

УДК 556.114

Хильчевский В.К., Курило С.М.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ АЛЕКИНА

Ключевые слова: модернизация классификации; гидрохимический режим; трансформация химического состава.

Введение. Для систематизации природных вод по химическому составу используются различные классификации: Пальмера, Штумпера, Алекина, Дурова, Щукарева, Сулина, Никольской, Александрова, Валяшко и другие [1, 2, 8,9]. Определяющими факторами в этих классификациях выступают: значение минерализации воды, преобладающий компонент или их группа, соотношение между величинами концентраций разных ионов, наличие повышенного количества отдельных специфических компонентов газового или солевого состава. Известны попытки классифицировать воды в соответствии с общими условиями, по которым формируется их химический состав, а также по гидрохимическому режиму водных объектов. Развитие гидрохимических исследований на современном этапе побуждает к модернизации и углублению уже существующих классификаций природных вод. Особенно это касается их использования для исследования трансформации химического состава поверхностных вод за многолетние периоды наблюдений.

Классификация химического состава природных вод Алекина (базовая). Увеличение использования природных вод в разных отраслях экономики в XX в. обусловило углубление дифференциации гидрохимических исследований. Одним из ее проявлений было разделение природных вод на определенные группы в зависимости от наличия и соотношения в них разных ионов. То есть, создание гидрохимических классификаций природных вод.

Среди классификаций природных вод по химическому составу наиболее широко применяется к поверхностным водам классификация Алекина - по преобладающим анионам и катионам [1]. В ее основу положены два принципа: преобладающих ионов и соотношений между ионами. Преобладающими считаются ионы с наивысшим относительным содержанием в процентах с пересчетом на количество вещества эквивалента. Все природные воды по преобладающим анионам разделяются на три класса: гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные. По ним определяют в общих чертах гидрохимическую характеристику воды. Каждый класс разделяется по преобладающим катионам на три группы вод – кальциевую, магниевую и натриевую, каждая группа – на четыре типа вод, которые предопределяются соотношениями между ионами в эквивалентах.

Классы, группы и типы, отражаются соответствующими символами. Класс - анионами: С – HCO_3^- , S – SO_4^{2-} , Cl – Cl^- ; группа - катионами: Na, Ca, Mg; тип - римскими цифрами (I-IV). Символы записываются таким образом: C_I^{Ca} (гидрокарбонатный класс, группа кальция, тип первый); $\text{S}_{II}^{\text{Mg}}$ (сульфатный класс,

группа магния, тип второй) или для более сложного случая – SCl_{III}^{NaMg} (сульфатно-хлоридный класс, группа натрия и магния, тип, третий). Второй анион или катион вводится в индекс, если его содержание не более чем на 5% в пересчете на количество вещества эквивалента уступает первому иону.

Даная классификация апробировалась при систематизации материалов наблюдений за химическим составом речных вод огромной территории прежнего Советского Союза, которые в региональном отношении характеризуются достаточно разнообразным (контрастирующим) составом (гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные). Но с помощью классификации Алекина сложно оценить в полной мере изменения в химическом составе воды за многолетний период наблюдений на реках в пределах одной или нескольких соседних физико-географических зон [10-12].

Классификация химического состава природных вод Алекина (модернизированная). Для целей углубленного исследования трансформации химического состава речных вод за многолетний период нами был предложен методический подход, который основывается на применении классификации Алекина, но усовершенствованной под сформулированную задачу. При этом, модернизация не задевает наивысшего признака – класса, а касается групп и типов, с введением нового таксона – подтипа. Впервые этот методический подход был реализован нами (В.К. Хильчевским и С.М. Курило) в 2006 г. в работе [5]. Затем он неоднократно применялся для исследований трансформации химического состава речных вод за многолетний период [4, 6, 7].

Принципы, использованные для усовершенствования классификации, заключаются в следующем (табл. 1).

Во-первых, для детального отображения изменения химического состава воды на уровне групп по преобладающим катионам предлагается вводить второй катион, когда его содержимое в пересчете на количество вещества эквивалента выше 25%, если брать суммы эквивалентных анионов и катионов по 100% (например, C^{CaMg}).

