

УДК 502/504:621.311

И.Л. Дмитриева, канд. хим. наук

ООО «Центр сооружений, конструкций и технологий в энергетике»

А.И. Юдкевич, канд. геол.-мин. наук

Инженерный центр РАО ЕЭС России – филиал «Институт Гидропроект»

А.Г. Мелихова, инженер

Научно-исследовательский институт энергетических сооружений

Я.Н. Чуприна, инженер

Федеральная служба Ростехнадзор

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАГОРСКОЙ ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ПРИБРЕЖНУЮ ТЕРРИТОРИЮ

Рассмотрены вопросы влияния Загорской ГАЭС на прибрежную территорию, почву и растения. Определены главные факторы влияния. Результаты исследований использованы для улучшения состояния окружающей среды.

The paper considers some issues of influence of the Zagorsk Hydroelectric Pumped Storage Power Plant on the near-shore territory, soil and vegetation. The most important factors of influence are stated. The results of the research have been used for the environmental improvement.

В настоящее время в разных странах мира действуют свыше трехсот гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). Эти объекты позволяют энергосистемам обеспечить пиковую часть суточного графика нагрузки, заполнить ночной «провал», оптимизировать тем самым условия работы ТЭС и АЭС, повысить надежность работы энергосистемы в целом. Интерес к строительству ГАЭС постоянно растет, поэтому изучение проблем их экологической безопасности представляется достаточно актуальным.

Целью проведенной работы являлось изучение влияния Загорской ГАЭС на прибрежную территорию. При этом решались следующие задачи:

выявление основных факторов воздействия станции на прибрежную территорию;

определение в многолетнем разрезе наиболее значимых изменений в состоянии земельных ресурсов, геологической среды, почвенно-растительного покрова;

разработка рекомендаций по составу природоохранных мероприятий и наблюдений в системе мониторинга.

Загорская ГАЭС расположена в Сергиево-Посадском районе Московской обл. в бассейне реки Кунья. В состав сооружений станции входят: верхний аккумулирующий бассейн с водоприемником ГАЭС; туннельные водоводы; гидроаккумулирующая станция, работающая в турбин-

ном и насосном режимах; нижний бассейн на реке Кунья; низовая плотина с водосбросом.

Основные технические характеристики станции: установленная мощность турбин/насосов — 1200/1320 МВт; число агрегатов — 6 шт.; расчетный напор — 95...113 м; полный объем верхнего бассейна — 30 млн м³; полный объем нижнего бассейна — 33,2 млн м³.

Строительство станции началось в 1980 г. Нижний бассейн был образован путем перекрытия реки Кунья земляной плотинной у села Федоровское, в 2,5 км от впадения в реку Дубну. Наливной верхний бассейн создан на левобережном плато путем возведения земляных дамб. Перепад высот между бассейнами составляет 110 м.

Два первых гидроагрегата станции были введены в эксплуатацию в 1988 г., шестой — в 2000 г., одновременно с наполнением верхнего и нижнего бассейнов до проектного объема.

Загорская ГАЭС размещена в густонаселенном, хорошо освоенном районе, природная среда которого подвержена значительному техногенному воздействию. Строительство станции инициировало проявление ряда новых техноприродных процессов. Для их изучения использовали следующие методы:

анализ имеющихся данных изысканий и исследований до начала строительства, а также результатов комплексного

экологического мониторинга района размещения станции в период ее эксплуатации; проведение в 2006 г. в рамках мониторинга геологических, геохимических, геоботанических обследований;

сравнение космических снимков территории за 2005 и 2007 гг.

Система экологического мониторинга «Загорская ГАЭС — окружающая среда» была установлена в 1992 г. Принципы ее организации, решаемые задачи рассматривались в [1, 2]. Сеть мониторинга, размещенная с учетом геоэкологических особенностей местности, расположения основных гидротехнических сооружений, включала в себя профили и площадки, створы и точки опробования, скважины, а также полевые маршруты для систематических наблюдений и отборов проб, осуществляемых в различные сезоны по специальным программам.

