадков выпадает в июле, среднее значение – 60 мм. Дата появления снежного покрова – 26 сентября –1 октября. Устойчивый снежный покров формируется с 1 по 6 октября, разрушается с 2 по 16 мая. Высота снежного покрова в среднем по местности достигает 30–40 см [3].

Устойчивый переход температуры воздуха через 10 °С в период подъема температуры наблюдается с 2 по 21 июня; в период падения температуры – с 21 августа до 1 сентября. Продолжительность безморозного периода – от 50 до 70 дней. Первые осенние заморозки случаются в последней декаде августа [3].

Водный режим данного района характеризуется невысоким и расчлененным весенним половодьем с максимумом в середине июня, летними и осенними паводками, превышающими в отдельные годы половодье. Летняя межень высокая по водности, зимняя – низкая. Ледостав большой продолжительности.

Начало половодья на горных реках района наступает в более южных частях в первой половине мая, а в более северных – во второй половине этого месяца. Максимум половодья проходит большей частью в середине июня. Общая продолжительность его колеблется от 50 до 80 дней.

Суммарные объемы половодья, так же как и снегозапасы, увеличиваются с запада на восток от 120 до 300 мм, а объемы годового стока – от 200 до 450 мм. За время половодья стекает около 60 % годового стока.

Максимальные модули половодья на реках с площадями водосборов порядка 1000 км^2 могут достигать в западной части района 500 л/сек, а в восточной – 1500 л/сек. Наблюденные максимумы в 25–50 раз превышают средний годовой сток.

Период наледно-дождевого стока продолжается от двух до трех месяцев, суммарный объем этого стока составляет в среднем около 150 мм, или примерно 35 % годового стока. В летне-осенний период проходит

5–6 паводков и лишь на отдельных реках число паводков увеличивается до 7–9 (реки Восточная Хандыга, Эбетем). Наивысшие паводочные максимумы на реках с площадями водосборов порядка 1000 км^2 достигают летом 1000 л/сек, а осенью – 300 л/сек.

Средние модули летних межпаводочных периодов (наледного стока) здесь очень высокие и доходят до 6–14 л/сек; на реках с отсутствием наледного питания наблюдается низкая межень. Средние модули зимнего стока большей частью колеблются около 0,2 л/сек. В зимний период в среднем стекает около 5% годового стока. Продолжительность зимнего (ледоставного) периода около 8 месяцев. В зависимости от местных условий одни реки ежегодно промерзают до дна, а другие промерзают лишь в отдельные годы.

