

УДК 630.425

## ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ БОГУЧАНСКОЙ ГЭС В ПРОЦЕССЕ ЕГО ПОДГОТОВКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

В.П. Корпачев, С.М. Сладикова, А.И. Пережилин, Л.И. Малинин

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»  
660049 Красноярск, пр. Мира, 82; e-mail: ivr@sibstu.kts.ru

Опыт строительства ГЭС в Сибири показал, что затопляются большие объемы древесины. В статье дается оценка запасов древесной массы, которая окажется в водохранилище Богучанской ГЭС после завершения ее строительства.

**Ключевые слова:** водохранилище, нормативные документы, подготовка ложа водохранилища, древесная масса, загрязнение

Experience of construction of HYDROELECTRIC POWER STATION in Siberia has shown, that great volumes of wood are flooded. In article the estimation of stocks of a wood which will appear in water basin Boguchansky HYDROELECTRIC POWER STATION after end of its construction is brought.

**Key words:** water basin, normative documents, preparation of territory of a water basin, wood, pollution

### ВВЕДЕНИЕ

В структуре энергетического обеспечения России доля ГЭС составляет 22 %, ТЭС – 67 %, АЭС – 11 %. Потенциал экономически эффективных гидроэнергетических ресурсов Сибири составляет 396 млрд. кВт·ч, более 46 % от общероссийского. Основные гидроэнергетические ресурсы сосредоточены в бассейнах рек Енисея и Ангары (72 %).

К числу перспективных ГЭС в Красноярском крае, кроме строящейся Богучанской ГЭС, относятся Нижнебогучанская, Выдумская и Стрелковская на р. Ангаре, Эвенкийская с контррегулятором на р. Нижняя Тунгуска и Нижнекурейская на р. Курейке (Лапин и др., 2007).

Особенность строительства ГЭС в Сибири заключается в том, что водохранилища ГЭС создаются в лесопокрытых зонах с запасом древесины до 200 м<sup>3</sup>/га. При создании водохранилищ резко изменяются гидрологический и гидравлический режимы водотоков и, в связи с этим, условия осуществления процессов самоочищения, что вызывает определенные изменения в водной экосистеме.

При проектировании водохранилищ составляется прогноз качества воды, где учитываются природные особенности водотока, влияние антропогенных источников загрязнения, затопление древесины, почв, торфяников и др. Качество воды зависит от структуры и объемов загрязнителей.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью настоящей работы является определение объемов древесной массы, появляющейся в процессе подготовки зоны водохранилищ под затопление, на примере строящейся Богучанской ГЭС (БогЭС). Наиболее болезненным вопросом является свodka

древесно-кустарниковой растительности. Требования к качеству подготовки ложа водохранилища к затоплению регламентируются действующими в настоящее время санитарными правилами и нормами (СанПиН 3907-85).

СанПиН предусматривают *лесосводку* – вырубку товарных лесонасаждений в целях получения товарной продукции и *лесоочистку* – вырубку всей древесно-кустарниковой растительности, в том числе очистку площадей от нерастущей древесины (сухостой, валежник).

Санитарными нормами допускается возможность затопления части древесно-кустарниковой растительности, расположенной в зоне мертвого объема водохранилища, объемом более 10 млн. м<sup>3</sup> при среднегодовом водообмене более 6 млн. м<sup>3</sup> (объем БогЭС 58,0 млн. м<sup>3</sup>).

Первичная лесосводка и лесоочистка ложа водохранилища БогЭС проводилась более 20 лет тому назад. За этот период произошли большие изменения древесно-кустарниковой растительности в ложе водохранилища.

Повторная лесосводка и лесоочистка ложа водохранилища Богучанской ГЭС имеет свои особенности:

- в процессе первичной лесосводки и подготовки ложа водохранилища под затопление товарная древесина была убрана не на всей площади лесосводки;

- нетоварная древесина за двадцатилетний период перешла в разряд товарной;

- на территориях (площадях), на которых была проведена лесоочистка вырос молодой подрост;

- лесосводка и лесоочистка проводилась в период активной деятельности ЛПХ, имеющих достаточную и современную (на то время) лесозаготовительную технику, развитую инфраструктуру, действующую сеть лесовозных дорог;

- основной объем заготавливаемой древесины отправлялся потребителям водным путем (в плотках);

\*Работа поддержана РФФИ и ККФН (грант «Енисей-2007» № 07-05-96800)

- в настоящее время в зоне затопления ложа водохранилища и прилегающих территориях практически отсутствуют производственные базы, способные выполнять лесозаготовительные работы в больших объемах;

- систематического, комплексного мониторинга качества воды ниже створа Усть-Илимской ГЭС практически не проводилось. Можно констатировать, что проводились лишь отдельные исследования по наиболее доступным и технически не сложным компонентам загрязнителей воды.

