

Г.С. Арсеньев

**ГИДРОЭНЕРГОРЕСУРСЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
И ПРОБЛЕМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

G.S. Arsenev

**HYDROENERGY RESOURCES OF THE RUSSIAN FEDERATION
AND PROBLEMS OF THEIR USAGE**

Дана оценка изменения экономически эффективных гидроэнергетических ресурсов по федеральным округам Российской Федерации с учетом последних лет наблюдений за стоком. Проведен анализ использования экономического гидроэнергетического потенциала округов и в целом России. Выявлены причины его низкого использования в настоящее время.

In the paper the appricaiton of the variation of the economically effective hydroenergetic resources for every federal districts is given taking into account observations made in the last years. An analysis of the usage of the economical hydroenergetic potential for the separate districts and for Russia as a whole is made. The reasons of the non-adeagnate usage at present time are revealed.

В связи с резким увеличением цен на ископаемое топливо и его возможным исчерпанием во всех странах мира, включая Россию, возрос интерес к использованию постоянно возобновляемых «экологически чистых» источников энергии и, в первую очередь, гидроэнергетических ресурсов рек.

Наиболее полная оценка гидроэнергетического потенциала рек России произведена в 60-е годы прошлого столетия. Исходными данными для подсчета гидроэнергетического потенциала крупных и средних рек послужили характеристики стока до 1960 г. [Водные ресурсы ..., 1967]. Результаты проделанной трудоемкой работы изложены в книге [Энергетические ресурсы СССР, 1967]. При этом ресурсы даны по экономическим районам и субъектам Российской Федерации.

На кафедре гидрологии суши РГТМУ проведена оценка изменения водных ресурсов по федеральным округам Российской Федерации с учетом последних лет наблюдений за стоком [Гос. водный кадастр, 1987], данные по которому приведены в табл. 1.

Исследования, выполненные в последние годы в ГГИ [Бедрицкий, 2004], показали, что с 1936 по 2003 г. в России наметилась тенденция некоторого увеличения суммарных водных ресурсов; если за период 1936 – 1960 гг. они оценивались в среднем в 4197 км³/год, то за 1985 – 2003 гг. – 4512 км³/год, т.е. произошло увеличение на 315 км³/год, или на 7,5 %. При этом, как показали наши расчеты, общий годовой сток за период с 1987 по 2002 г. по отношению к стоку до 1960 г. увеличился на 12 % в Северо-Западном федеральном округе, на 6–7 % – Центральном, Уральском и Дальневосточном округах; в При-

волжском округе сток практически не изменился. Однако из-за предшествующего затянувшегося маловодья объем общего годового стока в среднем за период с 1930 по 1980 г. (для Сибири и Дальнего Востока – с 1936 по 1980 г.) и с 1987 по 2002 г. изменился по отношению к соответствующему до 1960 г. в целом по федеральным округам незначительно.

Таблица 1

**Изменение общего годового стока (местный сток + приток)
по федеральным округам Российской Федерации**

Федеральный округ	Объем общего годового стока, км ³ /год		Процент изменения стока		
	в среднем за период до 1960 г., \bar{W}_T	в среднем за период 1930–1980, 1987–2002 гг., \bar{W}'_T	в целом	максимальный субъект	минимальный субъект
Центральный	348,9	336	-3,7	-14,4 Курская обл.	0 Ивановская и Калужская обл.
Северо-Западный	804,9	852,3	+5,8	+14,3 Архангельская обл.	0 Вологодская обл.
Южный	639,5	616,6	-3,5	-15,7 Ростовская обл.	0 Краснодарский край
Приволжский	1563,8	1536,4	-1,8	-6,5 Татарстан	0 Пензенская обл.
Уральский	621,5	633	+1,8	+9,9 Свердловская обл.	+0,6 Курганская обл.
Сибирский *	1841	1868,8	+1,5	-24,3 Республика Тыва	+0,8 Омская обл.
Дальневосточный *	2158,7	2244,7	+4,0	+45,1 Сахалинская обл.	+0,9 Магаданская обл. и Хабаровский край

Примечание. * 1936 – 1980, 1987 – 2002 гг.

