

ПРИРОДА

№ 1, 2003 г.

Малик Л.К.

ГЭС на малых реках России: достоинства и недостатки

© “Природа”

Использование и распространение этого материала
в коммерческих целях
возможно лишь с разрешения редакции



Сетевая образовательная библиотека “VIVOS VOCO!”
(грант РФФИ 00-07-90172)

vivovoco.rsl.ru
vivovoco.usu.ru
vivovoco.nns.ru
www.ibmh.msk.su/vivovoco

ГЭС на малых реках России: достоинства и недостатки

Л.К.Малик

Не так давно в рамках государственной научно-технической программы «Безопасность населения и народно-хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф», курируемой МЧС, в лаборатории гидрологии Института географии РАН были проанализированы некоторые экологические проблемы развития малой гидроэнергетики в России [1].

В последнее десятилетие все чаще обращаются к потенциалу малых рек. Из 3 млн рек на территории бывшего СССР 2.9 млн имеют длину до 100 км — их и считают малыми. Сток таких водотоков составляет около 50% общего, но в водохозяйственном балансе участвует лишь около 25% этой воды. Однако в жизни общества роль малых рек исключительна, поскольку на их долю приходится 95% общей протяженности гидрографической сети [2]. На их водосборах и в прибрежных зонах сосредоточена большая часть населения страны — до 44% городских жителей и 90% — сельских, 127 тыс. малых рек используются для хозяйственных нужд.

С другой стороны, малые реки — удобный тракт для удаления сточных вод, которые они транспортируют в большие водотоки, обостряя экологические, экономические и социальные проблемы. В настоящее время уменьшается

© Л.К.Малик



Лилия Константиновна Малик, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН. Область научных интересов — взаимодействие гидротехнических сооружений с окружающей средой. В последние годы занимается экстремальными гидроэкологическими ситуациями на территории России.

водоносность многих малых рек, ухудшается их водный режим, снижается качество воды, особенно в засушливые годы и т.д. В сельской местности они часто загрязнены биогенными веществами, заилены, зарастают растительностью и потому теряют рекреационное и рыбохозяйственное значение. Их состояние, особенно в европейской части России, близко к катастрофическому, чему во многом способствуют интенсивное судоходство и сплав леса. Еще хуже дело обстоит в районах нефтедобычи, где поверхность водотоков покрыта маслянистой пленкой. Таким образом, малые реки — наиболее ранимое звено гидрологической системы. Поэтому их освоение в энергетических целях требует чрезвычайно осторожного подхода.

Теоретический потенциал ма-

лой энергетики России оценивается Ленгидропроектом в 1520 млрд кВт·ч (30% от общего потенциала водных ресурсов страны). При этом экономически целесообразная часть — 493 млрд кВт·ч, в том числе более 100 млрд кВт·ч — в европейской части страны. В 90-х годах предполагалось довести установленную мощность малых гидроэлектростанций (МГЭС) к 2000 г. до 3000 МВт с выработкой более 12 млрд кВт·ч в год, что могло бы дать экономию более 4 млн т органического топлива (в пересчете на условное топливо) [3]. Однако из-за распада СССР, перехода экономики на рыночные отношения, отсутствия финансирования, резкого снижения объемов промышленного производства и потребностей в электроэнергии, протестов общественности и ряда других причин

энергетическое строительство было свернуто, многие объекты были законсервированы.

В последние годы роль МГЭС выросла в связи с дефицитом и увеличением стоимости органического топлива, необходимостью электрификации изолированных сельских и промышленных потребителей, большими затратами на транспортировку дизельного топлива в отдаленные районы.

Целесообразность строительства малых гидроэлектростанций

МГЭС экономически целесообразны по многим причинам: их сооружение не требует больших капиталовложений, что облегчает поиск инвесторов, они менее трудозатратны, что чрезвычайно важно, например, для условий Крайнего Севера, быстрее строятся и окупаются, хотя стоимость 1 кВт энергии на них выше, чем на средних и больших гидроэлектростанциях.

При строительстве МГЭС можно поочередно возводить гидроузлы, по мере необходимости наращивая регулируемую емкость. Сооружение большого числа водохранилищ для малых станций помимо выработки электроэнергии обеспечит водой различные отрасли хозяйства. Развиваясь параллельно с крупными ГЭС, малые особенно эффективны там, где передача энергии затруднена, например в труднодоступных горных районах, чреватых авариями ЛЭП из-за схода лавин и т.д. К тому же специалисты считают весьма эффективной работу МГЭС и в составе объединенных систем в качестве надежного маневренного источника энергии.

