

**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова**

**Московское общество испытателей природы**

**С.А. Остроумов**

**Некоторые вопросы химико-биотических  
взаимодействий и новое в учении о биосфере**

**S.A. Ostroumov**

**Some issues of chemico-biotic interactions and the new in  
the teaching on the biosphere**

**Москва  
МАКС Пресс  
2011**

**Издание рецензируемое.** *Рецензенты:* доктор биологических наук, Заслуженный деятель науки Российской Федерации профессор В.В. Ермаков (Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН); доктор биологических наук, профессор А.П. Садчиков (Международный биотехнологический центр, Москва).

Издание включено в международные базы данных (the Ulrich's databases) продолжающихся изданий. The series is included in the Ulrich's databases of reviewed serial editions.

Отв. редакторы С.В. Котелевцев, И.К. Тодераш, О.М. Горшкова

**Некоторые вопросы химико-биотических взаимодействий и новое в учении о биосфере / серия: Ecological Studies, Hazards, Solutions. Volume 17.** М.: МАКС Пресс, 2011. - 20 с. Библиогр. с. 16-18 (27 назв.).

Рассмотрены проблемы, связанные с современной типологией видов вещества в биосфере. Для внесения вклада в обсуждение и решение этих проблем, на основе проведенных им в РФ и США экспериментов по изучению связывания токсичных тяжелых металлов и других элементов с биогенным материалом, в порядке дискуссии автор выдвинул концепцию третьего вида вещества, которое он предложил называть 'ex-living matter' (ELM). Автор обсуждает свои эксперименты (проведенные и опубликованные вместе с соавторами) и данные научной литературы, которые создают эмпирическую основу для новой концепции третьего типа вещества, для которого характерна существенная роль в формировании геохимической среды, необходимой и благоприятной для организмов биосферы. Сформулированы и рассмотрены основные функции ELM в биосфере, а также варианты названий нового типа вещества. Для специалистов в области экологии, биогеохимии, охраны окружающей среды, наук о биосфере, а также для преподавателей высшей школы. По материалам научного доклада в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН.

The series is included in the Ulrich's databases of reviewed serial editions.

Editors: S.V. Kotelevtsev, I.K. Toderas, O.M. Gorshkova

**Some issues of chemico-biotic interactions and the new in the teaching on the biosphere / series: Ecological Studies, Hazards, Solutions. Volume 17.** Moscow, MAX Press, 2011. – 20 p.

Volume 17 of the series includes the innovative analysis of the main types of matter in the biosphere. The main two challenges to the current conceptualization of the types of matter in the biosphere are addressed. To meet and respond to the challenges, on the basis of his new experiments, the author suggested a new conceptualization which is based on his suggestion to identify so called 'ex-living matter' (ELM). The author discusses his experiments (together with his co-authors) which provide the factual foundation to this conceptualization, as well as other data available in literature. The main functions of ELM in the biosphere were also formulated and considered by the author. Some alternatives and variants of the name for the new type of matter are also included in the publication. The publication is of interest to scholars in the fields of ecology, biogeochemistry, limnology, oceanography, environmental sciences, as well as to university professors and educators.

ББК

ISBN 978-5-317-03710-9

© С.А.Остроумов, 2011

Подписано в печать 03.06.2011 г. Формат 60x90 1/16. Усл.печ.л. 1,25.

Издательство ООО Макс-Пресс. Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.

## **Некоторые вопросы химико-биотических взаимодействий и новое в учении о биосфере**

### **Some issues of chemico-biotic interactions and the new in the teaching on the biosphere**

**С.А. Остроумов**

S.A. Ostroumov

*МГУ, биологический факультет, ar55@yandex.ru*

All interpretations made by a scientist are hypotheses, and all hypotheses are tentative.

Ernst Mayr (1904-2005),

«Growth of Biological Thought...», 1982

Данная публикация написана автором в связи с его подготовкой к научному докладу в Институте геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского РАН на Биогеохимических чтениях памяти Виктора Владиславовича Ковальского (1899-1984) 28 июня 2011 года.

