

К 80-ЛЕТИЮ ВЫХОДА В СВЕТ КНИГИ В.И. ВЕРНАДСКОГО “БИОСФЕРА”. РАЗВИТИЕ НЕКОТОРЫХ ВАЖНЫХ РАЗДЕЛОВ УЧЕНИЯ О БИОСФЕРЕ

Г.В. Добровольский

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Воробьевы горы,
119991 Москва, Россия

(Принята к публикации 30 апреля 2007 г.)

Приведен краткий обзор работ, которые развивают ряд аспектов учения о биосфере, созданного В.И. Вернадским. Основное внимание уделено исследованиям, посвященным биосфере как важному фактору формирования геохимической среды, связи между экологией и химией природных соединений, роли химических веществ как посредников во взаимоотношениях организмов и переносе сигналов и антропогенных воздействий. Обсуждены вопросы характеристики биосферы как эколого-биохимического континуума, дополнительного выявления преобразующей роли живого вещества, создания более адекватной системы приоритетов для оценки опасности загрязнения биосферы и гидросферы, а также использования организмов для очищения среды. Приведены сведения о разработке инновационных учебно-методических материалов.

Ключевые слова: биосфера, учение В.И. Вернадского, функции живого вещества, биогеохимия, экология, почвоведение, гидросфера

В 21-м столетии развитие экологических наук и наук об окружающей среде продолжает опираться на фундаментальные положения учения о биосфере [1–3]. Эти положения были сформулированы Владимиром Ивановичем Вернадским (1863–1945). Особенно большое значение среди публикаций В.И. Вернадского имела книга “Биосфера”, первое издание которой вышло из печати в 1926 году в Ленинграде в Научном химико-техническом издательстве. Впоследствии она неоднократно переиздавалась [3].

Детальное исследование творчества В.И. Вернадского проведено во многих монографиях, статьях, трудах Комиссии по разработке научного наследия академика, которую возглавляли академики Н.Д. Зелинский, А.П. Виноградов, Б.С. Соколов, а с 1985 г. — вице-президент АН СССР А.Л. Яншин (о работе по изучению наследия В.И. Вернадского см. [4], где дана соответствующая библиография).

Многие из высказанных В.И. Вернадским идей опередили свое время, до сих пор сохраняют свое значение и служат источником новых продуктивных направлений в исследованиях ученых. В.И. Вернадский уделял большое внимание

вопросам изучения почв и гидросферы, неоднократно подчеркивал значение взаимосвязей между свойствами среды обитания (почвы, воды) и жизнедеятельностью организмов. Он акцентировал роль организмов в формировании свойств почв и природной воды, в биогеохимических процессах, протекающих в почвах и водной среде [1–3].

Существенные шаги в изучении биосферы, в том числе биосферной роли организмов, включая и почвенную биоту, и гидробионтов, представлены в работах многих ученых, работающих в различных странах.

Процессы формирования биогеохимических потоков и связанные с этим явления исследовались Э.М. Галимовым [5], В.В. Ковальским [6, 7], их сотрудниками и другими учеными. Новые факты и обобщения, существенные для анализа состояния биосферы и роли биоты, опубликованы А.Ф. Алимовым [8], Г.Г. Винбергом [9], М.Е. Виноградовым [10], Г.В. Добровольским [11–15], Г.А. Заварзиным [16–19], М.В. Ивановым [20–23], Ю.А. Израэлем и А.В. Цыбань [24], Г.Г. Матишовым и Д.Г. Матишовым [25], В.Н. Сукачевым [26], С.С. Шварцем [27], И.А. Шиловым [28] с

сотрудниками и многими другими авторами. Изучению состояния биосферы и глобальных аспектов состояния окружающей среды также посвящено много публикаций. Ввиду их многочисленности не представлялось возможным перечислить даже самые важные работы. Заинтересованные читатели найдут более полную библиографию в [5, 13, 18, 23–25, 29–34]).

Сейчас, когда книга В.И. Вернадского “Биосфера” отметила свой 80-й юбилей, особенно полезно подчеркнуть актуальность некоторых направлений в развитии концепций, касающихся биосферы и химии окружающей среды, выделить главное в новых разработках, обратить внимание на возможности практического использования теоретических разработок ряда недавних публикаций. Данная работа не является обзором, в ней будут прокомментированы лишь некоторые из многих интересных направлений в развитии комплекса биосферных наук. Существенная часть работ, анализируемых в данной публикации, выполнена в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, в котором В.И. Вернадский работал длительное время (с 1890 г., когда был назначен приват-доцентом, до 1911 г.) и окончательно сформировался как мыслитель и исследователь междисциплинарных биосферных проблем. Важные работы проводятся также в институтах Российской академии наук, активным членом которой В.И. Вернадский был с 1909 года.

