

Пехтин В. А.

## Плотины и гидроэнергетика: современные проблемы и решения

Плотины и образованные с их помощью водохранилища обеспечивают население основным необходимым для жизнедеятельности ресурсом – водой, используемой для самых разных целей. В частности, гидроэнергетика позволяет получать в настоящее время 20% мировой выработки электроэнергии. В конце 20-го столетия быстрорастущее население планеты столкнулось с необходимостью решения ряда важнейших для его существования новых проблем: потеплением климата на планете; катастрофической нехваткой воды в ряде регионов мира и недостатком продуктов питания для населения. Одним из путей решения этих проблем может стать ускоренное строительство новых плотин и водохранилищ. Самое непосредственное к этому отношение имеет Международная комиссия по большим плотинам.

### 77-е ежегодное собрание и 23-й конгресс СИГБ

С 21 по 29 мая 2009 г. в г. Бразилиа (Бразилия) состоялись 77-е ежегодное собрание и 23-й конгресс международной комиссии по большим плотинам ICOLD (СИГБ). В их работе приняли участие более 1300 человек из 65 стран [1, 2, 3].

СИГБ является крупнейшей международной неправительственной независимой общественной организацией, объединяющей специалистов разных профессий, работающих в области исследований, проектирования, строительства и эксплуатации больших плотин. Отметим, что к большим плотинам, по классификации СИГБ, относятся плотины выше 15 м, высотой от 10 до 15 м с водохранилищами объемом более 3 млн. м<sup>3</sup>.

СИГБ была создана в 1928 г. Бразилия является ее членом с 1958 г. и за прошедшее время проводила у себя 14-й конгресс в 1982 г., а так-

же 34-й и 70-й Исполкомы в 1966 и 2002 гг. Столь активная позиция Бразилии не случайна. Страна на протяжении 2-х последних десятилетий является одним из лидеров строительства больших плотин и развития гидроэнергетики в мире. По установленной мощности на ГЭС и по выработке электроэнергии на ГЭС страна находится на 2-м и 3-м местах в мире (табл. 1). По выработке электроэнергии на ГЭС на душу населения Бразилия занимает 4-е место в мире (1920 кВт.ч/чел/год) после Норвегии (26106 кВт.ч/чел/год), Канады (11170 кВт.ч/чел/год) и Швеции (7143 кВт.ч/чел/год) [4].

В настоящее время в Бразилии в эксплуатации находятся 639 гидроузлов комплексного и энергетического назначения с большими плотинами. Среди них вторая по мощности ГЭС в мире – Итайпу (14000 МВ, рис. 1). Практически все крупные ГЭС отличаются оригинальные компоновки гидроузлов, применение плотин разного типа и самых

современных конструкций с водосбросными сооружениями, позволяющими пропускать очень большие потоки, как, например, водосброс ГЭС Тукуруи, водосливная плотина которой пропускает рекордный расход – 110000 м<sup>3</sup>/с.

Экономически целесообразный гидроэнергетический потенциал Бразилии использован примерно на 47%. Учитывая рост потребности в электроэнергии в связи с быстрым ростом экономики, в стране продолжают строить и проектировать новые ГЭС. В строительстве находится 91 ГЭС, что позволит увеличить в ближайшем будущем установленную мощность еще на 14400 МВт. К строительству намечено три крупных проекта: комплексы Бело Монте (11182 МВт) и на реках Мадейра (10250 МВт), Тапажос (10682 МВт).

В процессе проведения 77-го ежегодного собрания и 23-го Конгресса СИГБ были реализованы все запланированные мероприятия. Был избран на очередной 3-х летний срок новый президент СИГБ – проф. Джиа Женшенг (Китай), два вице-президента по зонам Европы и Африки-Австралии – проф. Дж. Руггери (Италия) и м-р Имо Экпо (Нигерия). Новыми членами СИГБ стали Нигер и Кения. Определены

Пехтин В. А. – доктор технических наук, депутат Государственной Думы РФ, Председатель Российского национального комитета по большим плотинам.

