



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МОХ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
НА ПИТЬЕВЫЕ ВОДОХРАНИЛИЩА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ
(НА ПРИМЕРЕ ШЕРШНЁВСКОГО И АРГАЗИНСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩ)

Выпускная квалификационная работа
по направлению 05.03.06 – «Экология и Природопользование»
Направленность программы бакалавриата
«Природопользование»

Проверка на объем заимствований:

66,39 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
«04» 06 2019 г.

зав. кафедрой Химии, экологии и
МОХ

Ср Сутягин А. А.

Выполнил:

Студент группы ОФ-401/058-4-1

Юмагулов Александр

Фархитдинович Б

Научный руководитель:

к.п.н., доцент,

Агапов Алексей Иванович

Челябинск,

2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПИТЬЕВЫЕ ВОДОХРАНИЛИЩА	7
1.1 Антропогенная нагрузка на поверхностные воды	7
1.2. Эвтрофикация водохранилищ как экологическая проблема	18
Вывод по первой главе	31
ГЛАВА 2 ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА КАЧЕСТВО ВОД ИССЛЕДУЕМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ	32
2.1. Качественное состояние вод Агразинского и Шершнёвского водохранилища	32
2.2. Методика оценки антропогенной нагрузки по классификации Кочурова Б. И.	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	55
ПРИЛОЖЕНИЯ	58

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенное влияние на природные воды, в наше время стало большой проблемой. Человек влияет на гидросферу всеми возможными способами. Начиная простым потреблением питьевой воды и заканчивая сливом сточных вод. Это наносит огромный вред гидросфере, вследствие чего были разработаны законы, нормативные документы, СанПины и различные государственные организации осуществляющие контроль над качеством водных объектов.

Качество питьевой воды во многом зависит от качества вод водного объекта. Существуют федеральные законы и нормативные документы, регулирующие качество питьевой воды. К примеру, федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 N 416-ФЗ или статья 45. Использование водохранилищ в водном кодексе РФ [18].

В настоящее время водохранилища выполняют очень важную задачу в народном хозяйстве человека, исполняя роль питьевых резервуаров воды необходимого для человека качества. Являясь искусственным сооружением водохранилища, становятся неотъемлемой частью природного комплекса.

Помимо питьевого запаса воды, водохранилища имеет и другие значения для человека. Водоохранилища наиболее интенсивно используются различными отраслями хозяйства, чем другие водные объекты. На каждом значительном водохранилище формируется водохозяйственный комплекс.

В России свыше 30 тысяч водохранилищ эксплуатируемых в настоящее время, имеют различия между собой по параметрам, режимным характеристикам, направлению хозяйственного использования и воздействию на окружающую среду.

Челябинская область испытывает дефицит водных ресурсов, при этом является, одной из самых промышленных областей Российской Федерации, поэтому изучение состояния водоёмов в области весьма актуально.

На данный момент в Челябинской области существует 377 водохранилищ, для хозяйственного водоснабжения городов и сел. Суммарный объем воды в них составляет около 3,0 км³. По комплексному докладу состояния окружающей среды Челябинской области за 2016 год, основными промышленными источниками антропогенной нагрузки служили крупные промышленные предприятия такие как ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», МУП «Производственное объединение водоснабжения и водоотведения» г. Челябинска, МП трест «Водоканал» МО г. Магнитогорск, АО «Комбинат «Магнезит», ПАО «Челябинский металлургический комбинат» и т. д. Каждый год проводятся экологические мероприятия по снижению антропогенной нагрузки на водные объекты, но состояние водохранилищ остаётся неизменным, а некоторые показатели становятся хуже [13].

Непосредственно в черте города Челябинск находится Шершнёвское водохранилище, которое соединено рекой Миасс с Аргазинским водохранилищем. Они являются единственными источниками питьевого и промышленного водоснабжения для города. Поэтому за их состоянием необходимо постоянно следить.

Кроме государственных целенаправленных и планомерных наблюдений, изучением состояния, воздействия и управлением Шершневого и Аргазинского водохранилищ, занимались многие учёные. Видовым составом цианобактерий Шершневого водохранилища занималась Гаврилова Е. В., биологической оценкой состояния Шершнёвского водохранилища занималась Дерябина Л. В. Изучением зоопланктона Аргазинского водохранилища и его динамикой Rogozin Г. Влиянием Карабашского медеплавильного комбината на содержание

металлов в рыбе Аргазинского водохранилища занимались Нохрин Д. Ю., Грибовский Ю. Г. и Давыдов Д. А. Содержанием химических элементов в мышечной ткани рыб и в воде Аргазинского водохранилища занимались Бастанов Р. И. и Яковлева С. Н. Кроме этого Челябинский центр гидрометеорологической службы (ЦГМС) занимается ежегодной оценкой качества вод всей области на основе их гидрохимических показателей.

Состояние Аргазинского и Шершнёвского водохранилищ на данный момент вследствие антропогенной нагрузки неудовлетворительное. Аргазинское водохранилище по эвтрофикации относится к мезотрофному типу, а в зоне влияния города Карабаш уже к эвтрофному типу. Шершнёвское водохранилище разделено по полам с восточно-южной стороны оно относится к эвтровному типу, а с северо-западной к мезотрофному, но у берегов платины и челябинского бора, находятся области накопления фитопланктона. Качество воды Шершнёвского водохранилища меняется от загрязнённой до очень загрязнённой. Основными загрязнителями являются органические соединения и тяжёлые металлы. Наблюдается бурный рост сине-зелёных водорослей и связанное с ним ухудшение качества воды. Массовое развитие фитопланктона в течение летних месяцев является показателем высокого уровня эвтрофирования водоёма. Из многолетних наблюдений наблюдается постепенное повышение содержания органических веществ в воде. Гидрохимические показатели Аргазинского водохранилища выглядят лучше, чем у Шершневского, что обусловлено большей антропогенной нагрузкой на Шершнёвское водохранилище [21].

Объектом исследования выступают Аргазинское и Шершнёвское водохранилища челябинской области.

Предметом исследования является антропогенная нагрузка на Аргазинское и Шершнёвское водохранилища.

Цель работы – оценить влияние антропогенной нагрузки на Аргазинское и Шершнёвское водохранилища.

Задачи:

1. Провести анализ литературных источников по проблеме экологического состояния водохранилищ Челябинской области.
2. Изучить эвтрофикацию как следствие антропогенной нагрузки на водные объекты.
3. Изучить состояние прибрежных комплексов Аргазинского и Шершнёвского водохранилища с помощью метода Кочерова.
4. Оценить антропогенную нагрузку на Аргазинское и Шершнёвское водохранилища.

Методы:

- Анализ литературных материалов и Интернет ресурсов – источников.
- Системный анализ полученных данных.
- Картографический метод.

Практическая значимость: продолжен сбор статистических материалов по состоянию воды в Аргазинском и Шершнёвском водохранилищах.

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПИТЬЕВЫЕ ВОДОХРАНИЛИЩА

1.1 Антропогенная нагрузка на поверхностные воды

Одна из существенных проблем на нашей планете, является проблема нехватки пресной воды – она стала актуальной для всего человечества с конца XX века. Казалось бы, появилась такая глобальная проблема, которую человек ощутил и должен приступить к незамедлительному её решению, но получается, так что с каждым последующим годом ее актуальность только усиливается. Если задуматься, это можно связать, как и с ростом человеческой популяции (на 2019 год на земле проживает уже более 7,6 млрд. человек по данным ООН), так и в связи с развитием промышленности [5].

Запасы пресной воды составляют всего лишь малую часть общего количества воды на Земле. Различие между морской водой, пресной водой в доле солей в составе малую. Пресная вода имеет очень малую долю солей в составе в отличие от морской воды. Не зависимо от агрегатного состояния воды (жидкое, твёрдое, газообразное), если концентрация солей в её составе не больше 0,1% – такая вода классифицируется, как пресная.

Пути возникновения пресной воды могут быть различны, они возникают в процессе испарения воды из мирового океана, а также с поверхности суши. Накапливающиеся в атмосфере испарения воды кочуют вследствие глобальной циркуляции атмосферы в другие географические части планеты, где осаждаются в виде различных осадков. Выпадая на сушу, вода вовлекается в различные природные процессы или стекает обратно в мировой океан, а также в подземные воды или испаряясь по пути. Кроме жидкого состояния пресная вода хранится ещё и во льдах.

Ведь самые большие запасы пресной воды хранятся в полярных льдах. А потом уже в пресных озёрах, реках и ручьях. Доля пресной воды во льдах составляет около 9/10 от всего запаса пресной воды на Земле. Соотношение объёма мирового запаса пресной воды по отношению ко всему объёму воды на Земле составляет всего лишь около 3% [3].

Альтернативой, как питьевым источником, для водохранилищ можно считать льды. Всемирный объём запасов льдов на Земле в наши дни около 25,8 миллионов кубических километров (в водном эквиваленте). Примерно 0,01% этого количества ежегодно обновляется: 3,5 тысячи кубических километров составляет ежегодная аккумуляция-абляция, включая откол айсбергов, 20 тысяч кубических километров - сезонные запасы снега, менее 0,5 тысяч кубических километров - наледи. Приблизительно 0,5 миллионов кубических километров приходится на подземные льды многолетнемерзлых пород. Общие запасы льдов в России составляют более 15 000 кубических километров, из них на материке - только 183 кубических километров (приложение 1) .

В России распространение ледникового покрова идёт следующим образом: на российских арктических островах, в горных системах и в зонах вечной мерзлоты. На российских арктических островах - Новой Земле, Земле Франца-Иосифа, Северной Земле. К горным районам ледников в Европейской части России относятся Хибины, Полярный Урал и северная часть Большого Кавказа. В Сибири - это Горный Алтай, Верхоянский хребет, хребет Орулган, хребет Сунтар - Хаята, Корякское нагорье. Также присутствуют ледники на Таймыре и плато Путорана, а на Камчатке они соседствуют с вулканами [6].

Но чтобы избежать проблем с питьевой водой и водными ресурсами в целом человек создает искусственные водоёмы. Водоохранилище - искусственный (рукотворный) водоём, образованный, как правило, в долине реки водоподпорными сооружениями для накопления и хранения воды в целях её использования в народном хозяйстве [10].

Существует несколько различных классификаций водохранилищ, таких как по генезису, по характеру регулирования стока, по глубине сработки уровня воды водохранилищ, по водообмену [1].

К классификации по генезису относят такие типы водохранилищ как водохранилища на временных водотоках, наливные водохранилища, озера-водохранилища, морские водохранилища, водохранилища равнин, горные водохранилища.

По характеру регулирования стока различают такие водохранилища как многолетнего, сезонного (годового), месячного, недельного и суточного регулирования.

В странах Европы и США уже столкнулись с проблемой загрязнения некоторых водохранилищ вследствие хозяйственной деятельности человека. И уже пытаются решить эту проблему различными методами, которые имели успех. В России некоторые водохранилища уже подвергались экологической реконструкции, такие как Рыбинское и Куйбышевское водохранилища.

Больше всего проблемой качества воды подвергаются водохранилища в тропическом и экваториальном поясах. Это связано с плохой развитостью стран и их большей степенью загрязнения из-за этого. Также там почти не проводится экологическая очистка водохранилищ.

На сегодняшний день в России функционирует несколько десятков тысяч водохранилищ. Общий объем вместимости водохранилищ составляет около 800 км³. Около 325 водохранилищ можно отнести к крупным и особо крупным объектам. По расположению наибольшее количество водохранилищ находится в Поволжском районе - 600, Центрально-Черноземном - 434, Уральском - 383. Самые крупные водохранилища находятся в Восточной Сибири, где в среднем объем водохранилища достигает 26,4 км³.

Водоохранилища способствуют в регулировании паводковых процессов, в предотвращении наводнений. Для России это чрезвычайно

важно, так как паводкоопасные территории охватывают в ней более 400 тысяч квадратных километров, в том числе в Сибирском округе (в Якутии, Забайкалье, Бурятии и др.)

Кроме этого водохранилища также создают и проблемы, а именно:

- Берега водохранилищ подвергаются разрушению
- Оползневые процессы, в зону которых попадают населенные пункты, такие, как Волгоград, Саратов, Ульяновск и др.
- Ухудшение технического состояния гидроузлов, большинство из которых нуждается в текущем ремонте, а сотни находятся в предаварийном состоянии.

Ежесекундно человек и его среда оказывает воздействие на природные объекты, Аргазинское и Шершнёвское водохранилища не исключения. Особенную нагрузку испытывают части водохранилищ прилегающие к городским территориям. А ведь эти два водохранилища являются основными источниками водоснабжения такого крупного города, как Челябинск. Для того чтобы ограничить воздействие на водные объекты государством были разработаны различные нормативные и регулирующие документы (ст. 64 Закона «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ). В РФ осуществляется государственный, производственный и общественный контроль в области охраны окружающей среды.