Анализ почти двадцатилетнего опыта эксплуатации Загорской ГАЭС позволяет считать наиболее значимыми факторами влияния на прибрежную территорию следующие:

создание верхнего и нижнего бассейнов, затопление при этом части территории;

перемещение больших объемов грунтов; лесосводку и лесочистку в ходе строительства основных сооружений, поселка и инфраструктуры;

насосно-турбинный режим работы станции, обуславливающий значительные колебания уровня воды в бассейнах;

функционирование водоводов и водоприемника, сопровождающееся пригрузкой левобережного склона, а также протечками при нарушении герметичности тракта.

Связь этих факторов и последствий воздействия Загорской ГАЭС на прибрежную территорию схематично показана на рисунке. Строительство ГАЭС в первую очередь отразилось на изменении структуры земельных ресурсов речного бассейна, рельефа местности, гидрологических и гидрогеологических условий, физико-механических свойств грунтов, устойчивости береговых склонов.

Протяженность территории, занятой сооружениями ГАЭС, приблизительно 10 км с запада на восток, между низовой и верховой плотинами нижнего бассейна, и более чем 5 км с севера на юг, от здания ГАЭС до верхнего бассейна. В табл. 1 показана современная структура бассейна реки Кунья.

Факторы воздействия ГАЭС на прибрежную территорию				
Перемещение больших объемов грунтов	Лесосводка, лесочистка	Наполнение бассейнов ГАЭС	Насосно-турбинный режим работы ГАЭС	Функционирование водоводов
		Затопление части территории	Значительные колебания уровня воды в бассейнах	Пригрузка склона, протечки из водоводов
Изменение физико-механических свойств грунтов	Снижение устойчивости склонов и берегов на локальных участках		Изменение гидрогеологических условий	Изменение гидрологических условий
Оползни	Переработка берегов		Эрозия склонов	Подтопление территории
Изменение рельефа местности	Изменение береговой линии нижнего бассейна	Заболачивание территории	Физико- и биохимическое изменение почв	Изменение видового состава и состояния растительности
Последствия воздействия ГАЭС на прибрежную территорию				

Факторы и последствия воздействия Загорской ГАЭС на прибрежную территорию

Таблица 1

Структура бассейна реки Кунья (по данным космосъемки 2007 г.)

Тип ландшафтов	Площадь, тыс. га	% от общего
Общая площадь водосборного бассейна реки Кунья	20,3	100,0
Площадь естественных ландшафтов (леса, кустарники, болота и т.п.)	12,0	59,1
Площадь естественной водной поверхности (р. Кунья с притоками)	0,04	0,2
Площадь, подвергавшаяся воздействию человека, всего	8,26	40,7
В том числе:		
площадь земель, используемых под сельское хозяйство (пашня, луг, огороды)	3,0	14,8
поселки, дороги, промобъекты (кроме объектов ГАЭС)	3,6	17,7
строительная база, дороги, коммуникации, карьеры ГАЭС	0,93	4,6
поселки ГАЭС	0,08	0,4
основные сооружения, водоемы ГАЭС	0,65	3,2

На площади, занятой под строительство, было изъято и перемещено 21,6 млн м³ грунта. Следствием этого явились существенные техногенные изменения в рельефе: крупные земляные насыпи, выемки, карьеры. Часть карьеров стали использовать для свалок строительных отходов. Появились и неорганизованные отвалы грунта.

Рассмотрим влияние бассейнов станции на режимы уровней водоносных горизонтов. Результаты наблюдений показали, что с появлением Загорской ГАЭС стали формироваться новые положения уровней водоносных горизонтов, главным образом в районе верхнего бассейна. В 1993 г. уже наблюдалась их относительная стабилизация.

Колебание уровней подземных вод происходит в течение всего года. При этом верхние горизонты, приуроченные к четвертичным отложениям, быстрее реагируют на сезонные изменения и характеризуются амплитудами 0,5...2,5 м (максимум — 5 м). В водоносных горизонтах, приуроченных к верхнемеловым отложениям, эти колебания не превышают 1,5 м. Наибольшие изменения наблюдаются во внутриморенном водоносном горизонте, особенно на участках присутствия гравийно-галечниковых линз с высокими фильтрационными свойствами (K_f достигает 30 м/сут) — до 20 м в пьезометрах у низового откоса верхнего бассей-

на. В табл. 2 показано изменение уровней подморенного водоносного горизонта в многолетнем разрезе до его стабилизации. Изменение уровня водоносного горизонта в толще «зеленоцветных» пород имеет тенденцию к подъему по сравнению с бытовыми условиями — 0,5...1,0 м. Это объясняется наличием гидравлической связи горизонта с бассейном через линзы песков и галечника.