Табл. 1: Страны-лидеры мировой гидроэнергетики по мощности ГЭС и выработке электроэнергии [4]

№ п/п	Страна	Население млн. чел.	Гидроэнергетический потенциал ГВт. ч/год	Установленная мощность ГЭС МВт	Выработка на ГЭС ГВт. ч/год	Процент использования гидропотенциала %	Выработка на ГЭС от общей выработки %	Выработка на душу населения кВт.ч/год	Мощность строящихся ГЭС МВт	Мощность планирующихся ГЭС МВт
1	Китай	1338	1753000	171000	684000	39,0	16,4	511	80000	до 65000
2	Бразилия	190	763500	84000	365060	47,8	79,9	1920	11600	35750
3	США	306	376000	78200	270000	71,8	6,0	882	-	до 13250
4	Канада	33,3	536000	72600	372000	69,4	59,0	11170	1822	12560
5	Россия	141,7	852000	49700	180000	21,1	19,0	1270	7000	до 60000
6	Индия	1160	442000	40000	123570	27,9	17,5	106	15000	35000
7	Норвегия	4,7	205700	29490	122700	59,6	99,0	26106	587	3706
8	Франция	62,15	98000	25400	68600	70,0	12,4	1103	60	418
9	Япония	127,3	11427	21824	92110	80,6	0,45	723	661	-
10	Италия	59	50000	20000	45511	91,0	14,3	770	-	2100

страны для проведения очередных ежегодных собраний: в 2010 г. Вьетнам (г. Ханой); в 2011 г. Швейцария (г. Люцерн) и в 2012 г. Япония (г. Киото), где также пройдет не только очередное 80-е ежегодное собрание, но и 24-й Конгресс.

На собрании были представлены и обсуждены результаты участия представителей СИГБ в работе нескольких сессий 5-го Мирового Водного Форума (WWF-5), прошедшего в г. Стамбул в марте 2009 г., симпозиума «Азия 2008» (г. Дананг, Вьетнам), симпозиума «Гидро-2008» (г. Любляна, Словения), 1-го съезда греческого национального комитета по плотинам, состоявшегося в г. Ларисса, а также юбилейного торжества, посвященного 80-летию СИГБ. Особое внимание было уделено участию представителей СИГБ в совместной работе с агентствами ООН и ЮНЕСКО, касающейся глобальных проблем, переживаемых человечеством в настоящее время — изменению климата планеты, недостатку пресной воды для населения и продовольственной безопасности.

В ходе конгресса обсуждались четыре вопроса, выбранных как наиболее важные проблемы последнего трехлетия в области пло-

тиностроения: № 88 — «Плотины и гидроэнергия»; № 89 — «Борьба с заилием существующих и вновь строящихся водохранилищ»; № 90 — «Реконструкция плотин»; № 91 — «Безопасность плотин» [5, 6].

### Организация работы СИГБ. Задачи, проблемы и решения

Потребность в образовании СИГБ в 1928 г. была продиктована быстрым ростом числа строящихся плотин и необходимостью влиять на этот процесс в связи с огромным значением плотин в хозяйственной деятельности различных стран и требованиями к их надежной и безопасной эксплуатации. При этом важно отметить, что плотины в истории человеческой цивилизации занимают определенное и весьма значительное место. Плотины — это пример одного из наиболее древних инженерных сооружений общегражданского значения, существенно влиявших на жизнедеятельность человека с древнейших времен и до наших дней, поскольку не было другой возможности собрать воду в достаточном количестве, кроме строительства плотин и водохранилищ. История строительства плотин насчитывает уже более 5 тысяч лет.

С самого начала своей деятельности задачами СИГБ являлись анализ и обобщение мирового опыта плотиностроения в целях всемерного содействия развитию и эффективному использованию водных ресурсов при строительстве и эксплуатации гидроузлов с большими плотинами различного типа, предназначенных для водоснабжения, выработки электроэнергии, ирригации, регулирования паводков, борьбы с засухами, рыбного хозяйства, судоходства, рекреации и многих других народохозяйственных целей. Работа СИГБ всегда была направлена на поиск путей повышения экономической эффективности строительства новых и реконструкции ранее построенных гидроузлов, оценку и разработку рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации плотин и других гидросооружений, на поиск приемлемых решений по снижению негативного влияния гидротехнического и гидроэнергетического строительства на окружающую природную среду.