Существуют различные способы качества вод и экологического состояния водных объектов. Данные способы хорошо проработаны и опираются на пакеты директивных и нормативных документов, основываясь на количественные гидрологические и гидрохимические методы и критерии оценки. У оценки количественных аспектов водных ресурсов предусматривается несколько целей: оценка способности удовлетворения потребностей планируемой деятельности в водных ресурсах и прогнозирование возможных последствий изъятия ресурсов для предприятий и бытовых нужд населения.

Для того чтобы грамотно сделать оценку необходимо учитывать различные факторы, знать гидрологические особенности и закономерности режима водного объекта водоснабжения, а также объемы водных ресурсов и уровни водопотребления, необходимых для реализации проекта. Последний фактор включает в себя технологическую схему водопотребления предприятием (безвозвратное, обратное, сезонное) и воздействует напрямую на количество водных ресурсов. Необходимо также учитывать и косвенное воздействие на водный объект, выявив и проанализировав все возможные виды воздействий и вызываемых ими последствий.

Загрязнение водных объектов является наиболее существенным и распространенным фактором, обуславливающим дефицит водных ресурсов, о котором судят по данным наблюдений службами мониторинга Росгидромета и других ведомств, контролирующими состояние водной среды.

Каждому водному объекту присуще способность к природному самоочищению, которая обусловлена природным гидрохимическим качеством водного объекта и является его исходным свойством. Оно формируется под влиянием гидрохимических и гидрологических процессов, протекающих в водоеме и интенсивности его внешнего загрязнения. Совокупность этих процессов способно как нейтрализации вредных последствий попадания в водоемы антропогенных загрязнителей (самоочищение водоемов), так и ухудшить качество водных ресурсов (загрязнение, засорение, истощение).

Под способностью водоёма к самоочищению понимают, то количество загрязняющих веществ, которое может быть «переработано» и нейтрализовано водоемом.

Кроме природных свойств водоёма, существенным фактором, определяющим возможный уровень загрязнения, является исходное гидрохимическое состояние. При оценке загрязнения необходимо

учитывать как прямые (непосредственный сброс в водоемы), так и косвенные (поверхностный сток, внутрипочвенный сток, аэрогенное загрязнение) источники.

Главным критерием загрязнения воды являются предельно допустимые концентрации веществ, среди которых различают санитарно-гигиенические (нормируют по влиянию на здоровье человека), и рыбохозяйственные, разработанные для защиты гидробионтов (живых существ водных объектов). Рыбохозяйственные нормы, как правило, строже, потому что обитатели водоемов обычно более чувствительны к загрязнению, нежели человек.

Основным источником информации о гидрологических и гидрохимических свойствах водоемов являются материалы наблюдений, осуществлявшихся в сети ОГСНК (Общегосударственная сеть наблюдения и контроля Роскомгидромета СССР) и ныне проводимые в рамках формирующейся ЕГСЭМ (Единой государственной системы экологического мониторинга) России.

Кроме физико-химических показателей воды критерием экологической оценки состояния водных объектов могут служить индикационные критерии оценки. При оценке качества поверхностных вод биоиндикация получила достаточно широкое распространение. Она по функциональному состоянию (поведению) тест - объектов (ракообразные, водоросли, рыбы) позволяет ранжировать воды по классам состояний (норма, риск, кризис, бедствие). Биоиндикация дает интегральную оценку их качества и определяет возможность использования воды для питьевых и других, связанных с биосферой, целей.

Сами критерии являются общепризнанными и используются в указанных нормативных документах, а их градация по классам состояния поверхностных вод условная, но опирается на данные из публикаций специалистов.

На данный момент влияние антропогенной нагрузки на Челябинскую область пытаются снизить, используя различные мероприятия. Особенно мероприятия по снижению водопотребления и загрязнения водных объектов. По данным Министерства имущества и природных ресурсов Челябинской области в 2016 году с водопользователями заключено 122 разрешительных документа, в том числе 31 договор водопользования и 91 решение о предоставлении водных объектов в пользование [13].

По данным Управления Росприроднадзора по Челябинской области затраты на природоохранные мероприятия, связанные с охраной водных ресурсов, в 2016 г составили 787 210,9 тысяч рублей. В рамках реализации государственной программы Челябинской области «Чистая вода» и в соответствии с планами водоохранных мероприятий хозяйствующих субъектов в 2015 г. выполнялись следующие мероприятия:

- реконструкция очистных сооружений канализации в селе Фершампенуаз Нагайбакского района Челябинской области;
- продолжение строительства второй очереди очистных сооружений бытовых сточных вод для Катав-Ивановска;
- капитальный ремонт особо аварийного участка коллектора бытовой канализации по улицам Октябрьская-Красногвардейская в Троицке;
- капитальный ремонт напорного коллектора хозяйственно-бытовой канализации от насосной № 1 до главного коллектора в Сатке;
- капитальный ремонт канализационного коллектора диаметром 500 мм в Златоусте[21].

Антропогенное влияние на Аргазинское и Шершнёвское водохранилища оставляет некоторый след на качество воды. Водоём это сложная биолого-физическая система, где обитают бактерии, водоросли, высшие растения и различные животные. Все они вместе являются движущей силой самоочищения водоёма. Но иногда масштабы

антропогенной нагрузки могут быть настолько велики, что самоочищение водоёмов может не справляться.

К примеру, на Аргазинское водохранилище идёт антропогенная нагрузка со стороны города Карабаш, а также со стороны различных туристических баз, которых на берегу озера достаточно. На территории водосбора Аргазинского водохранилища располагаются города Миасс и Карабаш. Карабаш - один из крупнейших медеплавильных центров России, известен своей тяжёлой экологической ситуацией. Стоки с Карабашского медеплавильного комбината поступают в реку Сак-Элга - приток реки Миасс, с водами которого в водохранилище постоянно поступают медь и цинк. Концентрация меди в верховьях водохранилища может достигать 110 ПДК для рыбохозяйственных водоёмов, в среднем по акватории 7 - 15 ПДК; цинка - до 35 ПДК в верховьях, в среднем по акватории - 3 ПДК. Концентрация меди и цинка снижается с северо-запада на юго-восток по направлению стока [16].

Шершнёвское водохранилище подвергается ещё большей нагрузке, так как находится рядом с промышленным городом. Созданный в 60-е годы прошлого века, искусственный водоём ни разу не подвергался чистке. Качество воды с каждым годом становится хуже, поэтому летом 2018 г. Министерство экологии региона решили провести исследования донных отложений водохранилища. Качество воды в Шершнёвском водохранилище во многом зависит от объёма рабочих попусков и достаточности запасов воды в Аргазинском водохранилище. Негативную роль играет техногенная нагрузка, которую испытывает река Миасс на вышерасположенном участке. Оказывают влияние сброс сточных вод очистных сооружений посёлок Полетаево - 1, поверхностный сток с прилегающих территорий, нарушения режима хозяйственной деятельности в водоохранной зоне (отсутствие благоустройства прилегающей жилой застройки, образование несанкционированных свалок). Обнаружены 15 локальных несанкционированных мест сбросов стоков различного

происхождения. Вокруг водохранилища на расстоянии 50 - 200 м проложена местами асфальтированная, но в основном грунтовая дорога. В 500 м от уреза воды находятся кладбища [24].

В 2005 году по заказу Правительства Челябинской области был произведён химический мониторинг поверхностных вод на территории Челябинской области. Данные работы охватили 24 водных объектах, которые входят в состав государственной системы наблюдений (ГСН) и 14 водных объектов в составе территориальной сети наблюдений (ТСН).

В результате было проанализировано 519 проб ГНС и 124 пробы ТНС. Также были выявлены некоторые аварийные ситуации: утечка нефтепродуктов в пойму реки Сарезак; попадание нефтепродуктов в реку Большая Сатка с территории ОАО «Магnezит».

В результате совместно по ГНС и ТНС было выявлено 217 случаев высокого уровня загрязнения на 12 водных объектах области.

Были опубликованы в свободном доступе данные по результатам анализов Аргазинского и Шершнёвского водохранилища.

По результатам анализов химический состав воды в Аргазинском и Шершнёвском водохранилищах относились к гидрокарбонатному классу, группе кальция. Минерализация Аргазинского водохранилища в верхнем бьефе колебалась от 290 мг/л до 406 мг/л, в районе плотины – от 239 до 280 мг/л.

Минерализация Шершнёвского водохранилища воды изменялась в течение года от 79,0 до 307 мг/л.

Кислородный режим обоих водохранилища был хорошим: для Аргазинского водохранилища содержание кислорода варьировало в течение года от 8,07 до 14,0 мг/л (61–114 % насыщения), а для Шершнёвского содержание варьировало от 5,45 до 13,50 мг/л (63–110 % насыщения), в августе была зафиксирована минимальная концентрация (норма > 6 мг/л).

Негативное влияние на качество воды Аргазинского водохранилища оказывают сбросы сточных вод промышленных предприятий и коммунальных служб г. Миасса и г. Карабаша. Из-за этого загрязнению подвержена северо-западная часть акватории водоема. По результатам анализов содержание меди и цинка в верхнем бьефе было зафиксировано следующее: весной оно было экстремально высоко - 113 ПДК по меди и 125 ПДК по цинку, а в сентябре на уровне высокого загрязнения - 38 ПДК по меди и 11,9 ПДК по цинку. Концентрация марганца колебалась от 30,6 ПДК в феврале до 51,9 ПДК в ноябре. Среднегодовые концентрации Железо общего в 3,2 раза превысили нормы предельно допустимых концентраций, а концентрации фосфатов, азота аммония, БПК₅, нефтепродуктов не превышали нормативов, азот нитритов в 1,2 раза превысил норму ПДК.

Совсем противоположные результаты получились в приплотинной части - в створе д. Байрамгулово из-за высокой самоочищающей способности водоема. Было замечено снижение среднегодовых концентраций тяжелых металлов: меди - до 4,8 ПДК, цинка - до 3,8 ПДК, марганца - до 7,7 ПДК, железа общего - до 1,3 ПДК. Концентрации остальных веществ были ниже ПДК, а некоторых вообще не было обнаружено.

Источниками загрязнения Шершнёвского водохранилища служат поверхностные стоки с водосборной площади, сбросы промывочных вод с фильтров Сосновских очистных сооружений, а также сточные воды промышленных предприятий.

В течении года концентрации биогенных веществ в Шершневском водохранилище находились в нормативных рамках, исключением стал август когда цветения воды в поверхностном слое водоёма было отмечено повышенное содержание БПК₅ до 2,2 ПДК, по ХПК - до 1,8 ПДК и азота нитритов - 1,6 ПДК. В придонном слое наблюдалось повышение концентрации всех форм фосфора: фосфатов - до 1,5 ПДК, органического фосфора – 0,336 мг/л. Ситуация улучшилась с понижением температуры

воды в придонном горизонте, концентрации этих показателей нормализовалась.

Среднегодовая концентрация меди в акватории Шершневого водохранилища составила 2,8 ПДК, цинка - 2,1 ПДК, марганца - 5,4 ПДК, концентрация остальных показателей не превышала нормы, за исключением весенней концентрации нефтепродуктов содержание которых достигло до 2,0 ПДК.

В Челябинской области в 2009 году по ряду территорий основными причинами ухудшения качества питьевой воды явилось продолжающееся антропогенное загрязнение поверхностных и подземных вод [15].

В Челябинской области по данным Роспотребнадзора отмечается ухудшение состояния водных объектов в местах водопользования населения, используемых в качестве питьевого водоснабжения (первая категория) и для рекреации (вторая категория). Для водных объектов первой категории доля проб воды, не соответствующая гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в 2009 г - 25,4% против 24,3% в 2008 году, по микробиологическим показателям в 2009 г. - 6,6% против 5,11% в 2008 г.[12].

Ухудшилось состояние водных объектов второй категории по санитарно-химическим показателям (2009 году - 30,1%; 2008 году - 29,0%) за счет превышения показателей биохимического потребления кислорода (BPK_5) и химического потребления кислорода (ХПК), по микробиологическим показателям уменьшилась доля неудовлетворительных проб с 11,1% в 2008 г. до 10,3% в 2009 г.[12].

1.2. Эвтрофикация водохранилищ как экологическая проблема

Существование человека и биосферы всегда было основано на использовании воды. Человечество постоянно увеличивает водопотребления, оказывая на гидросферу огромное давление. На современном этапе техносферы, человечество еще сильнее воздействует на биосферу, а природные системы утратили свои защитные свойства. Необходимо прийти к осознанию такого страшного зла, каким является в наше время истощение и загрязнение гидросферы. Эвтрофирование водных объектов является одним из ярких примеров.

Как известно загрязнение водных экосистем ведёт к нарушению жизнедеятельности, воспроизводству и гибели гидробионтов, к разрыву пищевых цепей, снижению устойчивости экосистем, эвтрофикации водных объектов и к другим всевозможным необратимым последствиям [5].

Эвтрофикацией водоёма можно назвать чрезмерный рост растений и водорослей. Эвтрофикация протекает естественным образом на протяжении нескольких сотен лет, так как озера стареют и заполняются осадками.