Кроме экономических преимуществ у МГЭС имеются и экологические. По разным оценкам, доля топливно-энергетического комплекса в России в загрязнении воздушного бассейна составляет 50%, из них 27% приходится на долю электроэнергетики, 11% — на долю котельных и мелких отопительных установок. Создание МГЭС взамен небольших электростанций, работающих на органическом топливе,

приводит к существенному оздоровлению воздушного бассейна.

При их сооружении подтапливаются и затапливаются гораздо меньшие площади по сравнению со средними и тем более крупными гидроузлами, особенно если МГЭС располагаются на равнинных реках, в верхних частях их бассейнов или на беспойменных участках. В этих случаях водохранилища могут подпитываться из больших рек по каналам и трубопроводам, что одновременно обеспечивает поддержку необходимого уровня малых рек, а также возврат вод в основные реки [4]. Наиболее же эффективно строить малые гидроэлектростанции на горных реках с устойчивыми к размыву и подтоплению валунно-галечниковыми руслами и каменистыми склонами долин.

Влияние плотин МГЭС на малые реки окажется наименьшим, если водохранилища ГЭС будут расположены в пределах русла и их нормальный подпорный уровень не будет превышать отметок бровки. Более того, появились проекты бесплотинного функционирования МГЭС, их пристраивают к существующим ГЭС, каналам и т.д. Небольшие по объему водохранилища не препятствуют процессам водообмена в речных системах — напротив, способствуют перемешиванию водных масс и их аэрации.

Подготовка ложа к затоплению малых искусственных водоемов не сложна по сравнению со средними и крупными водохранилищами. Серия МГЭС может создавать условия как для многолетнего регулирования стока, так и для снижения пиков половодий или паводков.

Плотины и водохранилища МГЭС в меньшей степени, чем другие энергообъекты, нарушают естественную среду. Они не так опасны для рыбного хозяйства, как плотины средних и крупных ГЭС, перекрывающих миграционные пути проходных и полупроходных рыб и затопляющих нерестилища. Кроме того, расположение малых водохранилищ в приводораздельной части бассейнов рек способствует переводу поверхностного стока в подземный и росту почвенной влаги. Благодаря небольшим объе-

мам они не могут спровоцировать землетрясения и менее опасны, если окажутся в эпицентре сейсмических катаклизмов.

Положительная их сторона особенно проявляется в маловодные сезоны, что в конечном итоге отражается и на режиме главных рек. Наибольшего же эффекта от внутригодового перераспределения стока такими водоемами, при их массовом строительстве, можно ожидать в засушливых районах. Важен и положительный социальный эффект — они не требуют переселения жителей.

Наиболее эффективны МГЭС на Крайнем Севере и во многих регионах Сибири и Дальнего Востока, населенных представителями малочисленных народов.

Строительство средних и крупных водохранилищ неблагоприятно сказалось на большинстве представителей животного мира, попадавших в зоны затоплений и влияния водоемов. Создание МГЭС, вместе с использованием других нетрадиционных источников энергии (ветра, термальных вод и т.д.), не препятствует охотничьему промыслу — основному занятию коренного населения — и в то же время позволяет надеяться на подъем национальной экономики, возрождение культуры, обустройство старых и создание новых поселений.

Еще одна важная проблема — относительная безопасность создания МГЭС. Очевидно, что непосредственный ущерб от повреждения или полного разрушения таких плотин по сравнению с крупными станциями будет несравнимо меньшим. Но когда малая гидроэлектростанция — единственный источник энергии для поселка или хозяйственного объекта, ее повреждение может иметь далеко идущие последствия.

Возможность аварий на плотинах

Наиболее распространенный вид аварий на плотинах ГЭС, особенно малых, — перелив воды через гребень плотины из-за прохождения паводков, с расходами выше

расчетных, отказом гидромеханического оборудования, ошибками в проектах и обслуживании.

В истории плотин немало примеров их разрушения под влиянием крайне редких высоких паводков. В нашей стране аварий на крупных плотинах не случилось, но на малых реках они происходили. Их причины в последние годы — перестройка экономики и ликвидация ряда органов управления водным хозяйством, отсутствие хозяина у некоторых водохранилищ, сокращение сети Роскомгидромета. Отсюда — трудности обоснованного прогноза экстремального паводка. Серьезным фактором возможных аварий становится старение сооружений и отсутствие финансирования на их профилактический ремонт, замену пришедшего в негодность оборудования.