#### **Структура работы:**

- 1. Введение. Роль В.И.Вернадского. Типы вещества по В.И.Вернадскому;**
  - 2. Нерешенные вопросы и проблемы:**
    - 2.1. Противоречие в работах В.И. Вернадского** (по вопросу: насколько антагонистичны или насколько антиподами являются живое и неживое вещество; проблема концепции биокосное вещество);
    - 2.2. Узость коридора допустимых концентраций некоторых токсичных компонентов** (например, тяжелых металлов – эссенциальных элементов);
  - 3. Предлагаемый подход к решению указанных проблем.** (Обе большие проблемы снимаются, если ввести новую концепцию – новый тип вещества).
  - 4. Примеры фактов, которые поддерживают высказанные представления.**
  - 5. Вопрос о вариантах названия нового типа вещества.**
  - 6. Отличие от живого и «типичного» неживого вещества.**
  - 7. Выводы.**
- Литература.**

## **1. Введение. Роль работ В.И.Вернадского. Типы вещества по В.И.Вернадскому**

Данная работа основана на серии предыдущих публикаций, в том числе статье «Новая типология вещества и роль ex-living matter (ELM) в биосфере» в сериальном издании Ecological Studies, Hazards, Solutions, том 16, 2010.

Существует две основные концепции при рассмотрении типологии основных видов вещества.

Традиционная типология выделяет два типа вещества: 1) неживое вещество и 2) живое вещество.

В.И. Вернадский (1888 - 1945), разрабатывая учение о биосфере, предложил другую типологию. Он выделял три основных типа вещества:

- 1) живое вещество;
- 2) неживое (косное) вещество;
- 3) биокосное вещество [1].

Эта типология сыграла значительную роль в развитии комплекса наук о Земле, а также биологических наук, повлияла на формирование экологических наук. Ее значение велико и для преподавания наук о биосфере в высшей школе России.

Изучение химико-биотических взаимодействий [2 - 25] привело к выявлению новых фактов и нерешенных вопросов, что привлекает внимание к необходимости заново рассмотреть вопрос об основных типах вещества в биосфере.

Цель данной работы – рассмотреть некоторые нерешенные вопросы («challenges») и предлагаемый автором подход для вклада в их решение.

## **2.Нерешенные вопросы и проблемы.**

В этой публикации остановимся на двух проблемах (“challenges”).

### **2.1. Challenge 1. Противоречие в работах В.И.Вернадского.**

В работах В.И. Вернадского осталось противоречие. С одной стороны, он ввел понятие биокосного вещества [1] – в чем-то интегрирующего два других типа вещества, в чем-то занимающего

промежуточное положение. С другой стороны, он подчеркивал полное различие и противоположность живого и неживого вещества (например, в его статье, переведенной на английский язык и изданной в США [11]). Какова же истинная картина? Насколько противоположны два типа вещества - живое и неживое?

## **2.2. Challenge 2. Узость коридора допустимых концентраций некоторых токсичных компонентов.**

Факты об измеренных концентрациях тяжелых металлов в компонентах экосистем и об их воздействии на организмы ведут к выявлению проблем, существенных и для биогеохимии, и для экологии. В экологии есть понятие диапазона толерантности. В приложении к тяжелым металлам (Cu, Co, и другие) в почвах это преломляется следующим образом. Для таких металлов, как медь, кобальт и другие, установлены нижняя и верхняя граница приемлемых для жизни концентраций в почве. Большую роль сыграли работы Виктора Владимировича Ковальского (1899-1984) (например, [12] и др.) и продолжающие их работы В.В. Ермакова с сотрудниками [13,14 и др.]. Меньше нижней границы - нехватка микроэлемента, необходимого для метаболизма. Больше верхней границы – проявление токсичности. Приведем примеры для двух тяжелых металлов – кобальта и меди.

Для кобальта установлено следующее. При концентрации его в почвах ниже 4 ppm наблюдается частичная или ярко выраженная недостаточность. У овец, которые пасутся на таких пастбищах, проявляется гипо- и авитаминоз B12, отмечены заболевания акабальтозами. При содержании кобальта в почве более 30 ppm у овец может достигаться верхняя пороговая чувствительность [12]. Таким образом, основной диапазон толерантности составляет 4 - 30 ppm.

При концентрации меди в почве ниже 10 ppm у пасущихся овец наблюдается недостаточность, которая проявляется в анемии и лизихе. При концентрации меди в почве выше 60 ppm у многих из пасущихся овец достигается верхняя пороговая чувствительность. Это проявляется в гемолитической желтухе, поражениях печени, а также анемии [12]. Следовательно, основной диапазон толерантности составляет 10 - 60 ppm.

Подробнее информация по этому вопросу излагается в докладах и публикациях В.В.Ковальского [12 и др.] и В.В.Ермакова [13,14 и др.]. Проблема: узость коридора допустимых концентраций – на фоне того, что в неорганической природе – мире минералов - вариабельность концентраций этих металлов гораздо шире. Так, почвообразующие породы, только главные, по среднему содержанию в них меди отличаются в 34 – 58 раз; по среднему содержанию кобальта отличаются в 2000 раз [12]. Как умудряется жизнь выживать в условиях – когда металла то не хватает, то слишком много?

