

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ САЯНО-ШУШЕНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ТУВЫ

Самбуу А.Д., Кальная О.И., Аюнова О.Д., Доможакова Е.А., Забелин В.И.,  
Арчимеева Т.П.

*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия  
(667007, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117/а), sambuu@mail.ru*

Проведен экологический мониторинг состояния прибрежных ландшафтов и акватории Саяно-Шушенского водохранилища в степной зоне Тувы с использованием ГИС-технологий. Были исследованы особенности функционирования водоема, гидрохимические условия, состояние почвенно-растительного покрова, орнитофауны, проведена оценка качества вод водохранилища.

При затоплении как в самой речной системе, так и в прилегающих территориях произошли коренные изменения ландшафтной структуры, с затоплением базисной части долинного комплекса Енисея (пойм, островов, террас и нижней части склонов до высоты 540 м над уровнем моря) и образованием значительной зоны сработки с оползнями и обвалами. Со сменой объема воды в резервуаре заметны различия в данных по содержанию нефтепродуктов, фенолов, анионных поверхностно-активных веществ; бактериологические показатели вод не соответствуют СанПиН 2.1.5.980-00. Смена гидрологического режима влечет за собой изменения в почвенно-растительном покрове, где часть гидроморфных почв полностью затоплена, другая трансформирована в переувлажненные, а автоморфные – в полугидроморфные и гидроморфные почвы. Растительность некоторых степных, луговых и лугово-болотных экосистем затоплена, произошло замещение степных экосистем луговыми, луговых – заболоченными, что привело к выраженной мезофитизации растительного покрова. Положительное влияние функционирования водохранилища сказывается только в период осеннего пролета, когда с повышением уровня значительно увеличивается площадь зеркала.

Ключевые слова: экологический мониторинг, акватория водохранилища, ландшафт, геоинформационные системы.

## ECOLOGICAL MONITORING OF THE SAYAN-SHUSHENSC WATER STORAGE'S ZONE IN THE STEPPE ZONE OF TUVA

Sambuu A.D., Kalnaya O.I., Ayunova O.D., Domozhakova E.A., Zabelin V.I., Archimaeva  
T.P.

*Tuvinian Institute for the exploration of natural resources SB RAS, Kyzyl  
Russia (667007, Republic of Tyva, Kyzyl town, International street, 117/a), sambuu@mail.ru*

The ecological monitoring of the Sayan-Shushensc water storage's zone in the steppe zone of Tuva with using of the geoinformational systems were estimated. Especially of the function' reservoir, the hydrochemical conditions, condition of the soil-vegetable cover were studied, and quality of the water storage's were estimated.

At flooding both in the most river system, and in adjoining territories, there were basic changes of landscape structure, to flooding of a basic part of the valley complex of Yenisei (flood lands, islands, terraces and the lower part of slopes to height of 540 m above sea level) and formation of a considerable zone water level raising with landslips and collapses. With change of volume of water in the tank in the data distinctions are appreciable by the maintenance of oil products, phenols, the anion surface-active substances; bacteriological indicators of waters don't correspond SanPiN 2.1.5.980-00. Change of a hydrological mode involves changes in a soil-vegetative cover where a part hydromorph soils are completely flooded, another is transformed in rehumidified, and the automorphological – in semimorph and hydromorphological soils. The vegetation of some steppe, meadow and meadow-marsh ecosystems is flooded, there was a replacement of steppe ecosystems meadow, meadow – boggy that has led expressed mesorophytisating of the vegetative cover. Positive influence of functioning of a water basin affects only in autumn flight when with level increase the mirror area considerably increases.

Key words: ecological monitoring, area of water of the water storage's zone, landscape, the geoinformational systems.

