



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЧГПУ»)**

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИИ

ГИДРОЛОГИЯ ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Выпускная квалификационная работа

по направлению 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность программы бакалавриата

«природопользование»

Работа _____ к защите
рекомендована/не рекомендована

« ____ » _____ 2016 г.
зав. кафедрой географии и методики
обучения географии
_____ к. г. н., доцент
ЧГПУ А.В. Малаев

Выполнила:
студентка группы ОФ-401/058-4-1
Лунина Марина Витальевна

Научный руководитель:
к. г. н., доцент ЧГПУ
Захаров Сергей Геннадьевич

Челябинск

2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНА ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	4
1.1 Географическое положение.....	4
1.2 Климат	5
1.3 Геология и рельеф района	7
1.4 Почвенно-растительный покров.....	10
1.5 Условия формирования стока и формирование качества вод.....	13
ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	17
2.1 Общие сведения.....	17
2.2. Методика и материалы исследования.....	20
2.3 Гидрофизические и гидрохимические параметры нижнего участка верхнего бьефа Ириклинского водохранилища.....	23
2.4 Качество воды Ириклинского водохранилища.....	28
ГЛАВА 3. ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СОСТОЯНИЯ ВОД ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	31
3.1 Прогноз развития качества воды в Ириклинском водохранилище	31
3.2 Предложение природоохранных мероприятий, направленных на повышение качества вод Ириклинского водохранилища.....	32
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	34
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	35
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	38

ВВЕДЕНИЕ

Во многих регионах России созданы искусственные водоемы [9]. Особенно актуально их возведение в полупустынных и степных зонах. Так, в Оренбургской области самым крупным искусственным водоемом является Ириклинское водохранилище на реке Урал. Оно служит источником водоснабжения восточной и центральной частей области. Помимо этого, используется в энергетических и рекреационных целях. Водоохранилище способствует сохранению относительно стабильного стока реки Урал в течение всего года и улучшает ирригационную систему верхнего бассейна реки.

В процессе выполнения данного исследования осуществлялось изучение динамики формирования качества вод в процессе развития Ириклинского водохранилища во времени, а также, определение современного гидроэкологического состояния водоема, особенно в зимний период. В связи с активным использованием вод водохранилища в различных хозяйственных сферах, данное исследование является актуальным.

Цель: изучить современное гидроэкологическое состояние Ириклинского водохранилища, особенно в зимний период.

Для осуществления поставленной цели необходимо выполнить ряд задач:

1. изучить литературные и интернет-источники по данной тематике;
2. провести полевые мониторинговые наблюдения: измерить гидрофизические параметры водных масс (электропроводность, прозрачность, температура) на участках водохранилища в зимний период; отобрать пробы воды и проанализировать их химический состав;

3. выявить ведущие поллютанты в водах водохранилища;
4. дать оценку качества вод и современного гидроэкологического состояния Ириклинского водохранилища;
5. разработать рекомендации по оптимизации и охране вод Ириклинского водохранилища.

Научная и практическая новизна работы заключается в оценке современного состояния Ириклинского водохранилища, а также в прогнозировании развития его нижнего участка верхнего бьефа и в разработке рекомендаций по оптимизации и охране водоема. Предложена упрощенная методика изучения состояния экосистемы водохранилища по 3-летнему состоянию основных гидрофизических и гидрохимических параметров в зимнее время.

Основные данные для установления современного состояния вод Ириклинского водохранилища получены по результатам полевых исследований в зимние периоды с 2014 по 2016 гг.

Результаты работ докладывались на Всероссийской молодежной конференции «Исследования природных и социально-экономических систем и проблемы современного естественнонаучного образования», Екатеринбург, 2015 г., на Ассамблее студенческой науки ЧГПУ, Челябинск (2014, 2015, 2016).

По теме исследования имеются 3 публикации.

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

1.1 Географическое положение

Ириклинское водохранилище (рис.1; Приложение 1) расположено на реке Урал в восточной части Оренбургской области. Оно создано в бывшем Ириклинском ущелье в результате сооружения плотины, имеет сложную

форму, со скалистыми берегами и многочисленными заливами. Территория верхней части водоема граничит с Башкортостаном с запада, с севера – с Челябинской областью.

Координаты плотины и зоны выклинивания подпора были определены с помощью программы «Google Планета Земля» [23] и составили 58, 63° с. ш., 51,67° в. д. и 58,88° с. ш., 52,22° в. д., соответственно.

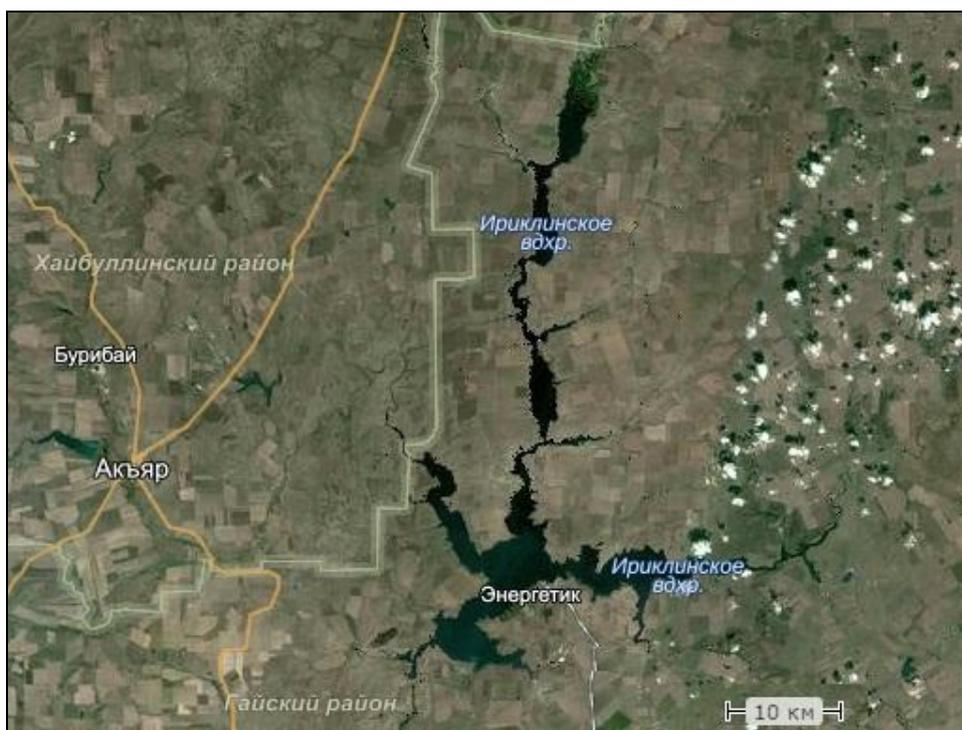


Рисунок 1. Космический снимок Ириклинского водохранилища

Ириклинское водохранилище является третьим в каскаде на р. Урал (после Верхнеуральского и Магнитогорского); далее в среднем и нижнем течении р. Урал сток не зарегулирован.

1.2 Климат

Климат района Ириклинского водохранилища (рис.2) имеет континентальный характер с переходом к резко-континентальному и характеризуется резкой сменой времени года. Зима – продолжительная и

холодная, лето – жаркое и засушливое. Среднегодовая температура составляет 3,2°C [16]. Самый теплый месяц – июль со средней температурой +21,2°C; самый холодный – январь со средней температурой -16,6°C [16]. Годовая амплитуда температур воздуха, т.е. разность между средними температурами самого холодного и самого теплого месяцев, большая и составляет около 40° [18]. В жаркие годы летом воздух прогревается до 40-43°C, зимой охлаждается до – -30 – -35°C. Абсолютный минимум зимней температуры отмечен в 1942 году – -49°C [19].

Среднее количество осадков составляет 340 мм в год [16], но распределены они в течение года неравномерно, что обуславливает длительные засухи. Засушливость в теплый период года зависит не только от малого количества выпадающих осадков и малой относительной влажности воздуха, но и от характера выпадения осадков, их быстрого стока. Летние осадки, чаще всего, имеют ливневый характер, которые не успевают впитываться в почву из-за выпадения от 30% до 50% всей нормы вегетационного периода за день.