Во-вторых, для отображения количественных изменений классообразующих анионов в химическом составе природных вод предлагается во всех четырех типах выделять подтипы по относительному содержанию классообразующего аниона. Это иллюстрируется путем добавления к символу типа (римская цифра) буквенного индекса (например, C_{Ia}^{CaMg} – гидрокарбонатный класс, кальциево-магниевая группа, тип первый, подтип а). Соответственно, по содержанию классообразующего аниона, первый (I), второй (II) и третий (III) типы природных вод делятся на три подтипа (*a, b, c*):

I_a, II_a, III_a - если содержание классообразующего аниона является большим 75% в пересчете на количество вещества эквивалента;

I_b, II_b, III_b - если содержание классообразующего аниона составляет 50 - 75% в пересчете на количество вещества эквивалента;

I_c, II_c, III_c - если содержание классообразующего аниона составляет менее 50 % в пересчете на количество вещества эквивалента.

Четвертый тип природных вод делится на два подтипа (*a, b*):

IV_a - если содержание классообразующего аниона является большим 75% в пересчете на количество вещества эквивалента

IV_b - если содержание классообразующего аниона является меньшим 75% в пересчете на количество вещества эквивалента.

Таблица 1. Схематическое изображение модернизированной классификации природных вод Алекина по преобладающим анионам и катионам (модернизация, предложенная В.К. Хильчевским и С.М. Курило, 2006)

Признак	ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ															
	Гидрокарбонатные - С				Сульфатные - S				Хлоридные - Cl							
	Ca		Mg		Na		Ca		Mg		Na					
Классы	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Группы	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Типы	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
Подтипы	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b

Таким образом, выстраивается следующая последовательность признаков по модернизированной классификации природных вод Алекина.

Классы:

- 1). Гидрокарбонатные – С.
- 2). Сульфатные – S.
- 3). Хлоридные – Cl.

Группы:

- 1). Кальциевые – Ca.
- 2). Магниевого - Mg.
- 3). Натриевые - Na.

Типы:

- I. $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$.
- II. $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$.
- III. $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$.
- IV. $\text{HCO}_3^- = 0$.

Подтипы (по содержанию классообразующего аниона - HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl):

- 1). a - > 75%.
- 2). b - 50-75%.
- 3). c - < 50 %.

Такое дополнение к базовой классификации позволяют отображать химический состав речных вод на качественно новом уровне (табл. 2). Также апробировалось применение модернизированной классификации к другим типам природных вод – подземным и атмосферным.

Таблица 2. Примеры использования модернизированной классификации Алекина для отображения химического состава речных вод

Место отбора пробы	Дата отбора пробы воды	Формула Курлова, % - экв.	Классификация Алекина (базовая)	Классификация Алекина (модернизированная)
Речные воды				
р. Удай – г. Прилуки	12.02.1959	$\frac{\text{HCO}_3}{97} \frac{\text{SO}_4}{2} \text{Cl}_{11}$ Ca58 Mg34 (Na+K)8	C _I Ca	C _{Ia} CaMg
р. Удай – г. Прилуки	09.04.1964	$\frac{\text{HCO}_3}{73} \frac{\text{SO}_4}{18} \text{Cl}_{19}$ Ca42 (Na+K)31 Mg27	C _I Ca	C _{Ib} CaNaMg
р. Турия – г. Ковель	23.10.1960	$\frac{\text{HCO}_3}{91} \frac{\text{SO}_4}{7} \text{Cl}_{12}$ Ca54 Mg41 (Na+K)5	C _{II} Ca	C _{IIa} CaMg
р. Турия – г. Ковель	15.09.1987	$\frac{\text{HCO}_3}{69} \text{Cl}_{17} \frac{\text{SO}_4}{14}$ Ca48 (Na+K)28 Mg24	C _{II} Ca	C _{IIb} CaNa
Подземные воды				
Скважина завода «Арсенал», г. Киев	2002	$\frac{\text{HCO}_3}{85} \text{Cl}_{10} \frac{\text{SO}_4}{5}$ Ca41 (Na+K)30 Mg29	C _I Ca	C _{Ia} CaNaMg
Скважина завода «Арсенал», г. Киев	2018	$\frac{\text{HCO}_3}{82} \text{Cl}_{11} \frac{\text{SO}_4}{7}$ Ca38 Mg32 (Na+K)30	C _I Ca	C _{Ia} CaMgNa
Атмосферные осадки				
Метеостанция «Тетерев»	1984	$\frac{\text{SO}_4}{75} \frac{\text{HCO}_3}{20} \text{Cl}_5$ Mg50 Ca40 (Na+K)10	S _{II} Mg	S _{IIb} MgCa
Метеостанция «Тетерев»	2015	$\frac{\text{HCO}_3}{55} \frac{\text{SO}_4}{40} \text{Cl}_5$ Mg51 Ca39 (Na+K)10	CS _{II} MgCa	CS _{IIb} MgCa

