

DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-147-150

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ДИНАМИКИ ПОБЕРЕЖИЙ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ****THE MAIN PROVISIONS OF THE METHODOLOGY OF GEOECOLOGICAL MONITORING
OF THE DYNAMICS OF THE COASTS OF ARTIFICIAL RESERVOIRS****Новикова Н.М.**

Novikova N.M.

e-mail: nmnovikova@gmail.com

Институт водных проблем РАН, Москва, Россия

Water Problems Institute RAS, Moscow, Russia

Аннотация. Рассмотрены цель, задачи, область применения, показатели и методология геоэкологического мониторинга водоохраной зоны водохранилищ. Он апробирован на водохранилищах степной зоны Европейской части России.

Abstract. The purpose, objectives, scope, indicators and methodology of geoeological monitoring of the water protection zone of reservoirs are considered. It has been tested on reservoirs of the steppe zone of the European part of Russia.

Ключевые слова: уровень водохранилища, водоохранная зона, методология, растительность, почвы, оценочные критерии, динамика, тренды, прогноз, рекомендации.

Keywords: reservoir level, water protection zone, methodology, vegetation, soils, evaluation criteria, dynamics, trends, forecast, recommendations.

Проблема оценки воздействия естественных и искусственных водоемов на прилегающие территории в настоящее время актуальна как в связи с разработкой теоретических вопросов взаимодействия вод суши с окружающей средой, так и в связи с необходимостью решения важных практических задач по повышению водоохраных функций побережий и определению направлений рационального использования их ресурсов.

Геоэкологический мониторинг водоохраной зоны водохранилищ разработан с целью проведения стандартных регулярных наблюдений для оценки состояния, выявления тенденций развития и прогнозирования дальнейших изменений природных комплексов под воздействием водохранилища. «Объектом» мониторинга являются природные комплексы побережий, а «предметом» – выявление и оценка их ежегодных и направленных изменений под воздействием водохранилища.

Область применения: использование результатов для обеспечения экологической безопасности при решении вопросов рационального использования ресурсов побережий уже существующих и вновь создаваемых водных объектов и при рассмотрении и уточнении границ водоохраных зон. Геоэкологический мониторинг апробирован на наиболее крупных водохранилищах степной зоны на территории Европейской части России: Краснодарском, Цимлянском, Пролетарском, Веселовском.

Общей теоретической платформой мониторинга является представление о том, что, водный фактор является ведущим в трансформации исходных ландшафтов побережий. В результате его комплексного воздействия на прилегающие территории, исходно автоморфные ландшафты приобретают черты и свойства полу- и гидроморфных.

Методология. Исходя из того, что водный фактор является ведущим в динамике природных комплексов, в территориальную организацию мониторинга заложен принцип выделения участков побережья, имеющих сходное воздействие водохранилища, однотипный водный режим и близкие процессы гидрогенной трансформации. Для этой цели использована концепция блоковой структурно-функциональной организации экотонов «вода-суша» в терминологии, предложенной автором [1]. Выделяются: постоянно затопленная водой большая часть акватории водохранилища – *аквальный блок*; периодически или ежегодно освобождающаяся от воды часть дна водохранилища – *амфибиальный блок*, где под влиянием длительного затопления и волновой деятельности на периодически обнажающемся дне полностью разрушаются исходные природные комплексы; периодически затопляемый участок побережья – *динамический блок*, где формируются гидроморфные и полугидроморфные почвы и растительные сообщества, одновременно идет смыв верхних горизонтов почв и накопление на поверхности отложений, принесенных водой в паводок; территория, подтопленная грунтовыми водами – *дистантный блок*, где на незаливаемых участках, грунтовые воды залегают ближе глубже, чем 3 (5) м от поверхности, идут процессы формирования полугидроморфных природных комплексов. Переходная территория к окружающим автоморфным ландшафтам – *маргинальный блок*. Ранее существовавшие в каждом блоке почвы, растительность и животное население в процессе адаптации к новым условиям водного режима изменяются в разной степени в зависимости от гидролого-геоморфологических условий исходного ландшафта. Такой подход обеспечивает, с одной стороны, выделение участков территорий, испытывающих однотипное воздействие, а с другой – позволяет выявлять индивидуальную ответную реакцию на однотипное воздействие водохранилища в каждом типе ландшафта.