Зимой осадков выпадает мало. Устойчивый снежный покров устанавливается в конце ноября и сохраняется около 150 дней [16], мощность его в марте составляет 20-30см [16].



Рисунок 2. Картограмма климатических условий Ириклинского водохранилища (синяя линия – изотерма января; красная линия – изотерма июля) [4]

1.3 Геология и рельеф района

Геология участка Ириклинского водохранилища весьма разнообразную структуру (рис. 3).

Приплотинный участок, расположенный в южной части водохранилища, имеет высокие обрывы, в которых обнажаются вулканические породы девона – это лавы, туфы с оплавленными обломками [19]. Также, на левобережье ручья Ерыкла (или Ирикля) находятся вертикальные блоки скалистых пород [19].

В Таналыкском заливе расположен остров «Висячий камень» и Мятликовый утес. Правый берег Таналыкского залива расчленен оврагами:

Мокрый, Каменный – и устьем Каменной речки [20]. В верховье залива находятся Карымские утесы. На левом берегу залива находятся лесистые овраги с родниками: Укрючный, Полковничий и Пьяный [20].



Рисунок 3. Картограмма геологической характеристики территории Ириклинского водохранилища (С – каменноугольная система: сланцы глинистые и углистые, известняки, мраморы, песчаники, конгломераты, каменные угли, базальты, андезиты; D – девонская система: базальты, андезиты, риолиты, яшмы, известняки; I – граниты, диориты, габбро, гипербазиты; O – ордовикская система: базальтоиды, песчаники, алевролиты, аргиллиты; Q – четвертичная система: суглинки, глины, пески, галечники, озерная известь; PR – верхний протерозой: гнейсы, сланцы кристаллические, кварциты, амфиболиты) [4]

В центре самого широкого плеса водохранилища, на месте бывшего слияния Урала и Таналыка, расположен остров Любви, бывшая Свиная гора. Длина острова около 500 м, ширина – менее 200 м [21]. Остров интенсивно разрушается волнами, что способствует образованию отмелей и пляжей, сложенных гравием и галькой, окатанными обломками яшмовых пород [19].

Суундук-Джусинский участок расположен в средней и верхней частях Суундукского залива, который характеризуется обрывистыми берегами с обнажениями вулканических пород – лавы и туфы (скалы Бульдог, Черепаха) [21]. На южном пологом берегу залива находится Чилектинский гранитный массив. Этот берег характерен песчаными и каменными почвами. В верховье Суундукского залива располагаются Кусемские утесы, сложенные порфиритами, которые состоят из андезитов и базальтов [19].

Приморский рекреационный участок, расположенный на восточном побережье водохранилища, сложен известняками [20].

Верхняя Орловка или Долина слез – это уникальный природный объект Ириклинского побережья, где находится обнажение горных пород каменноугольного периода – Орловский контакт [21]. Здесь мощная толща светло-серых известняков находится на вулканических породах, состоящих из диабазовых порфиритов вишневой окраски [21]. В этих известняках встречается много ископаемой фауны: кораллы-ругозы и брахиоподы [20].

Чапаевский участок, расположенный на восточном берегу водохранилища, имеет множество карстовых и абразионных углублений – ниши, пещеры, трубы, гроты [19].

Уртазымский участок находится в северо-западной части водоема. Весь участок расположен на известняковой толще каменноугольного периода, имеющей вид скал и обрывов (скала Палец) [21]. Побережье сложено висячими камнями. В долине реки Б. Уртазымка располагается Уртазымская карстовая арка. Длина карстовой полости под известняковым сводом – 8 метров, ширина – 5-6 метров, высота – до 2 метров [19]. Ниже устья реки расположен Казачий грот с высотой входа около 1 метра и обширным залом высотой до 4 метров и шириной 8-9 метров [19].

1.4 Почвенно-растительный покров

Водохранилище, созданное в бывшем Ириклинском ущелье, со скалистыми берегами и многочисленными заливами, расположено в степной зоне. Ландшафт данного участка прибрежной полосы сложен разнообразными горными породами, формами рельефа и растительным покровом. Все пойменные леса, до создания водохранилища простирающиеся от села Уртазым до створа плотины (около 80 км), и значительная часть байрачных лесов (широколиственных, растущих по дну и склонам балок), были затоплены [16].



Рисунок 4. Картограмма растительного покрова Ириклинского водохранилища (крестом обозначены каменистые степи и растительность малоразвитых почв; углом обозначены галофитные степи; елочка – сосновый бор и редколесье; дерево – березово-осиновые леса и колки) [4]

В настоящее время преобладающей растительностью данного участка являются травянистые растения (рис.4). Разнотравье представлено полынью австрийской, грудницей шерстистой, шалфеем степным,

тюльпаном Биберштейна, песчанкой Корина, ирисом низким, адонисов волжским, подмаренником настоящим [16]. На каменистых почвах произрастают петрофитные растения: горноколосник колючий, бурачка пустынная, очитка пустынная, смолевка алтайская, тимьян мугоджарский [16]. Для засоленных почв характерны ситник, солодка голая, кермек каспийский, коха простертая, полынь черная [16].

В начале 70-х годов начались работы по лесомелиорации берегов. За 30 лет на берегах водохранилища посажено 2,915 тыс. га лесных полос из 4,696 тыс. га по проекту [21]. Главные породы прибрежных лесонасаждений – это тополь черный, береза повислая, различные виды вяза, которым сопутствуют ясень зеленый, клен ясенелистный и кустарники – смородина золотистая, лох узколистный, кустарниковые виды ив [21]. Наиболее лесистые участки тополя – это лесонасаждения на левобережье устья Джусы и западнее на левобережье Суундукского залива, у села Н. Севастополь, на побережье реки Карагачки, по Чилижному долу, а также на восточном берегу водохранилища, южнее села Покровка [21]. Но большая часть посадок из карагача погибла или угнетена. Во многих местах в условиях прибрежной зоны появляются естественные насаждения из тополя, черемухи, вяза, которые в отличие от культурных насаждений являются более приспособленными к местным условиям, следовательно, более устойчивы.

Естественная древесно-кустарниковая растительность на побережье водохранилища и в водоохранной зоне занимает незначительные площади. Наибольшее распространение имеет казацкий можжевельник, который повсеместно покрывает все известняковые склоны и овраги вблизи водохранилища [16]. Наиболее крупные березово-осиновые колки находятся в овраге Березовом на западном берегу приплотинного плеса и в долине речки Верхняя Орловка [19].

Почвенный покров берегов Ириклинского водохранилища (рис.5) сформирован черноземами обыкновенными и южными и темно–

каштановыми почвами. Южнее Суундукского залива преобладают черноземы карбонатные глубокосолонцеватые слабогумусированные тонкослойные [16]. К северу от залива до с. Чапаевка характерны черноземы южные карбонатные малогумусные среднемощные и маломощные [16].



Рисунок 5. Картограмма почвенного покрова Иртишского водохранилища (4 – черноземы обыкновенные; 6 – черноземы обыкновенные маломощные и эродированные; 7 – черноземы южные; 13 – неполноразвитые; 19 – черноземы южные солонцеватые с солонцами) [4]

Черноземы обыкновенные и их разновидности с мощным слоем гумуса распространены с северной части. Равнины заняты черноземами карбонатными малогумусными среднемощными с пятнами солонцов степных [16]. В долинах рек Малой и Большой Уртазымок распространены черноземы обыкновенные неполноразвитые каменистые с выходами горных пород [16]. В верховьях р. Урал преобладают дерново-луговые и лугово-болотистые почвы (солонцы, черноземы и каштановые) [16]. На

правобережье водохранилища распространены солонцеватые почвы; для левобережья характерны неполноразвитые почвы [16].

1.5 Условия формирования стока и формирование качества вод

Река Урал берет начало на склонах вершины Круглая сопка хребта Уралтау в Учалинском районе Башкортостана и впадает в Каспийское море. Общая протяженность реки составляет 2428 км площадь бассейна составляет около 60,4тыс. км². Длина р. Урал до плотины Ириклинского водохранилища составляет 589 км, Ниже водохранилища длина реки составляет 1769 км [15].

