

ПОДХОДЫ к созданию универсальной ЛИМНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

В настоящее время существует большое количество однопараметровых лимнологических классификаций, многопараметровые классификации редки и их можно отнести к универсальным. Настоящая работа посвящена разработке подходов к созданию универсальной лимно-экологической классификации, объединяющей различные параметры и их признаки для классифицирования озер и пригодной к использованию в мировом масштабе.

В качестве основных подходов используется объединение различных лимнологических параметров, экспертная оценка при выборе признаков каждого параметра и описание озера в виде единой формулы, с помощью которой может быть дана характеристика типа для любого озера мира.

Введение

Одним из наиболее сложных теоретических вопросов лимнологии и водной экологии следует назвать проблему классификации озер. В настоящее время существует большое количество классификаций, в основу которых положены отдельные признаки водоемов. Среди них можно выделить генетические (по происхождению), морфометрические, термические, гидрологические, гидрохимические, гидробиологические и др. Такие лимнологические классификации, оценивающие озеро по одному параметру, можно считать однопараметровыми. Многопараметровые же классификации крайне редки и являются по сути универсальными.

Целью настоящей работы явилась разработка подходов к созданию универсальной лимно-экологической классификации (УЛЭК), пригодной для классифицирования озер мира.

Работа базируется на результатах изучения озер Среднего Поволжья, в ходе которого была разработана региональная эколого-лимнологическая классификация (ЭЛК). За годы применения ЭЛК стало очевидно, что ее возможности шире региональной классификации, при определенной доработке

Н.М. Мингазова*,

доктор
биологических наук,
профессор,
заведующая
лаборатории
оптимизации водных
экосистем факультета
географии и экологии
Казанского
(Приволжского)
федерального
университета

А.И. Галеева,

аспирант факультета
географии и экологии
Казанского
(Приволжского)
федерального
университета



может быть создана классификация, позволяющая описать и выявить тип для любого озера мира.

Материалы и методы исследования

В ходе работы проводился сравнительный анализ различных однопараметровых классификаций и разрабатывались методические подходы для универсальных обобщающих классификаций. Выделение типов первоначально проводилось экспертным путем. Наиболее крупные теоретические обобщения по существующим лимнологическим классификациям приведены в монографиях [1, 2], рассмотрены универсальные классификации [3-5] и эколого-лимнологическая классификация [6, 7].

Исследование в данной области были начаты в 1990-х годах по результатам экологичес-

* Адрес для корреспонденции: nmingas@mail.ru



Ключевые слова:

лимнология,
классификация озер,
многопараметровые
классификации,
универсальная
лимно-экологическая
классификация

кого изучения более 200 озер Среднего Поволжья лабораторией оптимизации водных экосистем Казанского государственного университета. При обобщении результатов выделялись группы озер по разным показателям и разработана эколого-лимнологическая классификация озер (ЭЛК) для классифицирования озер Поволжья [8].

В 2007-2008 гг. ЭЛК была доработана и на её основе созданы подходы для разработки обобщающей классификации, а именно универсальная лимно-экологическая классификация [9-11]. Для создания УЛЭК к показателям уже существующей ЭЛК был добавлен ряд признаков и показателей озер, а также значительно доработаны прежние показатели. Проводилась разработка структуры (параметры, признаки, показатели) и обоснований каждого параметра УЛЭК экспертными методами для возможности типизации озер мира. В 2008-2010 гг. была проведена апробация УЛЭК на примере 230 озер Среднего Поволжья, России и озер мира разных континентов [12].

Результаты и их обсуждение

Предлагаемые параметры, признаки и показатели классификации. УЛЭК включает общелимнологические и экологические параметры озерной экосистемы. УЛЭК для озер в мировом масштабе в общем виде учитывает 7 параметров и 15 признаков. Для обозначения признака используется первая буква его названия в английском варианте. Каждый признак включает в себя от 4 до 17 показателей. У каждого параметра имеется свое обоснование, являющееся приложением классификации с указанием литературного источника.

Структура классификации.