Качество воды зависит от объемов и вида загрязнителей, из которых выделим основные: засорение водохранилища затопленной и плавающей древесной массой, загрязнение водохранилища органическими веществами.

Для определения объемов засорения древесной массой использованы таксационные показатели зоны затопления водохранилища Богучанской ГЭС, приведенные в материалах Техпроекта Богучанской ГЭС (Богучанская ГЭС ..., 1976) и результаты

контурного дешифрирования космофотоснимков LANDSAT-ETM-7 (разрешение порядка 30 м), отвечающие инструктивным требованиям III разряда лесоустройства. (Разработка мероприятий ..., 2006).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 приведены сравнительные таксационные показатели зоны затопления водохранилища Богучанской ГЭС.

За период после проведения первичной лесосводки и лесочистки в зоне затопления произошли изменения таксационных характеристик:

- сократились площади с товарными запасами на 36,4 %;
- сократился запас товарных насаждений на 38,7 %;
- сократился запас ликвидной древесины на 29,6 %;
- сократился общий запас древесной и кустарниковой растительности на 38,7 %.

**Таблица 1 – Сравнительные таксационные показатели зоны затопления водохранилища Богучанской ГЭС**

Показатели	Красноярский край	Иркутская область	Итого по водохранилищу	% от показателей Техпроекта
Площадь покрытая древесной и кустарниковой растительностью, тыс. га	<u>112,0</u> 106,9	<u>14,5</u> 18,0	<u>126,5</u> 124,9	98,7
Площадь с товарными запасами по данным инвентаризации, тыс. га	<u>78,6</u> 47,7	<u>10,10</u> 8,66	<u>88,60</u> 56,37	63,6
Общий запас древесной и кустарниковой растительности, млн. м <sup>3</sup>	<u>11,70</u> 7,79	<u>1,80</u> 1,30	<u>13,5</u> 9,1	67,4
Запас товарных насаждений по данным инвентаризации, млн. м <sup>3</sup>	<u>11,10</u> 6,67	<u>1,70</u> 1,18	<u>12,80</u> 7,85	61,3
Ликвидный запас, млн. м <sup>3</sup>	<u>9,30</u> 6,45	<u>1,4</u> 1,1	<u>10,70</u> 7,54	70,4
Средний ликвидный запас площади товарных насаждений, м <sup>3</sup> /га	<u>132,0</u> 139,9	<u>160,0</u> 136,4	<u>134,0</u> 139,3	

Примечание: в числителе – данные Техпроекта (Богучанская ГЭС ..., 1976); в знаменателе – данные ННИО «Сибирский международный институт леса» (Разработка мероприятий ..., 2006).

Изменение таксационных характеристик в сторону уменьшения явилось результатом проведения первичной лесосводки и лесочистки.

В 2006 г. СибГТУ выполнил анализ отчетных материалов проведения лесосводки и лесочистки в Кежемском районе предприятием К-100 за период 1981 – 1987 гг.

Объем вырубленной древесины составил 6612,62 тыс. м<sup>3</sup> (с учетом вырубке в 1987 г.), в том числе нетоварной древесины 19,76 тыс. м<sup>3</sup>.

Недоруб от плана лесосводки за 1981 – 1987 гг. составил 1916,0 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе недоруб товарной древесины 1137,55 тыс. м<sup>3</sup>, нетоварной – 778,45 тыс. м<sup>3</sup>.

Корректность сведений приведенных в таблице 1 подтверждается содержанием письма Министерства внутренних дел СССР № 07/6418 от 16.12.1983 г. в Совет Министров СССР: «Дирекции строящейся Богучанской ГЭС сдано вырубленных площадей 5,9 тыс. га или 74,7 % к плану».

