

**МІГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ**  
**THE MIGRATION OF INFORMATION ELEMENTS IN WATER OBJECTS**

**Тамара БЛАЖКЕВИЧ,**  
кандидат економічних наук,  
Житомирський національний  
агроєкологічний університет,  
Житомир

**Tamara BLAZHKEVICH,**  
Ph.D. in Economics,  
The State Agroekological University,  
Zhytomyr

*На підставі схеми кругообігу води у біосфері наведена структура інформаційних потоків, логічно доведена можлива міра іманентності міграції хімічних елементів у водних об'єктах. Проаналізовано сучасний стан складових біосфери, досліджено кількісні характеристики міграції хімічних елементів в її водних об'єктах та потоки інформаційних елементів. Побудовано граф міграції речовин у природі, за допомогою якого доведено, що будь-які цикли обміну речовини, енергії та інформації можна представити у вигляді процесу перетворення одних ресурсів на інші. Розроблена загальнопланетарна модель міграції інформаційних елементів в мегабіосфері, виділені речовинні, енергетичні та інформаційні потоки.*

**Ключові слова:** інформаційні потоки, структура потоків, потоки інформаційних елементів, хімічні елементи, міграція хімічних елементів, речовин, інформаційних елементів.

*On the basis of water circulation scheme in the biosphere the structure of information flows is developed. The possible limits of the immanent migration of chemical elements in water objects are proved logically. The present-day state of the biosphere elements is analyzed; the quantitative characteristics of the chemical elements migration in the biosphere water objects and information elements flows are investigated. The scheme of substance migration in the nature is devised. The above scheme makes it possible to prove that any exchange of substances, energy and information can be presented through the process of transforming resources. The general planetary model of migration of information elements in the megabiosphere is developed/The substance, energy and information flows are singled out.*

**Key words:** information flows, structure flows, flow of information elements, chemical elements, migration of chemical elements, substances, information elements.

**Постановка проблеми.** Процеси міграції хімічних, механічних та енергетичних елементів у Природі достатньо досліджені. Основну роль у переносі цих елементів відіграє кругообіг води в біосфері, оскільки вона є «кров'ю» планети, яка живить харчовими речовинами всі, навіть найменші об'єкти (мікроби, клітини, інші живі організми, мікро-, мезо-, макроекосистеми, біосферу в цілому). Але в Природі існує ще один, можливо найактивніший і найнеобхідніший для існування всіх живих організмів елемент – інформація. Наявність інформаційних потоків у живій матерії доводить той факт, що перетворення енергії, яке здійснює жива істота, супроводжується накопиченням ентропії – міри перетворення будь-якого виду енергії в теплову (фізичний зміст)

або отримання певної кількості інформації (статистичний зміст). Якщо навчитися обчислювати та вимірювати кількість інформації, передану одними та отриману іншими організмами, то можна визначити структуру інформаційних потоків і пізнати віртуальний світ природи.

Однак у філософії Канта віртуальне уявлення світу є трансцендентним (лат. *transcendens, transcendentis*), тобто таким, яке виходить за межі можливого досвіду («світу явищ») і недоступне для теоретичного пізнання або перебуває за межами певної сфери, світу в цілому [1, с. 683]. Тому виникає необхідність логічного доведення можливої міри іманентності (лат. *immanens, immanentis* – притаманний чомусь) – властивості об'єкта, що досліджується, природі власне предмета чи явища.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання міграції хімічних елементів у водних об'єктах та кругообігу води в природі висвітлюються в наукових працях Ю. Беліченко [2], В. Вернадського [3, 4, 5], П. Гленсдорфа, І. Пригожина, Ю. Чизмаджева [6], І. Губія, Е. Іванова, І. Прозорова, С. Яковлева [7], І. Дедю [8], А. Запольського [9], М. Реймерса [10], А. Яцика [11] та інших. Однак міграція інформаційних елементів у водних об'єктах залишається недостатньо дослідженою.

**Метою дослідження** є визначення кількісних та якісних характеристик інформаційних потоків у водних об'єктах біосфери.

**Об'єкти та методика досліджень.** Об'єктом дослідження є інформаційні потоки в біосфері. Вирішення поставлених завдань здійснювалось на основі аналізу статистичних даних динаміки якості водних об'єктів. Для теоретичного обґрунтування міграції інформаційних елементів у них використано абстрактно-логічний метод дослідження, а саме прийоми аналізу й синтезу, оцінки сучасного стану міграції забруднюючих речовин – метод групування.