Автор предлагает вклад в решение и ответ на эти вопросы.

### **3. Предлагаемый подход к решению указанных проблем.**

Некоторый вклад в решение указанных проблем достигается, если расширить наши представления о типах вещества в биосфере. Автор этой работы предлагает третью типологию при анализе основных видов вещества в биосфере. Автор предлагает выделять следующие типы вещества (список не претендует на полноту и не исчерпывает всех возможных типов вещества; вполне возможно, этот список будет дополнен в будущем):

- 1) живое вещество (living matter);
- 2) неживое (косное) вещество;
- 3) бывшее живое вещество (ex-living matter) и продукты его биохимической и химической трансформации;
- 4) биокосное вещество в интерпретации В.И. Вернадского.

По своему составу вещество третьего типа разнородно, но обладает общими чертами в своей роли в биосфере. К этому типу вещества мы относим то вещество, которое прошло через статус живого и находится в окружающей среде, в том числе в водной, как уже формально неживое вещество.

Примеры:

- пеллеты, выделенные моллюсками;
- вещество погибших организмов;

различные биополимеры, выделяемые организмами во внешнюю среду и др., а также:

продукты биохимических и химических трансформаций этого вещества (продукты микробиологической переработки, окисления кислородом, продукты фотореакций, в том числе продукты фотодеструкции).

Пример образования заметных количеств вещества третьего типа – накопление биогенного детрита на дне водных систем с организмами. Для краткости вещество третьего типа будем обозначать ELM (*ex-living matter*). В данном сообщении уделяется внимание такому представителю ELM, как биогенный детрит; однако, подчеркнем, что это далеко не единственный представитель третьего типа вещества.

Подчеркнем, что во многих случаях реально наблюдаемое – например, в водных экосистемах – вещество третьего типа не является просто бездыханными телами ранее живых организмов. После их смерти вступают в действие микроорганизмы, инициируются химические реакции окисления, деградаци и т.д. Через непродолжительное время наблюдаемое вещество – продукт многих модификаций и трансформаций. Кроме того, немалую роль играют прижизненно выделяемые молекулы полимеров - например, полисахариды и другие вещества. Реально наблюдаемое вещество третьего типа, по-видимому, во многих случаях имеют комплексную природу и является результатом многих процессов.

Приходится признать, что в определенных случаях границы между типами вещества размыты. Например, по-видимому, в некоторых случаях затруднительно провести четкую границу между веществом 3 и 4-го типа. Возможно, в некоторых случаях будет уместно говорить, что данный объект обладает признаками вещества такого-то типа и на этом останавливаться – не пытаюсь жестко классифицировать объект, категорично относя этот объект к строго одному типу вещества.

Вполне уместно отметить возможность эволюции, перехода вещества от одного типа к другому – например, вещество 3-го типа со временем может превращаться в минерал (вещество 2-го типа).

Факты, которые поддерживают выделение новой категории вещества (тип 3 в нашей вышеизложенной типологии), многочисленны.

Представляются существенными результаты наблюдений и опытов, которые проводились нами с организмами-фильтраторами (с 1995 г. по настоящее время), а также с микрокосмами в условиях длительной инкубации (с 2002 г. по настоящее время). В этих опытах мы наблюдали и изучали процессы, связанные с образованием существенных количеств ELM. Это вещество образовывалось в результате жизнедеятельности водных организмов (двустворчатых и легочных моллюсков), а также в результате длительной инкубации микрокосмов с макрофитами. Мы осуществили сбор и элементный анализ различных образцов биогенного детрита и других компонентов микрокосмов. Результаты отражены в публикациях ([2-8] и др.).

Мы провели также эксперименты по проверке выдвинутой нами гипотезы о возможности связывания с биогенным детритом ряда элементов. Работа по проверке этой гипотезы выполнялась совместно с сотрудниками ряда институтов (в том числе Института геохимии и аналитической химии РАН и Института океанологии), которым приносится благодарность за сотрудничество. Гипотеза подтвердилась.

#### **4. Примеры фактов, которые поддерживают высказанные представления.**

Пример 1. Опыт с микрокосмами.

(Выражаем признательность и благодарность соавтору этой работы, д.б.н. Л.Л.Деминой).

Для описания опытов далее приводятся три таблицы, в которых отражается следующее:

состав созданных и изученных микрокосмов (табл.1);

добавки металлов в воду микрокосмов (табл. 2);

результаты инкубирования микрокосмов – элементный состав биогенного детрита в этих экспериментальных водных экосистемах (табл.3).