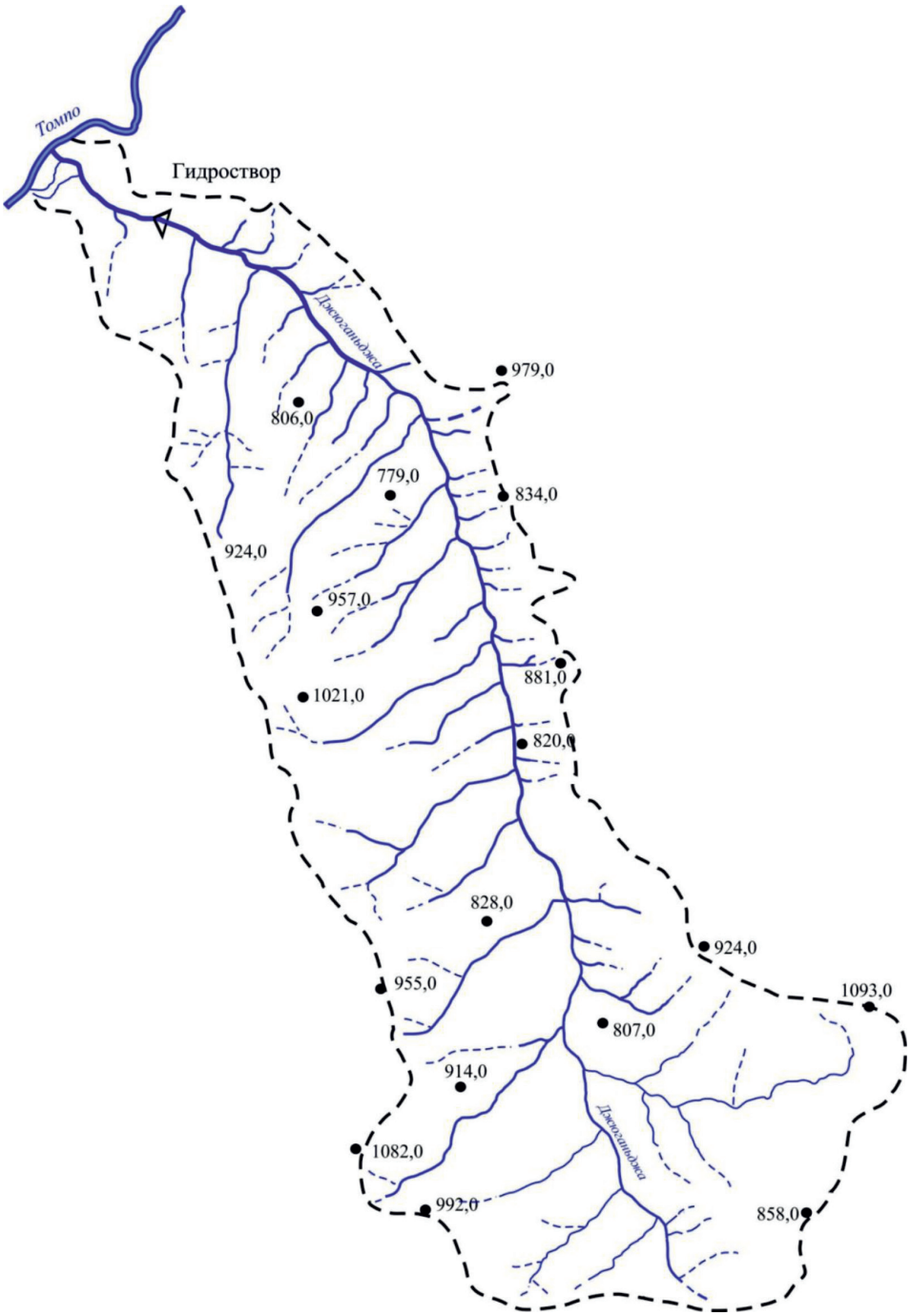

Рис. 2. Карта-схема водосборной площади р. Джюганьджа

Ручей Безымянный (Дэсовский). Объект исследования – два участка речек: 1) участок безымянной речки (далее ручей Дэсовский), впадающей в р. Момыя – приток р. Яна четвертого порядка [4]; 2) участок речки Станция, впадающей в оз. Улахан-Силээн-Кюёль. Объекты удалены друг от друга на 4 км. Первый участок лежит в пределах села Себян-Кюель Кобяйского улуса, второй соответственно – в 3,6–4,0 км от села. Участки соединены проселочной автомобильной дорогой длиной 4 км и тропой в 0,5 км.

В районе исследования находятся крупные озера ледникового происхождения: оз. Улахан-Силээн-Кюель, Куччугуй Себян-Кюель, Баяндя и другие.

Участок № 1 ручья Дэсовский расположен в 200 м от устья. На правом берегу ручья расположен заросший редколесьем уступ, выше трансформирующийся в скалистый горный склон. По левому берегу – практически ровная поверхность, переходящая в пойму р. Момыя. Общая ширина долины р. Момыя и ручья Дэсовский в этом створе составляет порядка 500 м. По литологическому составу участок расположен на валунно-галечном материале с суглинисто-супесчаным и песчаным заполнителем, часто перекрытым суглинками и супесями с торфяным покровом.

В горах зимой наблюдаются сильная инверсия температуры и скапливание холодного воздуха в долинах и котловинах. Зимой погода в долинах обычно сухая, безветренная, малоснежная, тогда как в горах дуют сильные ветры, часты метели.

Лето холодное, безморозный период очень короткий (ст. Сюрен-Кюель – 38 дней) или совсем отсутствует. Наряду с дождями бывают снегопады. Годовое количество осадков составляет 286 мм (ст. Сюрен-Кюель), причем в течение теплого периода (апрель – октябрь) выпадает 264 мм, а в течение холодного – всего 22 мм. Высота снежного покрова достигает здесь 33 см.

