

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ

УДК 626.814

ЭКОТОННАЯ СИСТЕМА ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2005 г. Т. В. Балпок*, А. В. Кутузов*, О. Г. Назаренко**

*Институт водных проблем Российской академии наук 119991 Москва ГСП-1, ул. Губкина, 3

**Донской государственный аграрный университет

346493 пос. Персиановский Октябрьского р-на Ростовской обл.

Поступила в редакцию 16.01.2006 г.

Представлены результаты результатов комплексных экологических полевых исследований по изучению форм воздействия Цимлянского водохранилища на экосистемы побережья. Как подход к анализу полученных данных предлагается экотонное рассмотрение структуры экосистем побережья водохранилища. Дана краткая характеристика версии географической информационной системы по данным полевых исследований и материалам дистанционного зондирования. Показана связь между уровнем режимом водохранилища по данным за 10 лет и трансформацией растительного покрова побережья на фоне незначительного изменения почв за 50-летний период существования Цимлянского водохранилища.

Проблема неогидроморфизма и вторичного засоления земель для южных районов Европейской части России в последние годы обострилась в связи с современными флуктуациями климата и водохозяйственными преобразованиями среды. За последние 50 лет на юге России было создано множество водохранилищ общей площадью >4000 км², через земляное ложе которых круглосуточно происходит инфильтрация воды в грунтовый поток, подтапливая и засоляя прилегающие агроландшафты [5]. В научной литературе при рассмотрении вопросов влияния Цимлянского водохранилища на окружающую среду доминируют исследования переработки берегов, а формы влияния водохранилища на прилегающие территории практически не изучены и не оценены. Цель данной работы – анализ воздействия Цимлянского водохранилища на наземные экосистемы, входящие в состав экотона вода–суша.

Цимлянское водохранилище создано в средней части долины Дона в пределах Волгоградской и Ростовской областей. Наполнение водохранилища началось 15 января 1952 г. и к началу мая 1953 г. достигло нормального подпорожного уровня (НПУ). Его водами затоплены поймы и террасы долины Дона, а также устьевые участки его притоков. При поднятии уровня водохранилища его подпор распространяется вплоть до устья р. Иловли – крупного левого притока Дона [1, 4, 9].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения механизма воздействия водохранилища на побережье с учетом расстояния от

кромки воды было использовано экотонное рассмотрение границы вода–суша. Экотон – переходная полоса между морфологически легко отличимыми участками и специфическими сообществами. Обычно экотоны населены организмами значительно гуще, чем сами контактирующие сообщества. Экотонная система вода–суша рассматривает преобладающее влияние водного фактора на окружающую среду, дифференцирующего ее в зависимости от трансформации побережий. Используя концепцию структуры экотона В.С. Залетаева [11], в натуральных условиях в результате геоморфологических, почвенно-геоботанических, флористических, и ландшафтно-географических исследований на юго-восточном побережье Цимлянского водохранилища выделены четыре из пяти структурных блоков экотона вода–суша.

Флуктуационный – центральный или амфибиальный блок (полоса прямого контакта воды и суши), характеризующийся немедленной (инстантной) реакцией на изменения среды и короткопериодичными (в том числе суточными) колебаниями уровня воды (УВ).

Динамический – блок на суше, характеризующийся «флуктуационной динамикой» биокomплексов (низкая и средняя поймы, испытывающая регулярное или периодическое затопление).

Дистантный – блок с запаздывающей (дистантной) динамикой биокomплексов и всех природных процессов (пойма высокой поймы), обусловленной изменениями режима грунтовых вод.

Маргинальный – блок с запаздывающей реакцией, определяемой изменениями биокomплексов под влиянием процессов, происходящих в биоте поймы и на водосборе.