Для проведения границ между участками побережья, испытывающими разное воздействия водохранилища (освобождение от воды дна, заливание и подтопление) используются параметры уровня

водохранилища, установленные при его создании (высотная отметка в метрах уровня мертвого объема – УМО и нормального подпорного уровня – НПУ). Участок дна водохранилища, освобождающийся от воды в летний период (амфибиальный блок), располагается между высотными отметками УМО и береговой линией. Последняя соответствует высотной отметке, имеющей 50% обеспеченность заливания за весь период существования водохранилища. На местности именно этой высотной отметке соответствует граница между лишенной растительности поверхности дна водохранилища и задержанной поверхностью суши. Это береговая линия. На большей части побережья эта граница маркируется береговым уступом и полосой древесной растительности. В направлении от береговой линии к коренному берегу выделяются: затапливаемый и подтопленный участки побережья. Затапливаемый участок побережья (динамический блок) располагается между высотными отметками береговой линии и НПУ. Наблюдения показали, что длительность стояния уровня на отметке НПУ на водохранилищах степной зоны [2] не превышает 3-6 дней в году в период с конца апреля по середину мая. Территория побережья, испытывающая подтопление грунтовыми водами (дистантный блок), начинается от высотной отметки НПУ и заканчивается на высотных отметках на 3-4 м выше по рельефу. Высотная отметка последней границы определена условно, исходя из того, что при глубине грунтовых вод более 3 (5) м, они более не участвуют в поддержании гидроморфного почвообразовательного процесса. Эта граница, расположенная примерно в 300 м от береговой линии, может быть рекомендована в качестве внешней границы водоохраной зоны водохранилища.

На местности выделение границ производится путем заложения инструментального нивелировочного хода. Привязка его к уровню водохранилища осуществляется либо через четкое положение береговой линии, либо через высотную отметку положения уреза воды в водохранилище на дату съемки. На вычерченном графике рельефа в каждом ландшафте определяются границы структурных блоков (рис. 1).

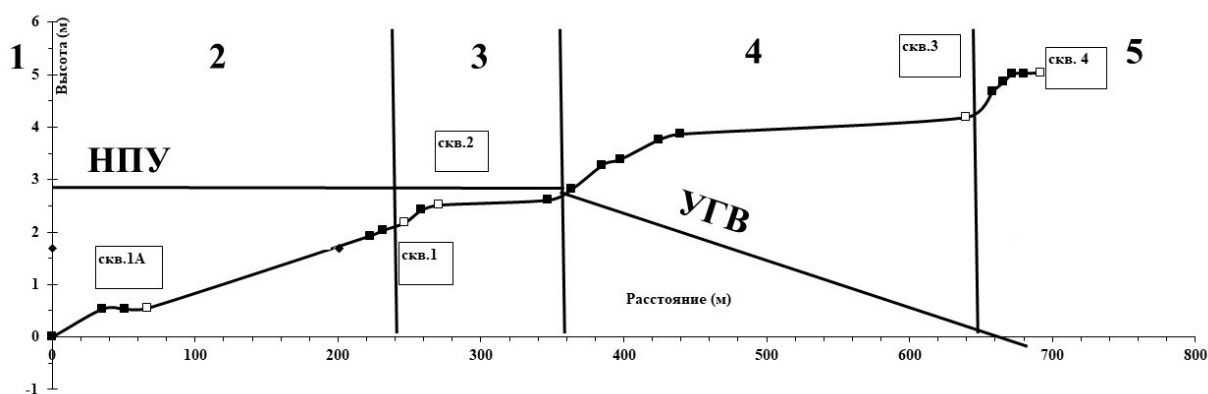


Рис. 1. Выделение блоков экотона «вода-суша» по высотным отметкам рельефа, полученного с помощью нивелировочного хода

Условные обозначения. Арабские цифры 1-5 – блоки экотона: 1 – аквальный, 2 – амфибиальный, 3 – динамический, 4 – дистантный, 5 – маргинальный; НПУ – нормальный подпорный уровень; УГВ – уровень грунтовых вод. Ноль графика – урез воды на дату наблюдений