Основой комиссии были и по-прежнему остаются национальные комитеты стран-участниц. Если в момент образования СИГБ их было только 6, то к 2009 г. их число составило 88. Ожидается, что в самые



Рис. 1: ГЭС Итайпу

ближайшие годы количество стран-участниц достигнет 100, что будет означать охват почти 95% населения планеты. В составе СИГБ более 10 тысяч индивидуальных членов. В работе принимают участие более 500 международных экспертов из технических комитетов комиссии, участвующих в решении самых актуальных проблем, возникающих в отрасли [7, 8].

Практически сразу после учреждения комиссии была принята ее конституция. Определены цели и задачи, утверждены уставные положения, которыми организация руководствуется практически без особых изменений до настоящего времени.

Руководство комиссией осуществляет ее президент (избираемый на 3 года), генеральный секретарь (утверждаемый на заседании Исполкома организации), шесть вице-президентов по зонам Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки и Австралии, а также председатели технических комитетов СИГБ.

Регламент работы комиссии в соответствии с уставными документами следующий: ежегодно проводится общее собрание, на которое национальные комитеты стран-участниц и заинтересованные организации присылают свои делегации. Приезжают и индивидуальные члены СИГБ, если они задействованы в каких-либо мероприятиях или намерены участвовать в работе технических комитетов. Принимающую страну выбирают предварительно на исполкоме общим голосованием. В период проведения ежегодного собрания проходят заседания технических комитетов; исполком, на

котором обсуждают и решают все организационные, технические и финансовые вопросы; семинары и симпозиумы по наиболее важным темам строительства плотин на момент проведения собрания, а также осуществляется ознакомление с гидротехническими сооружениями страны-организатора собрания. В каждый третий год проходит объединенный с ежегодным собранием международный конгресс с обсуждением 4-х наиболее актуальных к этому времени вопросов гидротехнического строительства, темы которых предварительно отбирают с помощью национальных комитетов. К началу конгресса доклады публикуют, а на заседаниях проходит только их обсуждение. Общее количество докладов по всем вопросам составляет обычно от 300 до 400. Число участников, приезжающих для участия в мероприятиях ежегодного собрания и конгресса, вместе с сопровождающими лицами может составлять до 2-х тысяч человек и более.

В обязанности руководства СИГБ входит: организация проведения ежегодных собраний и конгрессов, осуществляемая совместно с национальным комитетом принимающей страны; публикация трудов конгрессов, симпозиумов, семинаров и бюллетеней СИГБ (нормативно-методических справочных документов), подготавливаемых в профильных технических комитетах работающими в них на общественных началах экспертами. Тематика бюллетеней охватывает практически все основные направления проектирования, строительства и эксплуатации плотин и гидротехнических сооружений в целом.

Всего за годы существования СИГБ (включая 2009 г.) состоялось 77 ежегодных собраний и исполкомов комиссии, 23 международных конгресса. За последние 50 лет выпущено 134 бюллетеня СИГБ. Только опубликованные труды конгрессов включают десятки тысяч страниц текста. СИГБ обладает базой данных по всем большим плотинам мира,

которых более 50 тысяч. Создан и регулярно обновляется мировой регистр плотин. Выпущен многоязычный словарь научных и технических терминов, используемых при проектировании, строительстве и эксплуатации плотин и других сооружений ГЭС. Опубликован ряд монографий по различным проблемам, в том числе, таким, как аварии и повреждения плотин, обеспечение их надежной и безопасной работы и пр. [7, 8].

В своей работе СИГБ активно сотрудничает с другими родственными международными организациями, такими, как Международная ассоциация гидроэнергетики (ИНА), Международная комиссия по ирригации и дренажу (ICID), Международная ассоциация водных ресурсов (IAWR), Международная ассоциация гидравлических исследований (IAHR) и др. Кроме того, СИГБ поддерживает связи с такими крупнейшими финансовыми организациями, как Мировой банк, Европейский банк реконструкции и развития, а также с большим числом крупных частных банков, финансирующих осуществление многих водохозяйственных и энергетических проектов.

Характеризуя общее состояние водного хозяйства и гидроэнергетики в мире, отметим, что возобновляемые водные ресурсы планеты оцениваются приблизительно в 40000 км<sup>3</sup> в год. Но из-за различных природно-климатических особенностей континентов теоретически возможно использовать только 9000 км<sup>3</sup>. К настоящему времени уже зарегулировано примерно 3500 км<sup>3</sup>. Для этого потребовалось построить около 50 тысяч больших плотин помимо примерно 200 тысяч малых, ставших неотъемлемой частью инфраструктуры своих стран.

