

2. *Крицкий С.Н.* Гидрологические основы управления водохозяйственными системами / С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель. – М.: Наука, 1982. – 271 с.

3. *Красов В.Д.* Управление поверхностными водными ресурсами в условиях нестационарности– Воронеж: Изд. Научная книга, 2014.– 252с.

4. *Косолапов А.Е.* Опыт применения принципов интегрированного управления водными ресурсами Схем КИОВО // Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции «Устойчивость водных объектов, водосборных и прибрежных территорий; риски их использования». Калининград: Капрос, 2011. С.216-222.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ  
СОЗДАВАЕМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В КРИОЛИТОЗОНЕ  
(на примере Нижне-Богучанского водохранилища)**

Курбатова И.Е.

Институт водных проблем РАН, г. Москва

irenkurb@yandex.ru

Регулирование режима речного стока с помощью водохранилищ ради решения широкого круга хозяйственных задач является одним из самых кардинальных вмешательств человека в естественную жизнь реки и прилегающих территорий, которое провоцирует значительные природные и социально-экономические изменения. Строительство такого крупного водохозяйственного объекта как водохранилище требует проведения государственной экологической экспертизы, а на самом раннем предпроектном этапе - выполнения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Последняя задача многофакторная, поскольку влияние водохранилищ на окружающую среду разнообразно и неодинаково как в разных географических регионах и высотных поясах, так и на разных участках водоема. Специфические особенности и масштабы влияния русловых водохранилищ на прилегающие территории должны быть обязательно выявлены при разработке информационного обеспечения конкретного водоема и учтены при выполнении ОВОС.

К одним из наиболее сложных по комплексу последствий относятся водохранилища, создаваемые в зоне многолетней мерзлоты.

Они оказывают серьезнейшее влияние на значительные территории, приводя к нарушению устойчивости криогенной системы за счет изменения температурного и влажностного режимов почвогрунтов. При наполнении этих водохранилищ к естественным экзогенным процессам добавляется термоабразия, в свою очередь, усиливающая интенсивность склоновых процессов (оползни, оседания склонов, солифлюкция). Результаты обследований [1] показали, что за счет просадок дна при оттаивании мерзлых пород происходит увеличение объемов водохранилищ на 15% и более. Это задерживает достижение нормального подпорного уровня (НПУ), осложняет условия эксплуатации водохранилищ и ставит под угрозу безопасность инженерных сооружений, снижает выработку энергии.

Труднодоступность территорий зоны многолетней мерзлоты ограничивает проведение систематических наблюдений для получения качественного материала по этой проблематике, поэтому объем фактических данных о переработке мерзлых берегов и других негативных процессах в зоне влияния водохранилищ крайне мал [1]. Эколого-географическими обследованиями эти регионы также обеспечены слабо. В связи с этим очевидна актуальность поиска новых методов проведения оценки воздействия водохранилища на экологическое состояние криолитозоны и необходимость привлечения дополнительных источников информации, среди которых наиболее перспективные, по мнению автора, показаны на рис. 1.

Факторы взаимосвязей между компонентами окружающей среды и искусственным водоемом образуют сложно структурируемый массив информации. Поэтому актуальной и перспективной задачей является развитие и научное обоснование системы наблюдений за формированием водохранилища и окружающей его средой с помощью геоэкологического мониторинга и ГИС-технологий. Совокупность этих систем позволяет структурировать информационные массивы, обеспечивать их хранение, визуализировать отображение разнообразных пространственно-временных данных для анализа современного состояния территории и прогноза ее дальнейшего развития.

Одним из эффективных подходов к структурированию информации в ГИС является картографический, с помощью которого реализуется пространственный анализ получаемых разнородных данных, обобщение и преобразование результатов наблюдений и ис-

следований в картографические документы разного уровня и тематики. Роль карт в ГИС двояка: с одной стороны, это форма хранения и передачи информации; с другой, это средство познания и моделирования геосистем при различных сценариях их развития, в том числе при возникновении антропогенной нагрузки и оценке ее последствий.

