

Поставленная цель – оценка изменения гидрологического режима Торейских озер, в том числе с учетом влияния антропогенных воздействий на основе вероятностного прогноза с использованием измеренных, восстановленных и смоделированных данных направлена на решение научных задач, связанных с:

- изучением состояния водных ресурсов и водохозяйственного комплекса бассейна Торейских озер;
- восстановлением многолетнего уровня режима Торейских озер на основе данных дистанционного зондирования земной поверхности;
- восстановлением характеристик водного баланса Торейских озер за максимально возможный период по данным инструментальных наблюдений;
- разработкой модели водного баланса Торейских озер с использованием измеренных и восстановленных данных составляющих водного баланса;
- оценкой пространственно-временного изменения морфометрических характеристик Торейских озер за многолетний период на основе созданной модели водного баланса;
- моделированием параметров водного баланса и уровня Торейских озер за период большой продолжительности, позволяющим предложить статистически достоверный вероятностный прогноз;
- характеристикой водохозяйственного комплекса в бассейне реки Ульдза и анализом его влияния на исследуемые озера;
- вероятностным прогнозом гидрологического режима Торейских озер в виде кривой обеспеченности, в том числе с учетом влияния строящегося водохранилища отдельно для многоводной и маловодной фаз цикла водности.

Во **введении** представлена общая характеристика работы, обоснована актуальность и показана оригинальность диссертационной работы; степень изученности проблемы, сформулированы цель и задачи, определены объекты и предмет исследования. В этом же разделе показаны материалы и методы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, положения, выносимые на защиту, подтверждена степень достоверности и апробация результатов, личный вклад автора, публикации, структура работы, благодарности.

В **главе 1** дана физико-географическая характеристика Торейских озер. Проанализировано состояние изученности Торейских озер. В разделе гидрометеорологического описания выбрана схема водного баланса и дана детальная характеристика его элементов. Дана подробная климатическая характеристика района исследований. Отдельный раздел посвящен особенностям экологического состояния Торейских озер. Сделан вывод о преимущественном влиянии климатических изменений на

озера, причем наиболее динамично на климатические изменения реагируют озера с наименьшей площадью.

Глава 2 посвящена рассмотрению методов восстановления уровня режима Торейских озер по данным дистанционного зондирования земной поверхности в условиях отсутствия данных наземных гидрологических измерений. Рассмотрены несколько методов определения границ водной поверхности по данным дистанционного зондирования земной поверхности: классификация с обучением, классификация без обучения и применены спектральные водные индексы на примере озера Ножий, которое расположено в 90 км от Торейских озер. В результате установлено, что все протестированные методы адекватно выделяют водную поверхность, при этом погрешность измеренных величин довольно низкая (до 2,23%). Наименьшая погрешность выделения водной поверхности выявлена для методов: классификация с обучением и вычисление спектральных индексов MNDWI и AWEInsh. Из протестированных методов наиболее оптимальным с точки зрения точности результата и временных затрат для озер степной зоны Забайкалья является использование спектрального индекса MNDWI. С помощью выбранного метода получена динамика площади водного зеркала Торейских озер по данным КА серий Landsat и Sentinel-2 за период 1989-2020 гг. Обработаны и проанализированы все находившиеся в открытом доступе за безледоставный период мультиспектральные спутниковые снимки Торейских озер - всего 113 спутниковых сцен. Восстановление уровня режима Торейских озер за период с 1989 по 2020 гг. выполнено с помощью площади водной поверхности, полученной по данным ДЗЗ, и цифровой модели рельефа (ЦМР) местности.

В **главе 3** представлена модель водного баланса Торейских озер и с ее помощью восстановлены пространственно-временные характеристики данных водоемов. В основе модели лежит уравнение водного баланса для бессточных водоемов за годовой интервал времени. С помощью разработанной модели получен уровень режима Торейских озер. Анализ смоделированного ряда уровней воды Торейских озер показал, что он содержит менее двух полных циклов водности. Поэтому было принято решение восстановить уровень Торейских озер за максимально возможный период. Разработанная модель водного баланса Торейских озер позволяет адекватно производить расчет уровней исследуемых водоемов, в том числе с учетом влияний, оказываемых на бассейн Торейских озер, которые могут быть обусловлены антропогенной нагрузкой или климатическими изменениями.

Таким образом, установлено, что в уравнении водного баланса Торейских озер систематически занижено испарение на 5 %, а приток увеличен на 28 %. Приняв выявленные поправки в уравнение водного баланса (формула 3.1), получены изменения уровня, площади и объема Торейских озер за период 1965-2018 гг.

В результате корреляционного анализа установлено, что уровенный режим Торейских озер за период 1965-1978 гг., восстановленный методом водного баланса, высоко согласован с наблюдаемыми данными на гидрологическом посту Кулусутай, установленном на берегу озера Барун-Торей. Коэффициент корреляции r составляет 0,99.

В главе 4 приведены расчет и результаты анализа гидрологического режима Торейских озер в естественных и нарушенных условиях.