В современных условиях вода, накапливаемая в водохранилищах, уже в значительной мере позволяет регулировать водные ресурсы планеты, обеспечивая во многих странах, прежде всего в экономически развитых, водоснабжение, получение электрической энергии, ирригацию и прочее, о чем упоминалось выше. Вода на эти цели распределяется следующим образом: ирригация — 38%; гидроэнергия — 18%; водоснабжение

– 14%; производство продуктов питания – 14%; рекреация – 8%; прочие расходы – 8%. Отметим также, что поливные земли, составляющие 17% от общего количества пахотных земель в мире, дают 40% урожая.

При общем экономически целесообразном для использования гидропотенциале планеты до 8772000 ГВт.ч/год в настоящее время используется примерно 3352000 ГВт.ч/год (т. е. около 38%). В настоящее время общая мощность гидроустановок приближается к 888000 МВт, что позволяет вырабатывать примерно 20% потребляемой в мире электроэнергии. В строительстве находятся ГЭС с объемом мощностей более 171840 МВт. На ближайшую перспективу также планируется строительство большого числа объектов мощностью от 344524 до 604930 МВт (по разным сценариям). В основном эти гидроузлы предстоит построить в странах Азиатского континента, в Южной Америке и Африке, а также в Российской Федерации, где гидропотенциал Сибири и Дальнего Востока еще далеко не исчерпан [4].

На рис. 2 и 3 представлена интенсивность строительства больших плотин энергетического назначения в XX столетии и распределение этих плотин по высоте. Отметим, что в настоящее время в ряде стран с большим запасом гидроресурсов идет интенсивное строительство гидроузлов комплексного назначения. Только в Китае строят 66 гидроузлов с плотинами высотой от 60 до 305 м. В Иране строят 47 гидроузлов

с плотинами выше 60 м, в Турции – 42, в Японии – 26, во Вьетнаме – 18, в Индии – 11 и т. д.

Однако на фоне в целом достаточно успешного строительства водозащитных и энергетических объектов в ряде быстро развивающихся стран перед населением планеты в последнее время возникли новые проблемы, требующие практически немедленного реагирования. К ним специалисты-гидротехники и гидроэнергетики имеют непосредственное отношение. Это потепление климата планеты, связанное с огромными выбросами в атмосферу углекислого газа и других продуктов горения, катастрофическая нехватка пресной воды для населения в странах некоторых континентов и недостаток продуктов питания для населения ряда стран.

Эти проблемы уже неоднократно обсуждались на самых высоких международных форумах, организованных ООН, ЮНЕСКО и другими влиятельными международными организациями как в конце прошлого, так и в начале нового столетия. Только в 2009 г. эти темы обсуждали руководители государств на встречах G-8 в Канаде и G-20 в Италии.

Все три темы тесно взаимосвязаны, т. к. их решение напрямую зависит от регулирования водных ресурсов планеты. Из всех многочисленных форумов наиболее значимыми с точки зрения принятых решений явились организованные под эгидой ООН и ЮНЕСКО пять мировых водных форумов (WWF),

прошедших в 1997 г. в г. Марракеш (Марокко), в 2000 г. в г. Гаага (Нидерланды), в 2003 г. в г. Киото (Япония), в 2006 г. в г. Мехико (Мексика) и в 2009 г. в г. Стамбул (Турция). Темы, обсуждаемые на форумах, были настолько значимыми, что количество участников от форума к форуму росло беспрецедентным образом. Если в Марракеше участников было 550 человек, то в Гааге уже 5700, в Киото, где был принят Киотский протокол, – 24000, в Мехико – 20000, а в Стамбуле – уже 33058. В число участников входили 9 глав государств, 84 министра, 250 парламентариев и большое число vip-персон разного ранга [9, 10, 11].

Если на первом форуме среди принятых решений были четко сформулированы права человека на пользование чистой водой, на обеспечение услугами санитарии, а также основные принципы пользования водными ресурсами, то на втором и последующих форумах уже были рекомендованы конкретные меры по скорейшему строительству новых плотин и водохранилищ при неперемных условиях сохранения существующих экосистем и соблюдении общих принципов регулирования водных ресурсов планеты. При этом строительство новых плотин и водохранилищ представлялось как одно из немногих реальных решений названных выше проблем.