**Основні результати дослідження.** Інформаційними потоками вважають відомості про динаміку небесних тіл і біосфери Землі, стан, поведінку живих організмів, популяцій, екосистем, закони, правила та принципи їх взаємодії, генетичну спадщину, інші природні об'єкти, процеси, явища. Будь-яка послідовність потоків (стрілок, рис. 1) являє собою інформаційний, енергетичний, речовинний або трофічний ланцюг, якщо розглядати, відповідно, процес перетворення інформаційних, енергетичних, речовинних ресурсів або ряд видів живих організмів, в якому попередня ланка є їжею (біоресурсом) для наступної. Замкнений ланцюг, який виходить з певного кружечка і повертається до нього, називають циклом, кругом, кругообігом інформації, енергії та речовини [1, с. 179].

Сучасне уявлення про кругообіг води в біосфері полягає в тому, що це процес безперервного, взаємопов'язаного переміщення води на землі, який відбувається під впливом сонячної радіації, життєдіяльності живих організмів, сил тяжіння, господарської діяльності людини (рис. 2). Такий кругообіг складається із випарювання (особливо з поверхні Світового океану), конденсації, утворення хмар, випадання з них опадів та формування стоків (поверхневого й підземного) у Світовий океан. Режим кругообігу води формується із загальної суми опадів, які випадають на поверхню Земної кулі, що приблизно дорівнює

випарюванню 519 тис. км<sup>3</sup>. Саме тому водні ресурси відносять до категорії невичерпних.

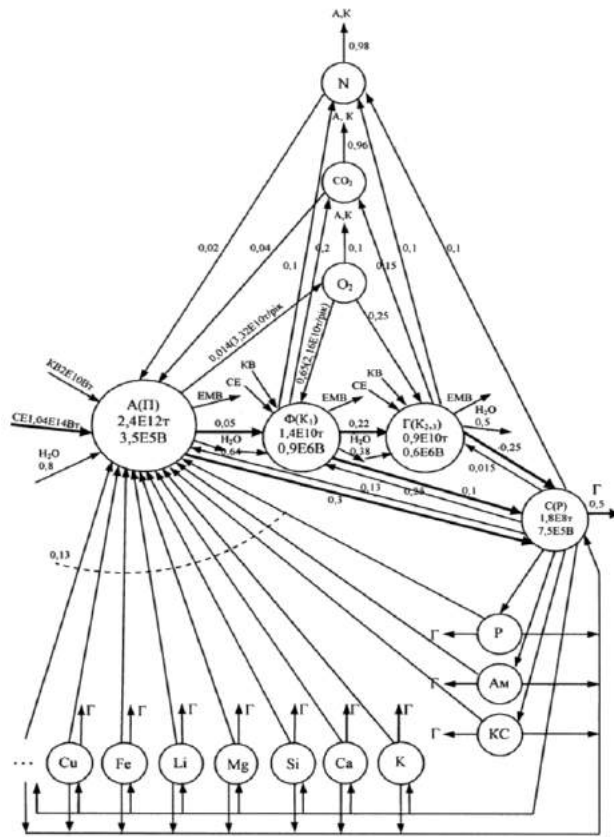


Рис. 1. Граф взаємодії природних ресурсів планети (побудовано автором)