Структура УЛЭК построена с выделением трех уровней классификации:

1. Параметры (всего 7):

- ◆ географический (включает 2 признака – географическая зона, высота над уровнем моря)
- ◆ генетический (1 признак – генезис)
- ◆ морфометрический (2 признака – площадь и глубина)
- ◆ гидрологический (3 признака – водный баланс, температурный режим, режим перемешивания воды)
- ◆ гидрофизический (1 признак – прозрачность)
- ◆ гидрохимический (3 признака – минерализация, ионный состав, водородный показатель)

◆ гидробиологический (3 признака – трофический статус, флора, фауна)

2. Признаки (всего 15):

◆ географическая зона (*Geographical zone*) – Z (1-4)

◆ высота над уровнем моря (*Height above sea level*) – H (1-5)

◆ генезис (происхождение) озер (*Genesis of lake holes*) – G (1-17)

◆ площадь (*Area*) – A (1-5)

◆ глубина (*Depth*) – D (1-5)

◆ водный баланс (*Water balance*) – W (1-4)

◆ температурный режим (*Temperature*) – T (1-5)

◆ режим перемешивания воды (*Mixing types of water*) – Mix (1-5)

◆ прозрачность (*Transparency of water*) – Tw (1-5)

◆ минерализация (*Mineralization*) – M (1-6)

◆ ионный состав (*Ion composition*) – I (1 (1-3) – 3 (1-3))

◆ водородный показатель (*Ph*) – Ph (1-5)

◆ трофический статус (*Trophic status*) – Tr (1-6)

◆ флора (*Flora*) – Fl (1-4)

◆ фауна (*Fauna*) – Fa (1-4).

3. Показатели (всего 84). Каждый признак включает в себя от 4 до 17 показателей. У каждого параметра, признака и показателя имеется свое обоснование, являющееся приложением классификации с указанием литературного источника.

Способ использования классификации.

В обобщенном виде тип озера находится графическим путем или обозначается формулой. Обозначив признаки буквами, а показатели цифрами, можно получить формулу, характеризующую тип озера. Тип озера находится последовательно по признакам.

В общем виде УЛЭК представлена на рис. 1.

Возможности применения классификации.

Предлагаемая универсальная лимнологическая классификация учитывает все основные компоненты озер, описывает тип озера в виде единой формулы и может быть пригодна для использования в мировом масштабе. Возможности использования УЛЭК для типизации озер показаны на примере озер Среднего Поволжья, России и озер мира разных континентов.

Озеро Нижний Кабан (г. Казань, Среднее Поволжье, РФ) – Z₃ H₂ G₅₋₆ A₄ D₃ W₄ T₃ Mix₁ Tw₅ M₄ I₂₍₁₎ Ph₃ Tr₅ Fl₃ Fa₃ (Рис. 1) – зонально умеренное, старично-карстовое, малое (56 га), среднеглубинное (до 16 м), бессточное, тепловодное, димиктическое, с очень низкой прозрачностью вод, олигогалинное, сульфатно-кальциевое, с подщелачиваемыми водами, гипертрофное (наличие сероводорода у дна), макрофитное с низким видовым разнообразием (20 видов макрофитов, 150 видов фитопланктона), рыбное (8 видов рыб, 71 вид зоопланктона), с фоновыми видами рыб.



Озеро Байкал (РФ) – Z₃ H₃ G₁ A₁ D₁ W₁ T₂ Mix₁ Tw₁ M₂ I₁₍₁₎ Ph₁ Tr₁ Fl₂ Fa₁ – зонально умеренное, тектоническое, очень большое (31500 км²), с очень большой глубиной (1637 м), проточное, умеренное по температурному режиму, димиктическое, с очень высокой прозрачностью вод, маломинерализованное, гидрокарбонатно-кальциевое, с нормальными нейтральными по реакции среды водами, ультраолиготрофное, макрофитное с богатым видовым разнообразием (133 вида эндемичных растений), рыбное (52 вида рыб) с редкими видами рыб.

Озеро Женевское (Швейцария, Европа) – Z₃ H₃ G₁ A₂ D₁ W₁ T₃ Mix₁ Tw₂ M₂ I₁₍₁₎ Ph₁ Tr₂ Fl₂ Fa₁ – зонально умеренное, тектоническое, большое (582 км²), с очень большой глубиной (310 м), проточное, тепловодное, димиктическое, с высокой прозрачностью вод, с малой минерализацией, гидрокарбонатно-кальциевое, с нормальными нейтральными по реакции среды водами, олиготрофное, макрофитное с богатым видовым разнообразием, рыбное с редкими видами рыб.

Озеро Мичиган (США-Канада, Северная Америка) – Z₃ H₃ G₁ A₁ D₁ W₁ T₂ Mix₁ Tw₃ M₂ I₁₍₁₎ Ph₁ Tr₃ Fl₂ Fa₂ – зонально умеренное, тектоническое, очень большое (57 750 км²), с очень большой глубиной (281 м), проточное, умеренное по температурному режиму, димиктическое, со средней прозрачностью вод, маломинерализованное, гидрокарбонатно-кальциевое, с нормальными нейтральными по реакции среды водами, мезотрофное.*

Титикака (Перу, Южная Америка) – Z₂ H₅ G₁ A₁ D₁ W₁ T₁ Mix₅ Tw₂ M₄ I₁₍₂₎ Ph₁ Tr₁ Fl₂ Fa₁ – зонально субтропическое, очень высокая высота над уровнем моря, тектоническое, очень большое (8290 км²), с очень большой глубиной (304 м), проточное, холодноводное, амиктическое, с высокой прозрачностью вод, полигалинное, сульфатно-магниевое, с нормальными нейтральными по реакции среды водами, олиготрофное, макрофитное с богатым видовым разнообразием, рыбное с редкими видами рыб.

