

Опубликовано: Остроумов С. А. Сохранение биоразнообразия и качество воды: роль обратных связей в экосистемах // ДАН. 2002. т. 382. № 1. с. 138-141.
реферат и ключевые слова – в конце файла.
УДК 574.6: 574.64

**СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И КАЧЕСТВО ВОДЫ:
РОЛЬ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ В ЭКОСИСТЕМАХ**

© 2002 г. С. А. Остроумов

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Биологический факультет,
Москва, 119991, Воробьевы горы*

Представлено академиком Д. С. Павловым 15.04.2001.

Поступило 16.05.2001 г.

В.И.Вернадский подчеркивал, что "живое вещество в биосфере играет основную активную роль и по своей мощности ни с чем, ни с какой геологической силой не может даже быть сравниваемо..." [1]. Конкретизация этого тезиса продолжает оставаться актуальной задачей при изучении экосистем, в том числе водных. Устойчивое неистощительное использование (sustainable use) водных ресурсов предполагает сохранение самоочистительного потенциала водоемов, поддерживающего качество воды, необходимое для ее потребления в качестве полезного ресурса [2]. Для сохранения самоочистительного потенциала водоемов в условиях антропогенного стресса необходим анализ факторов, которые служат важнейшими предпосылками сохранения качества воды в водоеме, и связей между этими факторами.

Цель работы - с использованием новых результатов автора и концепции ингибиторного анализа взаимодействия организмов [3] уточнить понимание связей между сохранением биоразнообразия и поддержанием качества воды.

Используя ингибиторный анализ взаимодействия видов [3], мы поставили новые эксперименты по изучению воздействия химических веществ (синтетических моющих средств - СМС) на способность моллюсков фильтровать воду и извлекать из нее одноклеточные организмы. Методика описана в [2]. Моллюски выращены в аквакультурном хозяйстве ИНБИОМ НАНУ.

В опыте с СМС IXI в сосуды А и В помещали по 16 моллюсков- мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. Суммарная биомасса (сырая, с раковинами) мидий: А - 99.7 г; В - 101.5. Средняя масса одной особи: А – 6.23 г; В - 6.34 г. Объем воды (18 ‰ (промилле)) в сосудах 500 мл. Температура 22.8°C. В соответствии с методикой [2] добавляли взвесь *Saccharomyces cerevisiae* 100 мг/л (сухой массы клеток). Величину ВЭИ (воздействие на эффективность изъятия взвеси из воды) рассчитывали как отношение оптической плотности в опыте к оптической плотности в контроле (вариант с мидиями, без добавления в воду исследуемого вещества).

В опыте с СМС Дени-Автомат в сосуды А и В помещали по 10 моллюсков - устриц *Crassostrea gigas* Thunberg. Суммарная биомасса (сырая, с раковинами) устриц: А-55.8 г; В - 48.0. Средняя масса одной особи: А – 5.58 г; В - 4.8 г. Объем воды (соленость 18 промилле) в сосудах 500 мл. Температура 25.2 °С. *S. cerevisiae* 100 мг/л. Величину ВЭИ рассчитывали аналогично тому, как это описано для предыдущего опыта с мидиями.

В результате опытов получены новые сведения о способности химических препаратов из класса СМС, загрязняющих водную среду, ингибировать эффективность изъятия из воды взвеси одноклеточных организмов (табл. 1 и табл. 2).

Полученные результаты согласуются с данными работ, в которых показана способность химических веществ и смесевых препаратов оказывать аналогичное воздействие на бентосные [4-8] и планктонные [9] организмы. Новые результаты о воздействии СМС на *M. galloprovincialis* и *C. gigas* вместе с полученными ранее сведениями [4-9] полезны для анализа связи между сохранением самоочистительного потенциала водоемов и их биоразнообразием [2].