1. Инвентаризация биологических и почвенных ресурсов и научные основы управления ресурсами биосферы

Современное расширенное понятие биологических ресурсов включает в себя не только их использование как ресурсов в хозяйственных целях, но и биосферные функции сообществ живых организмов, которые обеспечивают стабильное существование человечества, что тесно связано с экономическими, оздоровительными, культурными и эстетическими функциями окружающей нас живой природы и экосистем. Функционирование сообществ живых организмов тесно связано с состоянием почвенных и водных систем. Большое значение имели работы коллективов всех институтов отделения биологических наук РАН, в том числе зоологического, ботанического и почвоведческого профиля, а также соответствующих факультетов и кафедр МГУ и других университетов.

Сейчас формируется новая концепция управления биологическими ресурсами, которая учитывает актуальные проблемы сохранения

биологического разнообразия и природного баланса в современных условиях состояния биосферы. Для внесения вклада в формирование этой концепции имеют значения все современные исследования почв, бактерий, грибов, растений и животных. Важность этих работ акцентировала Программа Отделения биологических наук РАН «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами». По этой программе проведены исследования в 2003–2005 гг., по итогам которых создана коллективная монография, в которой содержатся статьи Д.С. Павлова, Г.В. Добровольского, А.С. Исаева, А.Ф. Алимова, С.Э. Вомперского, Л.П. Рысина, Г.Г. Матишова, И.А. Захарова, Г.С. Розенберга, М.Р.Д. Магомедова и многих других авторов, вносящих вклад в создание современной концепции управления биологическими и почвенными ресурсами [35]. Разработка научных основ мониторинга состояния наземных и водных экосистем также является необходимым элементом управления биологическими и почвенными ресурсами [36, 37].

2. Биосфера и наука о почвах

В.И. Вернадский подчеркивал, что “значение почв в истории планеты гораздо большее, чем это обычно кажется” ([3], стр.148). К настоящему времени достигнут новый прогресс в изучении почв. Накоплены новые данные о роли организмов в формировании почв и в функционировании соответствующих экологических систем. Обобщены данные о зонально-региональном разнообразии состава и структуры растительного, животного мира и микроорганизмов в почвах России, а также об их влиянии на связанные с почвами биологические циклы углерода, азота и фосфора [12, 13].

Сформулированы представления об экологических и биосферных функциях почв [12–15]. Созданы научные основы сохранения почв и их полезных эколого-биосферных функций [11, 15]. Трудом многих ученых, в том числе факультета почвоведения МГУ и институтов РАН (например, Института проблем экологии и эволюции РАН), выявлены и систематизированы новые факты о конкретных группах почвенных организмов, в том числе о бактериях и их сообществах, грибах, актиномицетах и других организмах (в том числе о почвенных беспозвоночных).

Подчеркнем, что исторически именно исследования почв В. В. Докучаевым (1846–1903) заложили основы представлений о биокосных телах природы, которые пронизывают учение В.И. Вернадского о биосфере.

3. Некоторые вопросы геохимии и биогеохимии

Характеризуя роль живого вещества в разделе “Живое вещество суши” В.И. Вернадский отмечал, что почвы — “область наивысшей геохимической энергии живого вещества, важнейшая по своим геохимическим последствиям лаборатория идущих в ней химических и биохимических процессов” ([3], стр. 149). Эти слова иллюстрируют представления В.И. Вернадского о значительной роли живого вещества и деятельности организмов в геохимии. Справедливость этих представлений доказало изучение многих проблем геохимии и биогеохимии.

Не пытаясь осветить все многочисленные направления геохимии и биогеохимии, скажем лишь несколько слов о важности исследований на стыке геохимии, биогеохимии и других наук. С проблемами биогеохимии тесно связаны многие исследования почв и экосистем. Формирование биогеохимических потоков происходит при ведущей роли организмов, населяющих почвы, ее поверхность и водные системы. Исследования проблем биогеохимии проводятся многими коллективами, например, на ряде факультетов МГУ (почвоведения, геологическом и географическом), в Институтах геохимии и аналитической химии РАН и океанологии РАН. Существенным шагом было развитие представлений о биогеохимических провинциях [6, 7].

Большое практическое значение имело накопление новых знаний о роли организмов (микроорганизмов) в процессах формирования полезных ископаемых [22, 23, 38] и запасов такого важного энергетического ресурса как углеводороды [20, 21, 23].