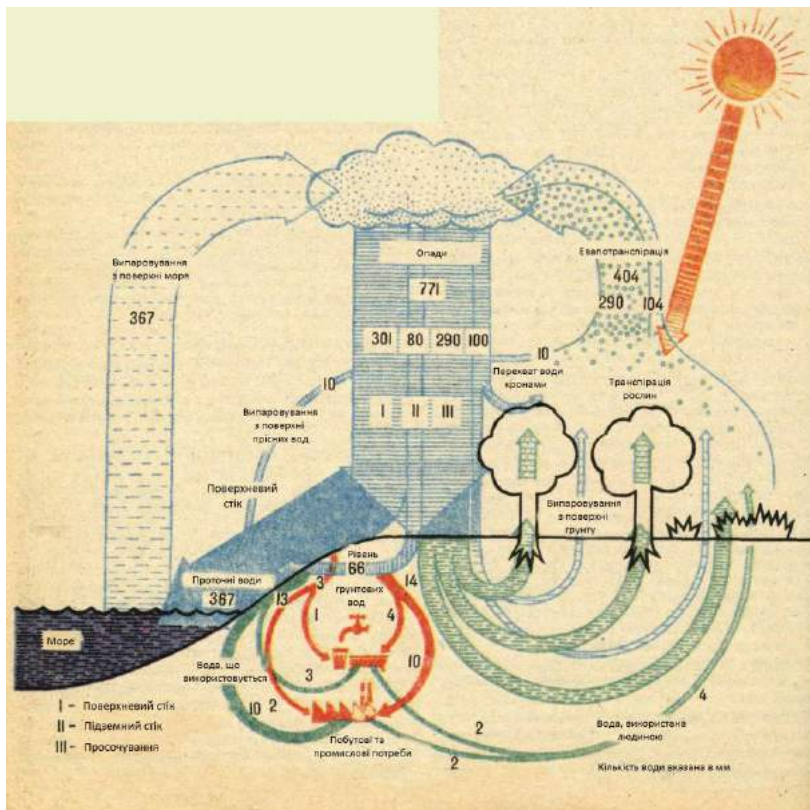


Рис. 2. Кругообіг води у біосфері [8, с. 152]

Розрізняють великий та малий кругообіг води. У першому випадку вода, яка випаровується з поверхні океану, частково повертається в нього, а частково переноситься на суходіл у вигляді опадів. Ця вода розподіляється на три основні частини: перша йде на поверхневий стік, друга – на просочування у ґрунт (підземний стік), третя – на випарювання в атмосферу. При малому кругообігу вода, що випаровується з поверхні океану, повертається в нього у вигляді опадів [8, с. 152].

У попередніх дослідженнях [12, с. 177] міграцію хімічних елементів у природі представлено на трофічному (харчовому) рівні, що являє собою сукупності організмів, які отримують перетворену енергію Сонця або хімічних реакцій через однакову чисельність посередників трофічного ланцюга (табл. 1).

Таблиця 1

## Посередники трофічних перетворень\*

Назва посередника	Позначення	Кількість видів	Загальна маса, т
Автотрофи (продуценти)	А(П)	$3,5 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^{12}$
Фітофаги (консументи першого порядку)	Ф( $K_1$ )	$0,9 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^{10}$
Гетеротрофи (консументи другого, третього та інших порядків)	Г( $K_2, K_3 \dots$ )	$0,6 \cdot 10^6$	$0,9 \cdot 10^{10}$
Сапротрофи (редуценти)	С(Р)	$7,5 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^8$

\* Джерело: розроблено автором.

Кількісні характеристики міграції хімічних елементів наступні (табл. 2).

Таблиця 2

## Кількісні характеристики міграції хімічних елементів\*

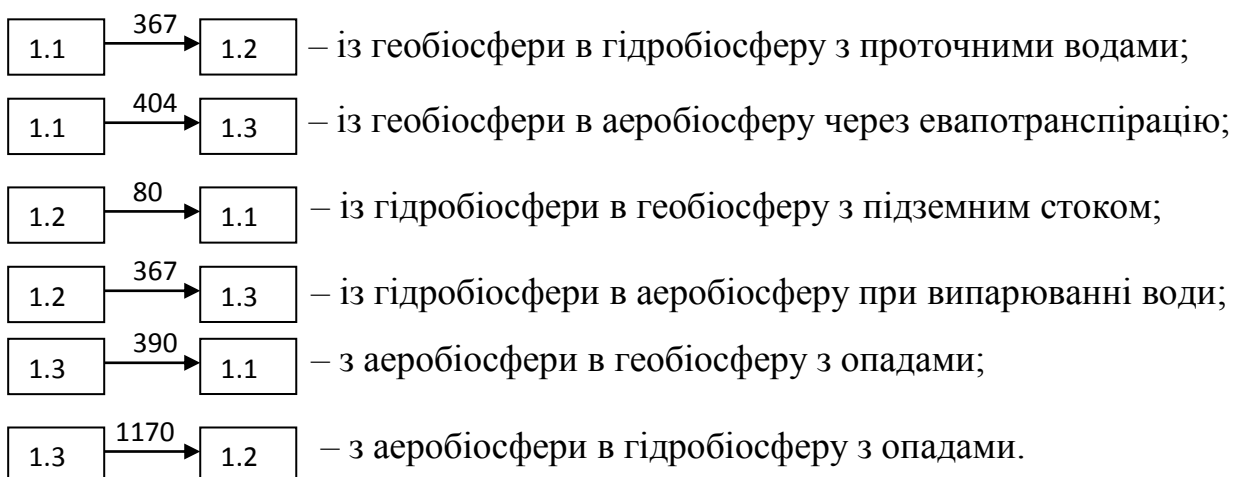
Позначення	Частка від загальної біомаси, %
Від А(П) до Ф( $K_1$ )	5
Від А(П) до С(Р)	30
Від Ф( $K_1$ ) до Г( $K_2, K_3$ )	22
Від Ф( $K_1$ ) до С(Р)	10
Від Г( $K_2, K_3$ ) до С(Р)	25
Від С(Р) до А(П)	13
Від С(Р) до Ф( $K_1$ )	25
Від С(Р) до Г( $K_2, K_3$ )	1,5
Від С(Р) в геологію (Г)	50