Для поддержания последнего одной из ключевых предпосылок является сохранение местообитаний видов (например, [10-12]). Для жизни гидробионтов необходима вода достаточно высокого качества, т.е. с определенным набором свойств, характеризующих ее чистоту и пригодность служить полноценной средой обитания организмов. Многие параметры природной воды (например, количество взвешенных частиц и др.) зависят в свою очередь от функционирования некоторых гидробионтов, в том числе от их фильтрационной активности. Фильтрационная активность беспозвоночных достигает 1-10 м³/день над 1 м² дна пресноводных и морских водоемов (данные разных авторов, см. [13]) и участвует в формировании

качества воды и местообитаний для многих видов. Тем самым фильтрационная активность беспозвоночных является одной из предпосылок для сохранения биоразнообразия водных организмов конкретных экосистем. Для целей нашего анализа важно, что суммарная фильтрационная активность беспозвоночных в конкретных экосистемах зависит по меньшей мере от трех факторов.

Во-первых, суммарная фильтрационная активность гидробионтов зависит от общей численности организмов-фильтраторов. Последняя складывается из количества особей в популяциях отдельных видов фильтраторов. В тех или иных экосистемах набор видов фильтраторов состоит из различных видов организмов пелагиали и бентали, в том числе представителей групп, указанных в табл. 3.

Во-вторых, фильтрационная активность беспозвоночных зависит от концентрации взвеси в воде. При повышении концентрации взвеси скорость фильтрации может снижаться [14, 15].

В третьих, фильтрационная активность гидробионтов зависит от степени загрязненности воды химическими веществами-поллютантами, как показано, например, в наших работах на примере моллюсков ([2-7], а также новые результаты в таблицах 1 и 2 данной статьи) и коловраток [9] .

Связи между сохранением биоразнообразия и различными параметрами водной экосистемы приведены на схеме (рис. 1), где стрелками показано влияние одних параметров (факторов) на другие.

Как видно из этого схематического рисунка, можно выделить два типа связей: те, которые указаны стрелками, ведущими слева направо (условно их можно назвать связями первого рода) и те, которые обозначены стрелками, ведущими справа налево (т.е. обратные по отношению к связям первого рода). Существенно, что связи первого рода и обратные связи образуют циклы, которые дестабилизируют систему при снижении фильтрационной активности гидробионтов.

Рис. 1 позволяет отчетливо видеть, что сохранение биоразнообразия является одновременно и предпосылкой, и следствием определенных свойств водной экосистемы. С одной стороны, сохранение биоразнообразия является предпосылкой сохранения полноценной фильтрационной активности, чистоты и качества воды и поддержания местообитаний. С другой стороны, для сохранения биоразнообразия, в свою очередь, абсолютно необходимы чистота воды и сохранение местообитаний. Таким образом, сохранение биоразнообразия и поддержание качества воды является единой природоохранной задачей, где причинно-следственные связи имеют

двусторонний характер. При этом, говоря о биоразнообразии, необходимо иметь в виду важность не только фильтраторов, но и других групп организмов.

Для иллюстрации приведем следующий пример. С одной стороны, для сохранения популяций пресноводных рыб необходимо поддержание качества и чистоты воды. С другой стороны, известна следующая причинно-следственная связь, направленная в обратную сторону: для поддержания качества воды необходима фильтрационная активность двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*), включая надсемейство *Unionoidea* (*Unionacea*, *Najadacea*); численность последних зависит от успешного прохождения жизненного цикла личинками моллюсков. Личинки (глохидии) моллюсков надсемейства *Unionoidea* нуждаются в рыбах - например, семейства *Percidae* (*Perca* sp., *Acerina cernua*); *Cyprinidae* (*Leuciscus idus*, *Pelecus cultratus*) - на жабрах которых они закрепляются и где проходит их развитие (1-2 мес.). Следовательно, поддержание качества воды многих пресноводных водоемов зависит от сохранения и численности популяций рыб. Этот факт – далеко не единственный пример зависимости качества и чистоты воды от численности и функционирования водных организмов, на первый взгляд, далеких от участия в очищении воды. Дополнительные аргументы о важности практически всех гидробионтов в самоочищении воды приведены в [5, 6].