Здесь представлен прогноз уровенного режима озер. Он дан в виде кривой обеспеченности на основе имитационного моделирования по искусственным временным рядам составляющих водного баланса большой продолжительности.

Количественно оценено влияние антропогенной нагрузки на водные ресурсы бассейна Торейских озер. Сделан вывод о том, что основная часть антропогенной нагрузки обусловлена строительством водохранилища на реке Ульдза на территории Монголии и последующими изъятиями воды. Поскольку в открытом доступе отсутствует информация об изъятии воды, то водохозяйственные изъятия оценены косвенно по литературным источникам и сведениям Монгольского статистического управления.

Также в этой главе приведена оценка последствий реализации комплекса водохозяйственных мероприятий в бассейне реки Ульдза на гидрологический режим Торейских озер, с помощью имитационного моделирования. Сделан вывод о снижении уровня озер при реализации монгольской стороной новых водохозяйственных проектов.

Выводы работы, в целом, соответствуют поставленным задачам, раскрывают основное содержание диссертации, сформулированы корректно.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что предложенная модель водного баланса Торейских озер с использованием измеренных, восстановленных и смоделированных рядов составляющих водного баланса позволяет дать оценку возможного изменения гидрологического режима озер. Практическая значимость заключается в возможности применения результатов диссертационного исследования для комплексного анализа состояния сохранности объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Ландшафты Даурии».

Научная новизна заключается в том, что с использованием данных ДЗЗ впервые получен непрерывный ряд надежной информации об уровенном режиме Торейских озер. Разработана модель водного баланса, которая позволяет эффективно оценить количественные характеристики составляющих водного баланса и их изменение под влиянием антропогенных и климатических факторов.

Степень достоверности полученных результатов и сделанных выводов обоснована их сравнением с независимыми данными и исследованиями других авторов. Результаты моделирования проверены на достоверном фактическом материале.

Личный вклад автора состоит в том, что все результаты, полученные в ходе диссертационного исследования получены автором самостоятельно либо при его непосредственном участии в соавторстве с научным руководителем.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследования обсуждались на конференциях международного и всероссийского уровней.

Общие замечания по диссертации. Автором предложено 4 защищаемых положения. Некоторые из них сформулированы не достаточно четко и не совсем отражают цели поставленные автором.

Например, в первом защищаемом положении на защиту выносится метод восстановления уровня Торейских озер по данным дистанционного зондирования земной поверхности. На наш взгляд на защиту должен выноситься не сам метод, а результаты, полученные при помощи этого метода.

Описание климатических условий (раздел 1.4) логичнее было бы поместить перед описанием элементов водного баланса.

Некоторые рисунки повторяются и в тексте и в приложениях.

Практически в каждой главе уделяется большое внимание методике исследований. Лучше было объединить все методические особенности в отдельную главу.

Диссертация изложена на 126 страницах, состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы, состоящего из 120 источников, в том числе 10 на английском языке. Работа включает 10 таблиц, 50 рисунков.

Работа отличается согласованностью поставленных задач и полученных выводов. Представленные результаты базируются на фактическом материале и расчетных данных, полученных автором.

По теме диссертационной работы опубликовано 3 работы в рецензируемых изданиях рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 2 из них – в журналах, индексируемых Web of Science и Scopus). Выдано свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ Федеральной службой по интеллектуальной собственности (№2022612170 от 28.02.2022) на разработанную в диссертации программу «Water balance model of the Torey lakes». Кроме того, опубликованы 3 научные статьи в сборниках научных трудов конференций.

Представленная к защите диссертационная работа Кашницкой Марины Алексеевны «Гидрологический режим бессточных озер в степной зоне Забайкалья (на примере Торейских озер)» представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям пп. 9-14, установленным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Ее автор, Кашницкая Марина Алексеевна,

заслуживает искомой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Отзыв заслушан и единогласно утвержден на научном семинаре лаборатории гидрологии и гидрогеологии ИВЭП ДВО РАН (протокол № 8 от 30 августа 2022 г.). Присутствовало 6 человек. Проголосовали: «За» - 6 , «против» - 0, «воздержались» - 0.



Ким Владимир Ильич,
кандидат географических наук,
ведущий научный сотрудник
лаборатории гидрологии и гидрогеологии,
обособленного подразделения Институт водных и экологических проблем
Дальневосточного отделения Российской академии наук
Хабаровского Федерального исследовательского центра
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Адрес: 680000, г. Хабаровск, ул. Дзержинского, 54
E-mail:kim@iver.as.khb.ru,
Раб. Тел. (4212) 21-08-46

Я, Ким Владимир Ильич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

30 августа 2022 г.



Подпись Кима В.И.

ЗАВЕРЯЮ

Гл. специалист отдела кадров

Дугина О.А.

Подпись Кима В.И.
ЗАВЕРЯЮ
Главный специалист по кадрам
ИВЭП ДВО РАН Дугина О.А.
Дата « 30 » авг 20 22 г.