Эвтрофикация (евтрофирование) - это процесс повышения биологической продуктивности водоёма в результате накопления биогенных веществ под действием естественных и антропогенных факторов [17].

Эвтрофикация (от греческого *eutrophia* – хорошее питание), обогащение рек и озёр биогенными элементами, сопровождающееся повышением продуктивности вод может быть результатом естественного старения водоёма, внесения удобрений или загрязнения сточными водами. Для эвтрофных водоёмов характерны богатая литоральная и сублиторальная растительность, обильный планктон. Искусственно несбалансированная эвтрофикация может приводить к бурному развитию

водорослей («цветению» вод), дефициту кислорода и замору рыб и других животных [8].

Эвтрофикация водёма может быть обусловлена естественными и антропогенными факторами.

Естественное эвтрофирование - процесс очень медленный во времени (тысячи, десятки тысяч лет), развивается главным образом вследствие накопления донных отложений и обмеления водоемов.

Хоть эвтрофирование водоемов является естественным процессом и его развитие оценивается в рамках геологических масштабов времени, но за последние века человечество существенно увеличило использование биогенных веществ. Что сильно ускорило процесс эвтрофирования.

Антропогенное эвтрофирование - процесс очень быстрый (годы, десятки лет), отрицательные последствия его для водоемов проявляются зачастую в очень резкой и уродливой форме.

Антропогенез эвтрофикации связывают с поступлением в водоемы биогенных веществ - фосфора, азота и других элементов в виде удобрений, моющих веществ, отходов сельского хозяйства, атмосферных аэрозолей и других отраслей человечества. Различия естественной от антропогенной эвтрофикации не только в факторах поступления загрязнителей, но и в сроках протекания. Естественная эвтрофикация протекает столетия и тысячелетия, а антропогенная - до нескольких десятилетий [11].

Эвтрофикация водного объекта проходит постепенно и существует несколько переходных стадий, которые определяются количественным и качественным составом биоценоза и особенностью их питания, то есть степенью трофности. Количественный и качественный состав, а также степень трофности водного объекта определяется химическим составом его воды [14].

Выделяют следующие степени трофности:

Олиготрофные водоёмы. Данные водные объекты бедны минеральным азотом и фосфором. В воде присутствует много кислорода

из-за низкой плотности биоценоза (рис. 1., а), а содержание углекислого газа невелико, как следствие в не происходит растворение соединений железа. Вода прозрачная, зеленого или синего цвета. Такому типу характерны глубокие водные объекты с песчаными берегами [14].

В водном объекте, обедненном питательными элементами, может существовать богатый и разнообразный биоценоз из рыб, моллюсков и бентосных растений, которыми первые питаются. Всё это связано с медленной растворимостью атмосферного кислорода в воде. Следовательно, бентосные растения не только обеспечивают пищу и убежище водным животным, но и поддерживают необходимую концентрацию растворенного углекислого газа на глубине, выделяя его в воду [14].

Эвтрофные водные объекты. Данные водоёмы богаты фосфором и азотом. Чрезмерное количество организмов ведёт к истощению кислорода в глубинных слоях во время фаз застоя (рис. 1., б). Вода малопрозрачная, цвет воды варьируется от зеленовато-коричневой до коричневой. Для данных водоёмов характерны небольшие глубины, способствующие образованию широких поясов прибрежной растительности [14].

Дистрофные водные объекты. Данные водоёмы неглубокие с берегами, поросшими торфообразующими растениями. Вода малопрозрачна, цвет воды окрашен в бурый цвет гуминовыми веществами; кислород находится в дефиците; реакция воды слабокислая.

Между всеми типами водоёмов существуют переходные стадии. Один и тот же водный объект может переходить из одного типа в другой [14].



Рис. 1 Вертикальное изменение концентрации кислорода при одинаковой температуре в озерах (по Р. Смит):
а - олиготрофных; *б* - эвтрофных [14]

Эвтрофикация может быть вызвана антропогенными и естественными причинами. Данный процесс приводит к ухудшению качества воды из-за избыточного поступления в водоем так называемых «биогенных элементов», в первую очередь соединений азота и фосфора. Эвтрофикация нормальный природный процесс, связанный с постоянным смывом в водоемы биогенных элементов с территории водосборного бассейна. Однако в последнее время на территориях с высокой плотностью населения или с интенсивно ведущимся сельским хозяйством интенсивность этого процесса увеличилась многократно из-за сброса в водоемы коммунально-бытовых стоков, стоков с животноводческих ферм и предприятий пищевой промышленности, а также из-за смыва избыточно внесенных удобрений с полей [14].

Процесс природного эвтрофирования обусловлен рядом природных факторов, таких как вымывание из грунтов, поверхностного стока, притока

аллохтонного вещества за счет попадающих в водоем растительных и животных остатков, берегоразрушения, атмосферных осадков, фотосинтеза и азотфиксации, за счет чего происходит обогащение минеральными и органическими веществами. Все эти факторы эвтрофикации разделяют на абиотические и биотические [14].

Абиотические факторы:

1. Попадание минеральных и органических веществ из грунтов в водный объект. Насыщение водного объекта минеральными и органическими веществами зависит от грунтов, которые формируют ложе. К примеру, почвы с низким содержанием гумуса бедны питательными веществами и водоемы такого типа обычно относят к дистрофным. Наоборот почвы с высоким содержанием гумуса, характеризующиеся высоким содержанием веществ, поступающих в воду. При строительстве водохранилищ наглядно проявляется влияние подстилающих пород на обогащение воды органическими и биогенными веществами [14].

2. Загрязнение минеральными и органическими веществами из атмосферы. Источниками служат ежегодное попадание в атмосферу промышленных выбросов и других антропогенных источников. Кроме этого источником также служит попадание загрязняющих веществ с дождём [14].

В атмосферу попадают растительные остатки, споры, пыльца, растения поставляют летучие продукты метаболизма, минерально-органические выделения листьев, хвои. Известно, что в атмосферной влаге, просочившейся сквозь кроны деревьев, фосфора в 5 раз больше, чем в дождевой воде, собранной на открытом месте. Дожди над океаном содержат фосфора на порядок меньше, чем над сушей, что подтверждает представление о преобладании континентальных источников фосфора. При первом приближении - доля растворимого фосфора в осадках составляет 50% от общего его содержания. Если вынос фосфора с

поверхностными водами выше его поступлений с осадками, то водосбор испытывает повышенную антропогенную нагрузку [14].

3. Поступление в водоем аллохтонных растительных остатков. Источниками аллохтонных растительных остатков служат биогенные и органические вещества, попадающие в воду с периодически затопляемых участков, опад древесной и кустарниковой растительности прибрежной зоны. Даже после отмирания травная растительность минерализуясь, возвращает в почву и обогащаясь с соединениями азота, кальция, фосфора, углерода и других веществ в верхней части почвенного профиля, откуда происходит сток органического вещества в водоемы [14].

Биотические факторы:

1. Процессы фотосинтеза и азотфиксации способствуют обогащению водоемов органическими веществами, в результате чего происходит поступление в водоем атмосферной углекислоты и азота. К примеру, ежегодная мировая продукция фотосинтеза на суше и в океанах составляет около 80 миллиардов тонн.

2. Кроме пополнения запасов органических соединений водоема, в процессе фотосинтеза фитопланктон и макрофиты также вовлекают в круговорот различные биогенные элементы, находящиеся в толще донных отложений.

3. Обогащение биогенными веществами водоёмом происходит ещё за счет жизнедеятельности сине-зеленых водорослей и бактерий, то есть азотфиксация (азотобактер - аэроб, клостридиум - анаэроб).

На водоёмы вблизи промышленных объектов, помимо увеличения биогенных веществ, негативно воздействуют и другие вещества: тяжелые металлы (свинец, кадмий, никель и др.), фенолы, СПАВ [14].

Сам по себе процесс эвтрофирования является нормальным природным процессом старения водоёмов, но когда к природным факторам обогащения водоемов присоединяются антропогенные, происходит усиление темпов эвтрофирования.

Существуют показатели эвтрофикации, которые можно разделить на две группы:

Абиотические

- дефицит кислорода и его послойное распределение в водоеме.

Нарушение баланса кислорода отражает изменения обеспеченности;

- снижение прозрачности воды;
- содержание фосфора и азота;

Биотические

- соотношение продукции и деструкции;
- изменение в структуре биоценозов;
- устойчивое "цветение" воды;
- быстро увеличивающееся зарастание прибрежных мелководий;
- массовое развитие нитчатых водорослей;
- засорение берегов остатками водной растительности;
- появление неприятного запаха из-за гниения биогенной массы.

Появление и развитие данных показателей в течение более или менее короткого времени, то они становятся специфическими для антропогенного эвтрофирования [11].

При антропогенном эвтрофировании происходит изменение химических характеристик водоемов. Современный круговорот углерода свидетельствует об обогащении гидросферы органическими веществами в ходе перераспределения углерода между наземными и водными экосистемами из-за техногенеза, сопоставимого в настоящее время с естественными геохимическими процессами. С 1965 по 1985 гг. антропогенная нагрузка фосфора в водоемы с суши составила 81% от общего элемента, а ежегодный прирост составил 3% [11].

При процессе эвтрофикации экосистема водоёма проходит несколько стадий (рис. 2). Сначала накапливаются минеральные соли азота и фосфора в воде, вовлекаясь в кругооборот. Далее наступает стадия массового развития водорослей, из-за чего увеличивается его биомасса, мутность воды, повышается концентрация кислорода в верхних слоях.

После наступает стадия отмирания водорослей, отлагаясь в донные илы, происходит изменение зооценоза. При последней стадии происходит полное исчезновение кислорода в глубинных слоях и наступает анаэробное брожение, с образованием сероводорода и аммиака [11].

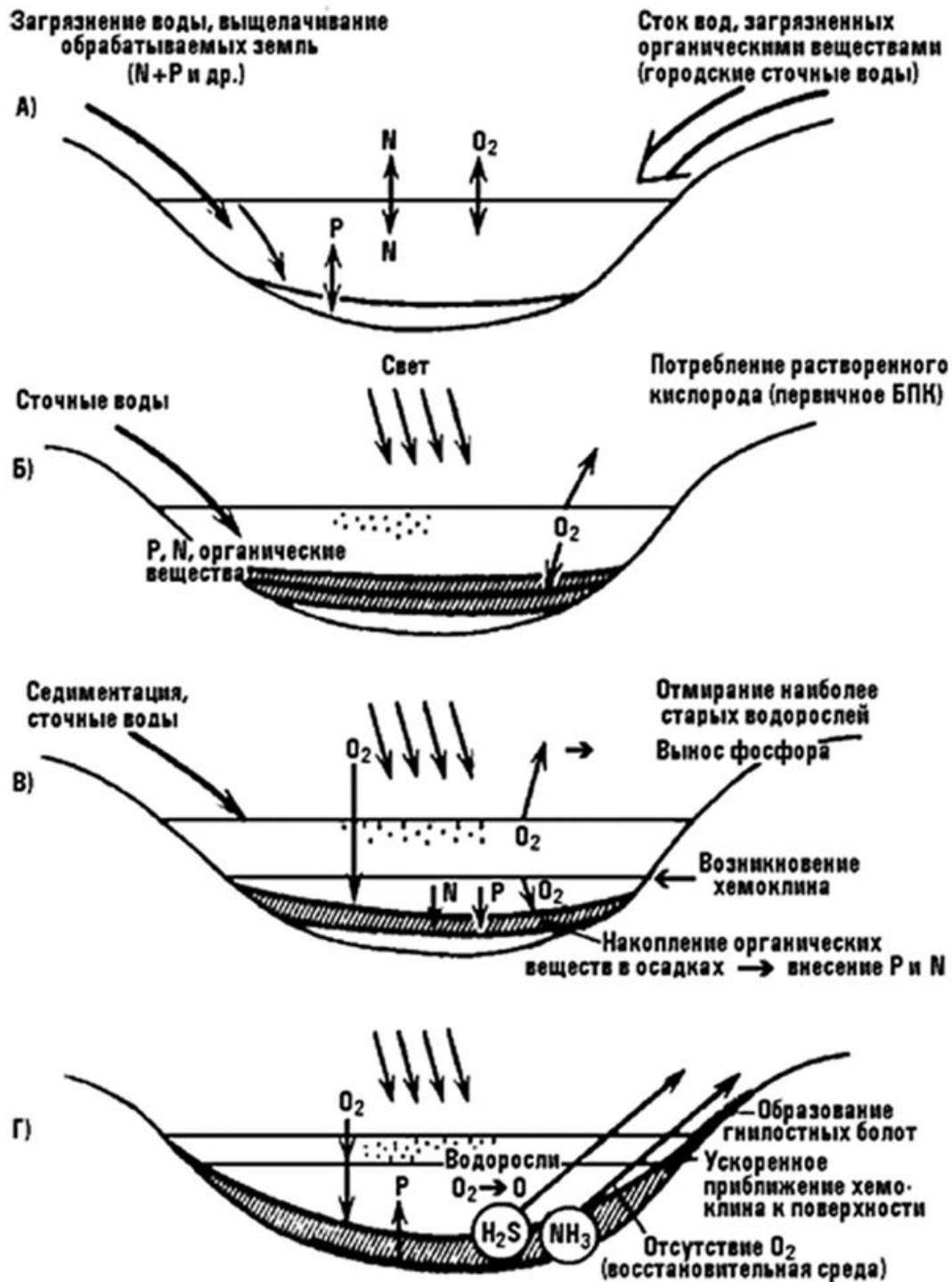


Рис. 2 Основные стадии эвтрофикации водоема (Реймерс Н.Ф., 1990) [11]

Для оценивания степени эвтрофикации используют биологические, химические и физические показатели. Вещества, способствующие эвтрофикации, разнообразны по происхождению, составу и другим компонентам. Главными агентами эвтрофирования выступают соединения азота и фосфора в виде нитратов и фосфатов, чуть реже углерод и кремний [11].