## **Введение**

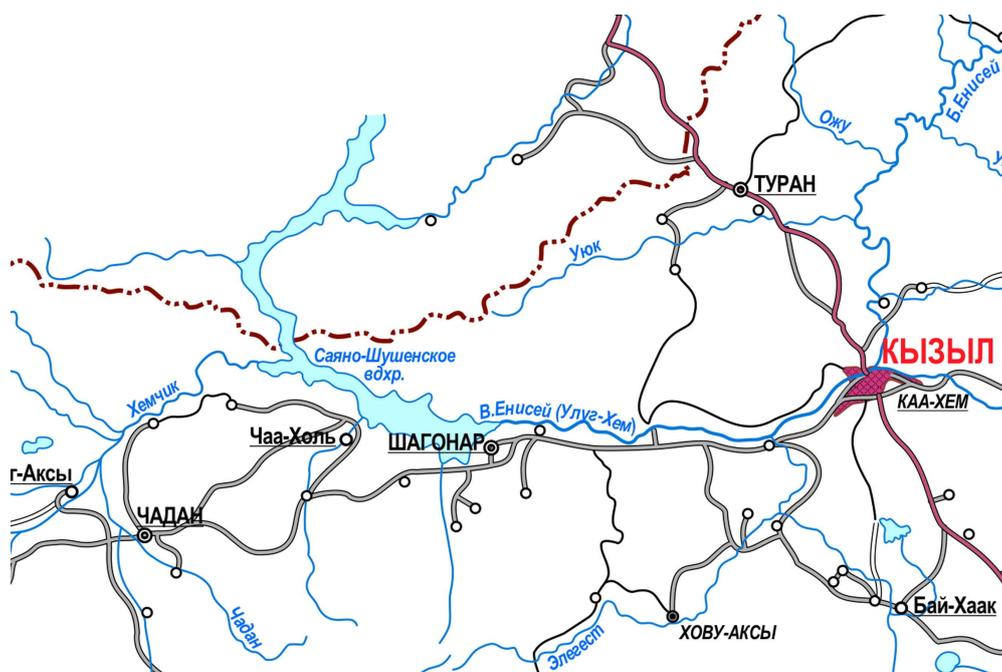
Мониторинг состояния Саяно-Шушенского водохранилища требует учета региональной специфики, обусловленный условиями развития и факторами их образования. Масштабная трансформация ландшафтов в степной зоне Тувы произошла с вводом в эксплуатацию Саяно-Шушенской ГЭС. Предлагаем подходы для совершенствования экологического мониторинга на примере зоны затопления Саяно-Шушенского водохранилища.

Общая протяженность водохранилища составляет 312 км, площадь водного зеркала – 621 км<sup>2</sup>, общий объем воды – 31,3 км<sup>3</sup>. При наполнении водохранилища на территории республики была затоплена площадь в 231,4 км<sup>2</sup>. В зоне влияния водохранилища произошли коренные изменения ландшафтной структуры, с затоплением базисной части долинного комплекса Енисея и образованием значительной полосы временного затопления. Так, озеровидное расширение Саяно-Шушенского водохранилища, расположенное в пределах Тувы, значительно повлияло на природные и хозяйственные условия затопляемой территории, а также территории, непосредственно примыкающей к водоему, что повлекло за собой возникновение ряда экологических проблем.

Целью данной работы является экологический мониторинг экосистем Саяно-Шушенского водохранилища в степной зоне Тувы.

## **Материалы и методы работы**

Объект исследования расположен в Чаа-Хольской и Торгалыг-Шагонарской впадинах Улуг-Хемской котловины Тувы (рис. 1). Абсолютные высоты дна котловины составляют 515–630 м, длина котловины – около 170 км при ширине 30–60 км [12].



**Рис. 1. Карта-схема района исследования.**

В геологическом строении площади принимают участие метаморфические и осадочные породы нижнего и верхнего кембрия, ордовика, силура, девона, карбона, средней юры, а также четвертичные отложения [5].

Климат резко континентальный с холодной продолжительной зимой, жарким и коротким летом. Определяется положением Тувы в центре Азии, значительным удалением от океанов, сложной орографией Западного Саяна, влиянием Сибирского антициклона и особенностями атмосферной циркуляции. После наполнения водохранилища произошли микроклиматические изменения, наиболее проявившиеся в районах, прилегающих к акватории [10]. Влияние водохранилища на изменение температуры воздуха проявляется в зоне 2–5 км. При удалении от указанной зоны влияние ослабевает.