**Таблица 1.** Состав созданных и исследованных микрокосмов

<i>Характеризуемый компонент</i>	<i>Микрокосм № 1 (контроль)</i>	<i>Микрокосм № 2 (опыт)</i>
Моллюски <i>Viviparus viviparus</i> , экз.	6	6
Моллюски <i>Viviparus viviparus</i> , суммарная биомасса, г (сырой вес)	33,7	31,6
Макрофиты <i>Ceratophyllum demersum</i> , г (сырой вес)	16,3	15,1
Вода (отстоянная водопроводная вода), л	5	5

Состав вносимого в микрокосмы раствора М7 приведен в таблице ниже. Суммарное добавление за период 5 недель составило 10 мл на весь объем воды в микрокосме (5 л), т.е. 2 мл раствора М7 на 1 л.

**Таблица 2.** Соли металлов, включенные в состав раствора М7, и добавка солей металлов в микрокосмы

<i>Соль</i>	<i>Навеска соли для исходного раствора «М7» (1 л), мг</i>	<i>Добавление соли в микрокосм (при внесении 1 мл раствора «М7»), мкг</i>
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	40	40
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	40	40
$\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	20	20
$\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	40	40
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	40	40
$\text{ZnSO}_4$	40	40
$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	40	40

Результаты опыта приведены далее.

**Таблица 3.** Содержание микроэлементов в осадке биогенного детрита, мкг/г сухого веса ( [ 3] и др. ).

<i>Химический элемент; плюсом отмечены элементы, добавленные в водную среду микрокосма</i>	<i>Микрочосм № 1 (контроль)</i>	<i>Микрочосм № 2 (опыт)</i>	<i>Отношение содержания в № 2 к содержанию в № 1, %</i>	<i>Вывод о содержании металла в опыте, по сравнению с контролем</i>
As	1,85	1,42	76,8	Превышения нет
Co (+)	0,67	9,36	1397,0	Превышение
Cd (+)	0,62	2,25	362,9	Превышение
Pb	11,75	12,25	104,3	Превышения нет
Cr (+)	0,32	56,00	17500,0	Превышение
Fe (+)	4830	5788	119,8	Небольшое превышение
Mn (+)	3233	4729	146,3	Превышение
Zn (+)	1398	2501	178,9	Превышение
Cu (+)	293	592	202,0	Превышение

Пример 2. Новые опыты. Связывание группы элементов, в том числе металлов и редкоземельных элементов, с биогенным материалом. Наряду с другими элементами, изучали такие элементы, как As, Be, Cd, Co, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Ti, V, Zn; изучали также Bi, Ga, Gd, Ge, Ho, Ir, Nb, Rb, Ta, Tb, Te, Th, Tm и др. (совместная работа с J. Tyson, M. Johnson, B. Xing, University of Massachusetts, MA, USA; публикация в подготовке).

Пример 3. Связывание наночастиц, содержащих тяжелые металлы, с биогенным материалом (совместная работа с J. Tyson, M. Johnson, B. Xing, University of Massachusetts, MA, USA; публикация в подготовке). С этими результатами согласуется также проведенная работа с использованием спектроскопии ЯМР, которая доказала эффективное связывание наночастиц, содержащих цинк, с некоторыми аминокислотами (триптофан) (совместная работа с В.И. Польшаковым; публикация в подготовке).

Пример 4. Данные по изучению гумусовых веществ в почвах и водах. В литературе есть обширные сведения о связывании этими веществами многих токсичных веществ.

Пример 5. Работами многих лабораторий установлен факт, тесно связанный с вышеприведенными примерами, - связывание многих токсичных веществ донными осадками, причем важную роль играет содержание в донных осадках органического вещества. Например, недавно это еще раз было показано для связывания Cd, Fe, Cj, Ni, As, Cr, Pb, Cu, V донными осадками Иваньковского водохранилища [26]. Органическое вещество донных осадков имеет биогенный характер и, конечно же, может служить примером вещества того типа, который в данной работе обозначен как ELM.

Пример 6. Существуют данные многих лабораторий о связывании элементов, в том числе токсичных металлов, с биогенным материалом. Например, показано эффективное связывание Al(III), Cu(II), Ag(I) с каждым из десяти исследованных биогенных материалов (biologically generated materials), иммобилизованных полисиликатным матриксом. Исследованные биогенные материалы включали сфагновый торф, верхний слой почвы, несколько других видов торфа, мертвую биомассу *Chlorella vulgaris* и клеточный материал растений *Datura innoxia* (Stark P. C., Rayson G. D., 2000; [27]).

Эти примеры иллюстрируют широту эмпирического материала, на основании которого сделан и обоснован вывод о целесообразности выделения нового типа вещества. Возникает вопрос о том, как лучше назвать этот тип вещества.