Теоретические запасы гидроэнергии потока (без учета природных и технических потерь) определяются по формуле:

$$\mathcal{E} = 9,81QH \cdot 8760 = 85900QH \text{ кВт}\cdot\text{ч в год,}$$

где Q – расход воды, м³/с; H – падение реки, м.

При неизменном падении эти запасы прямо пропорциональны изменению расхода воды.

Через коэффициент изменения стока ($k = \bar{W}'_T / \bar{W}_T$, где \bar{W}_T и \bar{W}'_T – объемы общего годового стока в среднем за период соответственно до 1960 г. и до 2002 г.) были уточнены теоретические гидроэнергоресурсы субъектов Российской Федерации и в целом по федеральным округам России.

Наибольший интерес для хозяйства имеет экономический гидроэнергopotенциал. Эта часть гидроэнергopotенциала определяется после учета всех потерь, как возникающих при превращении гидравлической энергии в электрическую, так и зависящих от природных условий и параметров установки, использование которой экономически целесообразно при данном уровне цен на ископаемое топливо, тепловую и электрическую энергию, оборудование, материалы и транспортные услуги, оплату труда и другие расходы [Арсеньев, 2005]. При этом необходимо обратить внимание на ряд положительных факторов ГЭС, которые не учитываются при сравнительной оценке их с тепловыми электростанциями: развитие инфраструктуры в районе строительства ГЭС, системные функции (ГЭС покрывает все виды резервов системы), защита от наводнений, судоходство, водоснабжение. Кроме того, гидроэнергетика в отличие от тепловых (ТЭС) и атомных (АЭС) электрических станций – безотходное, экологически чистое производство, не сопровождающееся выбросами тепловой энергии и загрязняющих веществ в окружающую среду; использует постоянно возобновляющиеся в природе и поэтому неисчерпаемые водные ресурсы; имеет более благоприятные и безопасные условия труда обслуживающего персонала.

Подсчет экономически эффективных гидроэнергоресурсов федеральных округов России произведен через средний коэффициент перехода от теоретических к экономическим гидроэнергоресурсам, принятым по работе [Энергетические ресурсы СССР, 1967]. Для Северо-Западного федерального округа переходные коэффициенты для субъектов федерации (Архангельской, Вологодской, Ленинградской, Мурманской, Новгородской, Псковской областей, Республики Коми) приняты по работе [Герман, 1980]. Экономический гидроэнергopotенциал Карелии принят по работе [Сидоренко, 2006] с учетом перспективной схемы развития гидроэнергетики Карелии и экологических ограничений. Результаты сведены в табл. 2. Из таблицы видно, что уточненный по стоку последних лет экономический гидроэнергopotенциал России составил 842,9 млрд кВт·ч/год вместо 850 млрд. кВт·ч, установленных в работе [Энергетические ресурсы СССР, 1967].

Наиболее богаты гидроэнергетическими ресурсами Сибирский (47,3 % от полного) и Дальневосточный (34,6 % от полного) федеральные округа. Всего на Азиатской территории России сосредоточено 690,5 млрд. кВт·ч энергетического потенциала, или 82 %. На Европейской территории России экономический гидроэнергopotенциал крупных и средних рек составляет всего 18 % от полного. Из субъектов России максимальным экономическим гидроэнергopotенциалом обладает Красноярский край (21,3 % от полного) и Республика Саха (Якутия) – 17,3 %. Гидроэнергopotенциалом, близким к нулю, располагают субъекты Центрального округа (кроме Тверской обл.), а также Ростовская, Курганская области и Мордовия.