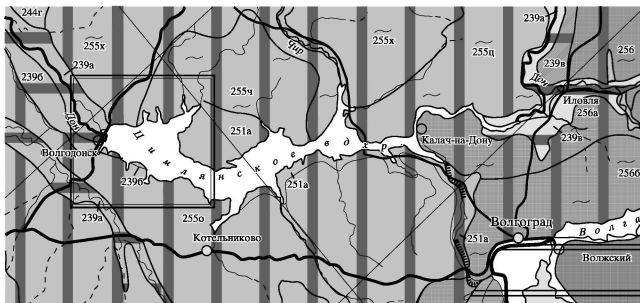


Рис. 1. Фрагмент ландшафтной карты [6]. Квадрат – район работ. Цифры на карте – ландшафты: 239а, 251а – поймы и низкие террасы; 239б – надпойменные террасы крупных рек; 255о – равнины плоские и пологоволнистые, с широкими балками; 255ч – равнины преимущественно плоские, с глубокими балками; 255х – равнины пологоволнистые с балками в придолинных частях. Почвы: 239(а,б), 251а, 255х – темно-каштановые, солонцеватые; 255о – каштановые солонцеватые; 255ч – темно-каштановые.

Аквальный – блок с дистантной динамикой водных биоконплексов, определяемой процессами взаимодействия с биоконплексами первого блока (привнос веществ с суши в водоем, распространение загрязнения водным путем) не исследовался.

Для получения натурных данных о растительности, почвах, рельефе, географических координатах и объектах привязки данных к снимкам и картам, были проведены полевые исследования, включающие сбор данных на семи ключевых участках, отражающих ландшафтное разнообразие побережий в юго-западной части Цимлянского водохранилища. При создании географической информационной системы (ГИС) для этой территории водохранилища, были использованы материалы дистанционного зондирования и многолетние гидрологические данные для выделения экотонных блоков изучаемой территории [6] (рис. 1).

Под зоной гидрогенного влияния водохранилища понимается территория побережий, находящаяся под его прямым или косвенным воздействием. К прямому влиянию водохранилища отнесены все процессы и явления, связанные с волноприбойной деятельностью водных масс, периодическим затоплением или осушением прибрежной полосы при сбросе вод водохранилища. К косвенному – процессы и явления, связанные с подтоплением земель, подпором водоносных горизонтов подземных вод, а также изменения микроклиматических параметров и характера использования земель.

В ходе работ изучалось воздействие водохранилища на типичные ландшафты побережий. Основные ландшафты представлены равнинами: плоскостными, слабо наклонными, с балками и оврагами, с западино-потажинным микро-рельефом, с сельскохозяйственными землями, с участками злаковых и польно-злаковых степей (рис. 1). Другая группа ландшафтов – поймами и напойменными террасами, плоскими и гривисто-западными; с руслами, протоками, с редкими небольшими участками лесов, массивами лугов, участками сельскохозяйственных земель.

Основным методом полевых исследований был метод топо-экологического профилирования, который позволяет связать между собой в единую систему все данные полевых наблюдений на ключевом участке. Цимлянские профили (ЦП) прокладывались от уреза воды вкост рельефа с помощью нивелировочного хода либо до коренной растительности, либо до пашни. Вдоль хода прокладывалась трансекта, на которой отмечались изменения в рельефе и растительности. В каждом растительном контуре закладывались геоботанические площадки с полным описанием, почвенным разрезом или бурением до грунтовых вод. Точка описания фиксировалась с помощью прибора дистанционного географического позиционирования (GPS-приемника). Одновременно проводились фотографирование панорамы и типичных элементов ландшафта, а также почвенных разрезов и отбираемых образцов почв. Для



Рис. 2. Положение точек профиля и район работ на космоснимке Landsat 2000 г.

определения солевых характеристик почв и грунтовых вод были отобраны соответствующие образцы. Высотное положение "нуля" профиля определялось по положению уровня воды в водохранилище на день заложения профиля с поправкой на расстояние от плотины. Все места наблюдений отражены на географической сетке в виде точек, связанных отрезками маршрутов. Эта система данных была наложена на материалы дистанционного зондирования (рис. 2) и рассмотрена в ландшафтном окружении с использованием привязанных к географической сетке ландшафтных и топографических карт. На этой основе в картографической программе ArcView 3.2 создана версия ГИС для данной территории.

При обработке данных вычерчивались профили и к ним в соответствии с расположением точек прилагались развернутые легенды, отражающие состояние всех изученных компонентов. Для растительности – название растительного сообщества, общее проективное покрытие, количество видов, урожайность. Для почв – название, средневзвешенное содержание солей в горизонте 0–1 м, химизм, максимальное содержание солей в почвенном профиле и горизонт, к которому оно при-

урочено, окислительно-восстановительный потенциал почвы (ОВП). Для грунтовых вод – глубина залегания, минерализация, химизм. Такие развернутые легенды позволяют рассмотреть участок побережья как единую систему взаимодействия водоема и прилегающей суши, т.е. экотонную систему вода–суша (рис. 3).