По данным СибГТУ в 1983 г. было вырублено (5189+177) 5,366 тыс. га.

За более чем 20-летний период после проведения первичной лесосводки произошло изменение запасов древесины в зоне затопления:

1. Объем недоруба товарной древесины 1137550 м<sup>3</sup> (Разработка прогноза ..., 2006) с учетом прироста составит 1315034 м<sup>3</sup>.

Общий средний годичный прирост древесины величина достаточно постоянная и зависит от типа лесов. В азиатской части России прирост на 1 га составляет 1,04 м<sup>3</sup>, в лесах Восточно-Сибирского региона – 1,29 м<sup>3</sup>/га (Писаренко, Страхов, 2004).

2. Объем недоруба нетоварной древесины, перешедшей в разряд товарной, с учетом прироста составит 1237406 м<sup>3</sup>.

3. Объем древесины планового затопления сырораствующей древесины с учетом прироста в 1,2 млн. м<sup>3</sup> составит 1431100 м<sup>3</sup>.

4. Объем молодняка, выросшего на площадях лесочистки, составит 1897200 м<sup>3</sup> (средний запас молодняка по данным каф. Использования водных ресурсов (ИВР) ГОУ ВПО «СибГТУ» составляет 50 – 60 м<sup>3</sup>/га).

В таблице 2 представлены результаты расчетов изменившихся запасов древесины в ложе водохранилища после проведения первичной лесосводки предприятием К-100 в 1981 – 1987 гг. на участке Кежемского района Красноярского края.

**Таблица 2 – Запас древесины в ложе водохранилища после проведения первичной лесосводки**

Показатели	Объем, тыс. м <sup>3</sup>
Объем недоруба товарной древесины	1137,5
Прирост недоруба товарной древесины	177,5
Запас недоруба товарной древесины с учетом прироста	<b>1315,0</b>
Объем недоруба нетоварной древесины	778,5
Прирост недоруба нетоварной древесины	458,9
Запас недоруба нетоварной древесины с учетом прироста	<b>1237,4</b>
Объем планового затопления	1200,0
Прирост сырораствующей древесины, оставленной под затопление	231,0
Запас сырораствующей древесины с учетом прироста	1431,0
Запас древесины в ложе водохранилища	<b>3983,4</b>
Молодняк	1897,2
Итого с учетом молодняка	5880,6
Сухостой и валежник	552,0
Итого с учетом сухостоя и валежника	<b>6432,6</b>

Известно, что лесозаготовки проводились предприятиями Иркутской области, однако, сведений об объемах лесозаготовок нет.

Разработанная на кафедре ИВР «Методика прогнозирования поступления древесной массы при затоплении и эксплуатации водохранилищ ГЭС Ангара-Енисейского региона» (Корпачев и др., 1991) позволяет определить запас древесно-кустарниковой растительности в ложе водохранилища после проведения лесосводки и лесочистки.

При разработке прогноза учитывали:

- объем порубочных остатков после проведения лесосводки на участках с товарными и нетоварными насаждениями, зависящий от запаса древесно-кустарниковой растительности на 1 га. Объем пору-

бочных остатков определялся по материалам натуральных исследований, выполненным в ложе водохранилища-аналога Братской ГЭС (Корпачев и др., 1991);

- объем древесной массы в корневой системе и пнях – принимается в пределах 15 – 20 % от общего запаса древесины (Уголев, 2001);

- объем молодого подроста (молодняка), сухостоя и валежника, поступления древесины из рек от лесосплава и лесозаготовок, стихийных и неучтенных факторов – определяется в соответствии с «Методикой ...» (Корпачев и др., 1991).

В таблице 3 представлены объемы засорения водохранилища БогЭС древесной массой в первый год заполнения.

**Таблица 3 – Запас древесно-кустарниковой растительности в ложе водохранилища в первый год затопления после проведения лесосводки и лесочистки**

№ п/п	Источники засорения	Объем, тыс. м <sup>3</sup>
1	Объем планового затопления	1431,1
2	Порубочные остатки от проведения лесосводки и лесочистки	1534,8
3	Корневая система, пни	1558,0
4	Молодой подрост	1897,2
5	Сухостой и валежник	552,0
6	Разнесенная древесная масса вдоль уреза воды, остатки хозяйственных построек	19,2
7	Поступление древесины из рек	0,737
8	Потери древесины от деятельности лесосплавных и лесозаготовительных предприятий	7,8
9	Стихийные и неучтенные факторы	11,0
	Итого древесных ресурсов	<b>7012,0</b>

Запас древесно-кустарниковой растительности в ложе водохранилища, в процессе строительства и эксплуатации, необходимо знать для оценки уровня влияния ее на качество воды.