### 5. Вопрос о вариантах названия нового типа вещества.

В дополнение к использованной нами терминологии, ради объективности, рассмотрим и другие варианты названия этого вещества, которые мы могли бы предложить. Эти варианты даны в таблице ниже.

Таблица 4. Варианты названий нового типа вещества в биосфере (ориг.)

Название / name	Комментарий / comment Что акцентирует такой вариант названия
Ex-living matter	Генезис; timing
Биогенное косное вещество	Роль биоты; генезис
Биогенное неживое вещество	Роль биоты; генезис; дистанцирование от живого;
Химический буфер	Роль химических факторов и процессов; буферная роль;
Буферное вещество	Роль химических факторов и процессов; промежуточное положение между живым и неживым веществом; буферная роль
Вещество-помощник (Life Assisting Matter), вещество-камикадзе	Позитивная роль этого вещества для живых организмов; это вещество жертвует своим статусом живого, одновременно помогая улучшить условия для жизни организмов биосферы

Отметим, что в последней строке таблицы встречается слово, которое ранее не использовалось в связи с анализом типов вещества в биосфере. Почему пришлось обратиться к слову «камикадзе»? Это пришлось сделать, поскольку в плане своей функциональной роли в биосфере ELM выступает как камикадзе наоборот. А именно, японский камикадзе сначала выполнял свою функцию – направлял ведомую им

торпеду или свой самолет на американский корабль – и затем погибал. ELM в чем-то действует аналогично, но в противоположной последовательности. А именно, сначала часть живого вещества погибает и превращается в ELM. Затем ELM выполняет свою полезную для биосферы функцию – связывает токсичные вещества (например, токсичные тяжелые металлы), убирает их из свободной миграции и игры в окружающей среде (например, убирает их из водного раствора в гидросфере) и создает тем самым более благоприятные условия для жизни живых существ. Но в конце концов функция выполнена, и это связано с гибелью ранее живого вещества или камикадзе. Это сходство конечного результата и заставило прибегнуть к столь необычному на первый взгляд слову. Теперь вспомним о тысячах листьев, опадающих осенью с каждого дерева широколиственных лесов – и мы по-новому увидим эту картину: листопад можно интерпретировать как то, что каждое дерево посылает тысячи камикадзе, которые будут благоприятным образом влиять на химизм среды для этого дерева!

Новые результаты, полученные в этих исследованиях, а также данные научной литературы выявляют существенную роль ELM в миграции элементов в биосфере. Подробное описание проведенных экспериментальных работ содержится в отдельных публикациях (например, [3-4, 6-8]).

Хотелось бы подчеркнуть, что эффективное связывание тяжелых металлов с ELM (на примере биогенного детрита) указывает на важные для биосферы функции ELM – а именно, функции кондиционирования, очищения и стабилизации среды обитания для живых организмов, а также модификации и регуляции миграции элементов. Эти функции настолько важны и необходимы для поддержания благоприятной среды для живых организмов и настолько выделяют ELM как особую субстанцию, что есть смысл рассматривать ELM как особый тип вещества (о функциях – см. таблицу ниже).

Таблица 5. Функции ELM как особого типа вещества (ориг.)

Функции ELM / Functions of ELM	Примеры / Examples
1. Связывание и секвестр токсичных веществ, токсичных элементов	Токсичные тяжелые металлы. Совместные работы с Г.М.Колесовым [4, 6-8 и др.], Л.Л.Деминой [3 и др.]; совместная работа с J. Tyson, M. Johnson, B. Xing, University of Massachusetts, MA, USA (публикация в подготовке)
2. Депонирование микроэлементов, эссенциальных элементов	Fe, Cu, Zn, Co; совместные работы с Л.Л.Деминой [3 и др.]; Г.М.Колесовым [4, 6-8 и др.]
3. Связывание элементов, создающих тепличные газы;	Связывание С в органических полимерах
4. Создание субстратов для прикрепления организмов (= жизненное пространство; habitats)	Органические остатки и структуры как поверхность для прикрепления бактерий, грибов и др.
5. Консервирование кормовых ресурсов (= пищевые консервы)	Органические остатки, листового опад как кормовые ресурсы для гетеротрофных организмов в зимний период – в наземных и водных экосистемах
6. Запасание влаги (влагоудержание, влагоемкость)	Почвы; консорции с участием эпифитные организмы в надземных ярусах леса, в том числе тропических деревьев; и др.
7. Создание компонентов для катализа и/или протекания полезных химических реакций	Некоторые реакции разрушения молекул поллютантов в водной среде (публикации проф. Ю.И.Скурлатова и соавторов)

8. Удержание биогенных элементов в системе	Секвестр, удержание Р и азота в почвах, донных осадках, сорбированных материалах
--	--

**6. Отличие от живого и «типичного» неживого вещества.** Этот тип вещества, конечно же, отличен от живого вещества. Вместе с тем, это вещество настолько глубоко вовлечено в обслуживание интересов живых организмов и – пользуясь языком В.И. Вернадского - оно настолько активно в воздействии на миграцию элементов, на формирование благоприятной геохимической среды обитания организмов, что есть смысл отличать его от обычного неживого вещества, такого неживого инертного вещества, которое является объектом минералогии и петрографии.