Отбор проб на определение бактериологического состояния водоема (2002–2008 гг.) проводилось в акватории водоема на участках: верхний (Шагонар – устье р. Демир-Суг), средний (урочище Алды-Хову – устье р. Эйлиг-Хем), нижний (устье реки Орта-Хем перед входом в каньон).

Бактериологические пробы отбирались в мониторинговых точках параллельно с гидрохимическим опробованием, выше и ниже сброса сточных вод г. Шагонар и в мелководных левобережных заливах – Чаа-Хольском и Шагонарском, где вероятно развитие паразитарных инвазий.

В гидрохимических пробах воды определялись органолептические свойства, гидрохимические показатели, жесткость общая, карбонатная и некарбонатная, двуокись

кремния, окисляемость перманганатная, сухой остаток теоретический, водородный показатель рН, минерализация, тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ), биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>), растворенный кислород, мышьяк, ртуть, взвешенные вещества.

Бактериологический анализ включал определение общего микробного числа, общих колиформных, термотолерантных колиформных бактерий, колифагов. В ряде проб также определялись энтерококки, споры сульфитредуцирующих клостридий, эмбрионы особо опасных инфекций – холеры и сибирской язвы.

Полевые и лабораторные анализы почв района исследования выполнялись общепринятыми методами: гранулометрический состав почв определяли по Качинскому, валовое содержание органического вещества по Тюрину, содержание карбонатов определяли по Голубеву, поглощенный Са и Mg в карбонатных образцах – вытеснением натрием по Иванову, водно-физические свойства почв по общепринятым методам [1; 2]. Химический анализ почв на содержание тяжелых металлов проводился сотрудниками ФГУ ГС АС «Тувинская».

Исследования растительного покрова, видового состава и структуры сообществ, динамики запасов фитомассы проводились в сезон 2001–2010 гг. по общепринятым методикам геоботанических описаний [3; 16]. Для определения надземной фитомассы на каждом участке закладывалось случайным образом 8 экспериментальных площадок [15]. Для определения подземной фитомассы в середине каждой площадки отбирали почвенные монолиты поверхностью 10 см<sup>2</sup>, длиной 10 см, объемом 1 дм<sup>3</sup>. Глубина отбора монолитов – 0–10 и 10–20 см. Подземную фитомассу отмывали от почвы методом декантации с применением сита с отверстием 0,3 мм, растительный материал собирался на сите. Всю надземную и подземную фитомассу высушивали 24 ч при 80 °С и взвешивали. Запасы всех компонентов выражали в граммах на квадратный метр.

Уровень развития современных геоинформационных технологий позволяет осуществлять ввод разноуровневой пространственной информации, формирование соответствующих баз данных, создание исходных показателей, компьютерную обработку данных, интерактивный анализ и построение карт в среде ArcView GIS, вывод на печать тематических карт. Использовалась топографическая основа крупного масштаба, стандартный набор слоев включал: реки, озера, рельеф, отметки высот, растительный покров.

## **Результаты и их обсуждение**

**Гидрохимия.** Саяно-Шушенское водохранилище – водоем годичного регулирования поступающего стока, где происходит ежегодная смена объема воды в резервуаре.

Ретроспективный анализ материала по гидрохимическому составу вод в пределах водохранилища показал, что минерализация остается стабильной и находится в пределах 0,10–0,18 г/л. По химическому составу воды гидрокарбонатные смешанного катионного состава и гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Воды мягкие, общая жесткость практически равна карбонатной и колеблется в пределах 1,25–1,65 мг-экв/л. Среда от нейтральной до слабощелочной, рН в интервале 6,95–8,5. Содержание макрокомпонентов (анионов и катионов), нитратов (NO<sub>3</sub>) и нитритов (NO<sub>2</sub>) находится в пределах требований для вод рыбохозяйственных водоемов. Повышенное содержание железа общего (до 1 ПДК) отмечалось в 2011 году. В остальные периоды обследования железо не превышает ПДК и содержится в пределах 0,03–0,095 мг/л.