На ручье для выполнения гидрометрических работ выбрано 2 гидроствора. На гидростворе 1 измерены 2 профиля, а также приведены глубины и площадь водного сечения гидроствора 1 и расход воды.

Участок № 2 р. Станция находится в 400 м от устья. Ручей без названия (рабочее название Станция) – приток оз.Улахан-Силян Кюель, длиной 7 км с площадью водосбора 6,9 км^2. Так же как р. Джюганьджа и руч.Дэсовский, относится к району Верхояно-Колымской складчатой области [5].

Рельеф расчлененный, участок находится в ложе V-образного ущелья с склонами из массивных скальных выступов. Ложе долины сложено валунно-галечным материалом.

Выводы

1. На реке Илин-Биллээх мощность микроГЭС может составить даже при малой воде 30–40 кВт. Перепад высот уровней воды создается спрямлением одной из многочисленных излучин в низовье р. Илин-Биллээх, но при спрямлении русла в условиях многолетней мерзлоты появятся дополнительные затраты.

2. На реке Джюганьджа можно поставить микроГЭС мощностью 40 кВт и более в зависимости от расхода воды. Исследованный гидроствор имеет очень широкую пойму, поэтому в последующем необходимо выбрать гидроствор выше по течению.

3. Руч. Станция может быть использован для выработки э/энергии на малой ГЭС только в период летних паводков и весенних наводнений.

Таким образом из рассматриваемых гидростворов наиболее приемлемой для строительства малой ГЭС является река Джюганьджа.

Список литературы

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист Q-52. Верхоянские цепи. Объяснительная записка, с. 3. URL: http://www.geokniga.org/sites/geokniga/files/mapcomments/q-52-verhoyanskie-cepi-geologicheskaya-karta-trete-pokolenie-verhoyano-kolymsk.pdf (дата обращения: 01.11.2017).

2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Вып. 24. Якутская АССР. Книга 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 597 с.

3. Климат: Тополиное [Электронный ресурс]. – URL: http://ru.climate-data.org/location/323530/ (дата обращения: 01.11.2017).

4. По данным государственного водного реестра [Электронный ресурс]. – URL: http://www.textual.ru/gvr/index.php?card=255991 (дата обращения: 01.11.2017).

5. Шестакова А.А. Опыт составления инженерно-геологической карты Республики Саха (Якутия) масштаба 1:1 500 000 / А.А. Шестакова, В.Б. Спектор, Я.И. Торговкин, В.В. Спектор // Наука и образование. – 2016 – № 2 – С. 53–57.

References

1. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1:1 000 000 (trete pokolenie). Serija Verhojano-Kolymskaja. List Q-52. Verhojanskie cepi. Objasnitelnaja zapiska, s. 3. URL: http://www.geokniga.org/sites/geokniga/files/mapcomments/q-52-verhoyanskie-cepi-geologicheskaya-karta-trete-pokolenie-verhoyano-kolymsk.pdf (data obrashhenija: 01.11.2017).

2. Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR. Serija 3. Mnogoletnie dannye. Chasti 1–6. Vyp. 24. Jakutskaja ASSR. Kniga 1. L.: Gidrometeoizdat, 1989. 597 p.

3. Klimat: Topolinoe [Jelektronnyj resurs]. URL: http://ru.climate-data.org/location/323530/ (data obrashhenija: 01.11.2017).

4. Po dannym gosudarstvennogo vodnogo reestra [Jelektronnyj resurs]. URL: http://www.textual.ru/gvr/index.php?card=255991 (data obrashhenija: 01.11.2017).

5. Shestakova A.A. Opyt sostavlenija inzhenerno-geologicheskoj karty Respubliki Saha (Jakutija) masshtaba 1:1 500 000 / A.A. Shestakova, V.B. Spektor, Ja.I. Torgovkin, V.V. Spektor // Nauka i obrazovanie. 2016 no. 2 pp. 53–57.