С ростом населения и развития централизованной канализации увеличивается и поступление биогенов с коммунальными стоками. Для измерения их содержания в воде используют величину биохимического потребления кислорода за пять суток. БПК₅, является универсальным показателем, благодаря которому можно сопоставить степень загрязнения от разных источников [11].

Основным потребителем воды является человек. Как известно, при избыточной концентрации водорослей происходит ухудшение качества воды.

Обильная растительность водоёмов может препятствовать движению воды и водного транспорта, кроме этого вода может стать непригодной для питьевых нужд даже после обработки и рекреационная ценность водного объекта может снизиться, могут исчезнуть различные виды организмов. Наконец, эвтрофирование приводит к вспышкам «цветения» (массового развития) водорослей [11].

«Цветение» воды одно из наглядных последствий эвтрофирования. Оно обусловлено массовым развитием сине-зеленых водорослей из-за сезонных колебаний температуры, освещенности, содержания биогенных элементов, а также генетически детерминированными внутриклеточными процессами. Цветения воды может продолжаться от нескольких дней до двух месяцев.

Сине-зеленые водоросли - это древнейшая группа организмов, обнаруживаемая даже в архейских отложениях. Современные условия и антропогенная нагрузка лишь вскрыли их потенции и дали им новый импульс для развития [25].

Сине-зеленые водоросли подщелачивают воду и происходит развитие патогенной микрофлоры и возбудителей кишечных заболеваний. Отмирая, водоросли влияют на кислород глубинных слоев воды. В период цветения Сине-зеленые сильно поглощают коротковолновую часть видимого света, разогреваются и являются источником ультракороткого излучения, что может влиять на термический режим водоема. Следствием чего служит ухудшение условий для существования других организмов в водоёме [25].

Массовое увеличение водорослей в водоеме наряду с помехами водоснабжению и ухудшению качества воды значительно затрудняет рекреационное использование водного источника, а также является причиной помех в техническом водоснабжении. На стенах трубопровода и систем охлаждения усиливается развитие биообрастаний. При подщелачивании среды вследствие развития водорослей происходит образование твердых карбонатных отложений, а из-за оседания частиц и водорослей снижается теплопроводность трубок теплообменных устройств [21].

Таким образом, избыточное накопление водорослей в период интенсивного «цветения» воды является причиной биологического загрязнения водоемов и значительного ухудшения качества природных вод. Вследствие чего в водном объекте может происходить развитие патогенных организмов, накопление опасных для человека веществ, исчезновение полезных организмов, невозможность нормального функционирования микробиологических сообществ и деградация водной экосистемы [11].

Поэтому необходимо предотвращать процессы эвтрофикации. Главной мерой предупреждения эвтрофикации водоёмов служит охрана от избыточного поступления биогенов в водный объект. Это повышение технологических процессов (к примеру, не использование удобрений в с/х) и перехват биогенов и чистка водоёмов [11].

Состояние водных экосистем является важной экологической проблемой Челябинской области. Многие водоемы региона испытывают усиленную антропогенную нагрузку, в связи с чем, подвержены процессу эвтрофикации. Шершневокское водохранилище является главным источником питьевого и хозяйственно-питьевого водоснабжения города Челябинск и расположено на основной водной артерии Челябинской области – реке Миасс связывающее его с Аргазинским водохранилищем [21].

Аргазинское водохранилище исполняет барьерную роль, так как принимает сток с верховий реки, которая несёт в себе недостаточно очищенные сточные воды попадающие туда от поселков и городов. Кроме этого в Аргазинское водохранилище впадает река Сак-Елга, которая подвергается очень сильной антропогенной нагрузки со стороны промышленности города Карабаш. На участке от Аргазинского до Шершневокского водохранилищ в реку также поступает поверхностный сток с территории сельхозугодий, ферм и поселков. Шершневокское водохранилище всё больше подвергается эвтрофикации, что наиболее ярко выражается в интенсивном «цветении» водоема в весенне-летний и осенний периоды года.

Ниже представлены карта-схемы трофического состояния Аргазинского и Шершневокского водохранилища (рис. 3, 4).

По данным исследования Сухорева Ю. И. Аргазинское водохранилище относится к мезотрофно-эвтрофному типу. Из рисунка видно, что трофность водоема постепенно снижается от верхней части к нижней. Не смотря на высокую антропогенную нагрузку в северной части Аргазинское водохранилище обладает достаточной самоочищающей способностью и в целом имеет меньшее загрязнение. Выполняя роль барьерного водоема в системе каскада Аргазинского - Шершневокского, воды из Аргазинского водохранилища испытывают серьезную антропогенную нагрузку в районе нижней плотины и далее по течению реки Миасс увеличивает поступление биогенов в Шершневокское водохранилище [21].



Рис. 3 Карта-схема трофического состояния Аргазинского водохранилища [21]

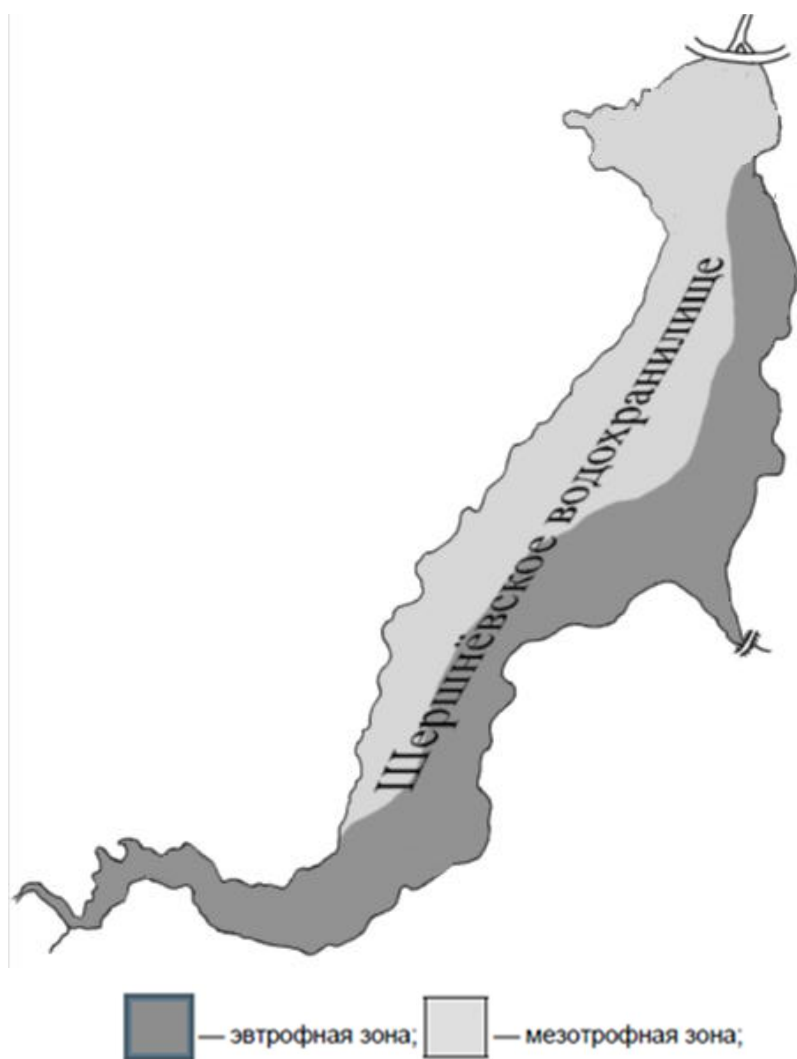


Рис. 4 Карта-схема трофического состояния Шершневого водохранилища[21]

Шершневское водохранилище оценивается как водоем мезотрофно-эвтрофного класса с постепенным переходом к политрофному состоянию. Южно-восточная зона водоема относится к эвтрофному классу, по уровню биогенных веществ. По мере продвижения на север по течению воды степень эвтрофирования в разных районах изменяется неоднозначно в зависимости от изменения антропогенной нагрузки. В восточной части, где влияние антропогенной нагрузки прибрежной полосы очень высоко переход к мезотрофному состоянию происходит замедленно. Отмечается переход Шершнёвского водохранилища в политрофное состояние и снижение его самоочищающей способности [21].

Вывод по первой главе

В данной главе были изучены основные понятия антропогенной нагрузки и её последствий, одним из которых может считаться антропогенная эвтрофикация. На наш взгляд на загрязнение и ухудшение состояния водных объектов в настоящее время очень сильно влияет воздействие человека. Её увеличивающиеся объёмы нагрузки уже вышли за рамки защищённости природных экосистем. В связи с этим качественно и количественно ухудшается состояние водных объектов Челябинской области.

ГЛАВА 2 ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА КАЧЕСТВО ВОД ИССЛЕДУЕМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

2.1. Качественное состояние вод Аргазинского и Шершнёвского водохранилища

Для изучения влияния антропогенной нагрузки на Шершнёвское и Аргазинское водохранилища было проведено сравнение гидрохимических показателей воды водохранилищ и по данным показателям рассчитан индекс загрязнения вод, который позволил отнести качество вод к определённому уровню загрязнения.

Для расчёта индекса загрязнения водохранилища были приобретены были приобретен протокол количественного химического анализа № 48^A – ПВ от 17.04.2018 по счёту № 2420 от 17.04.2018г. и № - 82/1 ПВ от 29.05.2019 у Челябинского ЦГМС – филиал ФГБУ «Уральское УГМС» (таблицы 1 и 2).

Отбор проб воды происходил в сентябре, так как в конце лета и в начале осени концентрация загрязнённых веществ и степень эвтрофикации имеют наивысший показатель. По многим гидрохимическим показателям Аргазинское водохранилище не превысило нормы ПДК для рыбохозяйственных водоёмов, за исключением превышения АСПАВ. Если для Аргазинского водохранилища гидрохимические показатели оказались в норме, то показатели Шершнёвского водохранилища оказались куда хуже. Превышения норм ПДК сразу по нескольким показателям, таким как цинк, медь, нефтепродукты, БПК₅, марганца.

**Результаты количественного химического анализа воды
Аргазинского водохранилища (Челябинский ЦГМС – филиал ФГБУ
«Уральское УГМС» за 07.09.2017 год)**

Определяемое вещество	Единицы измерения	Измеренная массовая концентрация вещества	Значение ПДК
Водородный показатель	ед рН	8,33	6 – 9
Растворённый кислород	Мг/дм ³	8,17	6,0
Взвешенные вещества	Мг/дм ³	5,0	10
Общее содержание примесей	Мг/дм ³	260	
Сульфаты	Мг/дм ³	65,5	500
Хлориды	Мг/дм ³	10,9	300
Азот аммония	Мг/дм ³	0,250	0,4
БПК ₅	Мг/дм ³	1,46	2,1
ХПК	Мг/дм ³	25,5	30
Нефтепродукты	Мг/дм ³	0,04	0,05
Азот нитратный	Мг/дм ³	0,14	9,1
Азот нитритный	Мг/дм ³	0,007	0,02
Фосфаты	Мг/дм ³	0,090	0,05 (олиготрофные) 0,15 (мезотрофные) 0,2 (эфтрофные)
АСПАВ	Мг/дм ³	0,029	0,1
Железо общее	Мг/дм ³	0,040	0,1

**Результаты количественного химического анализа воды
Шершнёвского водохранилища, г. Челябинск, 6,5 км выше плотины
Шершнёвского гидроузла (Челябинский ЦГМС – филиал ФГБУ
«Уральское УГМС» за 12.09.2018 год)**

Определяемое вещество	Единицы измерения	Измеренная массовая концентрация вещества	Значение ПДК
1	2	3	4
Водородный показатель	ед рН	8,38	6 – 9
Растворённый кислород	Мг/дм ³	10,4	6,0
Взвешенные вещества	Мг/дм ³	6,0	10
Цветность	Град. цвет	41	
Температура	°С	17,2	
Прозрачность	См	29,0	
Запах	баллы	1	2
Фториды	Мг/дм ³	0,17	0,75
Сульфаты	Мг/дм ³	62	500
Хлориды	Мг/дм ³	13,5	350
Кальций	Мг/дм ³	40,2	180
Магний	Мг/дм ³	22,4	40
Натрий	Мг/дм ³	3,7	200
Калий	Мг/дм ³	6,4	
Суммарная массовая концентрация ионов	Мг/дм ³	307	
Азот аммония	Мг/дм ³	0,4	0,4
БПК ₅	Мг/дм ³	2,8	2,1
ХПК	Мг/дм ³	28,0	30
Нефтепродукты	Мг/дм ³	0,07	0,05
Азот нитратный	Мг/дм ³	0,62	9,1
Азот нитритный	Мг/дм ³	0,020	0,08

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Фосфаты	Мг/дм ³	0,034	0,05 (олиготрофные) 0,15 (мезотрофные) 0,2 (эфтрофные)
Фосфор общий	Мг/дм ³	0,050	
Кремний	Мг/дм ³	1,4	
АСПАВ	Мг/дм ³	0,020	0,1
Железо общее	Мг/дм ³	0,050	0,1
Медь	Мг/дм ³	0,0037	0,001
Цинк	Мг/дм ³	0,040	0,01
Марганец	Мг/дм ³	0,037	0,01
Хром общий	Мг/дм ³	0,000	
Хром шестивалентный	Мг/дм ³	0,000	
Фенолы	Мг/дм ³	0,00	
Сероводород и сульфиды	Мг/дм ³	0,00	

Индекс загрязнения воды (ИЗВ) широко используется в отечественной и зарубежной практике в качестве интегрального показателя качества воды.