Содержание таких тяжелых металлов, как цинк, свинец, кадмий, кобальт, хром, не превышает ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. Отмечено повышенное содержание марганца в 2006 г. (1 ПДК) в верхнем створе водоема (единичное превышение). В 2010 г. в верхнем створе также отмечено повышенное содержание никеля – 0,0134 мг/л (1,34 ПДК) – единичное превышение за все годы обследования. Во все годы исследования зафиксировано содержание ионов меди от 0,001 до 0,0078 мг/л, что составляет 1–7,8 ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. Повышенное содержание ионов меди в водах водоема, очевидно, имеет природный характер и может объясняться контактом поверхностных вод верховой Енисея с медьсодержащими породами и рудами таких крупных месторождений.

Сменой объема воды в резервуаре объясняются заметные различия в данных по содержанию нефтепродуктов, фенолов, анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в разные годы. Так, до 2003 года наблюдалось стабильное загрязнение водоема нефтепродуктами (0,064–0,24 мг/л), что составляет 1,28–4,8 ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. В 2006–2011 г. содержание нефтепродуктов обнаруживается в пределах от менее 0,005 до 0,014 мг/л, что соответствует норме.

Повышенное количество фенолов может быть связано с гниением затопленной древесины, что вообще характерно для водохранилищ. Содержание АПАВ, мышьяка, ртути за весь период обследования определяется на пределе чувствительности прибора (<0,025 мг/л, <0,005 мг/л и <0,0002 мг/л соответственно) и не превышает ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов.

В 2011 г. выявили превышение содержания общих колиформных бактерий во всех мониторинговых точках опробования от 4,8 до 5,8 ПДК. Превышение содержания

термотолерантных колиформных бактерий отмечено в нижней (9,3 ПДК) и верхней (1,9 ПДК) частях водохранилища.

**Почвы.** Почвенный покров в районе водохранилища представлен в основном степными почвами, которые являются зональными, и почвами речных долин, заболоченных урочищ, которые относятся к группе интразональных почв.

Характер почвообразующих пород, наряду с климатическими особенностями, обусловил неодинаковую дифференциацию профиля почв на генетические горизонты. Сильнощепнистые почвы, сформированные на делювиально-пролювиальных и аллювиально-пролювиальных щепнистых отложениях, песках при малой мощности, характеризуются слабой дифференциацией на горизонты. У песчаных почв на слабо закрепленных песках весь профиль однороден, генетические горизонты не выделяются.

Наиболее ксероморфными почвами в районе водохранилища являются почвы, названные В.А. Носиным (1963) *бурыми пустынно-степными*. Они распространены ограниченно на подгорных шлейфах, примыкающих к водохранилищу с северо-запада. Характеризуются щепнистостью всего профиля, усиливающейся с глубиной, слабой дифференциацией на горизонты, присутствием карбонатов по всему профилю.

Наиболее плодородными почвами в районе водохранилища являются черноземы, которые представлены обыкновенным и южным подтипами. В силу специфики климатических условий в этом районе черноземы распространены ограниченно, на шлейфах и конусах выноса. Горные черноземы встречаются на теневых склонах низкогорных массивов и останцов. Представлены в основном маломощные и среднемощные малогумусные виды черноземов, в горах – маломощные и укороченные малогумусные. Черноземы с полным профилем, развитые на однородных суглинистых отложениях. Укороченный профиль отмечается у черноземов, сформированных на валунно-галечниковых отложениях конусов выноса, у горных черноземов, и обычно представлен гумусовым, переходным и карбонатным горизонтами.

Содержание органического вещества в каштановых почвах варьирует в пределах от 0,4 до 3,71%. Обеспеченность каштановых почв азотом высокая, его валовое содержание колеблется от 0,02 до 0,35, а распределение по профилю коррелирует с гумусом. Содержание карбонатов в каштановых почвах варьирует в широких пределах, глубина залегания горизонта карбонатной аккумуляции варьирует от 0 см (поверхности) до 30–40 см.

Содержание микроэлементов в профиле каштановых почв представлено таблице 1.