На основании отмеченного выше можно акцентировать первостепенную роль сохранения биоразнообразия для поддержания самоочистительного потенциала водоемов и возможности устойчивого, неистощительного использования водных ресурсов. Связь между качеством воды и биоразнообразием не исчерпывается тем, что для сохранения биоразнообразия надо поддерживать качество воды. Данная статья подчеркивает, что справедливо и обратное: для сохранения качества воды необходимо поддерживать функционально активное биоразнообразие водных экосистем. Иными словами, сохранение функционально активного биоразнообразия гидробионтов в водоеме является методом (причем абсолютно обязательным) для поддержания чистоты воды в этом водоеме. Итак, сформулирована дополнительная аргументация в пользу повышения приоритетности сохранения биоразнообразия и его функциональной активности: это является не только этическим императивом, но и экономической необходимостью.

Автор благодарит А. Ф. Алимова, В. В. Малахова, других сотрудников МГУ и РАН за обсуждение некоторых затронутых вопросов и советы, сотрудников ИНБЮМ НАНУ Г. Е. Шульмана, Г. А. Финенко, З. А. Романову, В. И. Холодова, А. В. Пиркову,

А. Я. Столбова и А. А. Солдатова за предоставление моллюсков и помощь, Р. Wangersky, J. Widdows и N. Walz за консультации.

Работа поддержана the Open Society Support Foundation, grant RSS No. 1306/1999.

Таблица 1.

Воздействие СМС IXI (20 мг/л) на изменение оптической плотности (OD_{550}) суспензии *S. cerevisiae* в ходе ее фильтрации мидиями *Mytilus galloprovincialis*.

Период измерения, №	Время от начала инкубации, мин	Опыт (+СМС) А	Контроль 1 (с мидиями, без СМС) В	Контроль 2 (без мидий, без СМС) С	ВЭИ А/В, %
1	3	0.30	0.24	0.31	125
2	8	0.24	0.18	0.30	133
3	25	0.15	0.06	0.27	250

Таблица 2 .

Воздействие СМС Дени-Автомат (СМСДА, 30 мг/л) на изменение оптической плотности (OD_{550}) суспензии *S. cerevisiae* в ходе ее фильтрации устрицами *Crassostrea gigas*.

Пери-од изме- рения, №	Время от начала инкуба- ции, МИН	Опыт (+СМС) А	Контроль 1 (с устрицами, без СМС) В	Контроль 2 (без устриц, без СМС) С	ВЭИ, А/В, %
1	2	0.26	0.17	0.33	153
2	10	0.15	0.01	0.31	1500
3	40	0.11	0.001	0.32	11000

Таблица 3. Биоразнообразие организмов, участвующих в фильтрации воды *sensu lato*

Компонент экосистемы	Организмы пресноводных экосистем	Организмы морских экосистем
Планктон, Пелагиаль (нектон)	Protista (инфузории; гетеротрофные Mastigophora); Rotatoria; Cladocera; Copepoda; личинки некоторых Insecta; Pisces (некоторые представители)	Protista; Rotatoria; среди Coelenterata – Rhizistomida; личинки немертин, полихет, сипункулид, форонид, брахиопод Lingulida; личинки моллюсков; личинки копепод (Copepoda); личинки усоногих раков; личинки иглокожих; личинки полухордовых; Euphausiida; Mysida; некоторые представители Decapoda (Macrura); Tunicata (Class Appendiculariae; Class Salpae; Pyrosomida); Pisces (некоторые представители)
Бенталь (бентос)	Protista (инфузории; гетеротрофные Mastigophora); Spongia (Porifera); Bryozoa; Mollusca (Bivalvia); Личинки некоторых двукрылых (Diptera); Личинки ручейников (Trichoptera); Личинки некоторых поденок	Protista; среди Stenophora – сидячие гребневки Tjalfiella; Spongia (Porifera); Hydrozoa; Actinozoa -Gorgonaria, некоторые представители Pennatularia, редкие Actinaria (например, Metridium); Polychaeta (часть полихет); Bryozoa; Brachiopoda; Kamptozoa (syn. Entoprocta); Phoronida; Sipunculida; Pterobranchia; Acrania; Mollusca (Bivalvia, некоторые представители Gastropoda); некоторые представители Amphipoda (например, Corophiidae); Cirripedia; иглокожие: Crinoidea, некоторые офиуры, некоторые морские звезды (сем. Brisingidae), некоторые голотурии (такие как Psolus); Tunicata (Class Ascidiidae)

Примечание. В таблице указаны примеры крупных таксонов, представители которых в той или иной форме участвуют в фильтрации воды и изъятии из нее sestona. Таблица не претендует на полноту и завершенность. Благодарю В.В.Малахова за консультации.