Рассматривая проблему потепления климата, необходимо принять во внимание, что только при производстве электроэнергии 80% ее объема

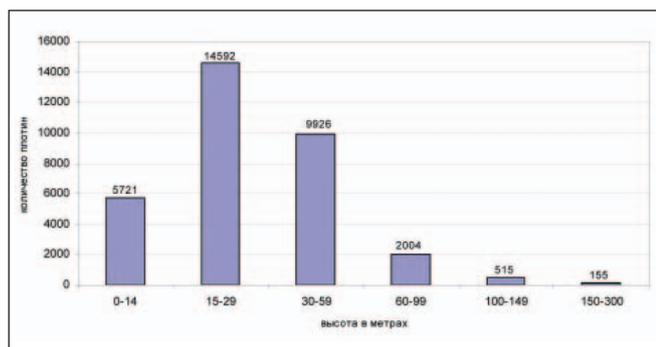


Рис. 2: Интенсивность строительства больших плотин энергетического назначения в 20-м веке

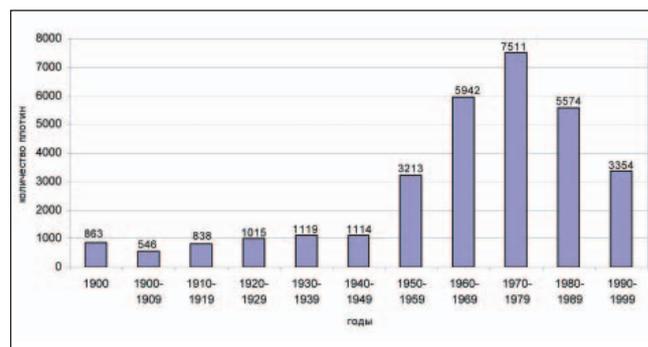


Рис. 3: Распределение больших плотин энергетического назначения по высоте

получается за счет сжигания органического топлива — газа, нефти и углей. Повышение выработки электроэнергии за счет экологически чистой и возобновляемой энергии (в основном это гидроэнергия) позволит значительно уменьшить выбросы в атмосферу. Однако это требует ускоренного строительства новых плотин и водохранилищ комплексного значения.

Продовольственная безопасность, как и нехватка воды в ряде регионов планеты, регулярно обсуждается на международных форумах. Растущее население планеты, в основном в развивающихся странах, где к тому же наблюдается и нехватка воды, не получает необходимого питания. Подсчитано, что в 2009 г. голодает около 1 млрд. человек, что на 100 млн. человек больше, чем в 2008 г. При этом продовольственный кризис еще усиливается от того, что общемировые запасы продовольствия на фоне растущих цен в целом недостаточны. Другими сопутствующими факторами являются уже упоминавшееся изменение климата, а также использование пахотных земель не по прямому назначению (например, для производства биотоплива), а также существующая система заключения международных договоров на поставку продуктов питания и пр. В настоящее время более 1 млрд. человек на планете живут на 1 доллар США в день [12].

Из заявлений лидеров стран как «восьмерки», так и «двадцатки» следует, что спад инвестиций в сельское хозяйство должен быть остановлен и правительствам всех стран необходимо реинвестировать средства в эту отрасль. Всемирная организация сельскохозяйственной продукции (ЕАО), входящая в ООН, определила, что для удвоения производства продуктов питания необходимо вкладывать до 30 млрд. долл. США инвестиций в год, чтобы к 2050 г. прокормить население в 9 млрд. человек. Следует четко понимать, что существует прямая зависимость между орошаемым земледелием и обеспечением продовольственной безопасности. Однако одновременно с инвестициями в сельское хозяйство необходимы

прямые инвестиции и в водное хозяйство — в строительство новых плотин и водохранилищ. Кроме того, необходимы серьезные инновации в области проектирования и управления технологиями экономии воды, разработкой автоматизированных систем ее доставки, развития энергоэффективных ирригационных систем, а также систем контроля загрязнения воды, засоления почв и др. Примером может служить Канада, где в настоящее время используют на 30% воды меньше, чем 25 лет назад, для большего объема производства продуктов питания [9-12].