\* Джерело: розроблено автором.

Хімічні елементи поділяють на дві групи: газоподібні речовини, які виділяються організмами в атмосфері та космосі (А, К), частково зворотньо вживаються ними, наприклад, кисень ( $O_2$ ), вуглекислота або водень ( $CO_2$ ), азот (N) тощо, а також тверді й рідкі розчини, що утворюються в результаті деструкції органічних решток мертвих тіл сапротрофами й основною своєю масою потрапляють у геологію (Г) або поклади корисних копалин, частково використовуються для харчування автотрофів, наприклад, фосфор (P), амінокислоти (Am), кислотні сполуки (КС), калій (K), кальцій (Ca), кремній (Si), магній (Mg), літій (Li), залізо (Fe), мідь (Cu) тощо. У геологію також потрапляє велика кількість органічних сполук, які формуються в анаеробному середовищі шляхом обмеженої деструкції решток живих організмів, – газ, нафта, кам'яне вугілля, торф.

Енергетичним забезпеченням потоків міграції речовини є надходження сонячної енергії (СЕ) та космічних випромінювань (КВ) на поверхню Землі в кількості приблизно  $5,2 \cdot 10^{15}$  Вт та споживання цієї енергії рослинами у процесі фотосинтезу загальним обсягом близько  $1,04 \cdot 10^{14}$  Вт, або майже 0,2 % її надходження, а також споживання цієї енергії гетеротрофами в порівняно незначних кількостях для зігрівання організму й отримання інформації. Причому витрати енергії на дихання – поглинання та виділення води (В), кисню ( $O_2$ ), водню (H), вуглецю ( $CO_2$ ), азоту (N) та інших речовин – становлять для автотрофів 65 %, фітофагів – 20, консументів – 20, редуцентів – 5 %. Порівняно з ними витрати на електромагнітне випромінювання (ЕМВ) живого організму, яке завжди існує при певній температурі тіла, протіканні біотоків мозку та центральної нервової системи, будуть дуже малими.

На підставі розглянутих вище об'єктів та методики дослідження розроблена загальнопланетарна модель міграції інформаційних елементів у мегабіосфері (рис. 3), відповідно до якої виділені наступні речовинні, енергетичні та інформаційні потоки елементів:



Потужність потоків за даними дослідження кругообігу води у ФРН (Cladins, Keller) наведено в міліметрах [8, с. 152].