Учитывая, что р. Ангара в зарегулированном состоянии будет иметь установленную проектом проточность, можно утверждать, что характер воздействия лесных ресурсов в зоне затопления на водную среду будет подобен тому, что имеет место при проведении лесосплавных работ.

Степень влияния лесосплава на гидрохимический состав воды и на водные организмы определяется предельно допустимой концентрацией древесины в воде.

Критерием безвредности лесосплава для биологического равновесия водоема является отношение объемов древесины и воды во время лесосплава 1:250, что доказано многолетними исследовани-

ями ГосНИОРХа и Ленинградской лесотехнической академии им. С.М. Кирова. При этом соотношении количество экстрагируемых веществ в воде колеблется около 1,6 – 2,0 мг/л, что не создает неблагоприятных условий для обитания и развития водных организмов. Поэтому такое отношение рекомендуется не нарушать при проведении лесосплава.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для Богучанского водохранилища полный объем при НПУ 208,0 м составляет  $58,2 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup>, критический объем воды при соотношении 1:250 составляет  $2,28 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup>, т.е. даже при затоплении  $9,1 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup> древесины – в водохранилище сохраняется биологическое равновесие.

В статье не рассматриваются загрязнения во-

дохранилища органическими веществами, содержащимися: в лесной подстилке, гумусе, торфе, водах приносимых впадающими в водохранилище реками, в процессе размыва берегов, в атмосферных и промышленно-бытовых сточных водах и др.

Как показывают исследования ЛТА (Санкт-Петербург), в общем, балансе поступлений загрязняющих веществ в водохранилище, загрязнение от плавающей древесины не превышает 3 – 5 %.

Выполненные исследования показывают, что для оценки засорения и загрязнения водохранилищ ГЭС древесной массой и органическими веществами необходимо провести цикл специальных натурных обследований зоны водохранилищ в процессе подготовки их к затоплению.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Богучанская ГЭС на реке Ангаре. Технический проект : в 3 т. Т. III / Водоохранилище и охрана окружающей среды. – М.: Гидропроект, 1976. – 219 с.  
Корпачев, В.П. Методика прогнозирования поступления древесной массы при затоплении и эксплуатации водохранилищ ГЭС Ангаро-Енисейского региона / В.П. Корпачев, Л.И. Малинин, М.М. Чебых // Ис-

пользование и восстановление ресурсов Ангаро-Енисейского региона: сб. научн. тр. Всесоюзн. научно-практ. конф. Т. II. – Красноярск, Лесосибирск, 1991. – С. 107-113.

Лапин, Г.Г. О состоянии и перспективах развития гидроэнергетики России / Г.Г. Лапин, В.В. Смирнов, Е.И. Вакова // Гидротехническое строительство. – 2007. – № 6. – С. 9-15.

Писаренко, А.И. Лесное хозяйство России: От пользования – к управлению / А.И. Писаренко, В.В. Страхов. – М.: ИД «Юристъ-Пруденция», 2004. – 552 с.

Разработка мероприятий по лесосводке и лесочистке в зоне водохранилища Богучанского гидроузла на реке Ангаре: отчет о НИР / НИИО «Сибирский международный институт леса». – Красноярск, 2006. – 19 с.

Разработка прогноза засорения и загрязнения водохранилища Богучанской ГЭС древесной массой и органическими веществами, комплекса предложений по очистке водохранилища от древесной массы: отчет о НИР / ГОУ ВПО «СибГТУ». – Красноярск, 2006. – 90 с.

СанПиН 3907-85 «Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ».

Уголев, Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения : учеб. для вузов / Б.Н. Уголев. – М.: Лесн. пром-сть, 2001. – 368 с.

---

Поступила в редакцию 6 февраля 2008 г.  
Принята к печати 16 мая 2008 г.