Подпись к рисунку 1 (Статья С.А.Остроумова "Сохранение биоразнообразия и качество воды: роль обратных связей в экосистемах")

Связь и взаимовлияние некоторых параметров водных экосистем и процессов, важных для сохранения их самоочистительного потенциала

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука. 1965. 374 с.
2. *Остроумов С.А.* Биологические эффекты поверхностно-активных веществ в связи с антропогенными воздействиями на биосферу. М.: МАКС-Пресс. 2000. 116 с.
3. *Остроумов С.А.* // ДАН. 2000. Т. 375. № 6. С. 847-849.
4. *Остроумов С.А. Донкин П., Стафф Ф.* // ДАН. 1998. Т. 362. № 4. С. 574-576.
5. *Остроумов С.А.* // ДАН 2000. Т. 372. № 2. С. 279-282.
6. *Остроумов С.А.* // ДАН. 2000. Т. 374. № 3. С. 427-429.
7. *Остроумов С.А.* // ДАН. 2000. Т. 371. № 6. С. 844-846.
8. *Donkin P., Widdows J., Evans S.V., Staff F., Yan T.* // Pestic. Sci. 1997. V. 49. P. 196-209.
9. *Карташева Н.В., Остроумов С.А.* // Токсикологический вестник. 1998. № 5. С. 30-32.
10. *Яблоков А.В., Остроумов С.А.* Охрана живой природы: проблемы и перспективы. М.: Леспромиздат. 1983. 272 с.
11. *Яблоков А.В., Остроумов С.А.* Уровни охраны живой природы. М.: Наука. 1985. 176 с.
12. *Yablokov A.V., Ostroumov S.A.* Conservation of Living Nature and Resources: Problems, Trends and Prospects. Berlin et al.: Springer-Verlag. 1991. 272 p.
13. *Ostroumov S.A.* // Ecological Studies, Hazards and Solutions. 2000. Vol. 3. P. 22-23.
14. *Алимов А. Ф.* Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981. 248 с.
15. *Суценья Л.М.* Количественные закономерности питания ракообразных. Минск: Наука и техника, 1975. 208 с.

Комментарий и дополнение в связи с помещением статьи на сайт SciPeople (2009).

Новые исследования, проведенные после опубликования этой статьи, подтвердили ее основные выводы. Как показано дополнительными исследованиями автора данной статьи, найдены новые свидетельства того, что индивидуальные ПАВ и ПАВ-содержащие синтетические моющие средства (СМС) и другие смесевые препараты ингибировали скорость питания фильтраторов (т.е. скорость изъятия фитопланктона из воды фильтраторами). Были получены новые факты, дополнительно подтверждающие такое негативное воздействие ПАВ на скорость изъятия клеток водорослей из воды в результате активности беспозвоночных-фильтраторов из числа и бентосных, и планктонных организмов. Так, в 2009 году в ДАН опубликована

статья, в которой показано, что низкие концентрации ПАВ додецилсульфата натрия (ДСН) ингибировали скорость питания дафний *Daphnia magna*, клетками зеленых водорослей, т.е. ПАВ ДСН ингибировал скорость изъятия клеток водорослей из воды этими планктонными фильтраторами [16].