Например, проба воды р. Удай – г. Прилуки в 1959 г. по базовой классификации Алекина была гидрокарбонатного класса кальциевой группы первого типа (C_{I}^{Ca}), а по модернизированной классификации – гидрокарбонатного класса кальциево-магниевого группы первого типа подтипа *a* (C_{Ia}^{CaMg}) (см. табл. 2). Проба воды этой же реки в 1964 г. по базовой классификации остается без изменений – C_{I}^{Ca} , а по модернизированной – проявляются ощутимые изменения – C_{Ib}^{CaNaMg} (гидрокарбонатный класс кальциево-натриево-калиево-магниевого группы первого типа подтипа *b*). Подобные изменения видим и в пробах воды р. Турия – г. Ковель за 1960 г. и в 1987 г. (см. табл. 2).

Пример применения модернизированной классификации Алекина для детализированных исследований трансформации химического состава воды отдельной реки (Сула), приведен в табл. 3 и рис. 1.

За период исследований минимальная среднегодовая минерализация составила 286 мг/дм³ (1947 г), а максимальное среднегодовое значение - 1125 мг/дм³ (1992 г.). В целом среднегодовые показатели имеют устойчивую тенденцию к росту с небольшими циклическими колебаниями в пределах 3-6 летних периодов.

Для определенных периодов характерен несколько иной характер многолетних изменений показателя минерализации. На протяжении периода 1946-1979 гг. амплитуда изменения содержания растворенных минеральных веществ была незначительной. Абсолютные значения минерализации воды реки изменялись в пределах 500-750 мг / дм³.

Наиболее ощутимое увеличение минерализации в определенный период зафиксировано в период 1985-2000 гг, в течении которого абсолютные величины этого показателя достигли 900-1125 мг/дм³.

В период 2000-2015 гг. наблюдается определенная стабилизация гидрохимического режима. В этот период значения минерализации воды реки изменялись в пределах 800-900 мг/дм³.

По среднегодовым гидрохимическим показателям речные воды характеризовались четко выраженной принадлежностью к гидрокарбонатному классу смешанного катионного состава или гидрокарбонатному классу группы кальция.

Одной из причин формирования такого состава речных вод являются особенности широко распространенных региональных почв и пород с характерными солонцеватыми включениями и повышенным содержанием растворимых солей (сульфатов, хлоридов натрия и калия). Эти же факторы вызывают и резкое отличие на качественном уровне в химическом составе воды р. Сула во время различных фаз водного режима. Так, сульфатный класс воды во время весеннего половодья объясняется активным вымыванием ионов легкорастворимых солей с поверхности водосбора при формировании больших объемов поверхностного стока. А уменьшение роли ионов кальция и их замещение ионами натрия связано с уменьшением объемов весеннего половодья и соответственно доли поверхностного стока в этой фазе водного режима. Как видно из табл. 3 и рис.1, в воде р. Сула – г. Лубны за многолетний период исследований происходит уменьшение относительного эквивалентного содержания ионов HCO_3^- , Ca^{2+} и Mg^{2+} вместе с относительным ростом ионов SO_4^{2-} , Cl^- и Na^+K^+ ($C_{IIa}^{CaMg} \rightarrow C_{IIb}^{CaNa}$).

Несмотря на существенные изменения относительного эквивалентного содержания главных ионов в воде Сулы за многолетний период, базовая классификация Алекина не показывает в полной мере динамику изменений химического состава воды. Вместе с этим, модернизированная классификация Алекина более четко улавливает эти изменения (табл.3, рис.1).

Таблица 3. Примеры использования модернизированной классификации Алекина для отображения изменения химического состава речных вод за многолетний период

Река-пункт	Расчетные периоды (годы)	Главные ионы, %-экв.						Классификация Алекина (базовая)	Классификация Алекина (модернизированная)
		HC O ₃	SO ₄ ²⁻	Cl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺		
Сула – г. Лубны	1946–1950	85	6	9	53	30	17	C _I Ca	C _{Ia} CaMg
	1951–1955	84	7	9	54	22	24	C _I Ca	C _{Ia} Ca
	1956–1960	86	8	6	54	29	17	C _I Ca	C _{Ia} CaMg
	1961–1965	79	12	9	53	26	21	C _{II} Ca	C _{IIa} CaMg
	1984–1990	72	11	17	45	25	30	C _I Ca	C _{Ib} CaNaMg
	1991–1995	60	18	22	34	16	50	C _I Na	C _{Ib} NaCa
	1996–2001	55	17	28	42	22	36	C _{II} Ca	C _{IIb} CaNa