Таблица 2

Уточненный (по общему годовому стоку) экономически эффективный гидроэнергопотенциал крупных и средних рек федеральных округов Российской Федерации

Федеральный округ	Экономический гидроэнергопотенциал, млрд кВт·ч.			Удельная насыщенность, ² тыс. кВт·ч/км ²
	Всего	максимальный субъект	минимальный субъект	
Центральный	5,61	1,10 Тверская обл.	0 Тамбовская, Белгородская, Курская, Липецкая обл.	9,9
Северо-Западный	31,41	10,53 Мурманская обл.	3,56 Архангельская обл.	18,7
Южный	38,2	8,29 Волгоградская обл.	0,27 Ростовская обл.	64,8
Приволжский	45,34	7,77 Башкортостан	0,33 Мордовия	43,7
Уральский	31,8	27,1 Тюменская обл.	0,20 Курганская обл.	17,8
Сибирский	398,4	179,4 Красноярский край	1,22 Омская обл.	77,9
Дальневосточный	292,1	146,1 Республика Саха	1,97 Сахалинская обл.	47,0
Итого:	842,9			49,4

Наибольшей удельной насыщенностью (тыс. кВт·ч/км²) обладают Сибирский, Южный и Дальневосточный федеральные округа. Экономический гидроэнергопотенциал России из-за складывающихся сегодня реалий с газом и ситуацией в стране подвергается сомнению. Так, по мнению А. Е. Асарина [Асарин, 2003], при учете современных ограничений экономического, социального и экологического характера он может составить порядка 650 млрд. кВт·ч/год. При этом реальным снижением ранее установленного экономического гидроэнергопотенциала могут служить бассейны рек Амура, Севера и Северо-Запада, а также водотоки Северного Кавказа. Но так как по использованию экономического гидроэнергопотенциала Россия отстает от развитых и развивающихся стран, усилия должны быть направлены как на переоценку энергопотенциала, так и на разработку мероприятий по эффективному его использованию.

В настоящее время в России действует 91 ГЭС суммарной выработкой электроэнергии 172,9 млрд кВт·ч [Энергетика СССР..., 1977, 1987] и 6 ГЭС достраивается. Их суммарная выработка оценивается в 35,8 млрд. кВт·ч. Таким образом, процент использования экономического гидроэнергопотенциала составляет сегодня 20,5 %, а с учетом строящихся ГЭС достигнет 24,8 %.

Распределение действующих и достраиваемых ГЭС, а также процент использования экономически эффективных гидроэнергетических ресурсов крупных и средних рек по федеральным округам России дано в табл. 3.

Использование экономически эффективных гидроэнергетических ресурсов крупных и средних рек Федеральных округов Российской Федерации

Федеральный округ	Экономический гидроэнергетический потенциал, млрд кВт·ч	Годовая выработка электроэнергии ГЭС		Процент использования экономического гидроэнергетического потенциала			
		количество ГЭС	млрд. кВт·ч	в целом	максимальный субъект	минимальный субъект	не используется в настоящее время
Центральный	5,61	6	1,19	21,2	65,3	19,8	во всех субъектах, кроме Московской, Тверской и Ярославской обл.
					Суммарный ГЭ Тверской и Ярославской обл.		
Северо-Западный	31,41	35	12,734	40,5	65,2	55,6	Архангельская обл. и Республика Коми
					Ленинградская, Псковская, Новгородская обл.		
Южный	38,2	24, в т.ч. 1 строится	16,93	44,3	93,9	6,3	Астраханская обл., Ингушетия, Чечня и Северная Осетия (Алания)
					Суммарный ГЭ Волгоградской и Ростовской обл.		
Приволжский	45,34	10	32,2	70,9	94,0	4,0	Мордовия, Пензенская обл.
					Суммарный ГЭ Татарстана, Ульяновской и Самарской обл.		
Уральский	31,8	3	0,125	0,4	3,1	1,9	Тюменская обл.
					Свердловская обл.		
Сибирский	398,4	12, в т.ч. 2 строятся	123,45	31,0	77,2	19,7	Республики Бурятия, Тыва, Кемеровская, Томская, Омская, обл.
					Новосибирская обл.		
Дальневосточный	292,1	7, в т.ч. 3 строятся	21,89	7,4	22,8	0,5	Сахалинская обл., Приморский край
					Амурская обл.		
Всего	842,9	97	208,7	24,8			

Анализ таблицы позволяет сделать следующие выводы:

– в Центральном, Южном и Приволжском федеральных округах эффективная часть экономического гидроэнергopotенциала полностью использована. Строительство новых ГЭС не предполагается в виду высокой освоенности в хозяйственном отношении водосборов и долин рек, а также равнинного типа рек, создание водохранилищ на которых вызывает значительные затопления;

– использование относительно высокого экономического гидроэнергopotенциала Уральского федерального округа затруднено значительной заболоченностью (Тюменская обл.) и равнинным типом рек. Отрицательно на развитие гидроэнергетики влияет и карст, развитый преимущественно в Предуралье и на западном склоне Урала;

– использованию значительного гидроэнергopotенциала рек Северная Двина, Печора (Северо-Западный федеральный округ) препятствуют нефтяные месторождения, а р. Поной (тот же округ) – наличие ценных пород рыб;

– основной причиной столь низкого использования богатейших экономически эффективных гидроэнергоресурсов Сибирского федерального округа следует отнести: отсутствие энергоемких предприятий. Строить их в связке с ГЭС в условиях отсутствия транспортной инфраструктуры является в настоящее время не реальным. Поэтому более перспективным является строительство сверхмощных ЛЭП, позволяющих перебрасывать энергию ГЭС Сибири в Европейскую часть России. Второй причиной, хотя и менее значимой, является сложная ледотермическая обстановка в нижних бьефах крупных гидроузлов, например, проектируемой Туруханской ГЭС на р. Нижняя Тунгуска;

– в Дальневосточном федеральном округе сомнительным является возможность использования гидроэнергopotенциала р. Амур из-за пограничных споров с КНР.

Выше дан анализ экономического гидроэнергopotенциала крупных и средних рек.

Экономический гидроэнергopotенциал малых рек установить практически невозможно из-за отсутствия достоверных технико-экономических показателей по всем природным и строительно-хозяйственным условиям сооружения ГЭС на малых реках. Схемы энергетического использования малых рек также отсутствуют [Малая гидроэнергетика, 1989].

Несмотря на преимущества малых ГЭС перед средними и крупными (возможность энергоснабжения труднодоступных и отдаленных районов, низкая капиталоемкость, экологическая чистота, рыночный характер), их реализация вызывает большие затруднения вследствие значительных удельных затрат на 1 кВт или кВт. ч, отсутствия законодательной базы, обеспечивающей работу частного бизнеса, который составляет основу малой гидроэнергетики.

Литература

1. *Арсеньев Г.С.* Основы управления гидрологическими процессами: водные ресурсы. – СПб: изд. РГГМУ, 2005. – 231 с.
2. *Асарин А.Е.* Развитие гидроэнергетики России // Гидротехническое строительство, 2003, № 1, с. 2–7.
3. *Бедринский А.И., Хамитов Р.З., Шикломанов И.А., Зекецер И.А.* Водные ресурсы России и их использование. / Тезисы пленарных докл. VI Всерос. гидрологического съезда. – СПб.: Гидрометеониздат, 2004, с. 3–10.
4. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. – Л.: Гидрометеониздат, 1967. – 199 с.
5. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание. – СПб.: Гидрометеониздат, 1987–2002.
6. Малая гидроэнергетика. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
7. Научно-техническая конференция: гидроэнергетика, новые разработки и технологии.– Тезисы докладов. – СПб.: изд. ВНИИГ им. Б.В. Веденеева, 2005. – 304 с.
8. *Сидоренко Г.И.* Основы и методы определения комплексного потенциала возобновляемых энергоресурсов региона и его использования. – Авторф. дис. на соискание учен. степени д-ра техн. наук. – СПб.: Политехнический университет, 2006. – 34 с.
9. *Терман И.А.* Гидроэнергетические ресурсы // Сб. трудов Гидропроекта, 1980, № 70.
10. Энергетика СССР в 1976-1980-х годах / Под ред. А.М. Некрасова и М.Г. Первухина. – М.: Энергия, 1977. – 287 с.
11. Энергетика в СССР в 1989–1990-х годах / Под ред. А.А. Троицкого. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 351 с.
12. Энергетические ресурсы СССР. Гидроэнергетические ресурсы. – М.: Наука, 1967. – 599 с.