Растительность наиболее чутко реагирует на изменение среды под влиянием водного фактора и отражает его типичное сезонное состояние. На участках побережья со сходными абиотическими условиями сформировались определенные типы элементарных природно-территориальных комплексов, которые достаточно хорошо индичировались растительными сообществами по характеру реакции последних на изменения водной среды. Изучались модельные участки в центре каждого растительного контура, отражающие все ландшафтное разнообразие территории (рис. 3): элементы рельефа (пляж, прирусловой вал, бровка надпойменной террасы, надпойменная терраса, плакор); растительность лесных, луговых и разнотравных сообществ (*Salix alba*; *Eleocharis palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Bidens tripartita*, *Butomus umbellatus*; *Calamagrostis epigeios*, *Poa angusti-*

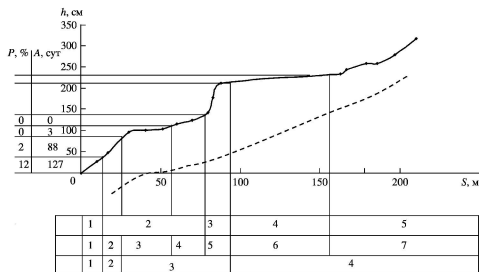


Рис. 3. Профиль на границе Природного парка "Цимлянские пески", от УВ в заливе. I. Элементы рельефа: 1 – пляж, 2 – прирусловой вал, 3 – бровка надпойменной террасы, 4 – надпойменная терраса, 5 – плакор. II. Растительность: 1 – ветловый пойменный лес, 2 – ситняговое сообщество, 3 – мятликово-вейниковый луг с разнотравьем, 4 – мятликово-овсянищевое сообщество с разнотравьем, 5 – разнотравно-овсянищевое, 6 – овсянищевое-житняковое с подмаренником русским, 7 – сочетание разнотравно-мятликового и овсянищевое-житнякового сообществ. III. Почвы песчаные: 1.5 – светло-серые слабопрогумусированные; 2–3 – оглеенные; 4 – темно-серые с признаками смены ОВП. Р, % – обеспеченность уровня, А, сут – продолжительность заливания.

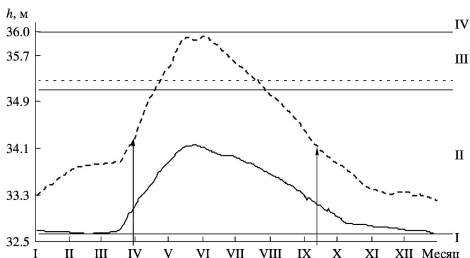


Рис. 4. График изменения уровня водохранилища за маловодный 1997 сплошная и многоводный 1994 гг. прерывистая линии. Стрелками отмечен вегетационный период. Горизонтальные сплошные линии – границы блоков экотона вода-суша: I – аквальный, II – флуктуационный, III – динамический, IV – дистантный; пунктирная – УВ в сезон исследований.

folia, Cichorium intybus, Coronilla varia, Dichostylis micheliana, Galium verum, Genista tinctoria, Melandrium album, Phleum pratense, Plantago lanceolata; Festuca beckeri, Poa angustifolia, Ajuga genevensis, Centaurea jacea, Cichorium intybus, Galium verum; Festuca beckeri, Achillea micrantha, Allium inaequale, Ambrosia artemisiifolia, Centaurea jacea, Centaureum erythraea, Cichorium intybus; Festuca valesiaca, Agropyron desertorum, Galium verum); почвы песчани-

стые (светло-серые слабопрогумусированные, оглеенные, темно-серые с признаками смены ОВП). Отмечался характер переувлажнения (здесь заливной и почвенно-грунтовой).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как видно из рис. 4 за 10 лет максимальный подъем уровня Цимлянского водохранилища до