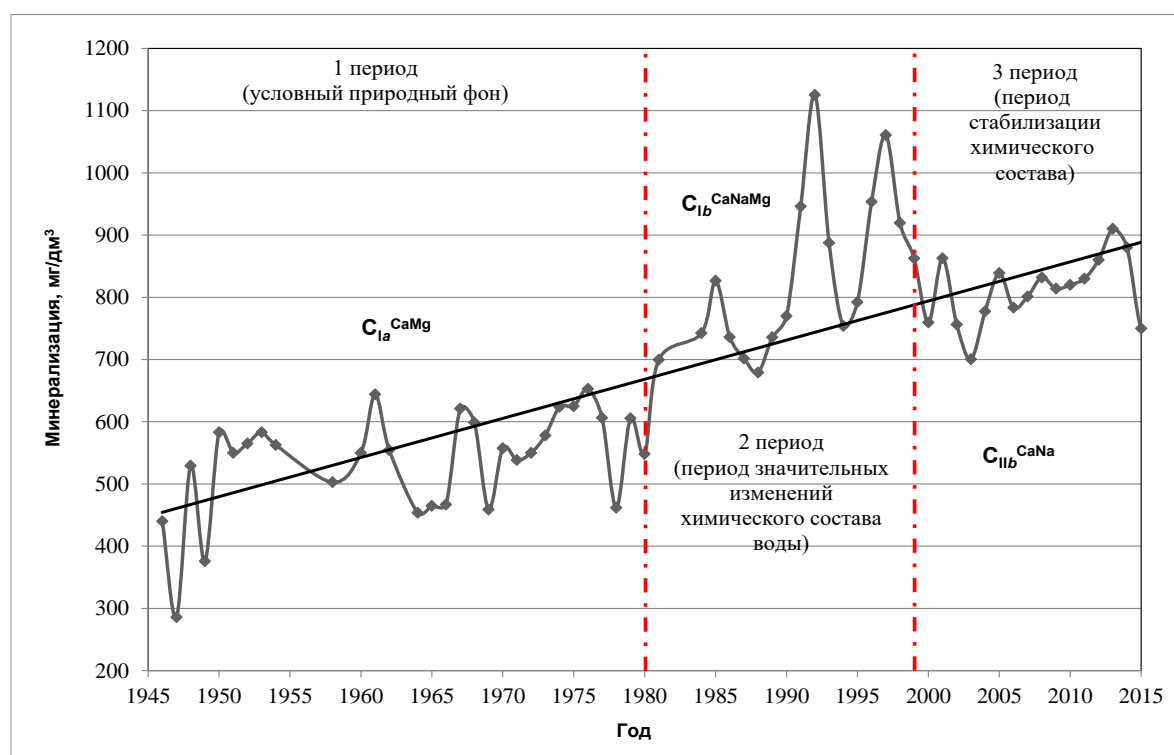


Рис. 1. Использование модернизированной классификации Алекина для отображения изменения химического состава воды р. Сула – г. Лубны, 1945-2015 гг.

Проведенные исследования изменения качественного химического состава р. Десна за период 1957-2014 гг. показали следующие трансформации, иллюстрированные с помощью модернизированной классификации Алекина: C_{IIa}Ca → C_{IIb}CaNa → C_{IIa}Ca → C_{IIa}CaMg → C_{IIa}Ca → C_{IIb}Ca → C_{IIa}Ca [4].

Выводы.

1. Предложенные авторами дополнения к базовой классификации Алекина позволяют фиксировать динамику изменений химического состава природных вод по катионам на уровне групп, а также на более детальном уровне выявлять

количественные изменения в относительном содержании классообразующих анионов (на уровне введенных подтипов).

2. Апробация модернизированной классификации Алекина, выполненная ранее по 25 рекам бассейна Днепра, расположенным в разных физико-географических зонах, имеющих разную степень антропогенной нагрузки и общей длительности рядов наблюдений (от 40 до 60 лет), показала свою эффективность.

3. Проведенные исследования подтверждают возможность применения модернизированной классификации для оценки трансформации химического состава речных вод за многолетие.