Расчет ИЗВ проводится по формуле (1) :

$$ИЗВ = 1/n * \sum C_i / ПДК_i \quad (1)$$

Где, n – количество загрязнителей, выбранных для расчёта;

C_i – концентрация вещества;

$ПДК_i$ – Предельно допустимые концентрации загрязнителей согласно нормативам.

Для оценки качества вод расчеты ИЗВ ведут для $n = 5...7$ индивидуальных показателей – включая обязательные: растворенный кислород, БПК, рН. В зависимости от значений ИЗВ различают семь

классов качества воды (таблица 3), которые соотносятся со стадиями кризисности экосистем[23].

В системе Росгидромета для оценки состояния поверхностных водных объектов применяется индекс загрязнения воды. С его помощью сравнивают водные объекты между собой, характеризуют изменения качества воды. Это - сумма нормированных к ПДК значений концентраций шести главных поллютантов: в качестве обязательных - БПК₅, растворенный кислород, водородный показатель, а также три ингредиента с максимальным значением. Для описания качества вод и сравнения по параметру ИЗВ различных акваторий используются расчетные значения индекса загрязненности вод, позволяющие отнести воды исследуемого района к определенному классу чистоты (смотри таблицу 3).

Для биологического потребления кислорода БПК₅ устанавливаются специальные значения нормативов, зависящие от самого значения БПК₅. Для Аргазинского и Шершнёвского водохранилищ он составил 3, так как их концентрации равны 1,46 мг/дм³ и 2,8 мг/дм³, соответственно.

Концентрация растворенного кислорода нормируется с точностью до наоборот: его содержание в пробе не должно быть ниже 4 мг/дм³, поэтому для каждого диапазона концентраций компонента устанавливаются специальные значения слагаемых $C_i/PДК_i$. Для Аргазинского и Шершнёвского водохранилищ он составил 6, так как их концентрации равны 8,33 мг /дм³ и 10,4 мг /дм³, соответственно.

Для водородного показателя рН действующие нормативы для воды водоемов различного назначения регламентируют диапазон допустимых значений в интервале от 6,5 до 8,5, поэтому для каждого сверхнормативного значения рН, выходящего за границы этого диапазона, устанавливаются специальные значения слагаемых $C_i/PДК_i$. Для Аргазинского водохранилища он составил 1, так как его концентрация равна 8,33; для Шершнёвского водохранилища он равен 1 так как концентрация не выходит за пределы нормы и равна 8,38.

Остальные показатели рассчитываются согласно формуле. Их значения для подстановки следующие:

Для Аргазинского водохранилища БПК₅ = 3 мг/дм³; рН = 1; растворённый кислород = 6; нефтепродукты = 0,04 мг/дм³; медь = 0,007 мг/дм³; цинк = 0,03 мг/дм³

$$ИЗВ_{(Арз)} = 1/6 * \sum 1+3+6+(0,04+0,007+0,03/0,05+0,001+0,01) = 1,9$$

Согласно расчётам и данных таблицы вода в Аргазинском водохранилище по шести самым главным веществам относится к третьему классу качества воды, то есть умеренно загрязнённая и находится на пороговой стадии экологических изменений. Главными загрязнителями водоёма являются медь и цинк, концентрации, которых превышает нормы ПДК в несколько раз.

Для Шершнёвского водохранилища БПК₅ = 3 мг/дм³; рН = 1; растворённый кислород = 6; нефтепродукты = 0,07 мг/дм³; медь = 0,0037 мг/дм³; цинк = 0,04 мг/дм³.

$$ИЗВ_{(Шершн)} = 1/6 * \sum 1+3+6+(0,07+0,0037+0,04/0,05+0,001+0,01) = 2,0$$

Согласно расчётам класс качества воды Шершнёвского водохранилища по шести главным веществам относится также к четвёртому классу качества воды, то есть загрязнённая, что приписывает водохранилище к стадии необратимых экологических изменений. Главными загрязнителями водоёма являются медь, цинк и нефтепродукты.

Классы качества вод по ИЗВ.[19]

Класс качества воды	Характеристика качества воды	Величина ИЗВ	Стадии экологического о состоянии экосистемы
I	очень чистая	до 0,2	Стадия обратимых изменений
II	чистая	0,2-1	
III	умеренно загрязненная	1-2	Пороговая стадия
IV	загрязненная	2-4	Стадия необратимых изменений
V	грязная	4-6	
VI	очень грязная	6-10	
VII	чрезвычайно грязная	более 10	

Согласно протоколу заседания НТС Росрыбвода Комитета рыбного хозяйства Российской Федерации от 08 июля 1992 г., на котором впервые рассматривался вопрос о ПДК фосфатов (разработчик - Саратовское отделение ФГБНУ ГосНИОРХ), вынесено решение утвердить для фосфатов временный норматив (для эвтрофных водоемов - 0,2 мг/л, для мезотрофных - 0,15 мг/л и олиготрофных - 0,04 мг/л (указанное значение ОБУВ фосфатов для водоемов различной трофности вошел в Перечень нормативов 1993 г.).

По результатам анализов концентрация фосфатов Аргазинском водохранилище составляет 0,090 мг/л, что относит данный водный объект к мезотрофному типу. Составление карты прозрачности воды водохранилища составлялась на основе данных полученных методом Секки на лето – осень 2017 года (приложение 2).

Из карты видно, что прозрачность воды в разных местах колеблется. В среднем заливе северной стороны прозрачность составила менее 2 метров, что меньше наибольшей прозрачности на 1,5 метра. Меньшая прозрачность вызвана заболачиванием залива.

Трофический статус водохранилища по TSI получился разным для разных точек отбора прозрачности воды. Измерения проходили по формуле (2):

$$TSi = 10(6 - \log 2SD) \quad (2)$$

где, SD – прозрачность по диску Секки, м.

Анализ проводился с помощью таблицы Carlson 1977.

$$TSi(\text{залив у створа дамбы}) = 10(6 - \log 23) = 44$$

По таблице Carlson 1977 залив водохранилища относится к метатрофному типу.

$$TSi(\text{Средний южный залив}) = 10(6 - \log 22) = 50$$

По таблице Carlson 1977 залив водохранилища относится к метатрофному типу.

$$TSi(\text{Западный южный залив}) = 10(6 - \log 22,5) = 46,8$$

По таблице Carlson 1977 залив водохранилища относится к метатрофному типу.

$$TSi(\text{для центральной зоны водохранилища}) = 10(6 - \log 23) = 45$$

В результате оба показателя относят Аргазинское водохранилище к мезотрофному типу.

Мезотрофные водоёмы имеют глубину от 3 до 5 м, что характерно исследуемым заливам с прозрачностью имею слабощелочную среду и невысокую минерализацию (около 18 мг/л). Характеризуется дефицитом кислорода в придонных слоях воды. Водные объекты данного типа зарастают в среднем на 35% . Доминируют погружённые растения, представленные харовыми водорослями, что наблюдается в некоторых местах данного водохранилища. Одной из главных причин замедленного уровня эвтрофикации водохранилища можно связать с антропогенным вмешательством человека, ведь в эвтрофикация в большем случае природный процесс. Выкашивание растений и застройка берегов воздействуют на эвтрофирование Аргазинского водохранилища. Ведь заболочеными за частую являются дикие места водохранилища, где

биомасса накапливается в воде с каждым годом, то есть происходит зарастание прибрежных водных зон и ежегодное отмирание с последующим накоплением растений в воде, которые служат источником поподания в воду минеральных веществ способствующих эвтрофированию. А зоны подверженные антропогенному влиянию подвержены меньшей природной эвтрофикации, так как на берегах за частую отсутствует растительность или в малых количествах, особенно пляжи и туристические базы. чеными за частую являются дикие места водохранилища, где биомасса накапливается в воде с каждым годом, то есть происходит зарастание прибрежных водных зон и ежегодное отмирание с последующим накоплением растений в воде, которые служат источником поподания в воду минеральных веществ способствующих эвтрофированию. А зоны подверженные антропогенному влиянию подвержены меньшей природной эвтрофикации, так как на берегах за частую отсутствует растительность или в малых количествах, особенно пляжи и туристические базы.

Шершнёвское воохранилище по результатам анализа концентрации фосфатов равного 0,034 мг/л относится к эвтрофному типу.

2.2. Методика оценки антропогенной нагрузки по классификации

Кочурова Б. И.

Антропогенные нагрузки рассчитаны по методике определения уровня антропогенных воздействий в показателях эколого-хозяйственного состояния (ЭХС) территории Кочурова Б.И., Иванова Ю.Г. Оценка ЭХС включает определение всех видов и степени антропогенной нагрузки (АН), интегральной АН, естественной защищенности (ЕЗ) территории. Антропогенная нагрузка на территорию оценивается по видам использования земель и характеру заселения территории (плотность сельского и городского населения) [7].

Экологическая оценка включает определение различных видов антропогенных воздействий на ландшафты. Рассмотрение современного использования земель строится на основе схемы экологического ранжирования отдельных видов использования территорий и акваторий. Анализ структуры землепользования проводится на основе классификационных единиц земельного кадастра (структуры землепользования). Для определения степени антропогенной нагрузки (АН) земель вводятся экспертные балльные оценки. Каждый вид земель получает соответствующий балл, после чего земли объединяются в однородные группы (таблица 4) [7].

С помощью этой таблицы можно распределить территории по степени антропогенной нагрузки и присвоить им соответствующий балл для получения расчётов.

Таблица 4

Классификации земель по степени антропогенной нагрузки [10]

Степень АН	Балл	Виды и категории земель
Высшая	6	Земли промышленности, транспорта городов, поселков, инфраструктуры; нарушенные земли
Очень высокая	5	Орошаемые и осушаемые земли
Высокая	4	Пахотные земли; ареалы интенсивных вырубок; пастбища и сенокосы, используемые нерационально
Средняя	3	Многолетние насаждения, рекреационные земли
Низкая	2	Сенокосы; леса, используемые ограниченно
Очень низкая	1	Природоохранные и неиспользуемые земли

Для получения необходимых результатов, с помощью карт и ГИС были построены карта-схемы экологического ранжирования отдельных видов использования территорий и акваторий (рис 5, 6). Позволяющие определить размеры отдельных видов территории и их процентное соотношение к общей территории. Для построения были выбраны две территории, водосборный район Аргазинского и Шершнёвского водохранилища.

