

Аннотация диссертации на соискание ученой степени доктора философии  
(PhD)

8D05203 - Гидрология

## **ҚҰРМАНОВОЙ МЕРУЕРТ СЕРІКҚЫЗЫ НА ТЕМУ**

### **Роль химического состава атмосферных осадков в минерализации озерных вод (на примере мониторинговых озер Казахстана)**

Поверхностные воды Республики Казахстан включают водные ресурсы в нижних формах рельефа внутренних водоемов. К ним относятся: моря, озера, болота, ледники, водохранилища, реки и примыкающие к ним каналы. Возобновляемые водные ресурсы включают пресную воду, которая обновляется несколько раз в течение года в процессе гидрологического цикла. Неотъемлемой характеристикой возобновляемых водных ресурсов является речной сток с его подземной составляющей. Водную проблему следует рассматривать с двух точек зрения: с точки зрения количества водных ресурсов и их качества, а эти категории равнозначны.

В последние годы деятельность в области гидрохимии значительно выросла во всем мире. Роль химического состава озерных вод на рассматриваемых территориях оказывает негативное влияние на сельское хозяйство, биофизические системы и различные структуры связанные с деятельностью человека. Объем природных загрязнителей не равен объему техногенных веществ. Современное состояние озер является интегральным результатом воздействия природных и техногенных факторов.

**Актуальность диссертации:** Все поверхностные воды, т. е. воды, находящиеся в различных резервуарах на поверхности земли (реки, озера, водохранилища и т. д.), свой первоначальный химический состав формируют при нахождении в атмосфере. Кроме того, растворенные соли в атмосферных водах могут иметь очень важное значение для поверхностных вод некоторых географических зон, тогда как для других их влияние незначительно из-за их относительно низкого уровня. Наибольшее влияние химического состава атмосферных вод наблюдается в северных районах, где состав некоторых веществ поверхностных вод можно определить по их количеству в атмосферных водах. Этот эффект теряет свое значение по мере продвижения на юг, поскольку в этом направлении значительно возрастает соленость поверхностных вод. Данное положение определяет большое значение изучения химического состава атмосферных вод для гидрохимии. Атмосферная вода может содержать различные загрязнители, такие как тяжелые металлы, органические соединения, пестициды и другие химические соединения, которые попадают в атмосферу из различных источников,

включая промышленность, транспорт и сельское хозяйство. В связи с этим изучение химического состава атмосферных осадков дает возможность оценить уровень загрязнения окружающей среды, в частности поверхностных вод, оценить его влияние на здоровье человека и экосистему. Это позволит в будущем принять меры по восстановлению и защите уязвимых водных ресурсов.

**Практическая ценность диссертации** определяется возможностью использовать результаты исследования для разработки рекомендаций по данной теме.

**Цель работы:** определить роль химического состава атмосферных осадков в минерализации озерных вод.

**Объект исследования:** мониторинговые озера Казахстана.

**Предметом исследования является** состояние качества воды озера для оценки эффективности использования водных ресурсов.

**Методы исследования:** методики зарубежных и казахстанских ученых, изучающих проблемы оценки качества природных вод для решения поставленных задач, в том числе фундаментальные работы в области гидрохимии воды О. А. Алекин, А. М. Никаноров, Б. А. Беремжанов, С. П. Китаев, Н. А. Амиргалиев, М. Дж. Бурлибаев, С. М. Романова и др. был использован.

**Теоретическая и практическая значимость исследования:** в современный период развития Казахстана наблюдается тенденция роста промышленности и энергетики, производства цветных и черных металлов, особенно потребления угля. При этом также произошел рост выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, причем объем выбросов увеличился в несколько раз по сравнению с уровнем 1950-х годов. Это приводит к сильному загрязнению атмосферы и поверхностных вод.

В настоящее время на качество природных вод большинства водосборов влияют природные и антропогенные факторы. Промышленные, бытовые, сельскохозяйственные и другие сточные воды, сбрасываемые в водные объекты ухудшают качество вод и вносят серьезные изменения в их режим. В последние годы появился еще один источник загрязнения речных и озерных вод – атмосферные осадки. Этот источник поступления загрязняющих веществ в реки и озера не контролируется и его очень сложно учесть. Однако оценка его воздействия необходима при анализе, прогнозировании и регулировании качества поверхностных вод. В связи с этим оценка влияния атмосферных осадков на химический состав озерных вод является актуальной и имеет важное значение с точки зрения народного хозяйства.

**Научная новизна работы:**

Сделан прогноз в связи с изменением количества атмосферных осадков;  
Оценен вклад минерализации осадков в минерализацию озерных вод;

Установлено, что количество минерализации уменьшается за счет испарения.

#### **Первое защищаемое положение:**

Моделирование изменения атмосферных осадков и их экстремальных показателей в районе мониторинговых озер выполнено на основе канадской климатической модели CanESM5 с использованием сценариев ssp1-2.6 и ssp2-4.5 за период 2050-2074 гг. по сравнению с периодом 2025-2049 гг. .

Целью данного моделирования является оценка возможных изменений осадков и их экстремальных показателей в мониторинговых озерах Казахстана в новый временной период. Модель предоставляет новые данные, которые можно использовать для оценки влияния изменения количества осадков на состояние озер и их экосистем, а также для выявления потенциальных рисков, связанных с изменением климата и водопользованием в озерах.