**Таблица 1 – Содержание микроэлементов в почвах**

Точка	Глубина,	Содержание элементов, в мг/кг
-------	----------	-------------------------------

	см	Cd	Pb	Ni	Zn	Cu	Co	Fe	Mn	Hg	As
СШВ 1	0–10	0,72	13,2	37,5	51	26,3	12,8	34227	490	0,035	3,24
СШВ 1	10–20	1,08	14,1	37,3	46	26,8	12,9	36613	319	0,023	2,43
СШВ 1	20–30	1,07	13,4	32,6	32	26,5	11,4	30329	313	0,02	1,87
СШВ 2	0–10	0,29	13,5	15,3	45	27,3	12,6	33019	601	0,043	4,24
СШВ 2	10–20	0,35	14,8	10,4	56	28	12,9	36960	561	0,042	4,48
СШВ 2	20–30	0,6	10,3	7,5	39	17,2	9,8	22574	232	0,02	2,24
СШВ 3	0–10	0,65	8,1	21,4	45	13,3	7,9	16510	304	0,025	3,33
СШВ 3	10–20	0,81	11,4	29,6	58	18,2	10,4	23677	345	0,023	3,5
СШВ 3	30–40	0,6	10,3	20	32	17,8	9,9	21160	332	0,019	3,37
СШВ 4	0–11	0,34	8,9	17,1	25	15,4	8,3	20065	295	0,016	3,11
СШВ 4	11–16	0,29	8	14	20	13	7,5	14874	259	0,016	2,45
СШВ 4	16–30	0,22	7,9	12,3	19	13	7,4	12786	258	0,012	1,75

Лугово-болотные почвы, развивающиеся в условиях переменного избыточного увлажнения, имеют характерный гидроморфный морфологический профиль с ясно выраженной дифференциацией на горизонты и подгоризонты. Часто в пределах профиля отмечается вода.

Наиболее сильное, хоть и пространственно ограниченное, трансформирующее воздействие оказывает само водохранилище. Ежегодное наполнение ложа водохранилища способствовало периодическому переводу автоморфных и гидроморфных почв долины Улуг-Хема и низовий р. Чаа-Холь и Шагонар в категорию сезонно длительно затапливаемых или подтапливаемых. Проводимые в течение последних нескольких лет исследования показали, что эксплуатация водохранилища способствовала существенной трансформации каштановых суглинистых почв долин Чаа-Холя и Шагонара, конусов выноса и шлейфов, а также аллювиальных и лугово-болотных почв долин рек [6]. Ведущим процессом трансформации выступает смена гидрологического режима, который влечет за собой последующие изменения. Часть гидроморфных почв полностью затапливается, другая трансформируется в переувлажненные, а автоморфные – в полугидроморфные и гидроморфные.

**Растительность.** Для изучения происходящих изменений в растительном покрове в зоне затопления Улуг-Хемской котловины нами были использованы описания растительного покрова, проведенные до затопления в 1977 г. Т.В. Мальцевой (1982) и после затопления с 1987 по 1991 г. – Н.П. Миронычевой-Токаревой (1997). С 2001 по 2010 г. геоботанические описания и анализ состава ценофлор района исследования проводились нами на 5 ключевых участках.

Структура травостоя и видовой состав экосистем зависит от их использования и режима. Несмотря на то что четвертый и пятый исследуемые участки одинаково подтапливаются с июля по октябрь и расположены ниже отметки 540 м, однако сукцессия на этих участках шла по-разному. Так, в волоснецово-чиевых сухих степях четвертого участка на почвах легкого гранулометрического состава сукцессия идет по линии мезофитизации и засорения с изреживанием травостоя. Угнетенные и низкорослые растения затопливаются водой. Здесь степь уступила место лугам. На более сухих участках после сильного выпаса и распашки внедрилась *Cannabis ruderalis*.

Разнообразные естественные фитоценозы степных, луговых экосистем уже с первого года заливания водохранилища исчезают или замещаются бедными в видовом составе сообществами, а лугово-болотная растительность – группировками однообразных, но меняющихся по годам сорных видов.

Влияние водохранилища на динамику растительности отразилось в изменении исходной растительности со сменой сообществ и соответственно видового состава. Так, до затопления четыре из пяти участков были степные, после затопления два исходных сообщества заместились сорняковыми зарослями, третий – луговым сообществом, четвертый – заболоченным лугом.

В результате воздействия водохранилища изменился не только видовой состав растительности, но и структура экологических групп (табл. 2).