Чад (Африка) – Z₁ H₂ G₁ A₁ D₃ W₂ T₂ Mix₂ Tw₄ M₃ I₂ Ph₂ Tr₂ Fl₂ Fa₁ – Зонально*

* Знак вопроса в нижних индексах некоторых параметров означает необходимость проведения дальнейших исследований для установления точного значения данных индексов.

Географическая зона	Высота над уровнем моря	Генезис котловин	Площадь	Глубина	Водный баланс	Температурный режим	Режим перемешивания воды	Прозрачность	Минерализация	Ионный состав	Водородный показатель	Трофический статус	Флора	Фауна
Z (1-4)	H (1-5)	G (1-17)	A (1-5)	D (1-5)	W (1-4)	T (1-5)	Mix (1-5)	Tw (1-5)	M (1-6)	I (1-3)	Ph (1-5)	Tr (1-6)	Fl (1-4)	Fa (1-4)
Z ₁ Тропические	H ₁ Очень низкий 0-200 м	G ₁ Тектонические G ₂ Вулканические (вулканогенные)	A ₁ Очень большая свыше 1000 км ²	D ₁ Очень большая свыше 100 м	W ₁ Проточные	T ₁ Холодные менее 10 °С	Mix ₁ Димикти-ческие	Tw ₁ Очень высокая более 12 м	M ₁ Очень малая до 100 мг/л	I ₁ Гидрокарбонатные	Ph ₁ Нормальные 6,5-8,5	Tr ₁ Ультраолиготрофные	Fl ₁ Слабозастающие	Fa ₁ Рыбные с редкими видами
Z ₂ Субтропические	H ₂ Низкий 200-500 м	G ₃ Гляциогенные (ледниковые) G ₄ Поименные (долинные, речные) G ₅ Старичные G ₆ Карстовые	A ₂ Большая 10 ¹ -1000 км ²	D ₂ Большая 50-100 м	W ₂ Проточные	T ₂ Умеренные 10-15 °С	Mix ₂ Меромикти-ческие	Tw ₂ Высокая 6-12 м	M ₂ Малая 100-200 мг/л	I ₁₍₁₎ Са I ₁₍₂₎ Mg I ₁₍₃₎ Na К	Ph ₂ Кислотные 6,4-5,0	Tr ₂ Олиготрофные	Fl ₂ Макрофитные с богатым видовым составом	Fa ₂ Рыбные с богатым видовым составом
Z ₃ Умеренные	H ₃ Средний 500-1000 м	G ₇ Термокарстовые G ₈ Междюнные (дюнные) G ₉ Сульфатные G ₁₀ Реликтовые G ₁₁ Золовые	A ₃ Средняя 10-100 км ²	D ₃ Средняя 1-50 м	W ₃ Проточные W ₃ Сточные	T ₃ Теплые 15-20 °С	Mix ₃ Мономикти-ческие	Tw ₃ Средняя 3-6 м	M ₃ Средняя 200-500 мг/л	I ₂₍₁₎ Са I ₂₍₂₎ Mg I ₂₍₃₎ Na К	Ph ₃ Подщелоченные 8,6-9,5 Ph ₄ Кислые ниже 5	Tr ₃ Мезотрофные Tr ₄ Эвтрофные	Fl ₃ Макрофитные с низким видовым разнообразием	Fa ₃ Рыбные с фонowymi видами
Z ₄ Арктические	H ₄ Высокий 1000-2000 м	G ₁₂ Флювиальные G ₁₃ Моренные G ₁₄ Гидрогенные G ₁₅ Лиманные	A ₄ Малая 1 га-10 км ²	D ₄ Малая 5-10 м	W ₄ Бессточные	T ₄ Очень теплые 20-30 °С T ₅ Горячие (термальные) выше 30 °С	Mix ₄ Амикти-ческие	Tw ₄ Низкая 1,5-3 м	M ₅ Полигаллиность 5-18 г/л	I ₃₍₁₎ Са I ₃₍₂₎ Mg	Ph ₅ Щелочные свыше 9,5	Tr ₅ Гипертрофные	Fl ₄ Планктонные	Fa ₄ Безрыбные озера
Z ₅ Арктические	H ₅ Очень высокий свыше 2000 м	G ₁₆ Метеоритные G ₁₇ Искусственные	A ₅ Очень малая до 1 га	D ₅ Очень малая до 5 м	W ₅ Бессточные	T ₅ Горячие (термальные) выше 30 °С	Mix ₅ Постоянно перемешивающиеся	Tw ₅ Очень низкая менее 1,5 м	M ₆ Стратифицированность по солёности	I ₃₍₃₎ Na К	Ph ₆ Щелочные	Tr ₆ Дистрофные	Fl ₄ Планктонные	Fa ₄ Безрыбные озера