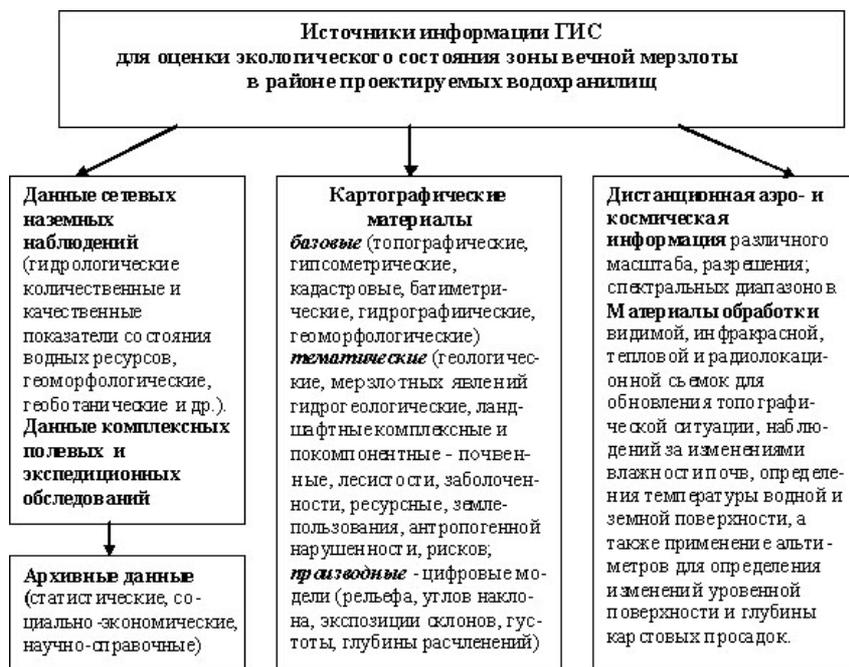


Рис. 1 – Структура информационного обеспечения ОВОС в условиях дефицита наземных наблюдений

В качестве объекта исследования была рассмотрена территория планируемого строительства Нижне-Богучанской ГЭС. Это пятое водохранилище на Ангаре, его плотина будет находиться в 107 км от Богучанской ГЭС ниже по течению реки (рис. 2). Предполагается, что строительство Нижне-Богучанской ГЭС закончится в 2022 г. [2], и в соответствии с предварительным графиком строительства ГЭС подготовка проектной документации и проведение государственной экспертизы намечены на 2016-2017 гг.



совместном применении ортофотопланов и матриц высот рельефа могут решаться большинство задач планирования, оперативного управления на местности. Данные космической съемки высокого разрешения в оптическом диапазоне используются для обновления содержания топографических карт, выявления различий в сезонном состоянии природных комплексов и уточнения современных контуров природных и антропогенных объектов.

Тематика карт, разрабатываемых с помощью ГИС формированием многослойного информационного образа изучаемого региона, должна быть нацелена на осуществление комплексной или покомпонентной оценки состояния территории в зоне создания водохранилища. Такой образ формируется последовательным нанесением на базовую цифровую топографическую основу слоев с тематической информацией различного рода – границы ландшафтных комплексов, спутниковые изображения, дополнительные данные. В результате образуется самостоятельный информационный слой, на основе анализа которого разрабатывается тематическое содержание карты и его оформление (рис 3).



Рис. 3 – Пример совмещения разных информационных слоев:  
 а) фрагмент топографической карты масштаба 1:1 000 000; б) космическое изображение ИСЗ Landsat-7, 2014 г.; в) комбинированное изображение

С помощью ГИС «Карта 2011» разработана карта «Изменение природной среды зоны затопления Нижне-Богучанского водохранилища» масштаба 1:200 000, для которой использованы цифровые

топографические карты масштабов: обзорного – 1:1 000 000; регионального – 1:200 000, локального -1:50 000 (на отдельные участки), ландшафтная карта, а также космическая информация высокого разрешения с ИСЗ Landsat-7 и IKONOS за 2014 г.

Совмещение слоев с топографическим содержанием и ландшафтным районированием позволило выявить закономерности пространственной дифференциации географической среды; определить границу зоны затопления территории, соответствующую планируемому НПУ (140 м); выбрать зону косвенного влияния, ограниченную горизонталью 160 м. Рис. 4 наглядно отображает распределение пологих участков местности.