**Таблица 2 – Динамика экологических групп растений исследуемых участков (число видов на 500 м<sup>2</sup>)**

Экологические группы	1980 г.	1990 г.	2010 г.
Ксерофиты	35	21	23
Ксеромезофиты	12	4	6
Мезоксерофиты	4	6	7
Мезофиты	8	16	28
Гигрофиты	1	2	6
Сорные виды	7	13	27
<b>Всего:</b>	<b>67</b>	<b>60</b>	<b>97</b>

На первой стадии затопления в растительном покрове исследуемых участков, кроме сенокосного луга, произошло резкое снижение количества ксеромезофитов и ксерофитов, удвоение числа мезофитов, гигрофитов и сорных видов, к 2010 г. количество мезофитов повысилось с 16 до 28, сорных с 13 до 27 видов. Численность мезоксерофитов остается почти

такой же. Итак, с вводом в эксплуатацию Саяно-Шушенской ГЭС в травяных экосистемах Улуг-Хемской котловины произошли коренные изменения со сдвигом видового состава растительности в сторону резкого увеличения количества мезоксерофитов, мезофитов, гигрофитов и сорных видов, уменьшения количества ксерофитов и ксеромезофитов. Невзирая на то что сенокосные луга не затапливались, в зоне влияния водохранилища происходит повсеместная мезофитизация и засорение растительности, хотя до затопления четыре из пяти ключевых участков были степными с широким набором ксерофитов.

Общие запасы растительного вещества в исследуемых участках увеличиваются в ряду «степь – луг». Исключение составляют сезонно подтопляемые сорняковые заросли четвертого участка под сильным выпасом, где характерны минимальные запасы фитомассы. Для всех травяных экосистем запасы растительного вещества в почве преобладают над надземными запасами, а также все еще велика доля живых корней. Максимальные величины зеленой фитомассы отмечаются в центральной пойме Енисея на подтопляемом втором участке за счет мощных надземных органов *Cannabis ruderalis*. Запасы живых подземных органов высоки на незаливаемом сенокосном лугу. Минимальные запасы всех компонентов растительного вещества надземных и подземных органов на ежегодно длительно подтопляемом и сильно выпасаемом четвертом участке. При заболачивании мертвые остатки, образовавшиеся при отмирании болотных растений, длительное время сохраняются в почве, как на пятом участке. На лугах по мере разложения количество их уменьшается.

**Орнитофауна.** В период весенней миграции уровень водохранилища в результате сработки становится минимальным и водохранилище не оказывает сколько-нибудь значительного влияния на ход и массовость весеннего пролета водоплавающих и околоводных птиц. Видам, относящимся к другим экологическим группам, мигрирующим к местам гнездования через Тувинскую котловину, приходится пересекать этот район без остановок или миновать его другими путями ввиду отсутствия подходящих для отдыха и кормежки биотопов. Положительное влияние функционирования водохранилища сказывается только в период осеннего пролета, когда с повышением уровня значительно увеличивается площадь зеркала. В этот период оно используется для отдыха многими мигрирующими водоплавающими и околоводными видами птиц, однако трофическая роль водохранилища остается низкой.

Для населения птиц дна Саяно-Шушенского водохранилища характерна общая тривиализация фауны и полное отсутствие птиц на различных участках этого района. Одним из видов-индикаторов деградации и опустынивания территории дна водохранилища служит типично пустынный вид – саджа. Присутствие же большого количества водоплавающих, в частности большого баклана, на разливах р. Енисей в миграционный

период свидетельствует об относительно благополучной обстановке для отдыха и наличии достаточной кормовой базы, особенно для рыбоядных птиц.

**Геоинформационные системы.** Сопровождение исследовательских работ заключалось в создании единой информационной среды, обеспечивающей доступ к разнородным и разномасштабным топографическим, гидрохимическим и тематическим данным, их обработке с учетом конкретной задачи оценки водного объекта. Сформирована информационная среда, представляющая систематизированный свод сведений, отражающий состояние различных показателей окружающей среды, в том числе почвенно-растительного покрова, поверхностных вод, радиационной обстановки и др.