Расход реки Урал (объем воды, протекающий через поперечное сечение за единицу времени) составляет 8-330 м³/с [25], модуль стока (количество воды, стекающее с определенной площади в единицу времени) – 1,5-3 л/с [25]. Строительство Ириклинского водохранилища существенно изменило уровенный режим Урала, зарегулирование стока реки резко уменьшило амплитуду колебаний уровня. Так, до 1958 года высота половодья на участке Ириклинское водохранилище – Орск достигла 5–8 м при средней величине 2–3 м, теперь же ее значения колеблются от 0,5 до 1,5 м. [24]. При выходе из Ириклинского водохранилища поток несет 1,14 км³ воды в год [24].

Основные притоки реки Урал, впадающие в Ириклинское водохранилище (рис. 6):

- Таналык (с Запада – правый приток);
- Суундук (с Востока – левый приток).

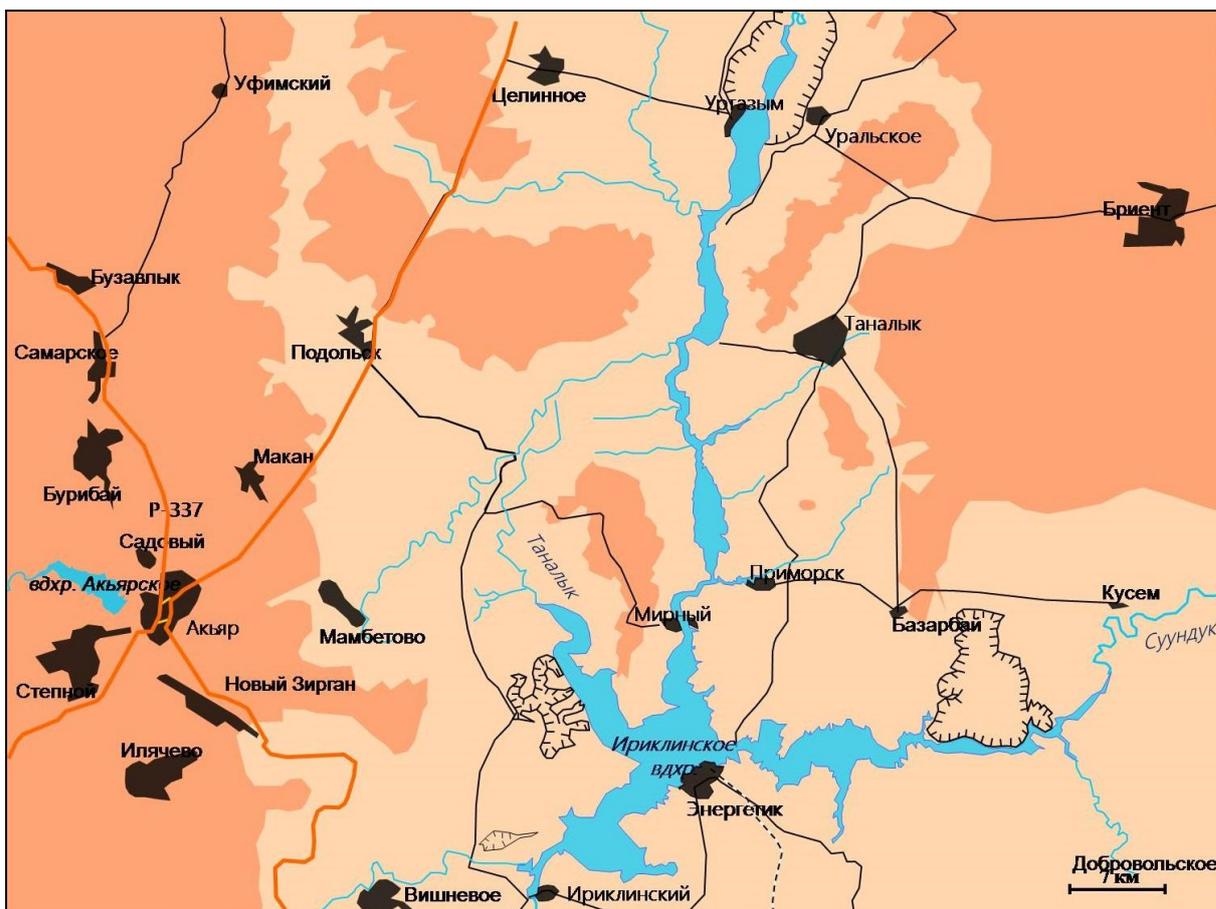


Рисунок 6. Иртиклинское водохранилище с основными притоками и населенными пунктами (схема автора)

Река Таналык имеет длину, равную 225 км, ширина варьирует от 2 м до 35 м, глубина – 0,5-2,0 м. скорость течения 0,1-0,2 м/с площадь водосбора – 4160 км², густота речной сети 0,24 км/км², модуль годового стока 2,0 л/с км² [14].

В верхнем течении реки преобладающими формами рельефа являются горные хребты и обширные предгорные террасы, поэтому в силу предрасположенности рельефа в этой части реки сооружено водохранилище Серек-Куль [3]. Следующим в каскаде является Таналыкское водохранилище площадью 201 га и глубиной 36 метров с Таналыкской микро-гидроэлектростанцией [3]. В среднем и нижнем течении рельеф характеризуется сопками; из почв распространены горные выщелоченные черноземы.

Таналык имеет в основном снеговое питание, поэтому половодье для него характерно весной, к осени река практически пересыхает, чему не дает возможности осуществиться в полной мере водохранилище. Дно каменисто-галечниковое, в некоторых местах оно заиленное (в основном, на границе с участками пахотных угодий).

Вода из Таналыка используется в горнодобывающем производстве в Баймаке и Бурибае, и в сельском хозяйстве Баймакского и Хайбуллинского районов Республики Башкортостан [14].

Река Суундук характеризуется длиной, равной 174 км, с шириной русла 5-40 м, глубина в межень 0,25-0,40 м – на перекатах, 2-3 м – на плесах, площадь водосборного бассейна равна 6430 км², густота речной сети 0,15-0,16 км/км² [13]. Река используется местным населением для хозяйственно-бытовых нужд.

На формирование качества вод Ириклинского водохранилища оказывают влияние многочисленные факторы:

- промышленные воды с техногенной территории г. Магнитогорска;
- с/х угодья на водосборе;
- деформация берегов водохранилища;
- сброс сточных вод коммунального хозяйства населения;
- сброс сточных вод промышленных предприятий.

По данным комплексных докладов о состоянии природной среды Оренбургской области в период с 2010 по 2014 года качество воды Ириклинского водохранилища характеризовалось как «загрязненное» (3 «а» класс).

Таблица 1

Состояние Ириклинского водохранилища по данным комплексных
государственных докладов [17]

Хим. эле- мент	Содержание, мг/л											
	2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	(к)	(ф)	(к)	(ф)	(к)	(ф)	(к)	(ф)	(к)	(ф)	(к)	(ф)
БПК ₅	3	2,6	2,6	2,4	3	2,4	2,6	2,6	2,6	2,4	2,2	2,2
ХПК	31,5	27	28,5	25,5	25,5	21	31,5	27	28,5	25,5	25,5	24
NO ₂	0,05	0,03 6	0,01 6	0,01 2	0,01 6	0,01 2	0,02 2	0,01 6	0,02 2	0,02 8	0,03 4	0,02 8
Cu	0,00 2	0,00 13	0,00 28	0,00 25	0,00 35	0,00 28	0,00 53	0,00 43	0,00 5	0,00 4	0,00 3	0,00 3
∑ ионов	486- 754	435- 578	465- 666	394- 613	441- 588	384- 523	371- 577	404- 616	571- 645	571- 645	526- 682	601- 653

Примечание:

(к) – контрольный створ (14 км выше плотины);

(ф) – фоновый створ (18,5 км выше плотины).

Сравнив данные комплексных докладов [22] по Ириклинскому водохранилищу с нормативами ПДК [2], были получены результаты, показывающие кратность превышения ПДК химических элементов в воде водоема (Таблица 2).