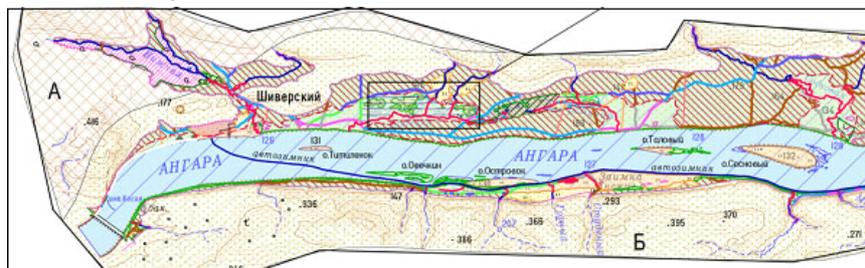


Рис. 4 – Фрагмент карты «Изменение природной зоны затопления Нижне-Богучанского водохранилища»

Анализ карты показал, что основные площади затопления из-за создания Нижне-Богучанской ГЭС будут расположены узкими полосами вдоль берегов Ангары и значительно расширяться в долинах рек Талая, Сосновка и Мура. Суммарная длина всех приустьевых частей многочисленных притоков Ангары, которые будут затоплены водохранилищем – больше 50 км, а в зоне косвенного влияния суммарно окажутся почти 160 км русел рек. Значительные площади затопления будут наблюдаться в районе болотного массива Еланское и на островах. Ряд населенных пунктов вдоль русла Ангары (Невонка, Гольтявино, Глубокое, Хребтовый, Говорково, Климино и др.) будут частично или полностью находиться в зоне проявления негативных процессов – затоплений, подтоплений, переработки и обрушений берегов, оползневых процессов, солефлюкции и т.д. В зоне влияния водохранилища окажутся 26 км автодороги Богучаны-Кодинск, 75 км грунтовых проселочных и лесных дорог будет полностью затоплено, а 173 км – попадет в зону косвенного влияния, что может привести к подтоплениям отдельных участков дорог.

Рассчитанные площади и длины объектов, попадающих в зоны планируемого затопления и косвенного влияния, приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Параметры природных и антропогенных объектов, попадающих в зоны планируемого затопления и косвенного влияния Нижне-Богучанского водохранилища

Объекты	Зона затопления		Зона косвенного влияния	
	Площадь, км <sup>2</sup>	Длина, км	Площадь, км <sup>2</sup>	Длина, км
<b>Природные объекты</b>				
Реки (с учетом Ангары)	184,45	-	-	159,66
Острова	18,99	-	-	-
Леса	28,90	-	133,05	-
Поросль леса	1,611	-	1,43	-
Вырубленные леса	0,28	-	0,79	-
Леса редкие высокие	-	-	4,91	-
Луговая растительность	25,14	-	34,67	-
Болота	4,64	-	2,63	-
Пески	0,34	-	-	-
Каменистые россыпи	-	-	0,03	-
Скалы	-	-	0,13	-
<b>Антропогенные объекты</b>				
Населенные пункты	0,43	-	5,53	-
Автодороги с покрытием	-	1,91	-	24,04
Автодороги без покрытия	-	16,89	-	66,43
Грунтовые просел. дороги	-	12,01	-	16,111
Полевые и лесные дороги	-	45,65	-	101,77
Зимние дороги (автозимник)	-	81,00	-	-
Промышленные предприятия	0,16	-	3,44	-

Содержание разработанной карты может быть использовано для составления предварительного прогноза и оценки риска развития экосистем, попадающих в зону подтопления, путем привлечения дополнительных данных об основных системообразующих факторах: глубине летнего оттаивания грунтов и уровне повышения грунтовых вод при наполнении водохранилища. Устойчивость деревьев к подтоплению зависит от их местоположения, форм рельефа, частоты, продолжительности и уровня повышения вод [5]. Подпор уровня воды в боковых притоках будущего водохранилища будет провоцировать периодическое затопление и переувлажнение залесенных долин, тальвегов и суходолов, создавая риск полного или частичного отмирания древостоев (табл. 2).

Таблица 2 – Возможные изменения природных комплексов в зонах влияния создаваемого водохранилища (с использованием материалов [5])