Влияние бассейнов ГАЭС на подпарамоновский водоносный горизонт не фиксируется благодаря мощному водопору, которым служит толща парамоновских глин.

Наполнение бассейнов ГАЭС, процессы фильтрации обусловили увеличение подпора грунтовых вод и развитие связанного с этим подтопления и заболачивания участков, примыкающих к аккумулирующим сооружениям. Эти участки хорошо диагностируются с помощью аэрофото- и космосъемок. Границы зоны подтопления верхнего водоема проходят по руслам реки Вакши и ручья Гардель. Нижним бассейном подтапливаются Федоровская пойма, небольшие участки у города Краснозаводска и поселка Богородское.

По периметру нижнего бассейна тянется полоса топкого заиленного берега шириной до 50 м. Сравнение съемок 2005 и 2007 гг. показывает, что площадь подтопленных участков существенно не изменилась.

Таблица 2

Изменение уровня подморенного водоносного горизонта

Номер пьезометра	Положение уровня, м						
	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.
9281	207,5	207,6	208,3	209,2	211,28	212,94	211,18
	206,9	207,5	207,7	207,7	209,11		
9284	210,7	211,2	210,3	210,7	212,66	211,22	212,19
	210,1	210,5	210,2	210,3	210,8		

Примечание: в числителе — максимальное значение, в знаменателе — минимальное.

Один из наиболее опасных геодинамических процессов в районе Загорской ГАЭС — оползнеобразование. Потенциально неблагоприятным в отношении оползнеобразования в настоящее время является отрезок правого берега нижнего бассейна, занятый урочищем Дубки вплоть до устья реки Пажи, и отрезок выше устья. Протяженность участка — 2 км. Эрозионные процессы развиваются на левобережном склоне по трассе напорного трубопровода и в незначительной степени на других открытых участках берега. Глубина размывов достигает 1...2 м. Причиной эрозии является поверхностный сток, а также наледи, связанные с протечками из трубопровода. Процессами переработки поражен практически весь правый берег нижнего бассейна, за исключением участка, где уложено бетонное покрытие. Наблюдающиеся экзогенные процессы в настоящее время не имеют тенденций к активизации.

Как известно, чутким индикатором состояния прибрежной территории является почвенно-растительный покров. Фоновый фитоценоз района исследования представлен ельниками высокого бонитета с разной степенью участия березы, дуба, осины на хорошо дренированных почвах по высоким элементам рельефа, ельниками с березой и ольхой на оглеенных почвах по понижениям, ольховниками с березой, елью и кустарниковыми ивами, лещиной, малиной по балкам и оврагам. В луговом фитоценозе доминируют мезофильные злаки, по пониженным элементам рельефа — щучково-осоковые, на заболоченных участках — осоково-рогозово-ситниковые сообщества.

В ходе мониторинга проводили наблюдения за динамикой изменения флористического состава фитоценозов, проективного покрытия, жизненного состояния доминирующих видов растений, за их экологической приуроченностью, сменой аспектов сообществ во времени и пространстве. В качестве примера рассмотрим результаты исследований на профиле 1.

Наиболее интенсивное воздействие со стороны верхнего бассейна наблюдалось в фитоценозах пониженных элементов рельефа, расположенных в зоне сильного подтопления в непосредственной близости к водоему.

Изменения почвенно-растительного покрова профиля 1 показаны в табл. 3.

В 1992 г. здесь было выделено 12 фитоценозов, отличающихся по составу древесных растений и доминирующих видов травянистого яруса. Растительные сообщества профиля представляли собой елово-осиново-березово-ольховые леса с разным сочетанием и разными долями участия этих пород в древостое. Общее состояние деревьев 1 и 2 ярусов было хорошим или удовлетворительным. Травянистый ярус был представлен элементами неморальных лесов (сныть, зеленчук, копытень, майник, кислица, вороний глаз) и сорными растениями (крапива). К 1999 г. в сообществах профиля произошло сокращение обилия древесного яруса и снижение бонитета и «жизненности деревьев», в первую очередь осины, ели, березы. Появились сухостойные деревья.