Проведенные автором опыты касались водных систем. Вместе с тем подчеркнем, что уже накопленные в науках о почвах факты о исключительно большой роли гумуса в жизни почвенных и наземных (terrestrial) [9] экосистем согласуются с предлагаемой нами концепцией и дополнительно подкрепляют ее.

Наши новые результаты по изучению элементного состава биогенного детрита, по изучению взаимодействия химических веществ с детритом, а также анализ литературных данных обширного комплекса экологических наук приводят нас к следующим итоговым положениям, которые, вероятно, получат новые подтверждения в дальнейших исследованиях.

## 7. Выводы и заключительные замечания

Результаты проведенных опытов и анализ научной литературы ведет к следующим замечаниям и выводам.

1. В биосфере имеется, в дополнение к живому и неживому веществу в их традиционном понимании, особая категория вещества – ELM (ex-living matter, в трактовке, изложенной выше).

2. ELM выполняет важные экологические и биогеохимические функции. Среди них – кондиционирование геохимической среды, включая, например, связывание некоторых химических веществ и элементов, в том

числе токсичных. Тем самым может снижаться концентрация этих токсичных компонентов в окружающей среде, в том числе в водной среде, что благотворно для условий обитания живых организмов.

3. Можно сделать предсказание, что в будущем будут получены новые факты о большой роли ELM в экологии, биосфере, в очищении или кондиционировании компонентов окружающей среды, в том числе водной среды.

4. Недоучет роли ELM опасен. Он может привести к ошибкам в планировании и природопользовании, мониторинге, борьбе с загрязнением.

5. Сделанные выводы далеки от окончательных. Вполне возможно, что в дальнейшем предлагаемую типологию необходимо будет модифицировать и улучшить.

**Благодарность.** Acknowledgements. Благодарю С.В. Котелевцева, В.В. Ермакова, Л.Л. Демину, Г.М. Колесова, Т.В. Шестакову, В.А. Поклонова, сотрудников нескольких факультетов МГУ и нескольких институтов РАН, а также ИНБЮМа за обсуждение, участие и содействие в проведении экспериментальной и аналитической работе. Благодарю всех, кто тем или иным образом способствовал экспериментальной или теоретической работе. A part of experimental work was done under sponsorship of Fulbright Program (University of Massachusetts, Amherst, 2010-2011), with cooperation with J. Tyson, M. Johnson, V. Xing.

### **Литература.**

1. Вернадский В.И. Биосфера. М.: Изд. дом Ноосфера, 2001, 244 с. (первое издание было в 1926 г.).
2. Остроумов С.А., Демина Л.Л. Экологическая биогеохимия и элементы (мышьяк, кобальт, железо, марганец, цинк, медь, кадмий, хром) в цистозире и биогенном детрите в морской модельной экосистеме: определение методом атомно-абсорбционной спектрометрии // Экологические системы и приборы. 2009. № 9. С. 42-45.
3. Остроумов С.А., Демина Л.Л. Тяжелые металлы (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Cr) в биогенном детрите микрокосмов с водными организмами // Экология промышленного производства. 2010. № 2. С. 53-56.