Натурные исследования. На местности вдоль нивелировочного хода проводится трансекта, вдоль которой ведутся наблюдения. В каждом блоке закладывается ключевой участок, на котором проводятся наблюдения за основными компонентами природных комплексов с измерением количественных значений основных показателей. Определение географических координат ключевого участка с помощью GPS позволяет привязать все точки к космическим снимкам и использовать их для наблюдений. В аквальном блоке отбираются пробы воды для измерения минерализации; в амфибиальном и следующих блоках на территории побережья закладываются почвенные разрезы до уровня грунтовых вод, изучается и описывается почвенный профиль, отбираются пробы для определения засоления и фиксируются признаки вторичного гидроморфизма. Положение уровня грунтовых вод измеряется дважды с интервалом в 30 минут для выявления напора, затем отбираются пробы воды для определения их минерализации. Рядом с почвенным разрезом закладывается геоботаническая площадка, где фиксируется общее проективное покрытие растительности, видовой состав, дается название сообщества и для каждого вида – его покрытие в баллах, высота, фенофаза, жизненность, в трехкратной повторности отбирается надземная фитомасса трав с площадок 1x1 м².

Анализ натурных данных. Полученные количественные значения параметров позволяют проводить пространственно-временной анализ и сопоставлять его с водным режимом: изучать изменение в одном типе ландшафта путем сравнения разных блоков; изучать особенности ответных реакций на однотипное воздействие водного фактора в одинаковых блоках в разных ландшафтах, а также рассмат-

ривать изменение значения каждого параметра на одном ключевом участке за ряд лет наблюдений и выявлять тенденции динамики при наличии длинного ряда наблюдений, а также выявлять связи с другими параметрами, в особенности со значениями уровня водохранилища. Анализ конкретных значений положения уровня грунтовых вод за ряд лет позволяет выявить территорию, где они находятся глубже 3 (5) м, что мы предлагаем считать внешней границей водоохранной зоны в каждом ландшафте.

Анализ колебания уровня водохранилища представляет для геоэкологического анализа особый интерес, поскольку этот фактор оказывает воздействие на природные комплексы всей территории водоохранной зоны и этот управляющий фактор зависит от водности года и сам поддается управлению. Рассмотрение ежегодного хода графика уровня воды Цимлянского водохранилища, вычерченного по данным управления гидроузлом показало (рис. 2), что за 7 лет наших наблюдений только в трех из них (2004, 2006 и 2008 гг.) происходило затопление побережья. В остальные годы вода не доходила до берегового уступа в течение нескольких лет подряд: с 2009 по 2013. Участки дна водохранилища, освободившиеся от воды, стали покрываться проростками ив и тополей. Самый низкий уровень отмечался в 2011 г., когда в осенне-зимний период он приблизился к отметке мертвого объема, а годовая амплитуда колебания была чуть выше 2-х метров при установленной в начале его эксплуатации 4-х м.

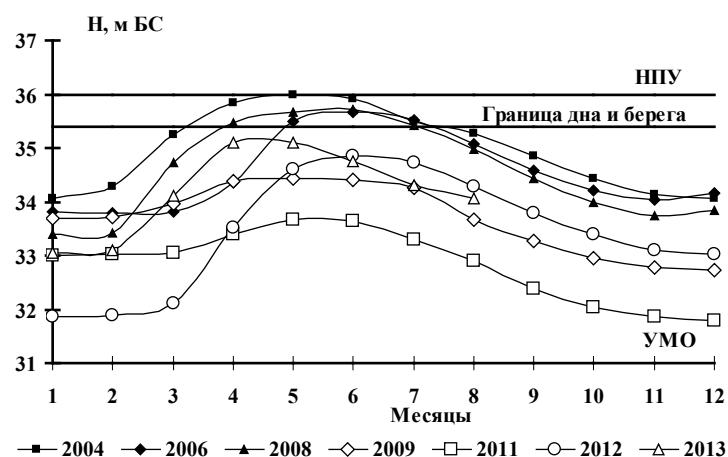


Рис. 2. Изменение уровня водохранилища в годы наблюдений.

Рассмотрение длинного ряда данных значений амплитуды годовых колебаний на Цимлянском водохранилище (1951-2010 гг.) выявило статистически значимую тенденцию снижения ежегодного изменения уровня со времени создания в 1951 г. к 2010 г. на 2 м.