Из таблицы 2 видно, что показатель NO₂ к 2010 году резко снижается с 2,5 ПДК до значения, не превышающего его пределы. После этого его концентрация возрастает и к 2014 году достигает 3 кратного превышения ПДК. Это свидетельствует об увеличении поступления в водоем органических соединений, что может провоцировать активное цветение вод в летний период.

Кратность превышения ПДК химических элементов вод Ириклинского водохранилища по данным комплексных докладов [17].

Хим. элемент	Превышение ПДК											
	2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	к	ф	к	ф	к	ф	к	ф	к	ф	к	ф
БПК ₅	1,5	1,3	1,3	1,2	1,5	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1
ХПК	2,1	1,8	1,9	1,7	1,7	1,4	2,1	1,8	1,9	1,7	1,7	1,6
NO ₂	2,5	1,8	0,8	0,6	0,8	0,6	1,1	0,8	1,1	1,4	1,7	1,4
Cu	2	1,3	2,8	2,5	3,5	2,8	5,3	4,3	5	4	3	3

Также, следует отметить, что в большинстве случаев показания контрольного створа превышают значения фонового в один и тот же год. Этот факт указывает на более худшее качество вод в контрольном створе. Поскольку в 15,5 км выше плотины водохранилища расположен п. Энергетик, есть вероятность, что превышение содержания некоторых веществ в контрольном створе в сравнении с фоновым обусловлено производственной деятельностью предприятий поселка. На его территории расположено несколько предприятий:

- Ириклинская ГРЭС (ОАО «ИНТЕР РАО ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ» является градообразующим);
- молочный завод (ОАО «Ириклинский молочный завод»);
- производство строительных материалов (цех ЖБИ ОАО "ОРЕНБУРГСЕЛЬЭЛЕКТРОСЕТЬСТРОЙ");
- пищевое производство.

ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

2.1 Общие сведения

Известно, что появление первых водохранилищ приходится на третье тысячелетие до нашей эры [1]. Однако массовый, общемировой характер возведения искусственных водоемов при помощи плотин приходится на вторую половину XX века [1]. В этот период наблюдался активный процесс глобализации и индустриализации общества со значительным приростом численности населения Земли. Эти факторы послужили толчком к возведению многочисленных водохранилищ для обеспечения нужд общества и хозяйства территории.

По А. Б. Авакяну, водохранилища – это «искусственно созданные долинные, котловинные и естественные озерные водоемы с замедленным водообменном, полным объемом более 1млн. м³, уровенный режим которых постоянно регулируется (контролируется) гидротехническими сооружениями в целях накопления и последующего использования запасов вод для удовлетворения хозяйственных и социальных потребностей» [1].

Как и любой водный объект, водохранилище имеет свойственные ему особенности [1]:

1. водохранилище создано и управляется человеком, но также может испытывать и воздействие естественных факторов;
2. водохранилища значительно воздействуют на окружающую среду, зачастую меняя ее;
3. имеют особую систему гидрологических, гидрофизико-химических и гидробиологических особенностей;
4. эти водоемы испытывают наиболее интенсивное антропогенное использование;
5. высокая динамичность эволюции водоемов.

Ириклинское водохранилище было образовано плотиной гидроузла в 1957- 1958 гг. с целью улучшения водоснабжения промышленных центров Восточного Оренбуржья. Создание водохранилища облегчило борьбу с наводнениями в г. Орск. На водоеме была построена гидроэлектростанция,

а затем Ириклинская ГРЭС. Сооружение водоема дало возможность расширить развитие рыбного хозяйства и ирригации в верхней части бассейна Урала.

В отличие от многих других крупных водохранилищ России, Ириклинское отличается двумя экологическими особенностями [18]:

1. относительно небольшой ежегодной сработкой уровней при полной зарегулированности стока (колебание уровня составляет около 3 м, вызывая осушение 19% площади ложа);

2. на Ириклинском водохранилище нет шлюзов для пропуска судов и лесосплава. Также отсутствует рыбопропускная установка.

Морфометрия

Длина водохранилища с севера на юг 73 км, протяженность береговой линии около 415 км. Площадь водохранилища при горизонте 245 м над уровнем моря составляет 260 км², средняя глубина 12,5 м, максимальная в русловой и приплотинной зоне – 36 м [16]. Глубины водохранилища распределяются следующим образом: 44,5% площади водоема занимают участки глубиной менее 10 м, 31,5% – с глубинами от 10 м до 20 м, 24% – с глубинами более 20 м. Площадь водосбора составляет 36,95 тыс. км² [16]. Объем водохранилища составляет 3,26 км³, а объем годового стока – 1,14 км³ [16]. Таким образом, его режим близок к режиму озер слабой проточности. Расход по створу плотины равен 55,4 м³/с [16].

Водный режим

Основным фактором, влияющим на экологическое состояние Ириклинского водохранилища, является колебание его уровня. С момента создания водохранилища наибольшая сработка его уровня (до 9 м. ниже нормального горизонта) наблюдалась в 1969–1970 гг.; в последующие годы достигала 6 м.

По степени использования речного стока водохранилище относится к водоемам с многолетним регулированием стока. Условный водообмен в нем происходит в среднем 1 раз в 2 года [24].

Высокие паводки 1981, 1983, 1985, 1988, 1993, 1994 годов позволяли достигать уровня в водохранилище выше проектной отметки на 0,4-0,6 м [24].

В среднем, колебание уровня водохранилища составляет около 3 м. Среднее многолетнее понижение уровня водохранилища составляет зимой 2 м, весной перед приемом весеннего паводка – 3-4,5 м [24].

2.2. Методика и материалы исследования

Замеры производились в зоне выше плотины Ириклинского водохранилища (около 6 км. выше плотины) и на р. Урал (около 500м. ниже плотины) (рис. 7) в январе 2014, 2015 и 2016 гг.

Зимний период выбран для исследования, поскольку в это время на водоем оказывается наименьшее воздействие внешних факторов, таких как осадки, и стоки поверхностных потоков, воздушный перенос и последующее осаждение загрязнителей на поверхности зеркала водохранилища. В зимнее время ввиду присутствия ледяной толщи над водной поверхностью формируется естественное состояние вод водохранилища, когда можно отследить воздействие на них конкретных источников загрязнения, в частности промышленных.



Рисунок 7. Схема нижнего участка Ириклинского водохранилища

Места для отбора проб выбраны таким образом, чтобы возможно было установить качественный состав вод самого водохранилища, и проследить долю его воздействия на характеристику вод р. Урал, вытекающих из плотины. Этот факт является важным, поскольку в дальнейшем течении река протекает по территории некоторых городов Оренбургской области и Республики Казахстан, следовательно, затрагивает интересы двух государств.

При измерении прозрачности воды использовался диск Секки (рис. 8) диаметром 20 см, который опускался на веревке в воду с прикрепленным к нему грузом таким образом, чтобы диск уходил под воду вертикально вниз. Диск опускался до тех пор, пока не пропадал из вида. Глубина, на которой опущенный диск переставал быть видимым (т.е. черные сектора нельзя было отличить от белых), и была показателем прозрачности воды в метрах.

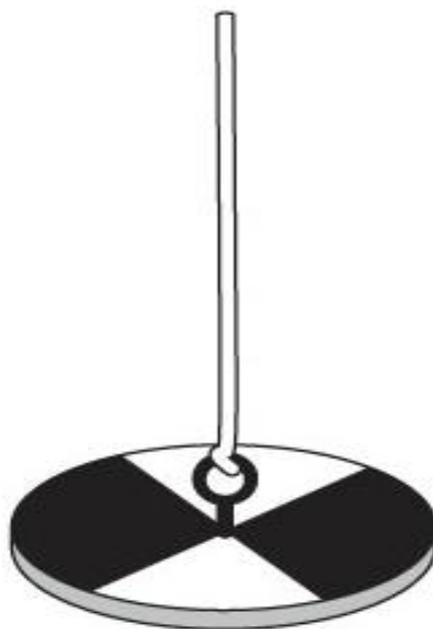


Рисунок 8. Диск Секки

Температура и электропроводность измерялись с помощью контактного кондуктометра (HANNA HI 98311 DIST (Ph/EC/TDS)) (рис. 9). Чувствительная часть прибора опускалась в стеклянную емкость с отобранной водой. Далее ожидалось установление значений температуры и электропроводности на приборе. Записав нужные параметры, контактная часть прибора вытиралась сухой тканью, после чего прибор закрывался и выключался.