Так, в 1993 г. на Урале произошла авария на Кисилевской грунтовой плотине (р.Каква), водосбросы которой были рассчитаны для пропуска $560 \text{ м}^3/\text{с}$ воды. Прошедший паводок имел расход $1000 \text{ м}^3/\text{с}$, что привело к разрушению плотины, смыву 1200 домов и гибели 15 человек. Формирование катастрофического расхода воды связывают с уничтожением на водосборе реки лесов и болот и экстремальными дождевыми паводками, наложившимися на снеговое половодье [5].

Нередко переливы через гребень плотин связаны с отказом механического оборудования и невозможностью открыть затворы водосбросов из-за нарушения электроснабжения. Подобные аварии наблюдались в Испании в 1982 г. на плотине р.Тоус, в Румынии в 1931 г. на плотине р.Бельцы и т.д.

Иногда затворы водосборных сооружений не удается открыть из-за редкого их использования, некомпетентности обслуживающего персонала, отсутствия профилактики и периодической проверки их эксплуатационной надежности. Так, в 1994 г. Тирлянское водохранилище на р.Белой переполнилось из-за интенсивных дождей. Затворы водосброса начали поднимать,



Верховья р.Малый Кас (левобережье Енисея).



Забор воды для орошения из р.Пышмы (Тюменская обл.).

Фото Л.К.Малик

когда уровень воды оказался выше гребня грунтовой плотины высотой 9.85 м. В результате ее прорвало, затопило ряд населенных пунктов, погибло 22 человека. Неготовность к работе водосброса вызвала разрушение ограждающей дамбы Сургутской ГРЭС, так как в паводок не удалось полностью открыть затворы.

Перелив воды через гребень МГЭС в Ленинградской обл. — Бе-

логорской на р.Оредж и Будогощской на р.Пчезжа — также привел к их разрушению, что связывают с некомпетентностью и халатностью обслуживающего персонала.

Во время разгула стихии в августе 2002 г. в районе Новороссийска в плотине водохранилища у пос.Абрау-Дюрсо возникла трещина, и только чудо позволило избежать обрушения плотины и сброса 4.5 млн м^3 воды на нижележа-



Схема переливной грунтовой плотины [6]. Отметка экстремального расхода воды — 1, нормального подпорного уровня — 2.

щие поселки. В дальнейшем воду из водохранилища удалось спустить, что предотвратило еще бо́льшую катастрофу.

Гидротехники, конечно же, предпринимают усилия для предотвращения аварий. Они рекомендуют сооружать надежные по гидравлическим условиям конструкции переливных грунтовых плотин со ступенчатым откосом (низовой гранью), обращенным к нижнему бьефу. Такие плотины из камня, с каменной или бетонной облицовкой уже давно используются в гидротехнике для гашения энергии водных потоков и сокращения размеров водобойных устройств [6]. У них нет специальных затворов, но гребень переливного участка должен располагаться на отметке нормального подпорного уровня (НПУ), а водосбросный участок не должен превышать ширины реки в межень в нижнем бьефе.

Используются и более универсальные (для плотин различных размеров) автоматические водосбросные системы, разработанные исследовательским центром фирмы «Гидроплюс» [7].

Они сконструированы из серии специальных бетонных или металлических сооружений (блоков), устанавливаемых на гребне плотины, каждое из которых опрокидывается, когда уровень водохранилища достигает определенной отметки, увеличивая пропускную способность.

В последние годы появилась опасность повреждения гидротех-

нических сооружений в связи с военными действиями в зонах этносоциальных конфликтов и возможными террористическими актами. Например, были повреждены турбина Дубоссарской ГЭС (при артобстреле во время вооруженного конфликта в Приднестровье), небольшие плотины в Нагорном Карабахе; существовала опасность разрушения плотины Нурекской ГЭС в Таджикистане, а также повреждения плотины Чиркейской ГЭС на Кавказе и т.д.

Но не только возможные аварии тормозят гидроэнергетическое освоение малых рек. Слабо изучен их режим, а также влияние МГЭС на природную среду. Положение дел осложняется отсутствием современных методов оценки стока малых рек. Впрочем, обнадеживающий материал для изучения режима малых рек дают многолетние наблюдения на воднобалансовых станциях и парных бассейнах Росгидромета, но сеть этих станций недостаточна.