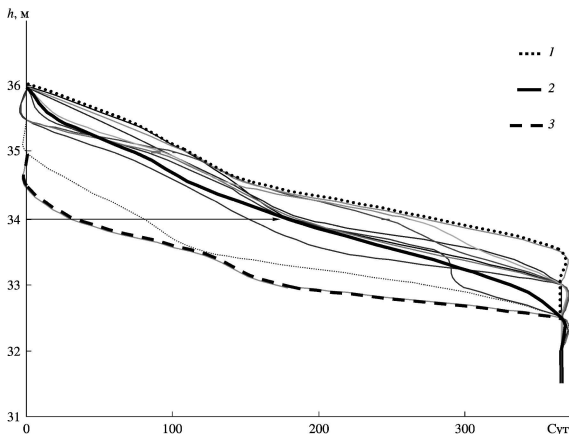


Рис. 5. Продолжительность паводкового заливания основных высотных отметок за 1994–2003 гг. 1 – максимальные, 2 – средние, 3 – минимальные величины. Стрелка – 50%-ной обеспеченности паводковыми водами.

36,01 м (здесь и далее абсолютные значения по Балтийской системе (БС)) отмечался в мае 1994 г., а минимальный 32,5 м – в марте 1997 и январе 1998 гг. На основании графика изменения уровня водохранилища с 1994 по 2003 г. были определены основные блоки экотонной системы: флуктуационный, динамический, дистантный и маргинальный. К флуктуационному блоку относится участок суши, располагающийся между высотными отметками 32,6 и 34,2 м, который подвергается ежегодному заливанию.

Динамический блок – участок суши, который заливается с различной частотой, располагается между высотными отметками 34,2 и 36,01 м. К дистантному блоку относится территория побережья водохранилища, не заливаемая его водами, но испытывающая воздействие через подпор грунтовых вод. Максимальный уровень стояния вод, который случается раз в несколько десятилетий, иногда маркируется уступом в рельефе и поясом кустарников. Дистантный блок начинается с максимальной отметки, которая хотя бы раз подвергалась заливанию (36,01 м) и заканчивается на высотных отметках 39 м. Верхняя граница этого блока проведена условно, исходя из существую-

щего мнения о глубине залегания грунтовых вод, где они более не участвуют в почвообразовательном процессе. Здесь отмечались участки сильного, среднего и слабого подтопления в зависимости от положения уровня грунтовых вод, располагающихся соответственно на глубине 0–0,5; 0,5–1,5; 1,5–3 м и очень слабого воздействия при уровне грунтовых вод от 3 до 5 м. Маргинальный блок экотонной системы начинается здесь выше 39 м, где видовой состав зональной растительности изменен видами-мигрантами из предшествующих блоков с аazonальной растительностью. Именно такое рассмотрение структуры побережий позволяет оценить гидрологическое взаимодействие водоема и окружающей суши.

На основе данных Росгидромета была проведена статистическая обработка результатов, по ежедневному изменению отметок уровня водохранилища за 10 лет и определены *продолжительность* и *обеспеченность* уровня заливания разных высотных отметок (рис. 5). Эти характеристики динамики уровня режима водохранилища вычислялись на основе стандартных гидрологических формул [7].

Характеристика динамического блока экотона вода-суша

ЦП	Почвы	№ скважины	Глубина залегания грунтовых вод, см	<i>h</i>	Характер переувлажнения	Элементы рельефа в составе блока
1	Лугово-каштановая карбонатная глееватая мощная среднесуглинистая на лессовидном суглинке	1	120	35.95	Заливной	Пляж водохранилища
2	Темно-каштановая среднесуглинистая, среднесуглинистая на лессовидном суглинке	1 2	70 70	35.77 36.20	Почвенно-грунтовое и заливной	»
4	Каштановая среднесуглинистая на лессовидном суглинке	1	140	35.82	Заливной	Пляж
5	Каштановая неполноразвитая карбонатная глееватая среднесуглинистая на желто-буром суглинке, подстилаемым зеленой глиной	1	150	35.98	»	»
6	Каштановая остаточно-луговая карбонатная, мощная среднесуглинистая на желто-бурой глине или каштановая остаточно-луговая карбонатная, намывная среднесуглинистая на желто-бурой глине	1 2 3	80 130 130	35.42 36.02 36.20	»	Пляж, прирусловой вал, переходящий в пойменную террасу
7	Песчаные почвы темно-серые с признаками смены ОВП	1 2 3	90 110 90	35.56 35.84 36.35	»	Песчаный пляж со следами выпаса, прирусловой вал, склон террасы
8	Песчаные почвы светло-серые слабопротумбованные или слабопротумбованные оглеенные	1 2	110 100	35.58 36.28	Заливной и почвенно-грунтовый	Пляж, прирусловой вал