Отбор проб осуществлялся с помощью стеклянного сосуда, который опускался в лунку водоема и по мере наполнения водой поднимался. Отобранная вода выливалась в предварительно подготовленную стеклянную посуду. После чего отобранные пробы воды отвозились в аттестованную лабораторию, где и осуществлялся их последующий анализ.



Рис. 9. Местоположение точки отбора проб на приплотинном участке

2.3 Гидрофизические и гидрохимические параметры нижнего участка верхнего бьефа Ириклинского водохранилища

Ириклинское водохранилище отличается высокой прозрачностью воды: летом – до 6 м, зимой – до 9,5 м [16]. Но в настоящее время она составляет 1,3 м (зимой). Цветность его вод составляет 21,6 градусов; взвешенные вещества – 41 мг/л (в то время, как в р. Урал – 217 мг/л) [16]. Средняя температура воды в июле достигает $+25^{\circ}\text{C}$, в январе – $+1 - +5^{\circ}\text{C}$ [16].

Результаты и обсуждение

Измерение гидрофизических показателей дает возможность определить электропроводность, температуру и прозрачность воды в водоеме. Благодаря этим данным можно установить отклонения от норм, попытаться их объяснить и сопоставить с дальнейшими исследованиями.

Таблица 3

Гидрофизические параметры

Параметры	Значения на участках (2014 год)		Значения на участках (2015 год)		Значения на участках (2016 год)	
	Выше плотины	Ниже плотины	Выше плотины	Ниже плотины	Выше плотины	Ниже плотины
$\mu\text{s, мкСм/см}$	577	596	540	622	580	630
$t, ^\circ\text{C}$	0,7	3,1	1,6	3,7	1,1	3,1
прозрачность, м	3,5	1,7	3,3	1,8	3,6	1,8

Повышение температуры воды ниже плотины обусловлено ее большей подвижностью по сравнению с выше расположенным участком. Активностью вод после створа плотины объясняется и меньшая прозрачность, так как происходит взмучивание донных отложений, что способствует и большему значению электропроводности.

Гидрохимический анализ позволяет выявить ведущие загрязнители в воде водохранилища, на основе которых удастся установить экологическое состояние водоема, а также источники загрязнения и пути решения проблем.

Таблица 4

Гидрохимические параметры

Хим. элемент	Содержание, мг/л					
	2014 год		2015 год		2016 год	
	Выше плотины	Ниже плотины	Выше плотины	Ниже плотины	Выше плотины	Ниже плотины
БПК ₅	2,8	2,6	3	2,6	3,4	2,8
ХПК	26,1	15,7	69,5	54,6	67,8	53,4
NH ₄	0,07	0,04	0,07	0,04	0,09	0,05
Zn	0,04	0,03	0,015	0,015	0,019	0,012

Продолжение таблицы 4

Fe	0,21	0,19	0,97	0,82	0,67	0,28
Cu	0,003	0,002	0,0021	0,0015	0,0056	0,0015
Mn	0,012	0,011	0,012	0,011	0,013	0,01
NO ₂	0,06	0,04	0,031	0,024	0,041	0,034
NO ₃	14	12	5,98	4,67	8,14	6,23
SO ₄	230	128	201	196,2	214	187,9
P	0,03	0,22	0,54	0,36	0,98	0,54
Cl	387	376	198,4	177,3	98,9	67,3
Mg	80	78	53,62	44,76	34,62	24,06
Ca	179	161	88,32	86,57	77,32	68,01
pH	7,8	8,2	7,5	7,6	7,7	7,6
Взвешенные вещества	92,8	103,3	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.

Сведения о кратном превышении ПДК (Приложение 2) полученных данных представлены в таблице 5 и дают возможность выявить ведущие поллютанты Ириклинского водохранилища.

Таблица 5

Кратное превышение ПДК основных химических элементов в водах
Ириклинского водохранилища

Хим. элемент	Кратное превышение ПДК					
	2014 год		2015 год		2016 год	
	Выше плотины	Ниже плотины	Выше плотины	Ниже плотины	Выше плотины	Ниже плотины
БПК ₅	1,4	1,3	1,5	1,3	1,7	1,4
ХПК	1,74	1,05	4,6	3,64	4,52	3,56
P	1,5	1,1	2,7	1,8	4,9	2,7

Продолжение таблицы 5

NO ₂	3	2	1,55	1,2	2,05	1,7
NO ₃	1,55	1,33	0,66	0,52	0,9	0,69
Fe	2,1	1,9	9,7	8,2	6,7	2,8
Cu	3	2	2,1	1,5	5,6	1,5
Zn	4	3	1,5	1,5	1,9	1,2
Cl	1,29	1,25	0,66	0,59	0,33	0,22
Ca	0,99	0,89	0,49	0,48	0,43	0,38
Mg	2	1,95	0,67	0,56	0,86	0,6

По результатам анализа таблицы 5 установлены ведущие загрязнители водоема, которыми являются следующие элементы: БПК₅, ХПК, NO₂ и P. Превышение ПДК по Fe и Cu является фоновым, поскольку данные территории богаты содержанием рудных компонентов.

БПК₅ остается практически на одном и том же уровне (1,5 ПДК), в то время как ХПК увеличилось по сравнению с 2014 (1 ПДК) до 4 ПДК.

Очевидным является тот факт, что концентрация химических веществ и элементов выше плотины превышает аналогичные значения ниже плотины. Этот факт может быть обусловлен тем, что в стоячем водоеме происходит осаживание взвесей. Следовательно, часть химических веществ оседает в донном слое водохранилища.

Высокое содержание азотных соединений может быть обусловлено:

- нерациональным ведением сельского хозяйства, из-за чего в воду с полей могут попадать остатки удобрений;
- влиянием скотоводческой деятельности (вдоль береговой линии находятся летние стойла крупного рогатого скота и животноводческие фермы [8]);
- сбросами промышленных вод Ириклинской ГРЭС.

Присутствие в воде хлоридов можно объяснить содержанием соответствующих солей калия и натрия в горных породах водосборной территории [10].

Также, полученные анализы проб воды показали смещение рН воды в щелочную сторону. Это может быть обусловлено чрезмерным внесением калийных удобрений в почву, а также, деятельностью Ириклинской ГРЭС.

В результате анализа полученных гидрохимических данных можно сделать вывод о том, что в настоящее время Ириклинское водохранилище не соответствует требованиям водоемов хозяйственно-бытового водопользования, из-за превышения ПДК некоторых показателей.

Повышение в 2015 и 2016 годах содержания в воде таких показателей, как БПК₅, ХПК, Р свидетельствует об увеличении органических соединений, в водохранилище по сравнению с 2014 годом. Также, высокое содержание Р дает возможность прогнозировать обильное цветение воды в теплое время года, что и было замечено во второй половине лета 2015 года.

Известно, что на любой ГРЭС осуществляется химическая очистка вод от серной, соляной, азотной кислот. Тем не менее, нахождение в водах Ириклинского водохранилища ведущих поллютантов свидетельствует о несанкционированной деятельности предприятия.

Уменьшение Cl, NO₂, NO₃ указывает на снижение сбросов в воды водохранилища сточных вод и бытовых стоков. Также это может быть следствием более дождливого лета в 2013 году, что способствовало смыву веществ с почв водосбора в водохранилище.

Несмотря на уменьшение концентраций некоторых химических веществ, концентрация основных поллютантов все же превышает показатели ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования.

2.4 Качество воды Ириклинского водохранилища

Качество вод водоема определялось с помощью расчета показателей индекса загрязненности водоема [6] и суммарного класса качества и трофности водоема по системе Окснюк – Жукинского [11]. Эти параметры позволяют определить качество вод и их трофность.

Выявление поллютантов (веществ, значительно превышающих значения ПДК), позволило использовать количественные характеристики этих веществ для расчетов индекса загрязнения воды (ИЗВ) (Приложение 3, 4).