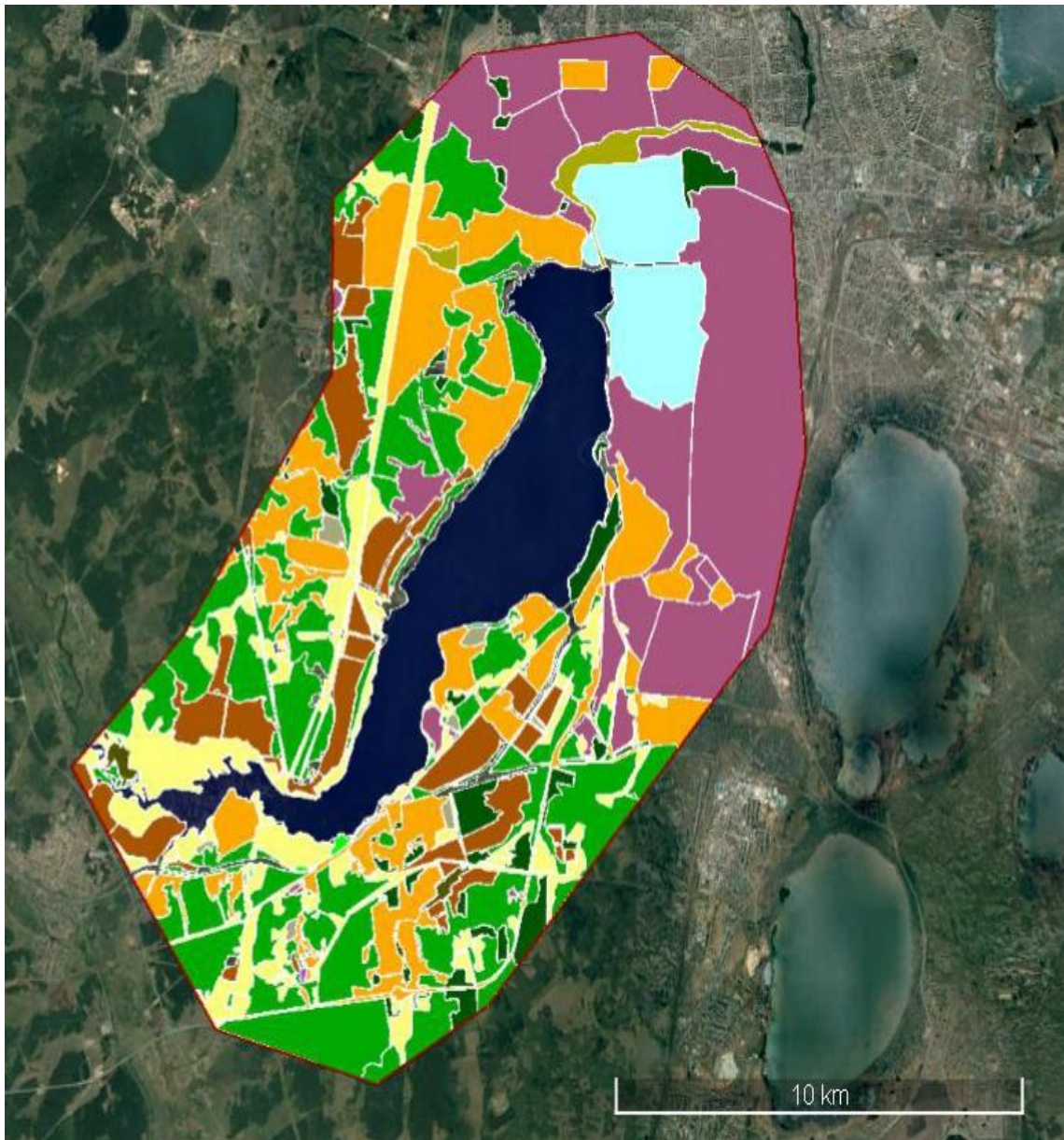


Рис. 5 Карта-схема экологического ранжирования отдельных видов использования территорий Шершнёвского водохранилища

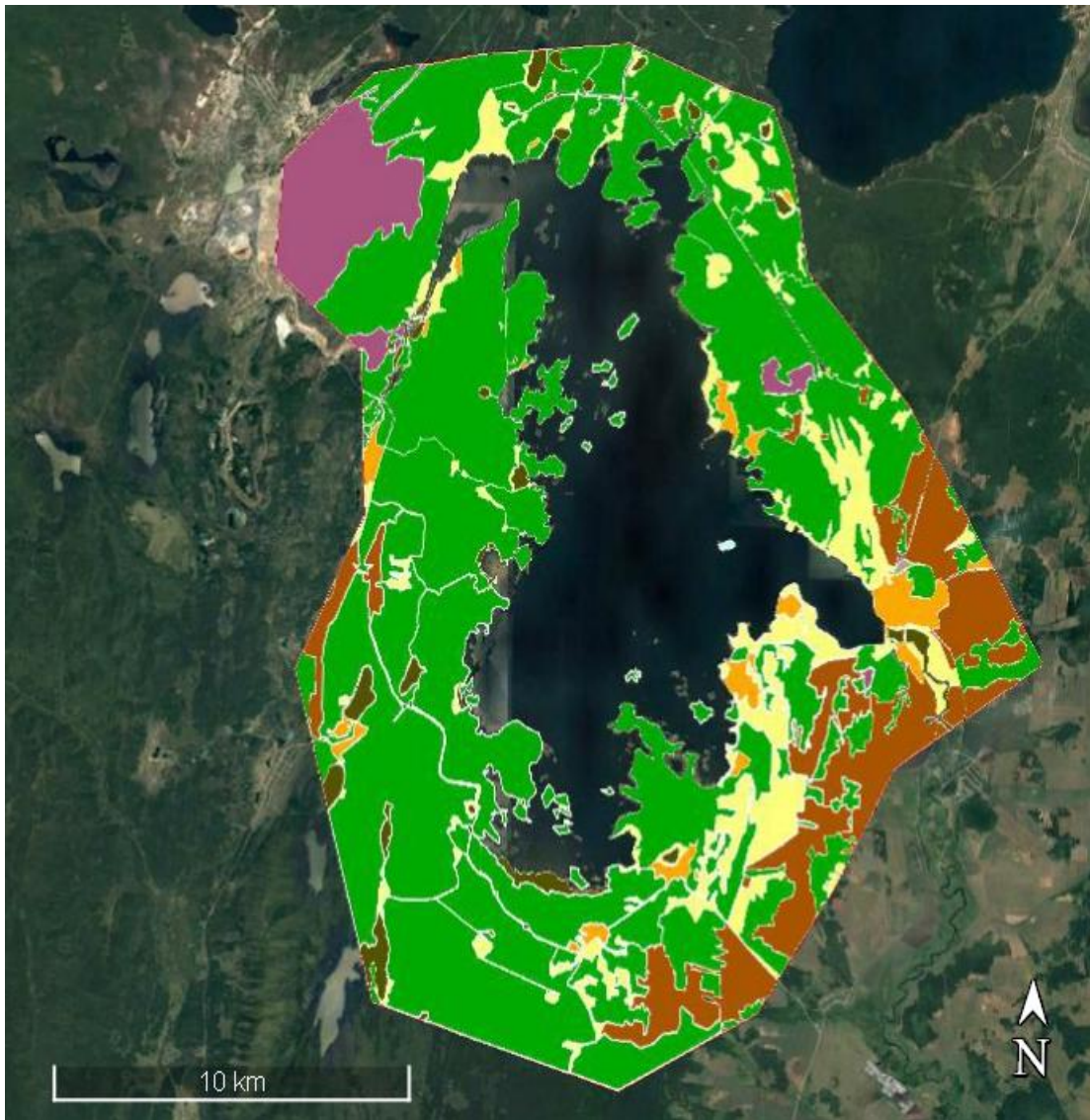


Рис. 6 Карта-схема экологического ранжирования отдельных видов использования территорий Аргазинского водохранилища.

В результате ранжирования территория района Шершнёвского водохранилища составила 21,164 га, а территория Аргазинского 31,572 гектаров. Водосборный район вокруг Аргазинского водохранилища оказался заполнен во многом нетронутыми территориями и дикими лесами, по берегам водохранилища расположилось несколько сельских пунктов, юго-восточная часть была заполнена пашнями, а северо-западные территории оказались под влиянием промышленного города. Территории вокруг Шершнёвского водохранилища оказались более подвержены антропогенному влиянию, это видно в преобладании промышленных,

городских и сельских территорий и малом количестве естественных ландшафтов. Особенно выделяются северо-восточные территории занятые промышленным застройками и городом Челябинск.

Таблица 5

Виды антропогенной нагрузки территории

Исследуемые районы		Аргазинское водохранилище	Шершнёвское водохранилище
Общая площадь района, тыс.га		31,572	21,164
Пашня	тыс.га	3,434	1,823
	%	10,88	8,61
Многолетние насаждения	тыс.га	0,01	1,544
	%	0,3	7,3
Луга, сенокосы залежь	тыс.га	3,589	1,997
	%	11,1	9,44
Под водой, болотами	тыс.га	0,735	0,374
	%	2,32	1,77
Леса, древесно- кустар ест. насажд.	тыс.га	20,513	5,020
	%	64,98	23,72
Природные охраняемые территории	тыс.га	0,007	1,272
	%	0,21	6,0
Сельская застройка, дороги	тыс.га	1,734	3,933
	%	5,49	18,58
Земли промышл, городов, нару шенные	тыс.га	1,549	5,201
	%	4,72	24,58

После выделения различных видов использования земель, необходимо проклассифицировать их по уровню антропогенной нагрузки согласно методу Кочерова, как указано в таблице 4.

На основе данных таблицы 4 и 5, а также построенных ранее карто-схем были составлены карты ранжирования уровней антропогенной нагрузки на береговые комплексы Шершнёвского водохранилища и Аргазинского водохранилища (рис. 7, 8)

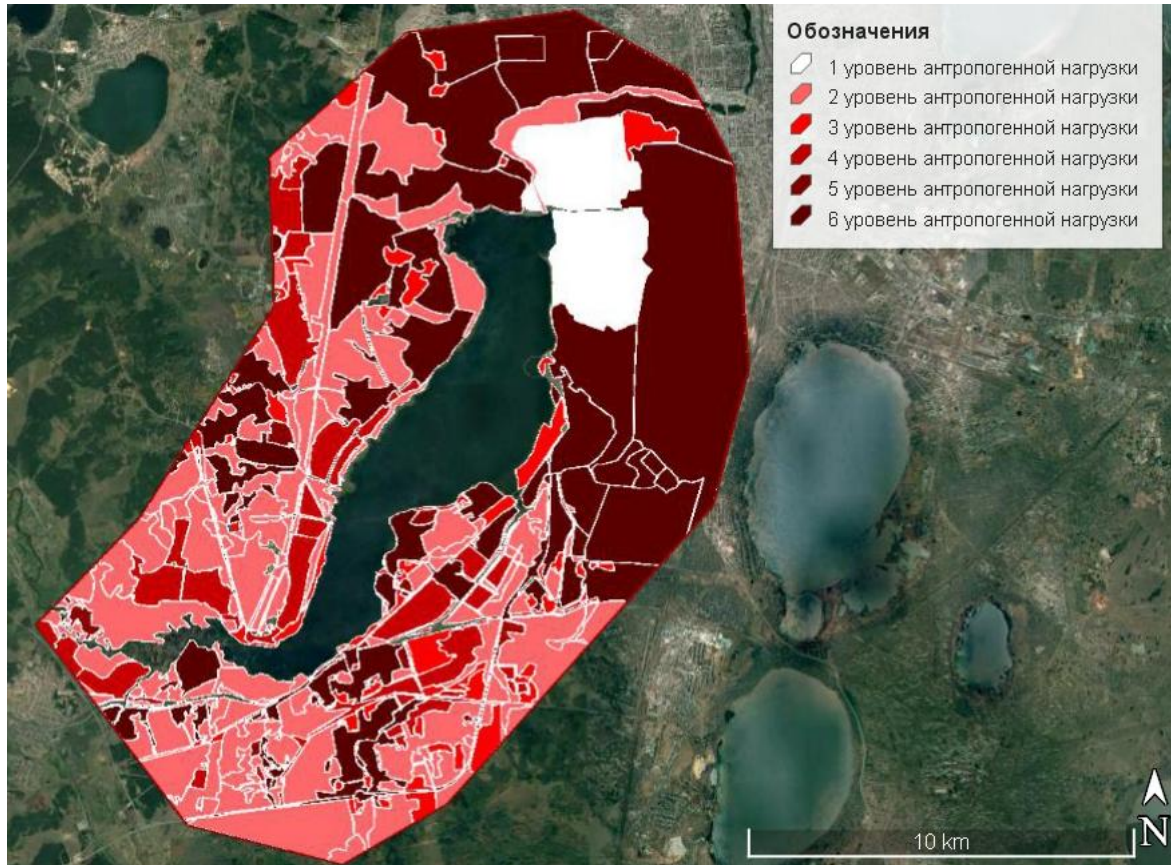


Рис. 7 Карта-схема ранжирования уровней антропогенной нагрузки на береговые комплексы Шершнёвского водохранилища

По построенной карте видно, что территории с низким уровнем антропогенной нагрузки сконцентрированы с южной части водохранилища. Единственным местом с наименьшим уровнем антропогенной нагрузки является городской бор (белым цветом).