У водохранилищ МГЭС, особенно в горных и предгорных районах, остро стоит проблема заиливания и вследствие этого — подъема уровней воды, затоплений и подтоплений, частичной или полной потери их регулирующей способности, снижения гидроэнергетического потенциала рек и выработки электроэнергии. Задержка наносов в нижних бьефах плотин может неблагоприятно повлиять на процессы, формирующие русло. Если же река впадает в море или озеро,

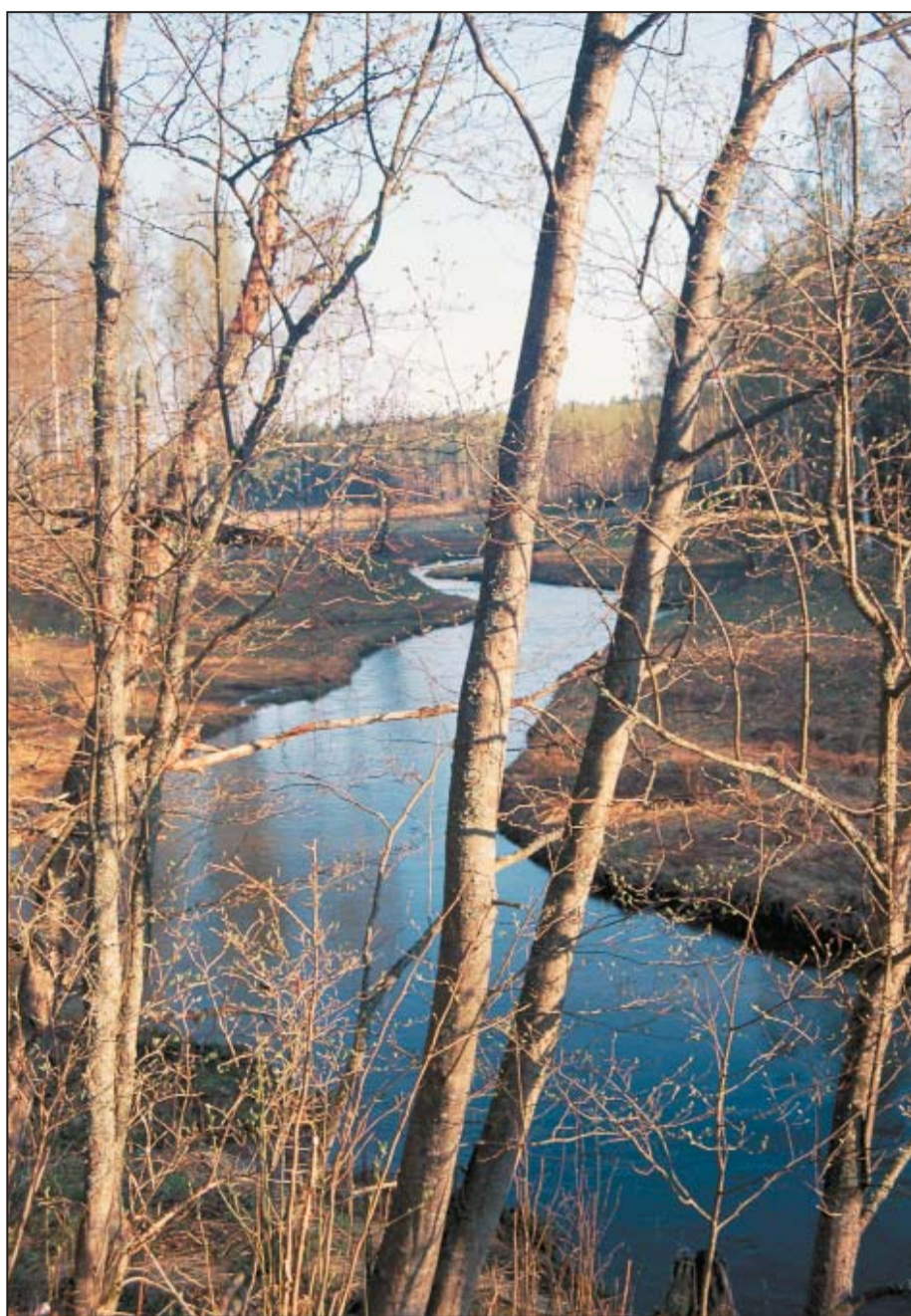
горные МГЭС перекрывают своими плотинами источники пляжеобразующих наносов (такие явления наблюдаются на Кавказе).

Прогнозирование последствий от создания плотин малых гидроэлектростанций нередко сложнее, чем крупных. К малым равнинным водохранилищам, например, не всегда применима методика расчета изменений берегов, свойственных крупным водоемам.