Данные расчетов позволили выявить несоответствие водохранилища требованиям водоемов хозяйственно-питьевого водопользования не только по превышению некоторых показателей ПДК, но и по результатам расчета индекса загрязненности водоема, который осуществлялся по следующей формуле [6]:

$$1/6 * \sum_{i=1}^6 C_i / ПДК_i, \text{ где}$$

C_i – концентрация i -го вещества в воде;

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества.

Сравнив полученные данные расчетов с классами загрязнения (Приложение 5) по ИЗВ [6], можно установить степень загрязненности водохранилища. По расчетам, сделанным без учета показателя химического потребления кислорода, в 2014 году (ИЗВ = 2,26) водоем относился к умеренно загрязненному классу качества вод (1-2,5), а в 2015-2016 годах (ИЗВ = 2,94 и 3,03, соответственно) водам водохранилища соответствовал загрязненный класс (2,5 – 4,0). Полученные данные свидетельствуют об ухудшении качества вод Ириклинского водохранилища с течением времени, следовательно, происходит стабильное загрязнение водоема.

По расчетам ИЗВ для вод Ириклинского водохранилища, производившимся с учетом показателя химического потребления кислорода, в 2014-2015 годах (ИЗВ = 2,315 и 2,085, соответственно) водоем относился к умеренно загрязненному классу качества вод (1-2,5), а в 2016 году (ИЗВ = 2,66) его воды характеризовались как загрязненные (2,5 – 4,0). По данным расчетов с учетом показателя ХПК прослеживается общая тенденция ухудшения качества водоема, несмотря на небольшое колебание значения ИЗВ в 2015 году по отношению к 2014 году.

Таким образом, наблюдается тенденция к ухудшению качества вод Ириклинского водохранилища по показателю ИЗВ с 2014 года по 2016 год.

С помощью полученных данных ИЗВ можно установить возможности использования воды Ириклинского водохранилища по А.В. Владимирову (1991 г.). Так, в 2014 году вода водоема была пригодна для рыболовного хозяйства, купания и спорта, транспортного водопользования, а с хлорированием – еще для хозяйственно-питьевого и промышленного водопользования. В последующие годы качество вод несколько изменилось, вследствие чего пригодны без предварительной подготовки воды Ириклинского водохранилища стали лишь для купания, спорта и транспортного водопользования, а со стандартной очисткой они применимы для остальных основных видов водопользования: хозяйственно-питьевого, промышленного и рыбного хозяйства.

Суммарный класс качества и трофности водоема, определенный по системе Оксийок – Жукинского (Приложение 7), показывает качество вод водохранилища за период 2014-2016 гг. на основе концентрации фосфора, азота нитритного и нитратного и биологического потребления кислорода.

Так, в 2014 году по содержанию Р водохранилище относится к классу очень чистого, олигомезотрофного водоема – 2а; по концентрации NO_2 – к сильно загрязненному, политрофному – 4б; по количеству NO_3 – предельно грязное, гипертрофное – 5б; по БПК₅ – умеренно загрязненное, эвполитрофное – 4а. Если рассчитать среднее значение для

водохранилища, то оно будет относиться к водоему с умеренно загрязненным качеством воды и эвполитрофным классом трофности – 4а.

В 2015 году по Р Ириклинское водохранилище оценивается как весьма грязное, полигипертрофное – 5а; по концентрации NO_2 – умеренно загрязненное, эвполитрофное – 4а; по содержанию NO_3 – предельно грязное, гипертрофное – 5б; по количеству БПК₅ – умеренно загрязненное, эвполитрофное – 4а. Общая характеристика водохранилища на 2015 год следующая: сильно загрязненное качество вод с политрофной трофностью – 4б.

В 2016 году воды водохранилища по содержанию Р характеризуется как весьма грязное, полигипертрофное – 5а; по концентрации NO_2 – умеренно загрязненное, эвполитрофное – 4а; по содержанию NO_3 – предельно грязное, гипертрофное – 5б; по количеству БПК₅ – умеренно загрязненное, эвполитрофное – 4а. Общая характеристика водохранилища на 2016 год следующая: трофностью – 4б.

Таким образом, рассчитав суммарный класс качества и трофности Ириклинского водохранилища по системе Оксийок-Жукинского, можно сделать вывод о том, что по сравнению с 2014 годом общее состояние вод водоема изменилось с 4а класса до 4б (с умеренно загрязненного, эвполитрофного качества воды до сильно загрязненного, политрофного).

ГЛАВА 3. ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СОСТОЯНИЯ ВОД ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

3.1 Прогноз развития качества воды в Ириклинском водохранилище

Проделанные исследования, направленные на выявление качества вод Ириклинского водохранилища и их динамику, позволяют сделать вывод об ухудшении качества вод на протяжении развития водоема. Следовательно, дальнейшее существование водного объекта может быть только с усугубляющейся обстановкой.

При использовании водных ресурсов Ириклинского водохранилища в тех же темпах и объемах, включая и загрязнение его вод, может привести к выводу водоема из категории объектов хозяйственно-питьевого назначения. Эвтрофикация вод водохранилища может достигнуть высокой степени, что повлечет за собой смену растительного и животного мира как в самом водоеме, так и на прилегающей к нему территории. Результатом такого изменения может стать смена биоценоза на данном участке местности, в силу нарушения трофических цепей уже сложившейся экосистемы.

Основными выявленными загрязнителями вод Ириклинского водохранилища являются органические элементы: БПК, ХПК, NO_2 , Р. Динамика их изменения за период исследования была направлена, в своей основе, на увеличение концентрации, что может привести к активному цветению вод в теплый период (наблюдается в летнее время года) и последующей эвтрофикации водоема.

Во избежание подобного сценария развития необходимо разрабатывать, внедрять, реализовывать и контролировать исполнение мер

по оптимизации и охране вод Ириклинского водохранилища, а также прилегающих к нему территорий, поскольку они оказывают существенное влияние на формирование качественных характеристик его вод.

3.2 Предложение природоохранных мероприятий, направленных на повышение качества вод Ириклинского водохранилища

Для продолжительного и качественного существования водохранилища необходимо соблюдать различные мероприятия, способствующие очищению и поддержанию определенного состояния его вод. Рассмотрев теоретические наработки [1; 9] оптимального режима водопользования и охраны природы водохранилищ, выявили, что для Ириклинского водохранилища наиболее актуальными являются.

- выбор режима уровней вод (для уменьшения площади в жаркие периоды, что способствует уменьшению потери вод за счет испарения с поверхностного зеркала);
- высадка деревьев как укрепление береговой зоны от размыва (на Чапаевском участке и в районе п. Ириклинский и Энергетик) и затенение прибрежных полос, что уменьшает испарение от солнечной радиации;
- уменьшение и прекращение сбросов загрязненных вод промышленности, коммунального и сельского хозяйства, а также транспорта (это приведет к улучшению качественных характеристик вод);
- рациональное использование и хранение сельскохозяйственных удобрений (может снизить поступление в водоем загрязняющих веществ);

- применение различных методов очистки (биологической, химической и др.) сточных вод пос. «Энергетик», а также их доочистка;
- установление и расширение водоохранных зон;
- внедрение ограничений по использованию земельных, лесных и минеральных ресурсов (способствует сохранению береговой зоны от размыва и непопаданию в водоем различных веществ);
- строительство противоэрозионных сооружений (сохранение берегов от размыва и оползней);
- ограничение или запрет на использование моторных лодок и катеров (уменьшение поступления в водоем нефтепродуктов);

Соблюдение этих мероприятий может оказать положительное влияние не только на состояние самого водного объекта, но и на биоту, обитающей как в водах объекта, так и на территории его водоохраной зоны. Сохранение биологического разнообразия, в свою очередь, будет способствовать существованию экосистем, сложившихся на данных акваториях и прилегающих территориях. Следовательно, обеспечивается долгосрочное существование водного объекта за счет процессов самоорганизации и саморегуляции на уровне экосистем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования было изучено современное гидроэкологическое состояние Ириклинского водохранилища на основе гидрохимических и гидрофизических параметров его вод в зимний период, а также рассчитаны ИЗВ и определено качество вод по системе Оксийок-Жукинского. В процессе осуществления исследования проделана следующая работа:

1. рассмотрены и проанализированы литературные и интернет-источники по теме исследования; освоена методика отбора проб и измерительных работ; отобраны пробы воды в различные и проанализирован их химический состав в аттестованной лаборатории;

2. измерены гидрофизические параметры водных масс на участках водохранилища (электропроводность воды за исследуемый период не превышает нормированных значений; температура воды за исследуемый период не отличалась от фоновой)

3. тепловое загрязнение не выявлено;

4. выявлены ведущие поллютанты в водах Ириклинского водохранилища, которыми являются органическое вещество (по БПК и ХПК), нитриты, фосфор;

5. определен суммарный класс качества и трофности водоема по системе Оксийок-Жукинского (в 2014 году Ириклинское водохранилище соответствовало эвполитрофное экологическое состояние с качеством воды умеренно загрязненной чистоты (4а класс); в 2015 и 2016 годах его состояние оценивалось уже как политрофное с сильно загрязненным качеством вод (4б класс));

6. рассчитан ИЗВ для водохранилища в зимний период с учетом ХПК (в 2014-2015 годах (ИЗВ = 2,315 и 2,085, соответственно) водоем

относился к умеренно загрязненному классу качества вод, а в 2016 году (ИЗВ = 2,66) – к загрязненному) и без этого показателя (в 2014 году (ИЗВ = 2,26) водоем относился к умеренно загрязненному классу качества вод, а в 2015-2016 годах (ИЗВ = 2,94 и 3,03, соответственно) – к загрязненному классу);

7. разработаны рекомендации по оптимизации и охране вод Ириклинского водохранилища, основные из которых направлены на уменьшение воздействия на водную массу и на предотвращение берегового размыва. Также важен мониторинг за состоянием самого водохранилища и за исполнением установленных мероприятий, направленных на поддержание его существования и охрану.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авакян, А. Б. и др. Водоохранилища [Текст] / М. «Мысль», 1987. – 331 с.;
2. Гагарина, О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы: учебно-методическое пособие // Гагарина О.В. [Текст] / Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2012. - 199 с.;
3. Гареев, А. М. Реки и озера Башкортостана [Текст] / Уфа: Китап, 2001. – 260 с.
4. Географический атлас Оренбургской области [Текст] / М.: Издательство ДИК, 1999. – 96 с.: ил., карт.
5. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды/ под ред. Т. В. Гусевой [Текст] /М, 2007. – 192 с.;
6. Захаров, С.Г. Мы изучаем озера [Текст] / Челябинск, 2001 г. 60 с.;
7. Калишев, В.Б., Андреева, М.А. Реки Челябинской области [Текст] /Челябинск, Абрис, 2013. 152 с.

8. Килякова, Ю.В., Лысенко, А.А. Экологическое состояние Ириклинского водохранилища. Оценка вылова рыбы за последнее десятилетие [Текст] / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2007. № 33. с. 168-178;
9. Матарзин, Ю.М. Гидрология водохранилищ [Текст] / Пермь, 2003 – 296 с.;
10. Мережко, О.Е., Станишевская, Н.Б. Качественный и количественный состав вод Ириклинского водохранилища [Текст] / Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). с. 126-128;
11. Окснюк, О. П., Жукинский, В. Н., Брагинский Л. П. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши [Текст] / Гидробиол. журн. 1993. Т. 29, № 4. С. 62–77
12. Общегеографический региональный атлас «Оренбургская область», под ред. Г. Третьяковой, 2004 г.;
13. Стрельников, С. М. Географические названия Оренбургской области. – 2-е изд., доп. и исправл. [Текст] / Кувандык: Издательство С.М.Стрельникова, 2002. – С. 139.
14. Таналык // Баймакская энциклопедия / Научно-ред. коллегия: И. Х. Ситдилов (председ.), К. И. Аглиуллина, А. З. Асфандияров и др. [Текст] / Уфа: Башкирская энциклопедия, 2013. – С. 504-505. – 640 с.
15. Чибилев, А.А. Река Урал [Текст] / Л. Гидрометеиздат 1987 – 168 с.;
16. Чибилев, А.А., Павлейчик, В.М., Дамрин, А.Г. Ириклинское водохранилище: геоэкология и природно-ресурсный потенциал [Текст] / Екатеринбург, УрО РАН, 2006 – 184 с.;
17. Загрязнение рек и поверхностных вод Оренбургской области [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://protown.ru/russia/obl/articles/8303.html> (Дата обращения 28.04.2014);

18. Ириклинское водохранилище [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://oren-icn.ru/index.php/enzoren/klimatwater/618-2011-05-10-08-32-15> (Дата обращения 28.02.2014);
19. Ириклинское водохранилище [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.orenobl.ru/priroda/irikla.php> (Дата обращения 28.02.2014)
20. Ириклинское водохранилище [Электронный ресурс]. Режим доступа – http://www.pogodasv.ru/docs/ecology_info/ecology_review/oren_2013.pdf (Дата обращения 29.04.2014);
21. Искусственное Ириклинское водохранилище [Электронный ресурс]. Режим доступа – http://www.esosedi.ru/onmap/isskustvennoe_iriklinskoe_vodohranilische/1000063262/index.html#lat=51737036&lng=58960316&z=9&mt=1&v=1 (Дата обращения 01.02.2016);
22. Комплексные отчеты о состоянии окружающей среды в Оренбургской области [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://mpr.orb.ru/ecology/129.html> (Дата обращения 01.03.2014);
23. Определение географических координат городов, улиц, домов на карте Google <http://www.id-systems.ru/ru/gmap.html> (Дата обращения 23.09.2014);
24. Поверхностные воды [Электронный ресурс]. Режим доступа – http://www.cultland.ru/oren_nature04.html (Дата обращения 03.04.2014);
25. Урал [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://npncvp.ru/vodn-object-ural.html> (Дата обращения 11.01.2015).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

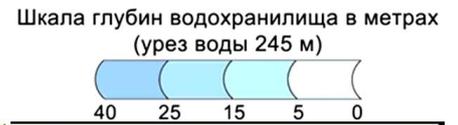
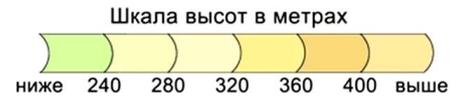
ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА Ириклинского водохранилища

- ДОРОГИ**
-  - асфальтированные
 -  - без покрытия
 -  - грунтовые просёлочные
 -  - паромная переправа