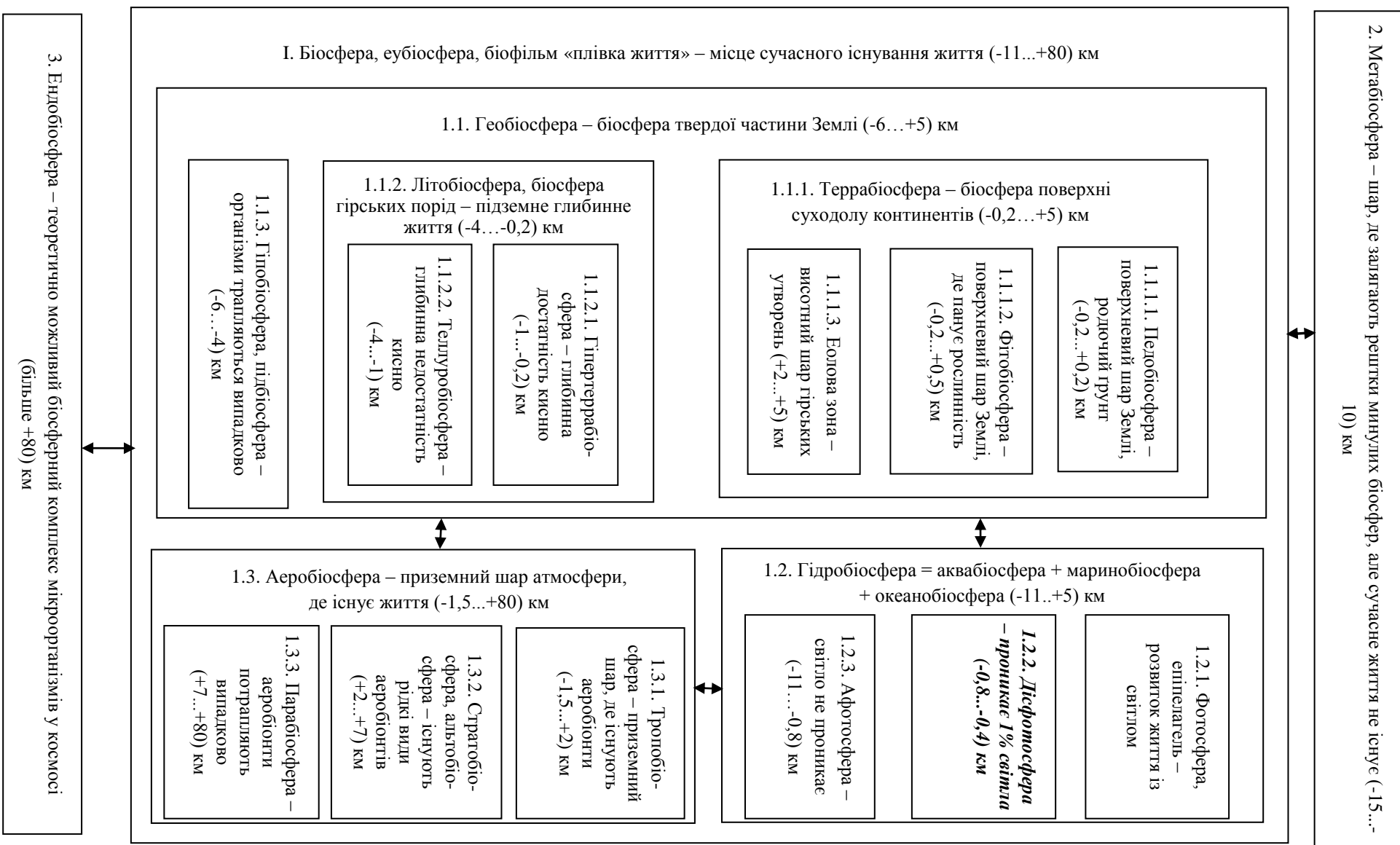


Рис. 3. Модель міграції інформаційних елементів у мегабіосфері (біосфері та метабіосфері) – шарі, де зустрічається життя чи його рештки (-15...+ 80) км (розроблено автором)

На основі отриманих результатів побудовано граф міграції речовинних, енергетичних та інформаційних потоків (рис. 4).

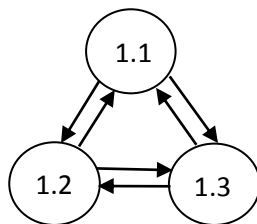


Рис 4. Граф міграції інформаційних елементів у мегабіосфері  
(розроблено автором)

Отже, виникає можливість застосування математичної теорії графів для дослідження динаміки та фінального стану інформаційних потоків у мегабіосфері, що є науковою базою прогнозування деградації будь-яких екологічних систем та біосфери в цілому. Оскільки людина є частиною природи, біосфери, то прогнозування їх стану є базою для формулювання принципів сталого розвитку світової економіки. Перший етап пов'язаний з науковим обґрунтуванням використання водних ресурсів планети для забезпечення людства якісною питною водою та технологічними водами, необхідними для раціонального виробництва суспільного продукту.