Пример формулы: Озеро Нижний Кабан (г. Казань, Среднее Поволжье, РФ) - Z₃ H₂ G_{5,6} A₃ D₃ W₃ T₃ Mix₃ Tw₃ M₃ I₂₍₁₎ Ph₃ Tr₃ Fl₃ Fa₃

Рис. 1. Предлагаемая универсальная лимно-экологическая классификация для нахождения типа озера (формулы) по показателям и признакам.

тропическое, с низкой высотой над уровнем моря, тектоническое, очень большое (50000 км²), с малой глубиной (11 м), приточное, с низкой прозрачностью вод, среднeminерализованное, макрофитное с богатым видовым разнообразием, рыбное с редкими видами рыб.

Заключение

Впервые предложены подходы для создания многопараметровой лимнологической классификации, отличающейся от известных, пригодной к использованию для типизации и классифицирования озер на любом континенте.

Основным отличием универсальной лимно-экологической классификации (УЛЭК) является использование многих параметров, а также объединение предлагаемых признаков и показателей классифицирования озер в виде единой формулы.

Подобный подход выявления типа водоемов используется впервые и может быть применен для крупномасштабной типизации озер в разных районах мира. УЛЭК может использоваться при масштабном зонировании для больших территорий, для сравнительного анализа происходящих с озерами изменений, в том числе антропогенных, для экологического мониторинга, статистической и математической обработки данных мониторинга и др.

Литература

1. Теоретические вопросы классификации озер / Под ред. Н.П. Смирнова. Спб.: Наука, 1993. 185 с.
2. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
3. Жадин В.И. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора/В.И. Жадин, С.В. Герд. М., 1961. 597 с.
4. Цееб Я.Я. О принципах экологической классификации прудов, озер и водохрани-

лищ // Тез. докл. III экол. конф. Киев, 1954. С. 132–139.

5. Баранов И.В. Лимнологические типы озер СССР. Л., 1962. 226 с.

6. Мингазова Н.М. Эколого-лимнологическая классификация для озерных экосистем (на примере Среднего Поволжья) // Тез. докл. VIII съезда ГБО РАН. Калининград, 2001. С. 122–123.

7. Мингазова Н.М. Типология и место солонатоводных карстовых озер Среднего Поволжья в лимнологических классификациях // Уникальные экосистемы солонатоводных карстовых озер Среднего Поволжья / Под ред. А.Ф. Алимова, Н.М. Мингазовой. Казань, изд-во КГУ. 2001. С. 82–87.

8. Мингазова Н.М. Эколого-лимнологическая классификация для озер Среднего Поволжья // Биоразнообразие и типология карстовых озер Среднего Поволжья / Под ред. Н.М. Мингазовой. Казань, изд-во КГУ 2009. С. 190–195.

9. Мингазова Н.М. Эколого-лимнологическая классификация (на примере озер Среднего Поволжья) и возможности ее применения для озер мира / Н.М. Мингазова, А.И. Галеева // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Матер. III Межд. науч. конф. Минск, 2007. С. 28-29.

10. Mingazova N.M. Methodical approaches to development of the universal limno-ecological classification/ N.M. Mingazova, A.I. Galeeva// Environmental radioecology and applied ecology. 2007. № 3. P. 12–19.

11. Mingazova N. The principles of limno-ecological classification /N. Mingazova, A. Galeeva // 13th World Lake Conference. Abstract Volume. Wuhan – China, 2009. P. 392.

12. Галеева А.И. Использование универсальной лимно-экологической классификации для региональной типизации и инвентаризации озерного фонда на примере г. Казани / А.И. Галеева, Н.М. Мингазова // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12 (33), № 1(4). С. 925-929.

N.M. Mingazova, A.I. Galeeva

APPROACHES TO LIMNO- ENVIRONMENTAL LABELLING

Nowadays there is a great deal of one – parameter limnological classifications, multi-parameter classifications are rare and can be referred to general . General limno-environmental labeling has been

developed in this paper, it combines different parameters for lake classification. Combination of parameters, scientific assessment and one – equation lake description are the main approaches for lake classification.

Key words: limnology, lake classification, multi-parameter classification, limno- environmental labelling