Список литературы

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. Ленинград. Гидрометеиздат, 1970. 443 с.
2. *Никаноров А.М.* Гидрохимия. 2-е изд. СПб. Гидрометеиздат, 2001. 444 с.
3. *Хильчевський В.К.* До питання про класифікацію природних вод за мінералізацією. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2003. Т. 5. С. 11-18.
4. *Хильчевський В.К., Курило С.М.* Аналіз багаторічної трансформації хімічного складу річкових вод України. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2014. Т. 2(33). С. 17-28.
5. *Хильчевський В.К., Курило С.М.* Оценка трансформации химического состава речных вод. Матеріали 4-го міжнарод. водного форуму «Aqua-Ukraine-2006». Київ. 2006. С. 59-61.
6. *Хильчевський В.К., Курило С.М.* Трансформация химического состава речных вод Украины в условиях изменения климата. Мат-лы междунар. научн. конф.: Проблемы обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата. Минск. 2015. С. 47-48. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/38539389.pdf>
7. *Хильчевський В.К., Курило С.М., Руденко Р.В.* Модернізація класифікації природних вод О.А. Алекіна для дослідження трансформації хімічного складу поверхневих вод. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2006. Т. 11. С. 32-37.
8. *Хильчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М.* Основы гідрохімії. Київ. Ніка-Центр, 2012. 326 с.
9. *Хильчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М.* Регіональна гідрохімія України. Київ. ВПЦ «Київський університет», 2019. 343 с.
10. *Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P.* Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2018. 27(1). P. 68-80. URL: <https://doi.org/10.15421/111832>
11. *Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P., Zabokrytska M.R.* The chemical composition of precipitation in Ukraine and its potential impact on the environment and water bodies. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2019. 28(1). P. 79-86. URL: <https://doi.org/10.15421/111909>
12. *Khilchevskiy V.K., Zabokrytska M.R., Sherstyuk N.P.* Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on territory of Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2018. 27(2). P. 232-243. URL: <https://doi.org/10.15421/111848>

References

1. *Alekin O.A.* Osnovy gidrohimii [The basics of hydrochemistry]. Leningrad. Gidrometeoizdat, 1970. 443 s.
2. *Nikanorov A.M.* Gidrohimiya [Hydrochemistry]. 2-e izd. SPb. Gidrometeoizdat, 2001. 444 s.
3. *Khilchevskiy V.K.* Do pytannia pro klasyfikatsiiu pryrodnykh vod za mineralizatsiieiu [To the question of the classification of natural waters by mineralization]. Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia. 2003. T. 5. S. 11-18.
4. *Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M.* Analiz bahatorichnoi transformatsii khimichnoho skladu richkovykh vod Ukrainy [Analysis of long-term transformation of the chemical composition of river waters of Ukraine]. Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia. 2014. T. 2(33). S. 17-28.
5. *Hilchevskij V.K., Kurilo S.M.* Ocenka transformacii himicheskogo sostava rechnyh vod [Assessment of the transformation of the chemical composition of river waters]. Materialy 4-ho mizhnarod. vodnoho forumu: Aqua-Ukraine-2006. Kyiv, 2006. S. 59-61.
6. *Hilchevskij V.K., Kurilo S.M.* Trasformaciya himicheskogo sostava rechnyh vod Ukrainy v usloviyah izmeneniya klimata. Mat-ly mezhdunar. nauchn. konf.: Problemy obespecheniya hozyajstvennoj deyatelnosti v usloviyah izmenyayushegosya klimata. Minsk. 2015. S. 47-48. - URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/38539389.pdf>
7. *Hilchevskij V.K., Kurilo S.M., Rudenko R.V.* Modernizaciya klassifikacii prirodnykh vod O.A. Alekina dlya issledovaniya transformacii himicheskogo sostava poverhnostnykh vod [Modernization of the classification of natural waters O.A. Alekina to study the transformation of the chemical composition of surface

waters]. *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia*. 2006. T. 11. S. 32-37. **8. Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M.** *Osnovy hidrokhimii* [The basics of hydrochemistry]. Kyiv. Nika-Tsent, 2012. 326 s. **9. Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M.** *Rehionalna hidrokhimiiia Ukrainy* [Regional hydrochemistry of Ukraine]. Kyiv. VPTs «Kyivskiy universytet», 2019. 343 s. **10. Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P.** Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. 27(1). P. 68-80. URL: <https://doi.org/10.15421/111832> **11. Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P., Zabokrytska M.R.** The chemical composition of precipitation in Ukraine and its potential impact on the environment and water bodies. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2019. 28(1). P. 79-86. URL: <https://doi.org/10.15421/111909> **12. Khilchevskiy V.K., Zabokrytska M.R., Sherstyuk N.P.** Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on territory of Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. 27(2). P. 232-243. URL: <https://doi.org/10.15421/111848>

Дослідження трансформації хімічного складу поверхневих вод з використанням модернізованої класифікації Алекіна

Хільчевський В.К., Курило С.М.