	Ландшафтные комплексы Нижнего Приангарья	Зона постоянного затопления	Зона косвенного влияния
А	<i>плато увальисто-холмистые и эрядовые</i> – денудационно-эрозийные структурные, густо расчлененные, с солифлюкционными формами, осыпями, с елово-пихтовыми травяно-зелено-мошными лесами, вдоль рек с сосновыми и лиственнично-сосновыми травяными лесами	Территории с этими природными комплексами не попадают в зону затопления. Изменений нет.	Практически не будут подвержены изменениям. Эпизодическое кратковременное подтопление вдоль притоков в результате высокого уровня подпора не вызовет серьезных изменений в состоянии древостоев
Б	<i>плато холмистые, расчлененные</i> , денудационно-эрозийные трапцевые со ступенчатыми склонами, с лиственнично-сосновыми травяно-зеленомошными и кустарничковыми лесами	Территории с этими природными комплексами не попадают в зону затопления. Изменений нет.	Возможны небольшие изменения древостоя по сухим балкам в результате периодического подтопления корневой системы
В	<i>поймы и низкие надпойменные террасы</i> – аллювиальные аккумулятивно-денудационные плоские, заболоченные, с мелкими озерами, старицами, с сосновыми и лиственнично-сосновыми травяными лесами	Гибель всех полностью затопленных наземных экосистем. Сосны и ели на мелководье гибнут через 2-3 года. Леса по береговой линии максимальных уровней водохранилищ заменяют кустарниковые пны	Дифференцированное реформирование экосистем зависит от рельефа, почв, сезона и продолжительности повышения уровня грунтовых вод, устойчивостью древесных пород к подтоплению
В <sub>1</sub>	<i>поймы крупных рек</i> – аллювиальные аккумулятивные, плоские, сегментно-островные, с протоками, со злаково-осоковыми, лугами и кустарниковыми пнями	Гибель всех полностью затопленных наземных экосистем. На месте ушедших под воду болотных массивов возможно появление торфяных островов	По мере увеличения влажности уменьшается прирост древостоя, а в условиях заболачивания значительно сокращается. Возможны проявления термоабразии

Разработанные карты представляют начальный этап использования ГИС «Карта 2011» и содержат базовую информацию для дальнейшего более детального и проблемно-ориентированного изучения последствий создания очередного водохранилища в сложных природных условиях.

### Литература

1. Проблемы гидротехнического строительства в криолитозоне: особенности, криогенные процессы, мониторинг, прогнозирование (отчет о результ. научн. исслед.). Отв. исп. Разумов С.О. Якутск, 2009.30 с. Электрон. ресурс <http://do.gendocs.ru/docs/index37913.html>

2. Плотина. НЕТ! Нижнее-Богучанская ГЭС. [Электронный ресурс]: сайт – Красноярск, 2007-2015. – Режим доступа: [www.plotina.net](http://www.plotina.net)],

3. Вечная мерзлота. [Электронный ресурс]: сайт –2002. – Режим доступа: [www.gordon0030.narod.ru](http://www.gordon0030.narod.ru).

4. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2013 году». – Красноярск, 2014. 282 с.

5. Даниленко О.К., Узрюмов Б.И., Яремчук Р. Влияние затопления Богучанского водохранилища на продуктивность древостоев береговой полосы. (БрГУ, г. Братск, РФ)

[Электронный ресурс] Режим доступа: [http://science-bsea.bgita.ru/2007/les\\_2007/danilenko\\_vlijanie.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2007/les_2007/danilenko_vlijanie.htm)

**МЕТОДОЛОГИЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ  
МЕРОПРИЯТИЙ РАЦИОНАЛЬНОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ  
(на примере водохозяйственного комплекса Нижней Волги)**

Левит-Гуревич Л.К., Болгов М.В.  
Институт водных проблем РАН, г. Москва  
[lev-gyr@yandex.ru](mailto:lev-gyr@yandex.ru)

Методология обоснования приоритетных водохозяйственных мероприятий представляет собой инструмент рационального выбора, сочетающий решение оптимизационных задач с неформальными эвристическими подходами. Выбор мероприятий проводится на водохозяйственном участке крупной реки или в бассейне средней реки. Для нашего примера – это Нижняя Волга – уникальный по природным богатствам регион России, на территории которого сталкиваются интересы разных отраслей народного хозяйства, использующих водные ресурсы. Кроме рыбного хозяйства есть другие направления: питьевое и промышленное водоснабжение, орошение и обводнение, речной и морской транспорт. Хозяйственное развитие региона требует эффективного управления в увязке с работой Волжско-Камского каскада водохранилищ (ВКК). Особенностью региона является сетевое строение водотоков.

В 21 км выше Волгограда от Волги отделяется левый рукав — Ахтуба (длина 537 км), которая течёт параллельно основному руслу р. Волги. Междуречье — Волго-Ахтубинская пойма (14 тыс. км<sup>2</sup>) на