ГРАНИЦЫ

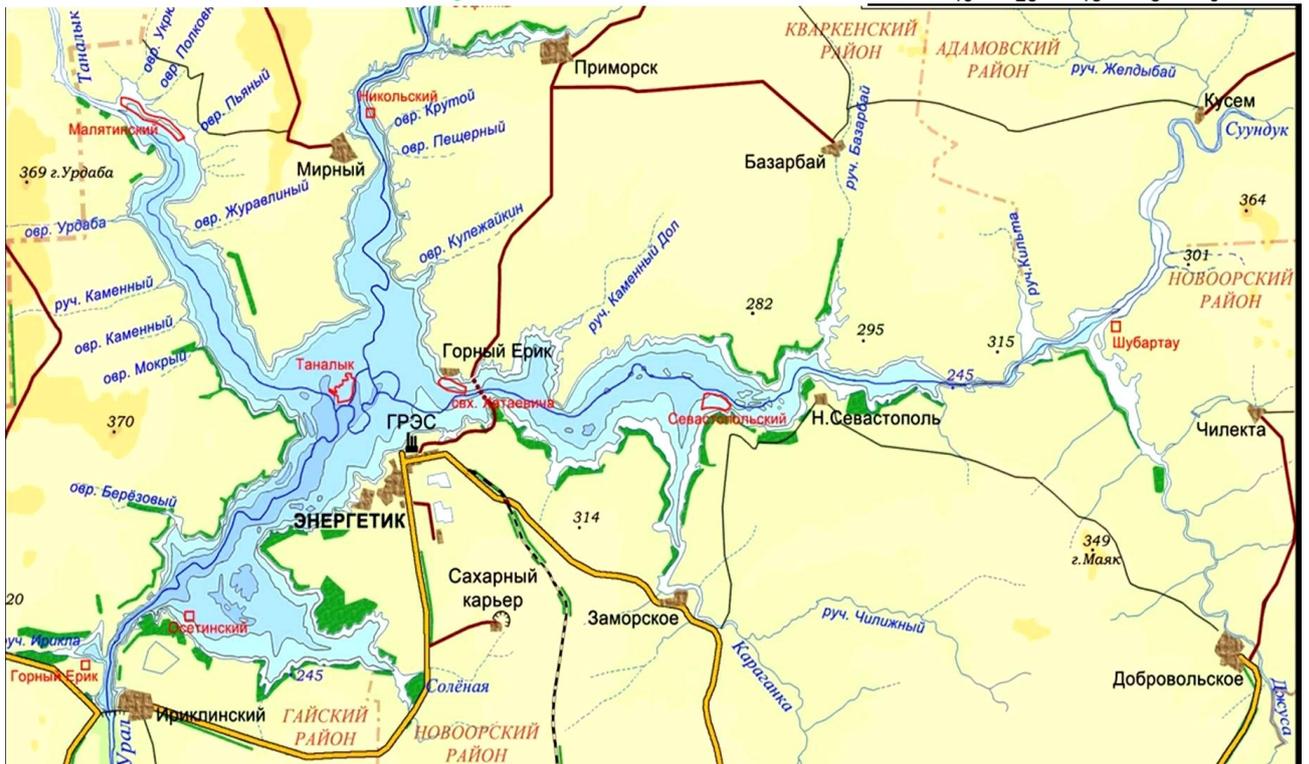
-  - республик, областей
-  - районов

0 2 4 6 км



-  Орловка - исчезнувшие населённые пункты в зоне затопления и подтопления

 - лесные посадки



Топографическая схема Ириклинского водохранилища [12]

Приложение 2

Предельно допустимые концентрации распространенных загрязняющих веществ в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения [2, 5]

Определяемые ингредиенты	ПДК, мг/дм ³
рН	6,5-8,5
БПК ₅	2,0
ХПК	15,0
P	0,20
NO ₂	0,02
NO ₃	9,0
Fe	0,10
Cu	0,001
Zn	0,01
Cl	300,0
Ca	180,0
Mg	40,0

Приложение 3

Расчет индекса загрязненности водоема с учетом показателя химического потребления кислорода:

Расчет ИЗВ для водохранилища на 2014 год по ведущим поллютантам (Zn, NO₂, Fe, ХПК, NO₃, P):

$$1/6*(0,04/0,01 + 0,06/0,02 + 0,21/0,1 + 26,1/15 + 14/9 + 0,03/0,2) = 1/6*(4 + 3 + 2,1 + 1,74 + 1,55 + 1,5) = 1/6 * 13,89 = 2,315$$

Расчет ИЗВ для водохранилища на 2015 год по ведущим поллютантам (ХПК, P, NO₂, БПК₅, Zn, NO₃):

$$1/6*(69,5/15 + 0,54/0,2 + 0,031/0,02 + 3/2 + 0,015/0,01 + 5,98/9) = 1/6*(4,6 + 2,7 + 1,55 + 1,5 + 1,5 + 0,66) = 1/6 * 12,51 = 2,085$$

Расчет ИЗВ для водохранилища на 2016 год по ведущим поллютантам (P, ХПК, NO₂, Zn, БПК₅, NO₃):

$$1/6*(0,98/0,2 + 67,8/15 + 0,041/0,02 + 0,019/0,01 + 3,4/2 + 8,14/9) = 1/6*(4,9 + 4,52 + 2,05 + 1,9 + 1,7 + 0,9) = 1/6 * 15,97 = 2,66$$

Приложение 4

Расчет индекса загрязненности водоема без учета показателя химического потребления кислорода:

Расчет ИЗВ для водохранилища на 2014 год по ведущим поллютантам (Zn, NO₂, Fe, NO₃, P, БПК₅):

$$1/6*(0,04/0,01 + 0,06/0,02 + 0,21/0,1 + 14/9 + 0,03/0,2 + 2,8/2) = 1/6*(4 + 3 + 2,1 + 1,55 + 1,5 + 1,4) = 1/6 * 13,45 = 2,26$$

Расчет ИЗВ для водохранилища на 2015 год по ведущим поллютантам (Fe, P, NO₂, БПК₅, Zn, NO₃):

$$1/6*(0,54/0,2 + 0,031/0,02 + 3/2 + 0,015/0,01 + 0,97/0,1 + 5,98/9) = 1/6 * (9,7 + 2,7 + 1,55 + 1,5 + 1,5 + 0,66) = 1/6 * 8,58 = 2,94$$

Расчет ИЗВ для водохранилища на 2016 год по ведущим поллютантам (Fe, P, NO₂, Zn, БПК₅, NO₃):

$$1/6*(0,67/0,1 + 0,98/0,2 + 0,041/0,02 + 0,019/0,01 + 3,4/2 + 8,14/9) = 1/6 * (6,7 + 4,9 + 2,05 + 1,9 + 1,7 + 0,9) = 1/6 * 12,31 = 3,03$$

Приложение 5

Характеристика загрязненности вод водоема по показателю ИЗВ [6]

Значение ИЗВ	Характер загрязнения
< 1	относительно чистые
1 - 2,5	умеренно загрязненные
2,5 - 4,0	загрязненные
4,0 - 10	грязные
> 10	чрезвычайно грязные

Приложение 6

Возможности использования воды в зависимости от ее качества (по А.В. Владимирову, 1991г) [6]

Качество воды	Виды водопользования				
	хозяйственно-питьевое	Промышленность	рыбное хозяйство	купание, спорт	транспорт
Очень чистая	пригодна	пригодна	вполне пригодна	вполне пригодна	вполне пригодна
Чистая	пригодна с хлорированием	пригодна с хлорированием	пригодна	пригодна	пригодна
Умеренно чистая	пригодна со стандартной очисткой	пригодна со стандартной очисткой	пригодна со стандартной очисткой	пригодна	пригодна
Загрязненная	пригодна только со специальной очисткой	пригодна только со специальной очисткой	пригодна кроме ценных видов рыб	использование сомнительно	использование сомнительно
Грязная	непригодна	пригодна для специальных целей после очистки	непригодна	непригодна	использование нежелательно

Приложение 7

Суммарный класс качества и трофности водоема (по: Оксийук О. П.,
Жукинский В. Н., 1993) (в сокращении) [11]

Категории качества									
Классы качества воды	1- предельно чистая	2-чистая		3- удовлетворительной чистоты		4-загрязненная		5-грязная	
	Разряды качества воды	1- предельно чистая	2а – очень чистая	2б – вполне чистая	3а – достаточно чистая	3б – слабозагрязненная	4а- умеренно загрязненная	4б – сильно загрязненная	5а – весьма грязная
Категории трофности									
Классы трофности	Олиготрофный		Мезотрофный		Эвтрофный		Политрофный	Гипертрофный	
Разряды трофности	олиготрофный	олигомезотрофный	Мезотрофный	мезоэвтрофный	Эвтрофный	эвополитрофный	Политрофный	полигипертрофный	гипертрофный
Гидрохимические показатели									
P	< 0,01	0,01-0,03	0,031-0,05	0,051-0,1	0,101-0,2	0,201-0,3	0,301-0,5	0,501-1,0	> 1,0
NO ₂ ⁻	0	0,001-0,002	0,003-0,005	0,006-0,01	0,011-0,02	0,021-0,05	0,051-0,1	0,101-0,3	> 0,3
NO ₃ ⁻	< 0,05	0,05-0,2	0,21-0,3	0,31-0,5	0,51-0,7	0,71-1,0	1,01-2,5	2,51-4,00	> 4,0
БПК ₅ , мгО/л	< 0,4	0,4-0,7	0,8-1,2	1,3-1,6	1,7-2,1	2,2-4,0	4,1-7,0	7,1-10,0	> 10