4. Остроумов С.А., Колесов Г.М. Редкие и рассеянные элементы в биогенном детрите: новая сторона роли организмов в биогенной миграции элементов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 1. С. 153-155.
5. Остроумов С.А., Колесов Г.М. Водный макрофит *Ceratophyllum demersum* иммобилизует Au после добавления в воду наночастиц // Доклады Академии наук. 2010. Т. 431. № 4. С. 566-569. <http://www.scribd.com/doc/54991990/>;
6. Остроумов С.А., Колесов Г.М. Детектирование в компонентах экосистем золота, урана и других элементов методом нейтронно-активационного анализа // Экологические системы и приборы. 2009. № 10. С. 37-40.
7. Остроумов С.А., Колесов Г.М., Моисеева Ю.А. Изучение водных микрокосмов с моллюсками и растениями: содержание химических элементов в детрите // Вода: химия и экология. 2009. № 8. С. 18-24.
8. Остроумов С.А., Колесов Г.М. Выявление урана и тория в компонентах водных экосистем методом нейтронно-активационного анализа // Вода: химия и экология. 2009. № 10. С. 36-40.
9. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М. Наука. 2000. 186 с.
10. Остроумов С.А. Новая типология вещества и роль ex-living matter (ELM) в биосфере [New typology of matter and the role of ex-living matter (ELM). S.A. Ostroumov] Ecol. Studies, Hazards, Solutions, 2010, v.16. 62-65.
11. Vernadsky V.I. Problems of biogeochemistry. The fundamental matter-energy difference between the living and inert natural bodies of the biosphere // Trans. Conn. Acad. Arts Sci. 1944. 35: 483-517.
12. Ковальский В.В. Геохимическая среда и жизнь. М. Наука. 1982. 80 с.
13. Ермаков В.В. Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы (Technogenesis and biogeochemical evolution of the biospheric taxons). - М: Наука. - 2003. - 351 с.
14. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных. М.: Наука, 2008. 315 с.
14. Добровольский Г.В. К 80-летию выхода в свет книги В.И. Вернадского "Биосфера". Экологическая химия 2007, 16(3): 135–143.
15. Добровольский Г.В. О развитии некоторых концепций учения о биосфере. // Вода: технология и экология" 2007. №1. С.63-68.
16. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.:Астрей, 2000. 763 с.

17. Моисеенко Т.И. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши. М.: Наука, 2006. 261 с.
18. Остроумов С.А., Демина Л.Л. Тяжелые металлы (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Cr) в биогенном детрите микрокосмов с водными организмами // Экология промышленного производства, 2010, № 2, с. 53-56. <http://b23.ru/nlvk>;
19. Остроумов С.А., Демина Л.Л. Экологическая биогеохимия и элементы (As, Co, Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Cr) в цистозире и биогенном детрите в морской модельной экосистеме: определение методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) // Экологические системы и приборы. 2009. № 9, с. 42-45.
20. Ивантер Э.В., Медведев Н.В. Экологическая токсикология природных популяций. М.: Наука, 2007. 229 с.
21. Остроумов С.А., Колесов Г.М. О роли биогенного детрита в аккумуляции элементов в водных системах // Сибирский экологический журнал, 2010, № 4, с. 525-531. <http://www.scribd.com/doc/54994042/>
22. Остроумов С.А., Шестакова Т.В. Снижение измеряемых концентраций Cu, Zn, Cd, Pb в воде экспериментальных систем с *Ceratophyllum demersum*: потенциал фиторемедиации // ДАН. 2009. т. 428. № 2. С. 282-285. <http://www.scribd.com/doc/53718816/>;
23. Остроумов С.А., Котелевцев С.В., Шестакова Т.В., Колотилова Н.Н., Поклонов В.А., Соломонова Е.А. Новое о фиторемедиационном потенциале: ускорение снижения концентраций тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu) в воде в присутствии элодеи // Экологическая химия, 2009, 18(2): с.111-119.
24. Остроумов С.А. Введение в биохимическую экологию. М.: Издательство Московского университета. 1986. 176 с.
25. Ostroumov S.A. Biological Effects of Surfactants. CRC Press. Taylor & Francis. Boca Raton, London, New York. 2006. 304 p.
26. Липатникова О.А. Экспериментальное исследование и термодинамическое моделирование форм нахождения микроэлементов в донных отложениях Иваньковского водохранилища. Автореф....канд. геол.-минер. наук. Москва. МГУ. 2011. 25 с.
27. Stark P. C., Rayson G. D. Comparisons of metal-ion binding to immobilized biogenic materials in a flowing system // Advances in Environmental Research, Vol.4 (2), 2000, P. 113-122. doi:10.1016/S1093-0191(00)00012-5.

**ABSTRACT.** The main two challenges to the current conceptualization of the types of matter in the biosphere are addressed. To meet and respond to the challenges, the author suggested a new conceptualization which is based on his suggestion to identify so called 'ex-living matter' (ELM). The author discusses his experiments (together with his co-authors) which provide some factual foundation to this conceptualization, as well as other data available in literature. The main functions of ELM in the biosphere were also formulated and considered by the author. Some alternatives and variants in verbal expression to be used as a name for the new type of matter are also included in the publication. Key words: biosphere, environment, biogeochemistry, ecology, types of matter, ex-living matter