Комментируемая статья вошла в число работ, которые были обобщены в книге [17], отмеченной Дипломом Академии проблем водохозяйственных наук и Дипломом лауреата конкурса МОИП (2007), а также получившей позитивные отзывы специалистов в опубликованной рецензии профессора Л.П.Брагинского и соавторов [18]. В дополнение к тем данным об ингибировании детергентами фильтрации воды моллюсками, которые приведены в статье, автор получил аналогичные данные на других смесевых препаратах. Эти данные суммированы в монографии [19], также получившей позитивные отклики в печати [20]. Опубликована также совместная работа с английским исследователем Дж. Виддоусом, которая изложила наши экспериментальные данные о негативном воздействии ПАВ на фильтрационную активность атлантических мидий [21, 22]. Часть более поздних исследований суммирована в монографии [23].

Таким образом, новые научные результаты подтверждают логику данной статьи и ее выводы.

Дополнение к списку литературы:

16. *Ворожун И.М., Остроумов С.А.* К изучению опасности загрязнения биосферы: воздействие додецилсульфата натрия на планктонных фильтраторов // ДАН. 2009, Т. 425, No. 2, с. 271–272.
17. *Остроумов С.А.* Загрязнение, самоочищение и восстановление водных экосистем [= Pollution, self-purification and restoration of aquatic ecosystems]. М.: МАКС Пресс. 2005. 100 с. ISBN 5-317-01213-9.
18. *Брагинский Л.П., Калениченко К.П., Игнатюк А.А.* Обобщенные механизмы самоочищения природных вод. Рец. на кн.: С. А. Остроумов. Загрязнение, самоочищение и восстановление водных экосистем. – М. : МАКС Пресс, 2005. – 100 с. // Гидробиологический журнал - 2007 – т. 43, № 6 - С. 111- 113.
19. *Ostroumov S.A.* Biological Effects of Surfactants. CRC Press. Taylor & Francis. Boca Raton, London, New York. 2006. 279 p.

20. *Ермаков В.В.* Рец. на книгу: *Biological Effects of Surfactants*. CRC Press. Taylor & Francis. Boca Raton, London, New York. 2006. 279 p. // *Токсикологический вестник*, 2009, № 2, с.40.
- 21 *Остроумов С.А.*, Виддоус Дж. (Widdows J.). Воздействие катионного поверхностно-активного вещества на мидий: ингибирование фильтрации воды // *Вестник МГУ. Сер.16. Биология*. 2004. № 4. С. 38 - 41. [Ингибирующее воздействие ПАВ ТДТМА 0.3 – 5 мг/л на фильтрацию воды мидиями-гибридами *Mytilus edulis* × *M. galloprovincialis* из природной популяции в Северной Атлантике].
22. *Ostroumov S.A.*, *Widdows J.* Inhibition of mussel suspension feeding by surfactants of three classes. // *Hydrobiologia*. 2006. Vol. 556, No. 1. P. 381 – 386. [Effects of SDS, TDTMA, and Triton X-100 on *M. edulis* and *M. edulis* / *M. galloprovincialis*. Effects of three surfactants on the filtration rates by marine mussels were studied. The xenobiotics tested represented anionic, cationic and non-ionic surfactants (tetradecyltrimethylammonium bromide, a representative of a class of cationic surfactants; sodium dodecyl sulphate, a representative of anionic alkyl sulfates; and Triton X-100, a representative of non-ionic hydroxyethylated alkyl phenols). All three surfactants inhibited the clearance rates. The significance of the results for the ecology of marine ecosystems is discussed].
23. *Остроумов С. А.* Гидробионты в самоочищении вод и биогенной миграции элементов. М. МАКС-Пресс. 2008. 200 с. ISBN 978-5-317-02625-7.

Реферат:

Остроумов С. А. **Сохранение биоразнообразия и качество воды: роль обратных связей в экосистемах** // ДАН. 2002. т. 382. № 1. с. 138-141. (УДК 574.6: 574.64) С использованием новых результатов автора дана новая трактовка связей между сохранением биоразнообразия и поддержанием качества воды. Сформулированы новые представления о роли биоразнообразия для поддержания качества воды в пресноводных и морских экосистемах. Получены новые данные об ингибировании фильтрации воды моллюсками при воздействии детергентов IXI (на *Mytilus galloprovincialis*) и Дени-Автомат (на *Crassostrea gigas*). Результаты существенно дополняют ранее выявленную автором информацию о том, как поверхностно-активные вещества и смесевые препараты (детергенты) подавляют функциональную активность фильтраторов. Фильтрация воды моллюсками есть часть самоочищения воды. В свою очередь, самоочищение воды является предпосылкой поддержания качества воды и местообитаний для сохранения гидробионтов. Антропогенное разрушение местообитаний и популяций фильтраторов может породить обратную связь, вызывающую дальнейшее ухудшение качества воды. Это подчеркивает важность двусторонних связей между качеством воды и сохранением биоразнообразия. Статья доказывает важную позитивную роль биоразнообразия для укрепления экологической безопасности источников водоснабжения.