Не все известно и о сейсмичности многих регионов, перспективных с точки зрения сооружения МГЭС, — Алтая, Кавказа, Якутии и т.д.. Возможная опасность повреждения гидротехнических сооружений снижает их экологические преимущества.

Не разработана методика определения эффективности МГЭС (пользуются той, что предназначена для крупных). Приходится помнить, что такие электростанции не всегда обеспечивают гарантированную выработку энергии, будучи сезонными электростанциями. Зимой их отдача резко падает, снежный покров, лед и шуга, как, впрочем, и летнее маловодье и пересыхание рек, могут вообще приостановить их работу. Поэтому требуются дублирующие источники энергии. Вот почему они имеют преимущественно локальное значение.

Не останавливаясь на технических подробностях развития малой энергетики, подчеркнем, что массовое строительство МГЭС возможно лишь при серийном выпуске простого и надежного оборудова-



Река Эрзит в Туве.



Приток р.Мсты (Новгородская обл.).

Фото М.В.Глазова

ния и автоматизации управления станциями. Так, разработаны проекты унифицированных гидроагрегатов для МГЭС с турбинами, работающими в диапазоне напоров до 75 м.

Гидроэнергетическое освоение требует не только знания морфологических особенностей реки и ее режима, но и ландшафтных особенностей территории — возможны подъем уровней грунтовых вод и другие последствия. Да и сама река — один из элементов ландшафта, и ее изменение может оказать влияние на стабильность экосистемы. Поэтому создаваемое водохранилище МГЭС должно способствовать ее сохранению. С этой целью предельный объем регулирования реки не должен превышать 20—30% среднего годового стока в устье, необходимо соблюдать определенные критерии скорости течения и водности ниже

плотины. При строительстве каскада низконапорных плотин обязательны расчистка русел, а также другие мероприятия.

Программа строительства

Сотрудники АО «Институт Гидропроект», головной организации по проектированию ГЭС, разработали программу строительства и восстановления сотен МГЭС во всех регионах России, в том числе на Северном Кавказе (в Дагестане, Ставропольском и Краснодарском краях, Северной Осетии, Кабардино-Балкарии), в ряде областей Центральной России и других регионах.

Остановимся несколько подробнее на некоторых проектах, разработанных Ленгидропроект. Так, несколько МГЭС планируется

создать в Камчатской обл., имеющей самую низкую в России выработку электроэнергии на душу населения — менее 4000 кВт·ч в год [8]. Энергетика этой области базируется на привозном органическом топливе. Его дороговизна, трудности и нерегулярность доставки побудили сотрудников Ленгидропроекта рассмотреть возможности освоения потенциала малых рек путем сооружения на них бесплотинных малых станций, так как малые реки Камчатки — нерестовые. В течение года была построена МГЭС на р.Быстрой, где водозабор в агрегаты осуществляется без плотины и даже без «стеснения» русла. Благодаря этому не нарушается водный режим реки и нет препятствий для хода рыбы на нерест, а зимний сток позволяет станции вырабатывать электроэнергию круглогодично. Предполагается также построить каскад



Малые реки в горах наиболее перспективны для строительства гидроэлектростанций: вверху — левый приток Сумульты (бассейн Катунь), внизу — р.Левая Убинка в верховьях Иртыша.

Фото Л.К.Малик

трех, а возможно, и четырех МГЭС на р.Толмачева. При этом одноименное озеро площадью 22 км², из которого вытекает река, будет использоваться в качестве водохранилища многолетнего регулирования стока. Однако уровень воды в озере поднимется плотиной ГЭС на 12 м (что в пределах исторически наблюдавшихся уровней)

и затопит более 2000 га прибрежных территорий.

По мнению специалистов, проект энергетического освоения р.Толмачева не должен нанести урон ландшафтам бассейна и водопадам реки. Предусматривается полная уборка леса и кустарника в зонах затоплений, строительство ихтиологического стационара на

озере и другие природоохранные меры, начатые еще в 1993 г.

Предполагается также создание пяти ГЭС на малых реках в Корякском автономном округе, из них три в бесплотинном варианте. После ввода этих станций в эксплуатацию общая годовая экономия дизельного топлива может составить 17—18 тыс. т (около 30% ежегодно завозимого).

Всего на Дальнем Востоке, где функционирует около 3000 дизельных электростанций мощностью до 500 кВт и электроснабжение большей части территории зависит от поставок топлива, Ленгидропроектом предложено более 200 створов для строительства малых ГЭС с суммарной выработкой энергии до 1500 млн кВт·ч/год.