Несмотря на тысячелетнюю историю строительства плотин и водохранилищ и их очевидную пользу, к концу 20-го столетия в некоторых странах оформилось движение противников строительства, основывающееся в основном на недовольстве отдельных групп населения, связанном с необходимостью смены места жительства, а зачастую профессии и образа жизни. Для выяснения плюсов и минусов этой проблемы, с целью ее детального рассмотрения и объективной оценки в 2008-2009 гг. была проделана беспрецедентная работа, инициированная Международной Ассоциацией водных ресурсов (IAWR), СИГБ и еще рядом международных организаций на основе анализа большого числа крупнейших гидроэнергетических комплексов, построенных в 12-ти странах мира, действительного их воздействия, как положительного, так и отрицательного. Было оценено влияние строительства следующих гидроузлов: Асуанского (Египет), Собрадиньо (Бразилия), Шахид Раис (Иран), Бхакра Нангал, Койна, Сардар Саровар и Кангсабати (Индия), Ататюрк, Алтынкая, Гезенде и Хасан Угурлы (Турция), Кинг Ривер (Австралия), а также двух плотин, снабжающих водой столицу Китая г. Пекин. Дополнительно были использованы экономические показатели строительства двух плотин в Швейцарии и грандиозный опыт переселения большого количества населения, полученный в Аргентине, Индии и, особенно, в Китае при строительстве самой мощной ГЭС в мире (22400 МВт) — Три ущелья. Исследо-

вание включало влияние выбросов парниковых газов, прямое и косвенное экономическое и социальное воздействие, в том числе практику переселения людей с затопляемых территорий и многое другое. Исследование продемонстрировало безусловно положительный эффект от возведения больших плотин и водохранилищ, осуществляемого при грамотном проектировании, строительстве и эксплуатации [13, 14].

### Задачи российской гидроэнергетики

Советский национальный комитет, правопреемником которого является Российский (РНК), вошел в состав Международной комиссии по большим плотинам в 1932 г. и СССР и, таким образом, стал 12-й страной-участницей этой престижной международной общественной гидротехнической организации. С того времени специалисты нашей страны — гидротехники и гидроэнергетики активно участвовали и участвуют в деятельности СИГБ — в работе конгрессов, исполкомов, симпозиумов, семинаров, технических комитетов, в составлении нормативно-методических документов СИГБ. А. А. Боровой, В. В. Стольников и В. М. Сименков избирались вице-президентами комиссии.

Благодаря активному энергетическому строительству, осуществлявшемуся в СССР, до 1991 г. страна находилась на 2-м месте в мире по установленной мощности и выработке электроэнергии на ГЭС. В настоящее время после отделения бывших союзных республик Российская Федерация занимает 5-ю строку в мировом рейтинге стран с наиболее развитой гидроэнергетикой (табл. 1).

После 1991 г. в России в основном продолжали строить и вводить в эксплуатацию уже начатые ранее гидроузлы. Это Кривопорожская, Гергебильская, Колымская, Ирганайская, Быстринская, Толмачевская, Аушигерская и другие ГЭС. Всего более 20. Общая мощность введенных в строй гидроагрегатов составила более 3000 МВт. На рис. 4 представлен общий вид Бурейской

ГЭС мощностью 2000 МВт, последний 6-й агрегат которой будет введен в строй в конце 2009 г. [15].

В настоящее время по «Программе развития гидроэнергетики России на период до 2020 г. и на перспективу до 2030 г.» в стране намечено строительство 59 ГЭС общей мощностью около 39000 МВт (по базовому сценарию) и более 44000 МВт (по максимальному). Предусмотрено строительство и 8 ГАЭС общей мощностью более 12000 МВт. Очередное строительство намечено, в основном, в регионах Сибири и Дальнего Востока с учетом их огромного неиспользованного гидроэнергетического потенциала. Так, гидропотенциал Сибири составляет 396 млрд. кВт.ч, более 46% от общероссийского. К числу перспективных ГЭС этого региона только в Красноярском крае относятся Богучанская, Нижнебогучанская, Выдумская, Стрелковская, Эвенкийская и Нижнекурейская. В Республике Тыва — Тувинская, Шивелигская, Шуйская и Буренская ГЭС. В Иркутской области — Сигнайская, Бодайбинская и Тельмамская. В Республике Бурятия — Мокская, Ивановская и Каралонская и еще ряд ГЭС в других районах Сибири.