### **Заключение**

Результаты проведенных исследований в Улуг-Хемской котловине Тувы в зоне затопления Саяно-Шушенского водохранилища показали, что воды озеровидной части Саяно-Шушенского водохранилища по бактериологическим показателям не соответствуют СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

Почвенный покров территорий, прилегающих к водохранилищу подвержен нарушениям в средней и сильной степени. Почвенно-экологическое состояние оценивается как относительно неблагоприятное и неблагоприятное, поскольку в составе почвенного покрова преобладают почвы с низкой и средней устойчивостью к воздействиям, а значительные их площади имеют высокую степень деградации. Следствием этого является преобладание почв с низким и средним потенциалом восстановления, что и позволяет отнести почвенно-экологическое состояние рассматриваемой территории к упомянутым категориям.

В растительном покрове произошли изменения в связи с затоплением некоторых степных, луговых и лугово-болотных экосистем и замещением степных экосистем луговыми, луговых – заболоченными участками, что привело к выраженной мезофитизации растительности. Плодородные угодья ушли под воду, остались их незначительные участки. Хотя прогноз гласил, что будет больше плодородных лугов, время показывает, что произошло засорение растительности. Действие водохранилища и сильный выпас отрицательно сказываются в целом на растительности и в кормовом отношении, что связано с вымиранием коренных видов растений, упрощением структуры фитоценозов, обеднением флоры, снижением числа видов в фитоценозе и увеличением числа сорных видов.

Функционирование Саяно-Шушенского водохранилища привело к значительному обеднению фауны птиц на всей затопляемой площади и прилегающих к ней участках.

Полученные результаты исследований показывают, что созданные природно-техногенные ландшафты Саяно-Шушенского водохранилища в степной зоне Тувы еще далеки от терминальной стадии, поэтому требуется экологический мониторинг происходящих процессов.

### Список литературы

1. Агрофизические методы исследования почв. – М. : Наука, 1966. – 259 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
3. Воронов А.Г. Геоботаника. – М. : Высш. шк. 1973. – 375 с.
4. ГОСТ 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб. – М., 2000.
5. Кальная О.И. О современном состоянии береговой зоны Саяно-Шушенского водохранилища на территории Тувы // Геосистема Убсунурской котловины – показатель динамики биосферных процессов Центральной Азии, включенная в Список памятников Всемирного наследия : материалы VIII Международного Убсунурского симпозиума. – Кызыл, 2004. – С. 20–22.
6. Кудряшова С.Я. [и др.] Мониторинг экосистем Центральной Тувы в зоне влияния Шагонарского водохранилища // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов : материалы VII Международной конференции. – Кызыл : ТуВИКОПР СО РАН, 2005. – Т. 2. – С. 263–265.
7. Мальцева Т.В. Растительность долины р. Улуг-Хем // Растительные сообщества Тувы. – Новосибирск, 1982. – С. 18–45.
8. Миронычева-Токарева Н.П. Сукцессии растительности при затоплении и подтоплении степных экосистем в зоне Саяно-Шушенского водохранилища // Устойчивое развитие малых народов Центральной Азии и степные экосистемы : труды V Убсунурского международного симпозиума. – Кызыл, 1997. – Т. 1. – С. 60–63.
9. Носин В.А. Почвы Тувы. – М. : Изд-во АН СССР, 1963.
10. О состоянии окружающей природной среды Республики Тыва в 2004 году. Государственный доклад. – Кызыл, 2005. – С. 12–25.
11. Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей. Правила охраны поверхностных вод. Типовые положения. – М., 1991.
12. Отчет Ленинградгидропроект. – Л., 1991.
13. Санитарно-эпидемиологическое состояние водных объектов Республики Тыва. – Кызыл, 2005. – С. 18–23.

14. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения № 4630 от 4.07.88. 1988. – М. – 41 с.
15. Титлянова А.А. Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1977. – 220 с.
16. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л., 1964. – 447 с.

**Рецензенты:**

Дубровский Н.Г., д.б.н., профессор, ОУ ВПО «Тывинский государственный университет», г. Кызыл.

Сагды Ч.Т., д.б.н., профессор, ОУ ВПО «Тывинский государственный университет», г. Кызыл.