Однако далеко не на всех малых реках могут быть построены бесплотинные ГЭС, не препятствующие ходу рыбы на нерест. Существующие в России и за рубежом типовые рыбопропускные сооружения (шлюзы, рыбоподъемники и т.д.) в большинстве случаев не выполняют своих функций, имеют очень небольшую рыбопропускную способность и неудачно расположены в системе гидроузлов, что отпугивает, а не привлекает рыб.

Правда, можно улучшить положение с помощью специальных рыбоходов [9], в которых условия максимально приближены к природным: дно выложено естественными материалами, скорости течения приближены к речным, сам рыбоход повторяет изгибы реки и его вход определяется поведением рыб в водном потоке. Эти близкие к малой реке или ручью водотоки не могут быть типовыми, а предназначены для конкретного рыбного стада.

Попытки сооружения таких рыбоходов в России известны давно, но не получили широкого распространения. Между тем один из них был построен еще в 1936 г. на Туломской ГЭС и до сих пор успешно пропускает семгу, идущую на нерест. Этот опыт не имел последователей, но может быть использован, например, на Камчатке.

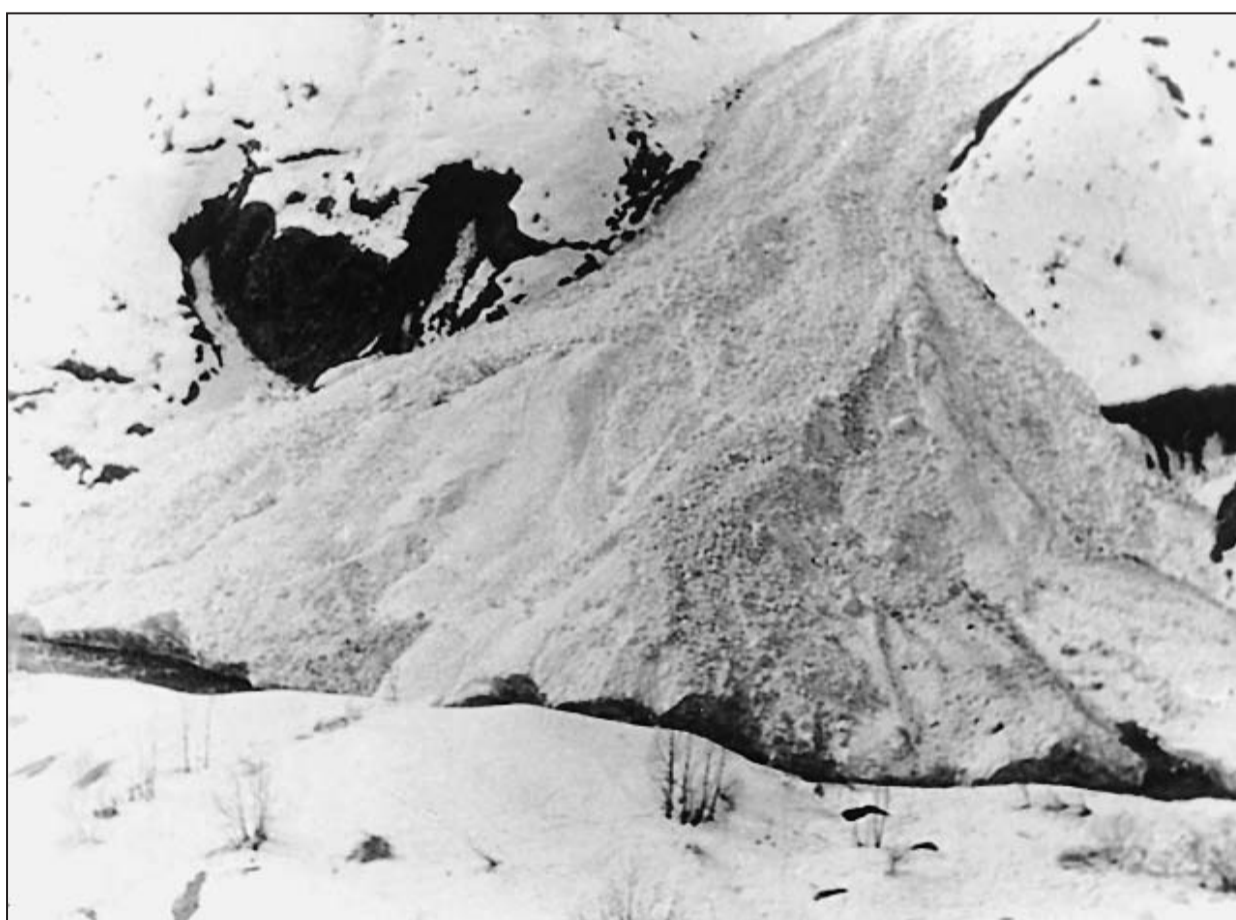
Начинают осваивать гидропотенциал малых рек и в Республике