--ABSTRACT:

Ostroumov S.A. **Biodiversity and water quality: the role of feed-backs.** – Doklady Akademii Nauk (DAN). 2002. vol. 382. No. 1. P.138-141. [Translated into English: Biodiversity protection and quality of water: the role of feedbacks in ecosystems. - Doklady Biological Sciences. 2002. Volume 382, Numbers 1-6. p.18-21. DOI 10.1023/A:1014465220673].

New data were obtained on the inhibition of water filtration by bivalves under the effects of detergents IXI (using *Mytilus galloprovincialis*) and Dени-Automat (using *Crassostrea gigas*). The results make an important addition to the previous data obtained by the same author on how surfactants and detergents inhibit the functional activity of freshwater and marine bivalves. Water filtration by bivalves is a part of water purification. In turn, water purification is one of the prerequisites for water quality and habitat maintenance for the biodiversity of aquatic organisms. Hence, efficient water filtration by bivalves is a prerequisite for water quality maintenance and the conservation of aquatic organisms. Man-made deterioration of the habitats and populations of filter-feeders may create a feedback towards further deterioration of water quality. This underlines the importance of two-way directed links between water quality and the protection of biodiversity.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: качество воды, опасность химических веществ, обратная связь, сохранение местообитаний и биоразнообразия, самоочищение воды, двустворчатые моллюски, устрицы, *Crassostrea gigas*, эффективность изъятия взвеси, поверхностно-активные вещества (ПАВ), синтетическое моющее средство (СМС), смесевые препараты, фильтрационная активность, *Mytilus galloprovincialis*, личинки пресноводных моллюсков, глосидии, состояние популяций фильтраторов, антропогенное воздействие, загрязнение воды, загрязняющие вещества, поллютанты, рыбы, пелагиаль, бенталь, живое вещество, СМС Дени-Автомат, СМС IXI, аквакультура, марикультура, мидии, Черное море, устойчивое использование водных ресурсов, самоочистительный потенциал водоемов, водотоки, антропогенный стресс, антропогенные воздействия, взвесь *Saccharomyces cerevisiae*,

бентосные, планктонные организмы, гидробионты, Bivalvia, Unionoidea, Unionacea, Najadacea; жизненного цикла личинками моллюсков, Личинки, Unionoidea, Percidae, Perca sp., Acerina cernua; Cyprinidae, Leuciscus idus, Pelecus cultratus, чистота воды, пресноводные, морские, водная токсикология, экотоксикология, химия окружающей среды, экологическая безопасность, биосфера, список организмов-фильтраторов, Protista, инфузории, Protista; Rotatoria; Coelenterata, Rhizistomida; Nemertini, plankton, Mastigophora; Polychaeta, Sipunculoidea, Phoronoidea, Brachiopoda, Bryozoa; нектон, Cladocera; Copepoda; Insecta; Pisces, копеподы, Copepoda; Cirripedia, Echinodermata; Hemichorda; Euphausiida; Mysida; Decapoda, Macrura; Tunicata, Appendiculariae; Salpae; Pyrosomida; Benthic Protista, Ctenophora, Tjalfiella; Spongia, бентос, Mastigophora; Spongia, Porifera; Bryozoa; Mollusca, Bivalvia; Diptera; Trichoptera; поденки, Porifera; Hydrozoa; Actinozoa, Gorgonaria, Pennatularia, Actinaria, Metridium; Brachiopoda; Kamptozoa, Entoprocta; Phoronida; Sipunculida; Pterobranchia; Acrania; Gastropoda; Amphipoda, Corophiidae; Crinoidea, Ophiuroidea, Asteroidea, Brisingidae, Holothuroidea, Psolus; Tunicata, Ascidae, биологические эффекты.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ПУБЛИКАЦИИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ ПОСЛЕ ЭТОЙ СТАТЬИ, ПОДТВЕРДИВШИЕ ЕЕ ВЫВОДЫ:

Innovations:Positive.Evaluation. Key innovations (environmental science) and opinion and POSITIVE EVALUATION of independent international scientists and experts: <http://www.scribd.com/doc/58220528/>;

international citing of papers and books (Ecology, environment, water, sustainability, ecotoxicology, bio); updated <http://www.scribd.com/doc/54504932/>;

[scribd.com/doc/57211985/](http://www.scribd.com/doc/57211985/); sites on water use in industry, cities, and some other relevant sites (environmental science, water quality, etc.);

Научное открытие № 274 (область науки: экология, охрана окружающей среды, изучение биосферы, гидросферы, поллютантов): <http://idea.emind.ru/discovery/show/67>;

Впервые сформулирована экологическая теория природного механизма поддержания качества воды, секрет устойчивости <http://www.scribd.com/doc/57774996/DAN-2004-Self-Pur>;

Экология. Науки об окружающей среде. Устойчивое использование природных, водных, ресурсов. Экобезопасность. <http://www.scribd.com/doc/57813514/>;

Остроумов С.А. Новый тип действия потенциально опасных веществ: разобшители пелагиально-бентального сопряжения // ДАН. 2002. Т. 383. № 1. С.138-141; <http://www.scribd.com/doc/57703751/>;

**

<http://www.scribd.com/doc/54994042/> О роли биогенного детрита в аккумуляции элементов в водных системах. МАКРОФИТ CERATORHYLLUM DEMERSUM ИММОБИЛИЗУЕТ Au ПОСЛЕ ДОБАВЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ// ДАН, 2010, 431: 566–569. <http://www.scribd.com/doc/54991990/>

Впервые обнаружена ошибка Нобелевских лауреатов Э.Шредингера и И.Пригожина. энтропия, биология:
<http://www.scribd.com/doc/57260226/>;

ECOLOGY, ENVIRONMENT: TEXTS AVAILABLE ONLINE FREE.the files are at<http://www.scribd.com/>; 20 March - 25 April;keywords: ecology, ecotoxicology, biogeochemistry, water, water quality, bioassay, pollutants,xenobiotics, biology, discovery, innovations, biosphere, environmental, protection, biodiversity,conservation, safety, ecosystem, detergents, surfactants, hazards, biochemical, new, concepts,conceptualization, terms,

Cited: First systematic formulation of scientific basis of biodiversity protection, conservation of nature, bioresources
<http://b23.ru/nfcl>

Впервые учеными РФ и США, др. стран создан краткий список важнейших приоритетов экологии 21-го столетия
<http://www.scribd.com/doc/52655707/>; <http://www.scribd.com/doc/57124875/>

Впервые установлена способность элодеи очищать воду сразу от 4 токсичных тяжелых металлов одновременно
<http://www.scribd.com/doc/57124407/>

Об авторе:
<http://www.famous-scientists.ru/3732/>;

Ученые этих институтов цитировали научные статьи и книги С.А.О. (примеры):
[http://www.scribd.com/doc/49756928/Institutions-cited-upd-March-1](http://www.scribd.com/doc/49756928/Institutions-cited-upd-March-1;);
Scholars of those institutions have cited the publications (biology, ecology, environment) authored by S.A.Ostroumov (some examples are given below); [updated June 18, 2011]

<http://www.scribd.com/doc/53721456/>; Main-Discoveries-Ostroumov
Экология, биология: Новый вклад. Инновации. Открытие новых фактов. Новые концепции. Кратко суммированы инновации, содержащиеся в публикациях доктора биологических наук С.А.Остроумова и соавторов.
Ecology. Key Innovations, Discoveries.
Updated June 5, 2011.