Обеспеченность определяется как количество случаев достижения уровнем вод данной высотной отметки за весь период наблюдений (здесь – 10 лет)

$$P = (n - 0.3)/(D + 0.4)100\%,$$

где P – обеспеченность уровня, %, n – номер в ранжированном ряду, D – количество дат наблюдений.

Продолжительность определяют как время стояния вод водохранилища на данной отметке в течение года (среднее за период наблюдений) (рис. 5)

$$A = m/N,$$

где A – продолжительность, сут, m – количество дней стояния воды на данной отметке (за период наблюдений), N – период наблюдений, годы. Последняя формула применялась к данным из сводной таблицы.

Как видно на рис. 5, уровень 32.50 м – минимальная отметка, до которой снижался уровень водохранилища. Ниже ее – территория, находящаяся под водой постоянно. Этот уровень – верхняя граница аквального блока экотона, что отражено на графике прямолинейным участком суммарной кривой в том же диапазоне высот.

Изменение уровня водохранилища оказывает особенно сильное влияние на прибрежную растительность в вегетационный сезон (апрель–октябрь). В это время уровень водохранилища колеблется в диапазоне 32.5–36.01 м (по данным за 10 лет).

В годы с низким уровнем воды зона сработки водохранилища начинает зарастать влаголюбивой растительностью, которая может закрепиться, если последующие годы будут также маловодными или смениться водной растительностью, если уровень воды окажется высоким. Этот диапазон по высоте состоит из двух частей экотона вода-суша флуктуационного и динамического блоков. Для – флуктуационного (32.5–35.0 м), характерно ежегодное заливание паводковыми водами на продолжительные сроки (>250 сут/год) – на рис. 5 – зона сработки; для – динамического (35.0–36.0 м) – заливание не каждый год со средней продолжительностью 75 сут/год.

Влияние водохранилища на прилегающую территорию простирается и за пределами динамического блока через грунтовые воды (ГВ) за счет подпора их выходов на побережье водохранилища [2, 3]. Сток ГВ может замедляться и даже обращаться, подтапливая прилегающие террито-

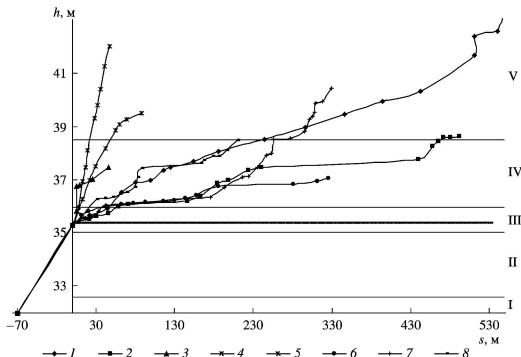


Рис. 6. Размещение контуров (ЦП 1-8) – кривые 1-8 соответственно в блоках экотона вода-суша. Горизонтальные сплошные линии – границы блоков. I – аквальный, II – флуктуационный, III – динамический, IV – дистантный, V – маргинальный. Горизонтальная пунктирная линия – УВ в сезон исследований.

рии. Отсюда (с отметки 36,0 м) начинается дистантный блок, делящийся до границы влияния ГВ, определенной глубиной до 3 м. На этой глубине ГВ еще доступны большинству растений вследствие капиллярного подъема воды. Высотные отметки этой границы могут значительно отличаться в разных ландшафтах. В зависимости от литологии почв данного блока (песчаные или лигистые) высота капиллярного подъема колеблется, изменяется и граница дистантного блока экотона.

За границей доступности ГВ – начинается маргинальный блок, динамика растительности в котором, опосредована динамикой в предыдущих блоках экотона, за счет видов-вселенцев. По мере удаления от водохранилища растительность этого блока становится типичной – зональной. Таким образом, верхняя граница его должна быть размыта. На исследованных профилях флуктуационный блок не представлен, так как в сезон наблюдений он затоплен (рис. 5).