Саха, где очень много децентрализованных потребителей энергии, которую вырабатывают 1100 мелких дизельных станций. Последние ежегодно потребляют 500 тыс. т органического топлива. В настоящее время составлен энергетический кадастр малых рек, расположенных в бассейнах р.Анабара, Оленека, Яны, Индигирки, Колымы, Алдана, Олекмы общей площадью более 2.5 млн км² [10].

Трудности использования энергии малых рек на севере Якутии связаны с небольшими — от 0.92 м³/с до 11.5 м³/с — расходами воды, сезонностью работы малых ГЭС в суровых климатических условиях — три-четыре месяца в году, остальное время реки перемерзают. На юге условия эксплуатации таких ГЭС более благоприятны — пять-шесть месяцев они свободны ото льда, — но многие из них имеют рыбопромысловое значение, и здесь необходимо создание проточных условий.

Одна из многих экологических проблем Байкальского региона — загрязнение среды небольшими дизельными электростанциями. И здесь альтернативой им может стать использование гидроэнергетического потенциала малых рек. Анализ гидрологических характеристик 11 рек в четырех районах Бурятии, выполненный в Восточно-Сибирском филиале ВНИИ электрификации сельского хозяйства, показал, что реки этого региона имеют большое количество участков со скоростью водного потока и глубиной русла, позволяющих построить и эффективно эксплуатировать малые бесплотинные ГЭС [11].

Однако гидротехническое строительство на Севере, в районах распространения многолетнемерзлых пород, требует особых подходов и специальных разработок. Ландшафты здесь чрезвычайно уязвимы при различных видах хозяйственной деятельности. Создание даже небольших гидроузлов может изменить условия теплообмена, температурный режим и физико-технические свойства грунтов и привести к развитию термокарста, термоэрозии, образованию наледей и т.д. Это заставляет тща-



Явления, опасные для работы МГЭС: сверху — половодье разрушило мост на р.Чуя, внизу — снежная лавина, перекрывшая р.Сухая Зевака (бассейн Бухтармы).