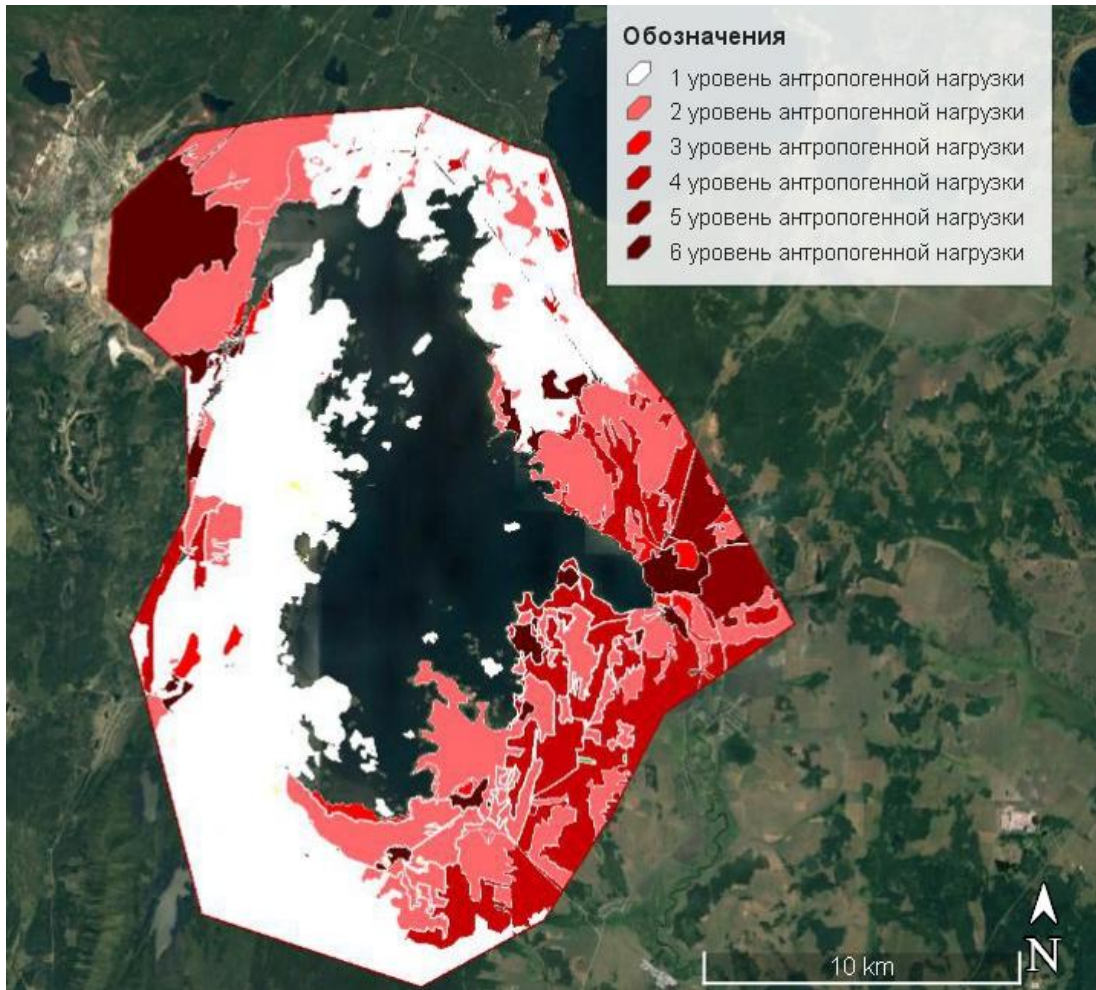


Рис. 8 Карта-схема ранжирования уровней антропогенной нагрузки на береговые комплексы Аргазинского водохранилища

Расчет для территории вокруг Аргазинского водохранилища и для Шершнёвского водохранилища K_a по формуле (3), K_o по формуле (4);

Группировка земель по степени АН позволяет оценить воздействие на ландшафты территории в сопоставимых показателях. Им и являются коэффициенты абсолютной (K_a) и относительной (K_o) напряженности, то есть отношения площади земель с высокой АН к площади с более низкой АН:

$$K_a = AN_6 / AN_1 \quad (3)$$

$$K_o = (AN_4 + AN_5 + AN_6) / (AN_1 + AN_2 + AN_3) \quad (4)$$

Где,

AN_1 – первый уровень антропогенной нагрузки;

- АН₂ – второй уровень антропогенной нагрузки;
 АН₃ – третий уровень антропогенной нагрузки;
 АН₄ – четвёртый уровень антропогенной нагрузки;
 АН₅ – пятый уровень антропогенной нагрузки;
 АН₆ – шестой уровень антропогенной нагрузки.

Таким образом, данный этап включает следующие действия:

- 1) Проведение ранжирования территории каждого района по АН, как показано в таблице 6;
- 2) Расчет для выбранных районов K_a по формуле (1), K_o по формуле (2);

Был произведён расчёт абсолютной нагрузки для Аргазинского водохранилища и Шершнёвского водохранилища.

Для Аргазинского водохранилища расчёт составил следующие значения:

$$K_a = АН6/АН1 = 3290 \text{ га}/11234\text{га} = 0,2$$

По данному критерию соотношение сильно подверженных земель антропогенной нагрузки очень мало по сравнению с не используемыми территориями.

Для Шершнёвского водохранилища:

$$K_a = АН6/АН1 = 9134 \text{ га}/1272\text{га} = 7,2$$

Шершнёвское водохранилище имеет многократное превышение антропогенных земель над не используемыми. Что сильно отражается в общей антропогенной нагрузке на водоём.

Был произведён расчёт относительной антропогенной нагрузки Аргазинского и Шершнёвского водохранилища.

Для Аргазинского водохранилища:

$$K_o = (A_{H4} + A_{H5} + A_{H6}) / (A_{H1} + A_{H2} + A_{H3}) = (2737 \text{ га} + 1,353 \text{ га} + 3290) / (11234 \text{ га} + 12125 \text{ га} + 0,134 \text{ га}) = 7459 \text{ га} / 24\ 119 \text{ га} = 0,3$$

По данным результатам получается, что территория вокруг Аргазинского водохранилища подвергается низкому уровню антропогенной нагрузки. Это объясняется огромными территориями неиспользованных земель и лесов.

Для Шершнёвского водохранилища

$$Ko = (АН4 + АН5 + АН6)/(АН1+АН2+АН3) = (1823 га + 374 га + 9134)/(1272 га + 6017 га + 1544 га) = 11331 га / 9833 га = 1,2$$

Территория вокруг Шершнёвского водохранилища подвергается сильным антропогенным нагрузкам. Это связано с большим числом населенных пунктов, промышленных зон и маленьким количеством неиспользуемых земель вокруг водохранилища.

Для каждого уровня антропогенного воздействия или их совокупности соответствует свой предел устойчивости природных и природно-антропогенных ландшафтов. Самые устойчивые ландшафты обычно наиболее разнообразные из-за большого количества и равномерного распределения естественных биогеоценозов, урочищ, природоохранных зон и ООПТ, в совокупности которые составляют экологический фонд (Р эф) территории. Чем выше экологический фонд и ниже степень антропогенного воздействия, тем выше естественная защищённость (ЕЗ) территории, то есть ландшафт более устойчив.

Для того чтобы рассчитать экологический фонд территории необходимо каждой территории с определённым уровнем антропогенного воздействия присвоить соответствующий коэффициент, где АН₁ это Р₁, то площади земель с условной оценкой степени АН в 2, 3, 4 балла будут равны 0,8 Р₂, 0,6 Р₃, 0,4 Р₄ (земли с самым высоким баллом АН в расчёт не принимается). Теперь мы можем получить суммарную площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями (Р сф) по следующей формуле (5):

$$P_{сф} = P_1 + 0,8 P_2 + 0,6 P_3 + 0,4 P_4 \quad (5)$$

Где

Р₁ – экологический фонд для территориального комплекса с первым уровнем антропогенной нагрузки;

Р₂ – экологический фонд для территориального комплекса со вторым уровнем антропогенной нагрузки;

P_3 – экологический фонд для территориального комплекса с третьим уровнем антропогенной нагрузки;

P_4 – экологический фонд для территориального комплекса с четвёртым уровнем антропогенной нагрузки.

Для Шершнёвского водохранилища значение суммарной площади земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями получилось следующим:

$$P_{сф} = P_1 + 0,8 P_2 + 0,6 P_3 + 0,4 P_4 = 1272 \text{ га} + 0,8 * 6017 \text{ га} + 0,6 * 1544 \text{ га} + 0,4 * 1823 \text{ га} = 7731 \text{ га}$$

Для Аргазинского водохранилища значение суммарной площади земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями получилось следующим:

$$P_{сф} = P_1 + 0,8 P_2 + 0,6 P_3 + 0,4 P_4 = 11234 \text{ га} + 0,8 * 12125 \text{ га} + 0,6 * 134 \text{ га} + 0,4 * 2737 \text{ га} = 22109 \text{ га}$$

Если соотнести площадь земель $P_{сф}$ к общей площади оцениваемой территории (P_0), то мы получим коэффициент естественной защищённости территории ($K_{ез}$).

Формула вычисления коэффициента естественной защищённости (6):

$$K_{ез} = P_{сф}/P_0 \quad (6)$$

Где, $P_{сф}$ – суммарную площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями;

P_0 - общая площадь земель.

Естественная защищённость земель для Аргазинского водохранилища оказалась следующей:

$$K_{ез} = P_{сф}/P_0 = 7731 \text{ га} / 21164 \text{ га} = 0,37$$

Естественная защищённость земель для Шершнёвского водохранилища оказалась следующей:

$$K_{ez} = P_{cf}/P_o = 22109 \text{ га} / 31572 \text{ га} = 0,7$$

Для береговых комплексов Шершнёвского водохранилища коэффициент естественной защищённости составил 0,3, что меньше 0,5 и свидетельствует о критическом уровне защищённости территорий. Значения коэффициента естественной защищённости береговых комплексов Аргазинского водохранилища выше 0,5 и равно 0,7, что свидетельствует о высокой уровне защищённости территорий.

Таблица 6

**Территории антропогенной нагрузки на Шершнёвское и
Аргазинское водохранилище**

Районы	АН ₆ , тыс. га	АН ₅ , тыс. га	АН ₄ , тыс. га	АН ₃ , тыс. га	АН ₂ , тыс. га	АН ₁ , тыс. га	Ка	Ко	Кез
Аргазинское водохранилище	3,29	1,353	2,737	0,134	12,125	11,234	0,3	0,3	0,7
Шершнёвское водохранилище	9,134	0,374	1,823	1,544	6,017	1,272	7,2	1,2	0,37

Выводы по второй главе

Проведя исследование качества воды Аргазинского и Шершнёвского водохранилищ, были получены следующие результаты: для Аргазинского водохранилища показатели не превышают нормы предельно допустимых концентраций, за исключением меди и цинка концентрация для которых составила 0,007 мг/л, при ПДК 1,0 мг/л и 0,03 мг/л, при ПДК 5,0 мг/л соответственно. Концентрация фосфатов равная 0,09 мг/л и прозрачность воды относит его к мезотрофному типу. Шершнёвское водохранилище имеет превышение по нескольким показателям, в том числе меди и цинка

концентрации которых равны 0,0037 мг/л и 0,04 мг/л, а содержание концентрации фосфатов равного 0,034 мг/л относит водоём к эвтрофному типу. Расчёт ИЗВ показал, что оба водохранилища по классу качества воды находятся на соседних позициях. Вода в Аргазинском водохранилище относится к третьему классу качества воды, то есть умеренно загрязнённая, а воды Шершнёвского водохранилища относится также к четвёртому классу качества воды, то есть загрязнённая.

С помощью метода Кочерова была построена карта-схема береговых комплексов по степени антропогенной нагрузки Шершнёвского и Аргазинского водохранилищ. По степени антропогенной нагрузки береговые комплексы Шершнёвского и Аргазинского водохранилищ очень сильно различаются. Если вокруг Аргазинского водохранилища очень много диких и неиспользуемых мест, за исключением северо-западной части, где расположен город Карабаш, то Шершнёвское водохранилище испытывает высокую антропогенную нагрузку в виде большого количества посёлков, используемых земель и расположенного рядом крупного города Челябинск. Для береговых комплексов Шершнёвского водохранилища коэффициент естественной защищённости составил 0,3, что меньше 0,5 и свидетельствует о критическом уровне защищённости территорий. Значения коэффициента естественной защищённости береговых комплексов выше 0,5 и равно 0,7, что свидетельствует о высокой уровне защищённости территорий. Даже присутствие особо охраняемых земель не снижает антропогенной нагрузки. Поэтому необходимо их увеличение, чтобы снизить антропогенную нагрузку на водохранилище.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В данной работе была изучена воздействие антропогенной нагрузки на гидросферу и её последствия, главным из которых является антропогенная эвтрофикация водоёмов. А также состояние водных объектов челябинской области и антропогенная нагрузка на них.

2. Оценено влияние антропогенной нагрузки на водохранилища путём её влияния на качество их вод. С помощью метода расчёта индекса загрязнения вод, были получены следующие результаты. Антропогенная нагрузка на Шершнёвское водохранилище превышает его естественной способности самоочищения, результатом чего стало загрязнение вод водохранилища и его эвтрофикация. Согласно расчётам класс качества воды Шершнёвского водохранилища по шести главным веществам относится также к четвёртому классу качества воды, то есть загрязнённая, что приписывает водохранилище к стадии необратимых экологических изменений. Главными загрязнителями водоёма являются медь, цинк и нефтепродукты. Антропогенная нагрузка на Аргазинское водохранилище не превышает его естественной способности самоочищения в целом, исключением является северная часть водоёма, где из-за влияния антропогенных факторов показатели некоторых характерных веществ выше и происходит эвтрофикация, когда в целом водоём относится по показателям к мезотрофному типу. Согласно расчётам и данным таблицы вода в Аргазинском водохранилище по шести самым главным веществам относится к третьему классу качества воды, то есть умеренно загрязнённая и находится на пороговой стадии экологических изменений. Главными загрязнителями водоёма являются медь и цинк, концентрации, которых превышает нормы ПДК в несколько раз.