Доминирующей древесной породой стала ольха. На площади около 2000 м² образовалось рогозовое болото с большой поверхностью водного зеркала. В травостое произошло увеличение обилия сорняков и гидрофильных растений. Общее количество фитоценозов сократилось до 8. Отмечается, что за последние 4 года темпы изменений растительного покрова фитоценозов замедлились, почвы практически не изменились, а площадь рогозового болота начала сокращаться за счет зарастания ивой и мелколесьем по западной границе. Это говорит о достижении динамического равновесия, стабилизации процессов изменения почвенно-растительного покрова профиля и начале восстановления фоновой растительности.

В зоне умеренного подтопления существенных изменений растительного покрова не наблюдается. Изменения растительности зоны подтопления нижнего бассейна происходят на уровне флуктуаций.

В ходе эксплуатации станции по мере прогнозирования и выявления неблагоприятных процессов проводили направленные природоохранные мероприятия: берегоукрепление, противоползневые мероприятия, «залечивание» эрозионных проявлений, ликвидацию протечек трубопровода, дренаж некоторых подтопленных участков, рекультивацию карьеров, благоустройство территории.

Изменение почвенно-растительного покрова профиля 1 у верхнего бассейна Загорской ГАЭС

		Год				
1992	1999	2005	2007	1992	1999	2007
Растительность				Почвы		
Ольхово-осиновый лес	Ольховый лес с подростом лещины	Ольховый лес с лещиной и рябиной во втором ярусе	Осиново-березовый лес с разной степенью участия ели, ольхи, рябиной, лещиной и ивой во втором ярусе, осоками, ситниками по понижениям и мезофильным разнотравьем в травяном покрове	Дерново-подзолистые, оглеенные	Дерново-подзолистые, оглеенные	Дерново-подзолистые, оглеенные
Осиновый лес с елью, дубом	Сырой ольховый лес с угнетенной осиной и подростом лещины	Осиново-березовый лес с примесью ели и ольхи, рябиной, лещиной и ивой во втором ярусе				
Елово-осиново-ольховый лес	Сырой ольховый лес с примесью осины, ели, подростом лещины					
Елово-ольховый лес	Осиновое мелколесье с примесью клена, лещины, ивы, рябины					
Разреженный ельник						
Ольхово-осиново-еловый лес						
Сырой ельник с осиной	Малинник с примесью осины, рябины, лещины, подростом березы					
Осиново-березово-еловый лес	Осиново-березовый лес с рябиной, ивой и лещиной во втором ярусе					
Сырой ельник с примесью ольхи и осины		Осиново-березовый лес с рябиной, ивой и лещиной во втором ярусе				
Рогозово-ситниковое болото, сухой остров деревьев	Угнетенный осиновый лес с подростом ивы, лещины		Осиново-березовый лес с рябиной, ивой и лещиной во втором ярусе	Осиново-березовый лес с рябиной, ивой и лещиной во втором ярусе	Дерново-подзолистые	Дерново-подзолистые, оглеенные
Осиново-еловый лес	Мелколесье (осина, рябина, ива)					

Выводы

Наблюдения в системе мониторинга, разработка и выполнение рекомендуемых мероприятий позволили обеспечить экологическую стабильность прибрежной территории района размещения Загорской ГАЭС. В настоящее время здесь не проявляется активизации неблагоприятных геодинамических процессов, негативных изменений почв. В удовлетворительном состоянии находится древесная и травянистая растительность. Выявленные закономерности влияния длительной эксплуатации Загорской станции на прибрежную территорию могут быть использованы при экологическом обосновании проектов и других подобных энергетических объектов.

Ключевые слова: *прибрежная территория, рельеф, техногенные изменения, водоносный горизонт, фильтрационные свойства линз, парамоновские глины, подтопление, заболачивание, геодинамический процесс, эрозионные процессы, экзогенные процессы, фитоценоз, рекультивация карьеров.*

Список литературы

1. Мониторинг в системе обеспечения экологической безопасности гидроэнергетических объектов [Текст] / И. В. Семенов [и др.] // Гидротехническое строительство. – 1998. – № 6. – С. 33–40.
2. Дмитриева, И. Л. Экологический мониторинг верхнего и нижнего бассейнов Загорской ГАЭС на реке Кунья [Текст] / И. Л. Дмитриева, Л. М. Микоц, Т. Б. Гурьевич // Тезисы Международного конгресса «Великие реки». – Нижний Новгород, 1999. – С. 271–272.