Динамический блок в полном соответствии с названием – весьма разнообразен для различных ландшафтов, в которых закладывались ЦП (таблица). Протяженность блока (рис. 6) варьирует от 1 (ЦП 3) до 150 м (ЦП 2, 6, 7) в зависимости от крутизны склона. Крутые склоны побережья отмечались в равнинных ландшафтах. Сельскохозяйственное использование земель этого блока практически отсутствует. Наиболее стабильной

характеристикой блока оказываются элементы рельефа, к которым он приурочен, основной – это пляж водохранилища; прирусловой вал, переходящий в пойменную террасу характерен в этом блоке для ландшафтов поймы и низких террас.

Почвы на профиле разнообразны, но, вне зависимости от блока экотона, довольно однородны вдоль профиля и, следовательно, мало трансформированы под влиянием водохранилища. Глубина грунтовых вод колеблется от 70 до 150 см от поверхности почвы. Растительность весьма разнообразна, при общем гидрофильном характере сообществ – уровеньный режим водохранилища обеспечивает заливной характер переувлажнения. Для открытых участков наиболее стабильно встречающимся видом оказывается – мята (*Mentha arvensis*). На разнообразии растительности в данном блоке сказывается множество факторов: характер и степень засоления почв, положение по отношению к основному ложу водохранилища – отсутствие волнобойных явлений для заливов и бухт, крутизна склонов. Таким образом, здесь можно встретить разнообразные лесные сообщества: аморфо-ясеневый лес в бухтах (ЦП 1); ивово-тополевый пойменный лес на побережьях заливов (ЦП 7); ветловый пойменный лес в старицах (ЦП 8) и разнообразный луга. Дистантный блок представлен в основном надпойменными террасами или крутыми склонами берега водохранилища для плоских и по-

логоволистных равнин, с широкими балками; в придолинных частях с оврагами, эрозийными бороздами, с западным микро рельефом, с сельскохозяйственными землями, участками злаковых и полынно-злаковых степей (ЦП 3, 4, 5). Лишь для пойменных ландшафтов с низкими террасами (ЦП 7) – этот блок встречается на пойменной террасе. Такое понижение его положения есть основания связывать с характером почв. Песчаные почвы слабее удерживают почвенную влагу и, несмотря на достаточно высокий уровень грунтовых вод (1–2 м), не обеспечивают капиллярный подъем влаги на ту же высоту, что и глинистые почвы. Протяженность блока (рис. 6) варьирует от 10 (ЦП 4, 5) до 450 м (ЦП 2, 6) в зависимости от крутизны склона и вида ландшафта. Наиболее пологие склоны побережья отмечались в пойменных ландшафтах. Сельскохозяйственное использование земель этого блока практически отсутствует. Однако возможно их использование под пастбища и сенокос, с учетом степени засоления этих почв. Этот блок экотонной системы в разных ландшафтных условиях претерпел различную степень трансформации. В пойменных и террасных ландшафтах сохраняются черты оглеения и прошлой луговости. В ландшафтах плакорных равнин трансформирована растительность, в то время как почвы слабо отражают неогидроморфные процессы. В дистантном блоке ГВ располагаются довольно близко к поверхности (в пределах 3 м) и поэтому растительность несет следы дополнительного увлажнения.

Маргинальный блок находится на плакорах для плоских и логоволистных равнин, с широкими балками, в придолинных частях с оврагами, эрозийными бороздами, с западным микро рельефом, с сельскохозяйственными землями, участками злаковых и полынно-злаковых степей (ЦП 3–5). Для поймы и низких террас, плоских и гривисто-западных; с руслами, протоками, с редкими небольшими участками дубовых и ольховых лесов, массивами лугов, участками сельскохозяйственных земель маргинальный блок крайне удален. Протяженность данного блока весьма значительна – на отдельных профилях прослежена до 200 м (ЦП 1). Как правило, в этом блоке располагаются пахотные земли. Маргинальный блок прослежен только на плакорных ландшафтах, где грунтовые воды заглубляются >3–5 м. Здесь природные комплексы представлены зональными типами.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показали, что характер и степень трансформирующего воздействия Цимлянского водохранилища на побережье определяется в первую очередь рельефом, литологией и соответствующим растительным фоном.