3. Составлены схемы экологического ранжирования отдельных видов использования территорий и акваторий вокруг Аргазинского и Шершнёвского водохранилища, чтобы наглядно показать степень антропогенной нагрузки на береговые комплексы Шершнёвского и Аргазинского водохранилищ. Для Аргазинского водохранилища береговые комплексы оказались под влиянием низкой антропогенной нагрузки (0,3) с высокой естественной защищённостью (0,7), исключением стал север водохранилища подверженный промышленными и городскими территориями. Береговые комплексы Шершнёвского водохранилища оказались под влиянием высокой антропогенной нагрузки (1,2) и низкой естественной защищённости (0,37) из-за большого количества поселений и крупного города прилегающего к нему.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авакян А.Б. Водохранилища [Текст]/ А.Б. Авакян, В.П. Салтанкин, В.А. Шарапов. – М.: Мысль, 1987. – 325 с.
2. Географический энциклопедический словарь [Текст]: понятия и термины / под ред. А. Ф. Трешникова. – Москва: Советская энциклопедия, 1988. – 432 с.
3. Горкин А. П. География. Современная иллюстрированная энциклопедия [Текст] / А. П. Горкина. — М.: Росмэн -Пресс. 2006. – 624 с.
4. ГОСТ 3351-74 Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности (с Изменением N 1) [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 1974.
5. Демина Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды [Текст] / Т. А. Демина. – М.: Аспект пресс, 1995.
6. Долгушин Л.Д. Ледники [Текст] / Л.Д. Долгушин, Г.Б. Осипова. – М.: Мысль, Редакции географической литературы, 1989. – 447 с.
7. Егоренков Л.И. Геоэкология: учеб. пособие [Текст] / Л.И. Егоренков, Б.И. Кочуров. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 320 с.
8. Естествознание: Энциклопедический словарь [Текст] / Сост. В.Д. Шолле. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2002. – 543 с.
9. Захаров С. Г. Мы изучаем озёр: учебно-методическое пособие для учителей общеобраз. школ и педагогов доп. образования [Текст] / С.Г. Захаров. – Челябинск, 2001. – 60 с.
10. Козлова И.В. Планктон Аргазинского водохранилища [Текст] / И.В. Козлова, Е.В. Шилкова. // Труды Уральск. отд. Сиб.НИИ рыб. хоз-ва – 1966. – Т. 7. – С. 17–24.

11. Колесников С.И. Экология: учебное пособие [Текст] / С.И. Колесников. – М.: «Дашков и Ко»; Ростов н/Д: Наука-Пресс, 2007. – 384 с.
12. Комплексный доклад о состоянии окружающей среды Челябинской области в 2009 году [Текст] / Под ред. Г.Н. Подтесова. – Челябинск: Челяб. дом печати. 2010. – 220 с.
13. Комплексный доклад о состоянии окружающей среды Челябинской области в 2016 году [Текст] / под ред. Г.Н. Подтесова. – Челябинск: Челяб. дом печати. – 2017. – 223 с.
14. Николайкин Н.И. Экология: учеб. для вузов [Текст] / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М.: Дрофа, 2004. – 624 с.
15. Сайт Консультант плюс – надёжная правовая поддержка: Приказ Минсельхоза России от 12 октября 2018 года N 454 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_210601/, свободный.
16. Рогозин А. Г. Зоопланктон, зообентос, зооперифитон, зоопланктон Аргазинского водохранилища (Южный Урал) и его многолетние изменения. [Текст] / А.Г. Рогозин // Биология внутренних вод . – Ильменский государственный заповедник УрО РАН. – 2013. – № 2. – С. 25-33.
17. Розумная Л. А. Антропогенная эвтрофикация пресноводных озёр средней полосы России [Текст] / Л. А. Розумная // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 2. – С. 78-80.
18. Сайт Консультант плюс – надёжная правовая поддержка: Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 27.12.2018) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/, свободный.
19. Сенова О. Наблюдение рек: пособие для проведения общественного экологического мониторинга [Текст] / О. Сенова,

А. Катала, Г. Куликова, Н. Быстрова, Н. Поречина. – СПб.: Изд-во Друзья Балтики, 2015. – 32 с.

20. Степановских А.С. Общая экология: учебник для вузов / А.С. Степановских. — М.: изд-во ЮНИТИ-ДАНА. 2015. – 687 с.

21. Сухарев Ю.И. Исследование трофического состояния системы водохранилищ [Текст] / Ю.И. Сухарев, Н.И. Ходоровская, С.Г. Ницкая, О.М. Викулова, Ю.В. Дубницкая //Химия и химическая технология. – Известия Челябинского научного центра. – Вып. 4 (17), 2002.

22. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: учеб. пособие [Текст] / Ю.Л. Хотунцев. – М.: Академия, 2004. – 480 с.

23. Шабанов В.В. Методика эколого-водохозяйственной оценки водных объектов [Текст] / В.В. Шабанов, В.Н. Маркин. – М.: ФГБОУ ВПО РГАУ МСХА-им. К.А.Тимирязева, 2009. – 162 с.

24. Ушакова О.С. Шершнёвское водохранилище. Научно популярная энциклопедия «Вода России» [Электронный ресурс] / О.С. Ушакова, И. И. Сокольских // Режим доступа: <https://water-rf.ru>, свободный – Загл. с экрана.

25. Dyer, Betsey D. A Field Guide to Bacteria [Текст] / D.A. Dyer, Betsey. – Ithaca: Comstock Publishing Associates, 2003.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Ледники РФ

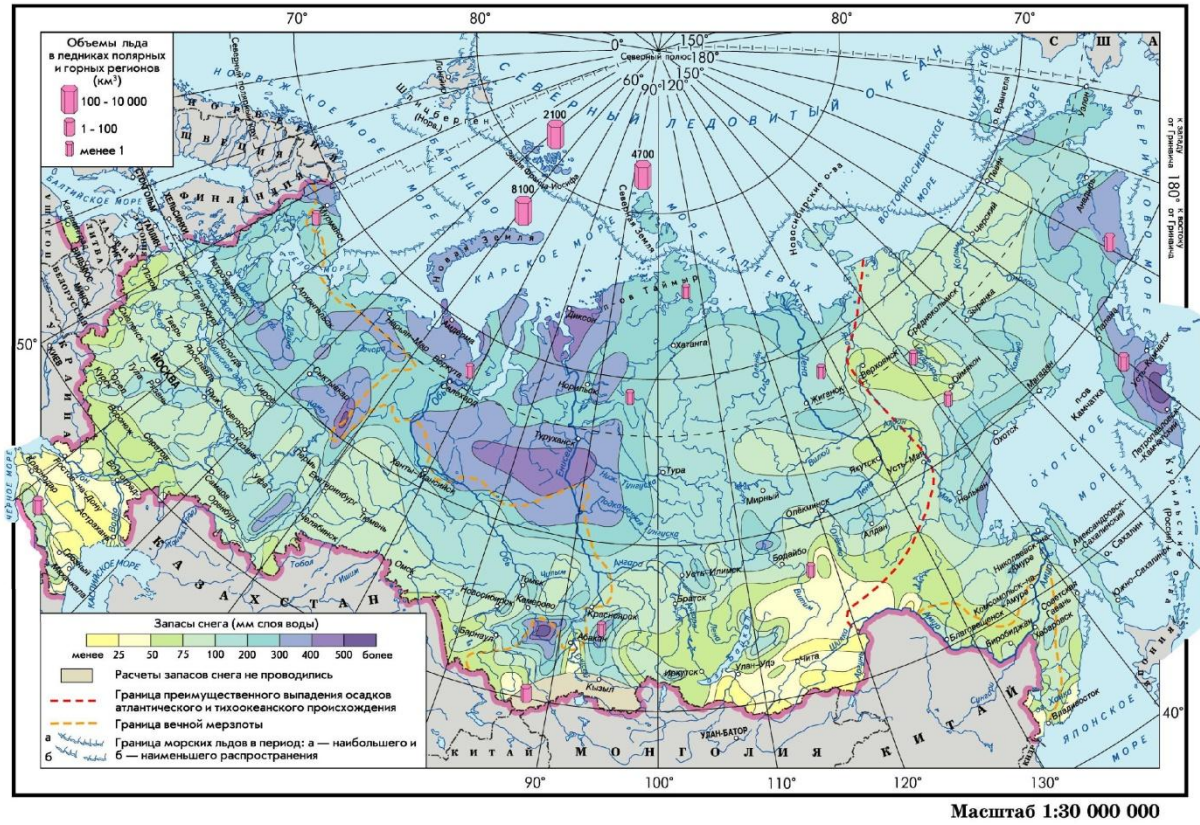


Рис. 9 Распределение ледников по территории РФ

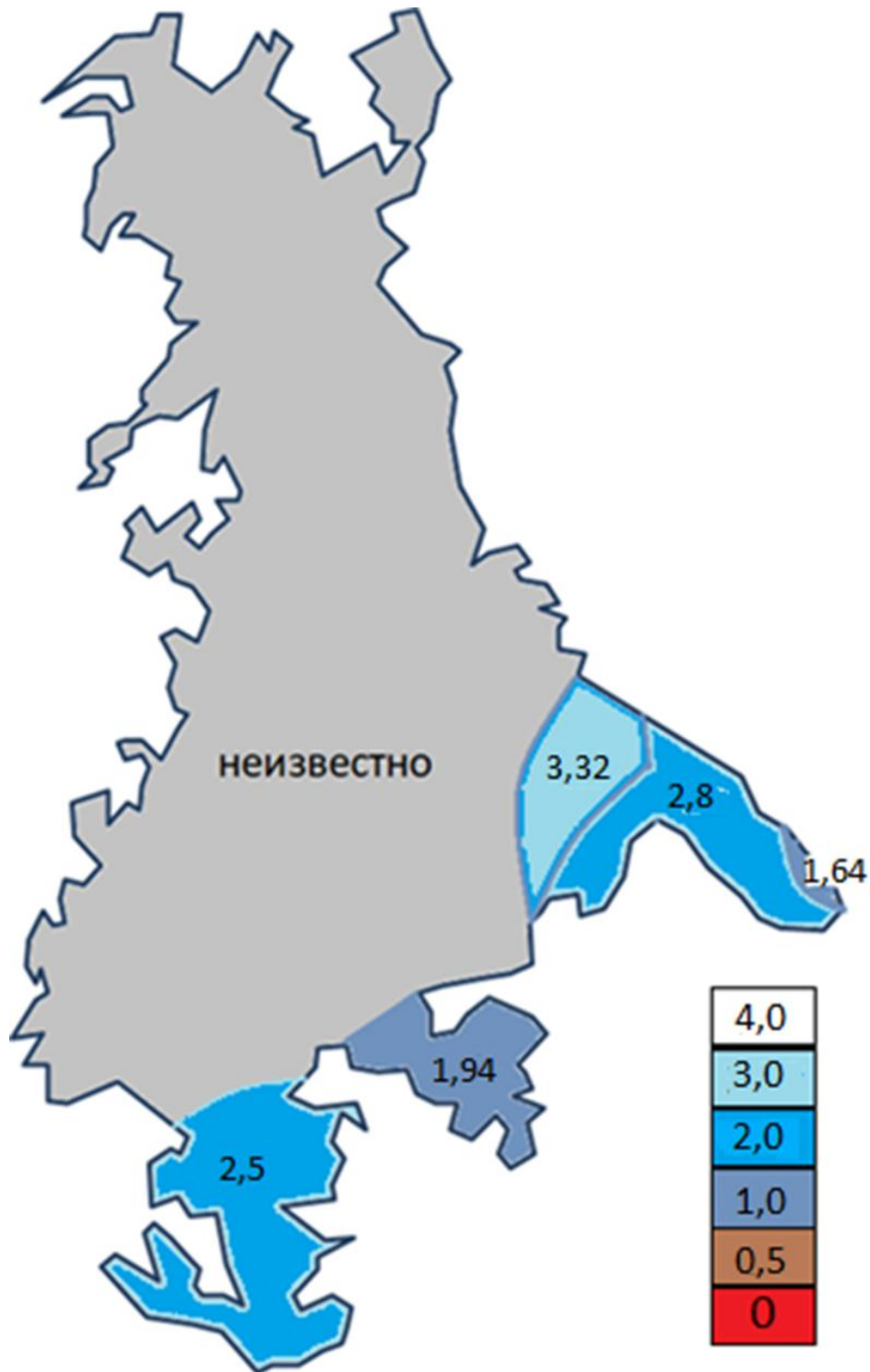
Районы прозрачности воды за 2017 год, в м

Рис. 10 Распределение прозрачности воды в заливах Аргазинского водохранилища.