Проаналізовано багаторічні зміни хімічного складу річкових вод України з використанням модернізованої класифікації Алекіна (модернізація запропонована В.К. Хільчевським і С.М. Курилом). Введені авторами доповнення до базової класифікації дозволяють фіксувати динаміку змін хімічного складу природних вод за катіонами на рівні груп, а також на більш детальному рівні виявляти кількісні зміни у відносному вмісті класоутворюючих аніонів (на рівні підтипів). Встановлено основні тенденції трансформації хімічного складу річкових вод України, а також їхній можливий зв'язок з глобальними кліматичними змінами.

Ключові слова: модернізація класифікації; гідрохімічний режим; трансформація хімічного складу.

Исследование трансформации химического состава поверхностных вод с использованием модернизированной классификации Алекина

Хильчевский В.К. Курило С.М.

Проанализированы многолетние изменения химического состава речных вод Украины с использованием модернизированной классификации Алекина (модернизация предложена В.К. Хильчевским и С.М. Курило). Введенные авторами дополнения к базовой классификации Алекина позволяют фиксировать динамику изменений химического состава природных вод по катионам на уровне групп, а также на более детальном уровне выявлять количественные изменения в относительном содержании классообразующих анионов (на уровне подтипов). Установлены основные тенденции трансформации химического состава речных вод Украины, а также их возможная связь с глобальными климатическими изменениями.

Ключевые слова: модернизация классификации; гидрохимический режим; трансформация химического состава.

A research of the transformation of the chemical composition of surface waters using the modernized classification of Alekin

Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M.

Climatic changes and value of anthropogenic load of watershed of the rivers can be main reasons. The article researched long-term changes in the chemical composition of rivers in Ukraine. Long-term changes in the chemical composition of the river waters of Ukraine were analyzed using the modernized Alekin classification (modernization was proposed by V.K. Khilchevskiy and S.M. Kurylo). The additions introduced by the authors to the basic classification of O.A. Alekin allow fixing the dynamics of changes in the chemical composition of natural waters by cations at the group level, as well as at a more detailed level, revealing quantitative changes in the relative content of class-forming anions (at the level of subtypes).

Taking it into account for the most relevant tasks which arise for hydrologists and hydrochemicals are considered to be determination of modern regularities of streamflow and hydrochemical regime in conditions of warming which happens and assessments of such changes for the perspective. The mineralization of water and concentration of the main ions in river waters change for many reasons. Studying has been executed on the Udaj river, Tur'ya river, Sula river. The trend of increasing salinity of river water is detection. Main changes are taking place in the spring. During period of supervisions there was growth of mineralization of water: Sula – from 440 to 1125 mg/dm³. The main factor there is an increased part of groundwater flow. In favor of this conclusion the following results of researches serve.

The special executed calculations showed dependence between part of ground flow and chemical composition of water of the rivers.

Different classifications are used to systematize natural waters by chemical composition. Attempts to classify water in accordance with the general conditions by which their chemical composition is formed are known. For analysis of long-term changes of the hydrochemical regime in different phases of the water was found and application of the classification of Alekin (modernized). Modernization does not touch the highest trait - class, but concerns groups and types, with the introduction of a new taxon - subtype. Modernization to the basic classification of Alekhin allow to fixed in detail the dynamics of changes in the chemical composition of natural waters by cations at the group level. At a detailed level, quantitative changes in the relative content of anions (at the level of proposed subtypes) can be fixed.

Verification of the modernized classification of O.A. Alekhin, made on 25 rivers of the Dnipro river basin. Rivers are located in different environmental zones, have different anthropogenic pressure and term of observations (40 - 60 years).

An attempt was made to apply the modernized classification to other types of natural waters - groundwater and atmospheric.

Keywords: *classification modernization; hydrochemical regime; chemical composition transformation.*

Надійшла до редколегії 18.12.2019