Грунтовые воды. На заливаемых участках глубина грунтовых вод 0.5-1.5 м, на подтопленных – до 3 м и более. К осени грунтовые воды заглубляются по сравнению с весенними значениями, в среднем, на 1.5-2 м, минерализация увеличивается незначительно. Наблюдения на скважинах за глубиной вскрытия грунтовых вод и установившимся уровнем позволили выявить наличие напора. На Краснодарском водохранилище, на его южном побережье, максимальное удаление этой границы от уреза воды в межень проходит на расстоянии 560 м, на Цимлянском – 300 м, Веселовском – 541 м, и Пролетарском – 107 м.

Вода водохранилищ менее минерализована, чем грунтовые воды и распресняет их. Это подтверждается тем, что в более близко расположенном к урезу воды динамическом блоке грунтовые воды оказываются менее минерализованными, чем в следующем за ним, более удаленном дистантном. Однако в зоне сработки, на обнажающемся дне, вскрытие близко расположенных к поверхности грунтовых вод нередко обнаруживает, что их минерализация в несколько раз выше, чем вода водохранилища.

Минерализация и химизм поверхностных и подземных вод в зоне влияния водохранилищ (табл.) соответствует эколого-географическим условиям вмещающих ландшафтов: с севера на юг минерализация воды водохранилищ возрастает, а химизм изменяется с гидрокарбонатного в настоящих степях (Краснодарское) на хлоридно-сульфатный и на сульфатно-хлоридный – в сухостепных ландшафтах (Цимлянское). В подзоне сухих степей увеличение минерализация воды водохранилищ и подземных вод усиливается региональными геологическими условиями – расположением маньчжских водохранилищ (Веселовское и Пролетарское) на морских сильно засоленных отложениях.

Почвы наименее динамичный компонент природных комплексов. Ежегодные изменения затрагивают их влагосодержание и засоление. Остальные показатели длительное время наших наблюдений оставались стабильными.

Растительность наиболее динамичный компонент. Наибольшие изменения на всех водохранилищах претерпевают показатели растительных сообществ динамического блока как в течение года, так и по годам в связи с более резкой сменой условий увлажнения и засоления. Наиболее опасно появление

чужеродных видов, т.к. они могут стать источником расселения на прилегающие сельскохозяйственные поля. Периодически дают вспышки массового развития инвазийные виды, преимущественно однолетники: дурнишники колючий, белый (*Xanthium strumarium* L., *X. albinum* (Widd.) H. Scholz), циклахена дурнишниковидная (*Cyclachaene xanthiifolia* (Nutt.) Fresen.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), донник желтый (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.). Латинские названия растений даны по сводке [3].

Таблица. Гидрохимические показатели поверхностных и грунтовых вод побережий водохранилищ

Характеристика	Водохранилище			
	Краснодарское	Цимлянское	Веселовское	Пролетарское
Минерализация воды водохранилища, г/л	0.10-0.21	0.28-0.86	2.06-2.92	1.80-9.30
Тип засоления воды	SO ₄ -HCO ₃	Cl-SO ₄	Cl-SO ₄	Cl-SO ₄
Минерализация грунтовых вод, г/л	0.11-5.00	0.45-13.42	4.34-52.01	5.40-30.90
Тип засоления грунтовых вод	SO ₄ -HCO ₃	SO ₄ -Cl	Cl-SO ₄	SO ₄ -Cl

Динамика береговой линии в каждом типе ландшафта прослеживается по изменению положения берегового уступа на топо-экологическом профиле. Сопоставление разновременных материалов дистанционного зондирования высокого разрешения дает более детальную информацию.

Рекомендуемая повторность наблюдений на ключевых участках – раз в два-три года.

Благодарности. Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0002 Государственного задания ИВП РАН «Исследования геоэкологических процессов в гидрологических системах суши, формирования качества поверхностных и подземных вод, проблем управления водными ресурсами и водопользованием в условиях изменений климата и антропогенных воздействий».

Литература

1. Залетаев В.С. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. – М.: РАСХН, 1997. – С. 11-29.
2. Новикова Н.М., Назаренко О.Г. Природные комплексы побережий искусственных водоемов на юге европейской части России // Н.М. Новикова, О.Г. Назаренко. Аридные экосистемы, 2013. – Т.19, №3. – С. 35-62.
3. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – Санкт-Петербург: Мир и семья-95, 1995. – 992 с.