#### **Второе защищаемое положение:**

Оценен вклад химического состава атмосферных осадков на минерализацию озёрных вод. Доля атмосферной минерализации в минерализации изученных озер составляет 0,3...23,6%. Вклад минерализации осадков в озёрные воды зависит от концентрации промышленных предприятий на территории озера. Вклад минерализации атмосферных осадков выше в районах озер, где есть промышленные предприятия.

#### **Третья защищаемое положение:**

Значения коэффициента изменения концентрации веществ в осадках, связанные с химическим составом осадков и их влиянием на состав озерных вод рассчитывались с использованием модели ERA5-Land. Установлено, что химические элементы, попадающие в воды озера с осадками подвержены испарению в разном количестве, в результате количество минерализации, выпадающей с осадками, во всех озерах уменьшилось в 3...44 раза.

#### **В результате диссертационной работы получены следующие выводы:**

- В период 1941-2020 гг. наблюдалось повышение среднегодовой температуры воздуха на территории водоемов Казахстана от 0,21 °C/10 лет (Нура-Сарысуский бассейн) до 0,42 °C/10 лет (Жайык-Каспийский бассейн);
- Зимой статистически значимое повышение наблюдалось только в Жайык-Каспийском бассейне 0,48 °C/10 лет;
- Весной наиболее интенсивное потепление наблюдается на территории всех водоемов Казахстана от 0,60 °C/10 лет до 0,66 °C/10 лет. Все весенние тенденции статистически значимы. Вклад тренда в общую дисперсию составляет 20-33 %;
- Статистически значимые положительные тенденции от 0,16 °C/10 до 0,45 °C/10 наблюдались летом в Шу-Таласском, Балхаш-Алакольском, Жайык-Каспийском бассейнах;
- Положительная динамика температуры воздуха осенью наблюдается во всех водоемах, статистически значимая скорость роста от 0,11 °C/10 лет до 0,41 °C/10 лет (Есиль, Жайык-Каспийский бассейны);

- Годовое количество осадков в бассейнах Есиль и Нура-Сарысу увеличилось на 3,6 и 3 %/10 лет и было статистически значимым;
- В бассейнах Балхаш-Алаколь и Есиль наблюдается тенденция роста зимой на 5,5...6,9 %/10 лет;
- В весенний период на межбассейновом участке: в бассейнах Жайык-Каспийского, Есильского наблюдается статистически достоверное увеличение количества осадков – 7,9...8,9 %/10 лет;
- Статистически значимый положительный тренд осадков в летний период составил 7,3 %/10 лет в бассейне Нура-Сарысу;
- Статистически значимый тренд уменьшения атмосферных осадков наблюдался осенью только в Жайык-Каспийском бассейне – 4,9 %/10 лет (доля тренда в общей дисперсии – 6 %);
- Статистически значимое увеличение количество осадков на 40-50 % в 2050-2074 гг. по сравнению с периодом 2025-2049 годов с радиационным эффектом 2,6 Вт/м<sup>2</sup> в районе озера Шалкар (Актюбинская область) осадков в апреле и мае. Зимой только в январе значительное уменьшение количества осадков на 10-20 % наблюдается в озерах Балхаш, Алаколь и Сасыкколь. Ожидается, что летом на большей части территории количество осадков будет в пределах нормы. Осенью статистически значимое уменьшение количества атмосферных осадков на 30-50 % наблюдается в озере Шалкар (Актюбинская область);
- 2050-2074 гг. по сценарию радиационной нагрузки 4,5 Вт/м<sup>2</sup> в апреле в районах озер Есильского и Балхаш-Алакольского бассейна ожидается увеличение осадков. В августе количество осадков в районе озер расположенных в Балхаш-Алакольском бассейне, вероятно, уменьшится на 40-50 %. Ожидается, что в зимние месяцы на большей части территории республики осадки будут в норме;
- В ходе исследований установлено, что концентрация ионов в осадках перенеслась из Балхаша в Аул 4. Также в ежегодном бюллетене выпускаемом в РГП Казгидромете наиболее высокий уровень загрязнения атмосферными осадками отмечен в МС Аул 4 уже несколько лет подряд;
- Согласно государственному стандарту Республики Казахстан для централизованного водоснабжения пригодны только воды следующих озер: Бурабай, Кошкарколь, Маркаколь, Сасыкколь, Шалкар (Актюбинская область);
- Озера Маркаколь, Бурабай, Кошкарколь, Шалкар (Актобе) могут использоваться в качестве питьевой воды в зависимости от степени минерализации;
- Медь во всех озерах превысила ПДК<sub>рх</sub>;
- По критериям Х. Стеблера воды озер Маркаколь, Бурабай, Биликоль, Үлкен Шабакты пригодны для орошения;
- Уровень вероятности засоления почв (т.е. коэффициент поглощения натрия) оценивается очень высоким показателем в Алаколе, восточной и западной частях Балхаша, Киши Шабакти, Кокай и оз. Шалкар (ЗКО);
- Вероятность засоления или засоления в озерах Маркаколь и Бурабай низкая, а в Биликоле средняя;

- В работе установлено, что химический состав осадков имеет вклад в состояние озерных вод.

- С учетом коэффициента испарения по результатам модели GLEAM v3.6b определено, что концентрация веществ выпадающих с осадками снизилась в 5 раз в Балхаше, в 1,7 раза в Алаколе. С учетом коэффициента осадков и испарения по модели ERA5-Land химические компоненты, выпадающие с осадками во всех озерах уменьшились в 3,6...11,1 раза. Это объясняется тем, что часть концентраций поступивших в озера вместе с атмосферными осадками уменьшилась за счет испарения.