Гидропотенциал Дальнего Востока составляет более 35% от общероссийского и равен 294 млрд. кВт.ч. Ресурсы, в основном, сосредоточены в бассейнах Лены — 195 млрд. кВт.ч, Амура — 48 млрд. кВт.ч, Колымы — 27 млрд. кВт.ч, других рек — 24 млрд. кВт.ч. Неиспользованный потенциал равен 278 млрд. кВт.ч. В этом регионе перспективными представляются: в Республике Саха (Якутия) — Иджекская, Нижнетимтонская, Среднеучурская, Учурская, Олекминская и Чиркуокская ГЭС; в Амурской области — Нижнебурейская, Граматухинская, Селемджинская, Русиновская и Нижнеимановская ГЭС; в Приморском крае — Дальнеречинские ГЭС 1 и 2; на Чукотке — Амгуэмская; на Камчатке — Толмачевские ГЭС 2 и 4 и Петропавловская ГЭС [16].

Отметим, что в проектах новых ГЭС огромное внимание уделяется созданию водохранилищ и природоохранным мероприятиям. Совре-



Рис. 4: Бурейская ГЭС

менное природоохранное законодательство, платное природопользование и учет социальных аспектов в гидроэнергетическом строительстве выдвигают жесткие требования к выбору створов гидроузлов и подпорных отметок водохранилищ.

В целом схема размещения перспективных ГЭС и ГАЭС в России на период до 2030 г. представлена на рис. 5 [16].

### Выводы

Характеризуя деятельность Международной комиссии по большим плотинам, трудно переоценить пользу этой организации в плане обмена опытом в области строительства водохозяйственных и энергетических объектов между специалистами всего мира. Причем польза эта взаимная, так как каждая страна имеет свои особенности строительства, как, например Россия, которая обладает таким, в частности, уникальным опытом, как возведение гидроэнергетических сооружений в регионах с исключительно суровым климатом. Особое значение деятельность СИГБ приобретает в условиях новых вызовов и рисков, появляющихся в связи с необходимостью нового широкого строительства плотин и водохранилищ для решения проблем начавшегося потепления климата, нехватки воды и продовольствия.

### Литература

[1] Edilberto Maurer. The Brazilian Committee on Dams welcomes ICOLD to Brasilia. H&D. Volume 16. Issue 3. 2009.



Рис. 5: Схема размещения ГЭС и ГАЭС России

- [2] Technical Questions for the 23rd Congress of ICOLD. H&D. Volume 16. Issue 3. 2009.
- [3] В. А. Пехтин. Итоги работы 23-го Конгресса и 77-го Ежегодного Собрания Международной комиссии по большим плотинам (ICOLD). Гидротехническое Строительство. №9. 2009.
- [4] World hydro potential and development (table). H&D. World Atlas and Industry Guide. 2009.
- [5] ICOLD 2009 Brasilia. H&D. Volume 16. Issue 4. 2009.
- [6] ICOLD Symposium on multipurpose dams H&D. Volume 16. Issue 4. 2009.
- [7] L. Berga, J. Jinsheng. ICOLD's main activities and future challenges H&D. Volume 16. Issue 4. 2009.
- [8] ICOLD. 80 years. Dams for human sustainable development. 2008.
- [9] L. Berga. Dams and storage in the context of the World Water Forums: ICOLD's contributions. H&D. Volume 16. Issue 2. 2009.
- [10] A. Bartle. Hydro and dams in 2009: progress and challenges. H&D. World Atlas and Industry Guide. 2009.
- [11] J. Jinsheng. Dams and hydropower in changing world. H&D. World Atlas and Industry Guide. 2009.
- [12] C. Madramooto. Efficient and innovative water resources management for food security. H&D. World Atlas and Industry Guide. 2009.
- [13] C. Tortajada. Assessing the impacts of large dams. H&D. World Atlas and Industry Guide. 2009.
- [14] C. Tortajada, H. D. Altibilek, A. K. Biswas. Assessing impacts of large dams. Springer Verlag, Berlin, Germany. 2009.
- [15] Г. Г. Лапин. О перспективах развития электроэнергетики России до 2010 года «Гидротехническое строительство» № 11. 2006.
- [16] Г. Г. Лапин, В. В. Смирнов, Е. И. Ваксова. О состоянии и перспективах развития гидроэнергетики России. «Гидротехническое строительство» № 6. 2007.