За прошедшие 50 лет на побережье сформировалась бере зона влияния водохранилища на коренной дельте, соответствующие двум блокам экотона вода–суша динамическому и дистантному, где происходит заливание паводковыми водами, а уровень ГВ не опускается ниже 3 м.

В динамическом блоке, изменение уреза вод в течение сезона может достигать 1 м от среднего за вегетативный период. Здесь на всех ЦП наблюдается смена степной растительности на луговую. Почвы также становятся луговыми.

Экспериментальные полевые исследования 2004 г. позволили рассмотреть экотонные системы побережий Цимлянского водохранилища, формирующиеся на всех семи видах прилегающих ландшафтов.

Для них характерна сходная и типичная структура экотона вода–суша. Флуктуационный блок является зоной сезонной сработки водохранилища и практически лишен растительности. В отдельные годы происходит обнажение дна на ширину до 1,5 км вблизи Природного парка «Цимлянский пески», в результате чего формируются подвижные эоловые образования. Наиболее полное ландшафтное выражение флуктуационный блок получает на побережье, сложенном песчаными отложениями. Наименьшее – на побережьях с обрывистыми берегами, сложенных плотными породами.

Для более успешного решения проблемы укрепления эродирующих участков береговой линии предлагается ввести дистанционный мониторинг динамики растительного покрова как индикатора экзогенных процессов: локального усиления абразии берегов (волнобойные явления), перевыпаса скота на эродирующих участках побережья, неисправной канализационной системы населенных пунктов и баз отдыха на побережье и др. видов антропогенного воздействия. Наряду с широко используемыми методами, перспективно укрепление береговой линии и насыпей, с помощью растительности, что потребует выдерживать определенный уровеньный режим водохранилища. В дальнейшем возможен «автокаталитический» эффект – сформировавшаяся растительность становится менее чувствительной к кратковременным колебаниям уровня зеркала вод, формируя устойчивую микросреду на проблемных участках побережья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богуш И.А., Калинин В.М., Третьяк А.Я. Исследования современной динамики геологической среды района Ростовской АЭС // Проблемы развития атомной энергетики на Дону. Ростов-на-Дону: Изд-во РГСУ, 2000. Т. 1. С. 105–118.

2. Вендров С.Л., Авакян А.Б., Дьяконов К.Н., Ретеюм А.Ю. Роль водохранилищ в изменении природных условий. М.: Знание, 1968. 46 с.
3. Вендров С.Л., Дьяконов К.Н. Водохранилища и окружающая природная среда. М.: Наука, 1976. 136 с.
4. Давыдов М.Г., Клименко Г.Г., Поваров В.П. Программа радиологического мониторинга наземных экосистем района расположения Ростовской АЭС // Проблемы развития атомной энергетики на Дону. Ростов-на-Дону: Изд-во РГСУ, 2000. Т. 2. С. 181–190.
5. Зайдельман Ф.Р. Тюльпанов В.И., Ангелов Е.Н., Давыдов А.И. Почвы мочарных ландшафтов – формирование, агроэкология и мелиорация. М.: Изд-во МГУ, 1998. 160 с.
6. Ландшафтная карта СССР. М 1 : 2500000 / Под ред. Гудилина И.С. М.: ГУТК, 1987.
7. Лучишева А.А. Практическая гидрометрия. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 424 с.
8. Микроочаговые процессы – индикаторы дестабилизированной среды / Под ред. Новиковой Н.М. М.: РАСХН, 2000. 193 с.
9. Осипов В.И., Кутепов В.М. Геологическая среда и учет ее особенностей в проекте строительства Ростовской АЭС // Проблемы развития атомной энергетики на Дону. Ростов-на-Дону: Изд-во РГСУ, 2000. Т. 1. С. 106–115.
10. Цимлянское, водораздельные и Манычские водохранилища / Под ред. Знаменского В.А., Гейтенко В.М. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 203 с.
11. Экотоны в биосфере / Под ред. Залетаева В.С. М.: РАСХН, 1997. 329 с.
12. Юго-Восток Европейской части СССР / Под ред. Герасимова И.П. М.: Наука, 1971. 459 с.