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрены две проблемы, связанные с современной типологией видов вещества в биосфере. Для внесения вклада в решение этих проблем, автор выдвинул концепцию третьего вида вещества, которое он предложил называть 'ex-living matter' (ELM). Автор обсуждает свои эксперименты (проведенные и опубликованные вместе с соавторами) и данные научной литературы, которые создают эмпирическую основу для новой концепции третьего типа вещества. Сформулированы и рассмотрены основные функции ELM в биосфере, а также варианты названий нового типа вещества. Ключевые слова: биосфера, окружающая среда, биогеохимия, экология, типы вещества, ex-living matter

**Об авторе:** Сергей Андреевич Остроумов, доктор биол. наук;

*МГУ, биологический факультет, [ar55@yandex.ru](mailto:ar55@yandex.ru)*

Некоторые публикации С.А.О. и соавторов, доступные онлайн / some publications by S.A.O. are available online:

Публикации, используемые и цитируемые в учебных программах ряда университетов РФ, Украины, Беларуси, Литвы, Польши, Чешской Республики и др. стран: <http://www.scribd.com/doc/53784108/Modernizing-education-Ostroumov>; <http://b23.ru/nlov>;

Ostroumov S.A. Anthropogenic effects on the biota: towards a new system of principles and criteria for analysis of ecological hazards. - *Rivista di Biologia/Biology Forum*. 2003. 96: 159-170; <http://www.scribd.com/doc/52636721/3-System-of-Criteria>; <http://b23.ru/nloc>;

Ostroumov S. A. Aquatic ecosystem as a bioreactor: water purification and some other functions. - *Rivista di Biologia / Biology Forum*. 2004. vol. 97. p. 39-50.

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15648211>;  
<http://scipeople.com/uploads/materials/4389/4Rivista.Biologia97p39Aquatic..Bioreactor.RTF>
- Ostroumov S.A., Dodson S., Hamilton D., Peterson S., Wetzel R.G. Medium-term and long-term priorities in ecological studies // *Rivista di Biologia / Biology Forum*. 2003 (May). 96: 327-332. [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14595906](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14595906);  
<http://scipeople.com/uploads/materials/4389/3RivistaBio96Priorities2.rtf>;
- Key innovations made (in English); <http://b23.ru/nlgl>; <http://www.scribd.com/doc/51414359>;
- Key innovations made (in Russian and English): <http://www.scribd.com/doc/53721456/>;  
<http://b23.ru/nlg0>;
- definition of ecosystem; <http://www.scribd.com/doc/49065580/> (in Eng); <http://b23.ru/nl14> (in Eng, Docs);
- methodology for analysis of interactions in trophic web: inhibitory analysis; <http://b23.ru/nl10> (in Eng, Docs);
- conceptualization of aquatic ecosystems: bioreactor with the function of improving water quality; <http://b23.ru/nl19> (in Eng, Docs);
- conceptualization of fundamentals of ecological mechanisms for improvement of water quality; <http://b23.ru/nl1m> (in Eng, Docs);
- facts on nanomaterials, behavior of nanoparticles of gold: binding to biomass of aquatic plant; <http://b23.ru/nlgs> (in Eng, Docs);
- Остроумов С. А., Г. М. Колесов. Водный макрофит *Ceratophyllum demersum* иммобилизует Au после добавления в воду наночастиц. // Доклады Академии Наук, 2010, том 431, № 4, с. 566–569. <http://www.scribd.com/doc/54991990/DOK0566>
- Остроумов С.А., Демина Л.Л. Тяжелые металлы (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Cr) в биогенном детрите микрокосмов с водными организмами // Экология промышленного производства, 2010, № 2, с. 53-56. <http://b23.ru/nlvk>;
- Остроумов С.А., Шестакова Т.В. Снижение измеряемых концентраций Cu, Zn, Cd, Pb в воде экспериментальных систем с *Ceratophyllum demersum*: потенциал фиторемедиации // ДАН 2009 <http://www.scribd.com/doc/53718816/>;
- Biological Effects of Surfactants; 2006; CRC Press; 304 p. <http://www.scribd.com/doc/46613666>; <http://www.scribd.com/doc/46270956>;
- Inhibitory analysis of top-down control: new keys to studying eutrophication, algal blooms, and water self-purification. - *Hydrobiologia*, 2002, vol. 469, p. 117-129; Full text: <http://www.scribd.com/doc/52598579/>;
- Ostroumov S. A. Biodiversity protection and quality of water: the role of feedbacks in ecosystems. - *Doklady Biological Sciences*. 2002. Volume 382, Numbers 1 - 6, p. 18-21. <http://www.scribd.com/doc/52505452/>;
- Ostroumov S. A. Biocontrol of Water Quality: Multifunctional Role of Biota in Water Self-Purification. - *Russian Journal of General Chemistry*, 2010, Vol. 80, No. 13, pp. 2754–2761. Full text online free: <http://www.scribd.com/doc/49131150/>;