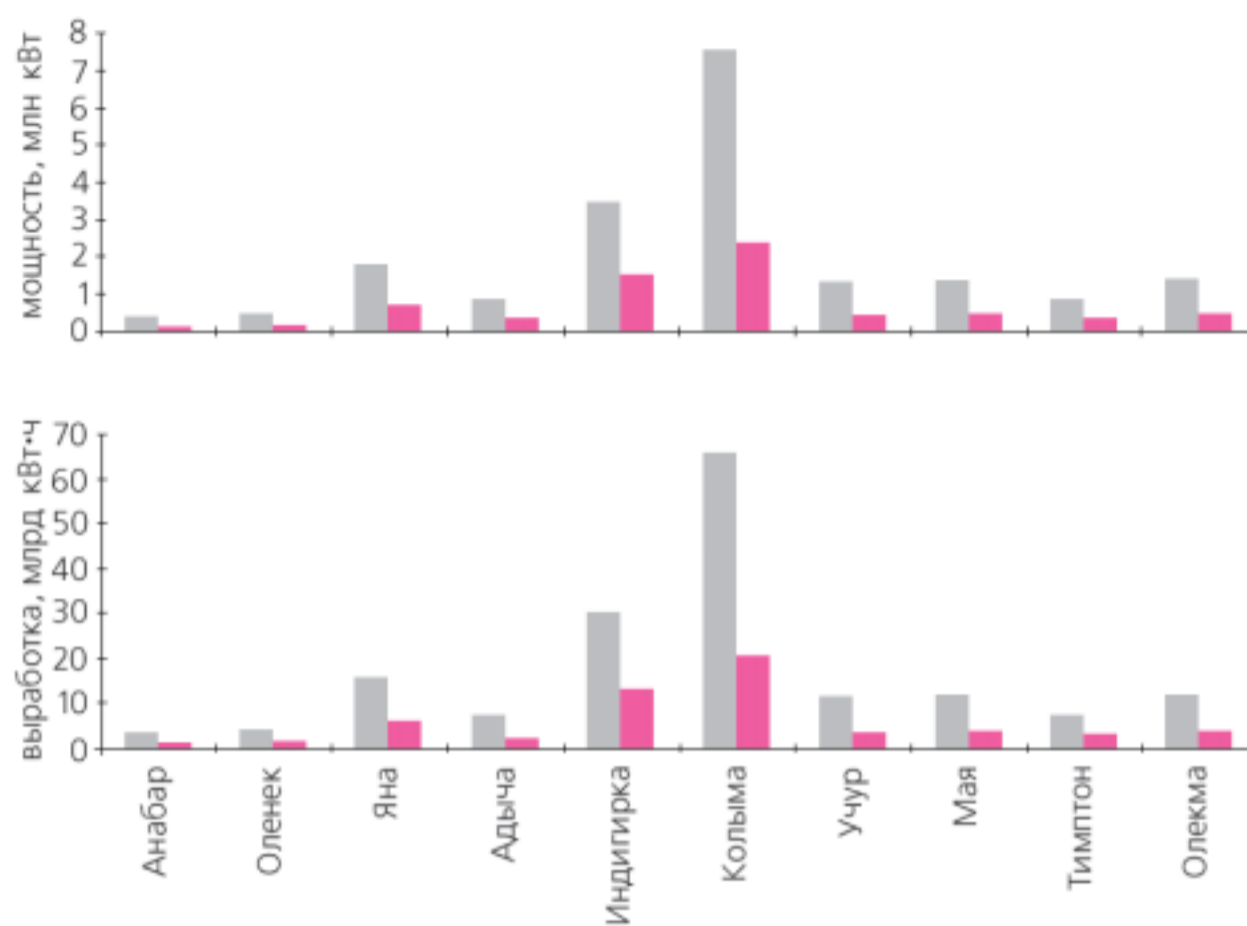
Фото Л.К.Малик

тельней изучать последствия уже созданных в этих районах гидроузлов.

В горных и предгорных районах в настоящее время чрезвычайно актуально создание подземных МГЭС, более всего отвечающих условиям безопасности при стихийных или антропогенных (возможно, преднамеренных) воздействиях.

Очень важный аспект строительства гидроэлектростанций на малых реках — разъяснение выгод от таких энергообъектов населению. Только учитывая взаимоотношения с природной средой различных социальных и этнических групп, можно создать условия для экономической заинтересованности регионов.

ГЕОГРАФИЯ



Гидроэнергетические ресурсы малых рек Якутии (потенциальные и технически возможные для использования — цвет) в отдельных крупных бассейнах [10]. Вверху — мощность водных ресурсов, внизу — выработка электроэнергии.

И, наконец, создание плотин различного назначения на малых реках требует установления их ведомственной принадлежности (часто у них нет хозяина), наблюдений за состоянием гидроузлов и прогноза их поведения в экстремальных ситуациях. Все это необходимо для предотвращения человеческих жертв и материального ущерба. ■

Литература

1. Малик Л.К. // Пробл. регион. экологии. 2001. №1. С.53—62.
2. Малые реки России / Под ред. Н.И.Коронкевича. М., 1994.
3. Садовский С.И. // Гидротехн. стр-во. 1997. №7. С.1—3.
4. Алтунин В.С., Дмитрук В.И., Панкратов В.Ф. // Гидротехн. стр-во. 1988. №9. С.28—31.
5. Бобков С.Ф., Боярский В.М. и др. // Гидротехн. стр-во. 1999. №4. С.2—9.
6. Шванштейн А.М. // Гидротехн. стр-во. 1999. №5. С.15—21.
7. Семенов А.И. // Гидротехн. стр-во. 1995. №6. С.38—46.
8. Львовский В.А., Фрумкин В.И. и др. // Гидротехн. стр-во. 1997. №8. С.38—42.
9. Гиргидов А.Д., Шилин М.Б. // Гидротехн. стр-во. 1999. №6. С.12—15.
10. Константинов А.Ф., Шеина Н.Я., Константинова М.А. // География и природ. ресурсы. 1998. №3. С.86—88.
11. Тайсаева В. // Возобновляемая энергия. 1998. №2. С.25.
12. Рубинштейн Г.Л., Стефанович Г.В. // Гидротехн. стр-во. 1998. №10. С.7—11.
13. Прудовский А.Н. и др. // Гидротехн. стр-во. 1999. №8/9. С.20.