## ВИСНОВКИ

1. Виробництво продуктів харчування для зростаючого населення планети значною мірою залежить від наявності якісної прісної води. Однак іригаційні системи, що постраждали від заболочування й засолення, не є ефективними, у результаті чого знижується сільськогосподарська цінність земель. Більшість із цих проблем пов'язана з наслідком екологічно руйнуючої моделі розвитку живої речовини, а також відсутністю в населення відповідної інформації й знань про необхідність і способи захисту джерел прісної води. Не все людство планети розуміє різницю між тією або іншою моделлю розвитку мегаекосистеми, її впливу на водні ресурси, зв'язку кількісного та якісного стану ресурсів прісної води із добробутом живих спільнот. Для усунення подібних проблем, що загрожують великою небезпекою існуванню людства та власне життя на планеті, слід знайти способи забезпечення всіх живих істот необхідною кількістю доброякісної прісної води. Для цього діяльність людини повинна відбуватися в рамках, які встановлені природою, щоб зберегти нормальне функціонування мегаекосистеми. Реалістична стратегія задоволення нинішніх і майбутніх потреб у прісній воді полягає в розвитку недорогих технологій, які б відповідали необхідним вимогам і створювалися та експлуатувалися на місцевому рівні.

2. На підставі аналізу кругообігу води в біосфері побудовано граф взаємодії природних ресурсів планети, що дає змогу прогнозувати сучасний стан навколишнього природного середовища та ресурсів, що використовуються в господарській діяльності.

3. За результатами дослідження потоків інформаційних елементів у водних об'єктах можливо прогнозувати стан довкілля та передбачати виникнення екологічних катастроф.

4. З використанням розробленої моделі взаємодії елементів біосфери можна визначати кількісні характеристики потоків водних ресурсів планети. Отримана інформація про стан навколишнього природного середовища є дуже важливою для організації та планування господарської діяльності.

5. Для забезпечення зростаючих потреб населення у питній воді необхідної якості доцільно поглиблювати дослідження кількісних та якісних її характеристик, що сприятиме також досягненню економічних цілей.

6. Побудований граф міграції речовинних, енергетичних й інформаційних потоків уможливує розрахунок кількісних та якісних характеристик питної води та інших ресурсів біосфери. За цим графом у подальших дослідженнях будуть складені диференційні рівняння, за допомогою яких здійснюватиметься прогнозування стану біосфери згідно з наведеними значеннями потоків інформації, яка може бути використана для оптимальної господарської діяльності суспільства. Подальші дослідження оцінки та аналізу інформаційних елементів потребують деталізації потоків та оцінки сучасного стану елементів біосфери.

7. Виходячи з визначення екології як взаємодії живих організмів між собою і навколишнім природним середовищем, яка може бути позитивною або негативною, варто довести, що екологія визначає економіку, а не навпаки. Тому необхідно дослідити, чи порушуються трофічні цикли взаємодії живих організмів в економічних відносинах, чи змінюються докорінно сучасні еколого-економічні системи, чи виживе людина в умовах, що можуть скластися в результаті її господарської діяльності, яке місце займе сучасне суспільство в новій структурі світу і, взагалі, яка структура світу буде сформована внаслідок еволюційних процесів. Отже, в економіці природокористування слід урахувувати всі цикли взаємодії живих організмів – трофічні, речовинні, енергетичні та інформаційні.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Сучасний словник іноземних слів: близько 20 тис. слів і словосполучень* / [уклад.: О.І. Скопенко, Т.В. Цимбалюк]. – К. : Довіра, 2006. – 789 с.
2. *Рациональное использование водных ресурсов : учеб. пособ.* / [Ю.П. Беличенко, Березюк В.Г., Дубровина О.Б. и др.]. – Свердловск : Урал. ун-т, 1990. – 174 с.
3. *Вернадский В.И. Биосфера. Избранные труды по биогеохимии* / В.И. Вернадский. – М. : Мысль, 1967. – 376 с.
4. *Вернадский В.И. Живое вещество* / В.И. Вернадский. – М. : Наука, 1978. – 358 с.
5. *Вернадский В.И. Химическое строение Биосферы Земли и её окружения* / В.И. Вернадский. – М. : Наука, 2001. – 376 с.
6. *Гленсдорф П. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций* / П. Гленсдорф, И. Пригожин; [пер. с англ.; под ред. Ю. А. Чизмадзева]. – М. : Мир, 1973. – 280 с.
7. *Рациональное использование водных ресурсов : учебник* / [С.В. Яковлев, И.В. Прозоров, Е.Н. Иванов, И.Г. Губий]. – М. : Высшая школа, 1991. – 400 с.
8. *Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь* / И.И. Дедю. – Кишинев : Гл. ред. МСЭ, 1990. – 408 с.



9. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник / А.К. Запольський. – К. : Вища школа, 2005. – 671 с.
10. Реймерс Н.Ф. Природопользование : слов.-справ. / Н.Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 637 с.
11. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. / А.В. Яцик – К.: Генеза, 2004.  
Т. 1, кн. 1/2. – 2004. – 400 с.  
Т. 2, кн. 3/4. – 2004. – 384 с.  
Т. 3, кн. 5. – 2004. – 496 с.  
Т. 4, кн. 6/7. – 2004. – 680 с.
12. Блашкевич Т.П. Економіка природокористування : навч.-метод. посіб. / Т.П. Блашкевич, В.В. Волочков. – Житомир: ЖНАЕУ, 2008. – 424 с.

### REFERENCES

1. Suchasnyj slovnyk inshomovnykh sliv : blyz'ko 20 tys. sliv i slovospoluchen' / [uklad: O.I. Skopenko, T.V. Tsybaliuk]. – K. : Dovira, 2006. – 789 p.
2. Racional'noe ispol'zovanie vodnyh resursov : ucheb. posob. / [Ju. P. Belichenko YP Belichenko, V.G. Berezyuk O.B. Dubrovin and dr.]. – Sverdlovsk : Ural. un-t, 1990. – 175 p.
3. Vernadskij V.I. Biosfera. Izbrannye trudy po biogeohimii / V.I. Vernadskij. – M. : Mysl', 1967. – 376 p.
4. Vernadskij V.I. Zhivoe veshhestvo / V.I. Vernadskij. – M. : Nauka, 1978. – 358 p.
5. Vernadskij V.I. Himicheskoe stroenie Biosfery Zemli i ejo okruzenija / V.I. Vernadskij. – M. : Nauka, 2001. – 376 p.
6. Glensdorf P. Termodinamicheskaja teorija struktury, ustojchivosti i fluktuacij / P. Glensdorf, I. Prigozhin; pod red. Ju. A. Chizmadzheva ; [per. s angl.]. – M. : Mir, 1973. – 280 p.
7. Racional'noe ispol'zovanie vodnyh resursov : textbook / [S.V. Jakovlev, I.V. Prozorov, E.N. Ivanov, I.G. Gubij]. – M. : Vysshaja schola, 1991. – 400 p.
8. Dedju I.I. Jekologicheskij jenciklopedicheskij slovar' / I.I. Dedju. – Kishinev : Gl. red. MSJe, 1990. – 408 p.
9. Zapol's'kyj A.K. Vodopostachannia, vodovidvedennia ta iakist' vody : pidruchnik. / A.K. Zapol's'kyj. – K. : Vyscha schola, 2005. – 671 p.
10. Rejmers N.F. Prirodopol'zovanie : slov.-sprav. / N.F. Rejmers. – M. : Mysl', 1990. – 637 p.
11. Yatsyk A.V. Vodogospodarska ekologiya : in 4 m., 7 kn. / A.V. Yatsyk. – K. : Genesis, 2004.  
Т. 1, кн. 1/2. – 2004. – 400 с.  
Т. 2, кн. 3/4. – 2004. – 384 с.  
Т. 3, кн. 5. – 2004. – 496 с.  
Т. 4, кн. 6/7. – 2004. – 680 с.
12. Blazhkevych T.P. Ekonomika pryrodokorystuvannia: navch.-metod. posib. / T.P. Blazhkevych, V.V. Volochkov. – Zhytomyr : ZNAEU, 2008. – 424 p.