Отметим важную роль прогресса в понимании некоторых конкретных экологически важных процессов переноса вещества в биосфере (например, в работах коллективов Институты глобального климата и экологии РАН и океанологии РАН).

Появились наименование новой дисциплины на стыке геохимии и экологии — геохимическая экология (например, [6, 33]), а также название нового журнала “Проблемы биогеохимии и геохимической экологии”. Многие направления биогеохимии затрагиваются в работах, которые упоминаются в последующих разделах данной статьи.

4. Экология и эволюция

Формирование современной биосферы, включая почвенный покров Земли, происходило одновременно с процессами биологической эво-

люции организмов. С участием многих ученых и научных коллективов разрабатываются представления о роли эволюции в формировании биосферы, геологической среды и экосистем.

Существенный вклад внесли работы Института палеонтологии РАН и кафедры палеонтологии МГУ [38]. На уровне сообществ организмов проводились интересные исследования, устанавливающие связь между экологией и эволюцией [27].

Роль совместного действия многих организмов, выступающих как мощный объединенный фактор влияния на лик Земли, была также концептуально разработана в книге “Биосфера” и других трудах В.И. Вернадского и продолжает оставаться объектом активных исследований, некоторые из которых будут упомянуты ниже.

5. Разработка представлений об аппарате биосферы как важнейшем факторе формирования геологической и геохимической среды, включая почвы и гидросферу

Живые организмы рассматривались В.И. Вернадским как участники своеобразного “аппарата”, с участием которого осуществляется формирование тех или иных особенностей биосферы, включая почвы и гидросферу [3]. В ряде недавно опубликованных работ [39, 40] эти важные представления развиваются и детализируются, в том числе на примере гидробионтов [41–45]. Так, расширена сфера использования фундаментально важной концепции биокосного вещества, выдвинутой В.И. Вернадским [1, 3] в развитие представлений В.В. Докучаева о неразрывной связи и комплексной роли биотических и абиотических факторов в формировании почв. Предложено рассматривать, наряду с биокосным веществом, и биокосную регуляцию [40, 43] перемещения вещества в экосистемах, что подчеркивает комплексный характер и тесное взаимодействие биотических и абиотических факторов в регуляции миграции элементов и перемещений вещества в биосфере. Анализ современного состояния биосферы [45] выявляет новые стороны важной роли биоты (“живого вещества”, по терминологии В.И. Вернадского) в регуляции параметров геохимической и геологической среды, что важно в условиях угрозы глобальных изменений. Представляются ценными работы, где выявляется и детализируется полифункциональная роль биоты в противодействии химическому загрязнению биосферы [42].

6. Концепции экосистемы и биогеоценоза

Как важную часть представлений об аппарате биосферы можно рассматривать концепции экосистемы и биогеоценоза, которые стали фундаментальными понятиями биосферных и экологических наук. Концепцию биогеоценоза выдвинул В.Н. Сукачев, который дал определение биогеоценоза [26], впоследствии широко цитированное в других работах [28, 46]. В современных условиях, когда накопился большой объем новой информации об экологических процессах, биосфере и живых организмах, важно было разработать новые определения экосистемы и биогеоценоза, поскольку некоторые авторы отождествляли эти два понятия [28]. Модернизированные варианты определения экосистемы и биогеоценоза, опубликованные в работах [8, 47] учитывают достигнутый прогресс в биологических и экологических науках.

7. Разработка проблем на стыке между экологией и химией природных соединений: новые результаты о влиянии химических веществ как посредников в переносе сигналов от организма к организму. Биосфера как эколого-биохимический континуум

Многие из веществ, образуемые организмами как вторичные метаболиты, могут иметь существенное значение как полезные ресурсы биологически активных веществ, что повышает ценность биологических ресурсов [35]. В ряде публикаций [39, 44] исследовалась роль химических веществ, вырабатываемых живыми организмами, как факторов переноса информации и сигналов. Существенно, что сигналы могут выполнять функцию регуляторов экологически важных процессов и явлений. Поэтому обоснованы предложения называть некоторые из этих химических веществ экологическими хеморегуляторами [39, 44] и экологическими хемомедиаторами [39, 44]. С целью подчеркнуть значимость ряда веществ-посредников как факторов, вызывающих изменения поведения, физиологического состояния, онтогенеза, в ряде публикаций вводятся новые понятия, например, такие как экоэффекторы. Справедливо отмечено, что один из потенциально опасных аспектов химического загрязнения может быть связан с нарушением химической коммуникации между организмами [39]. Анализ эмпирического материала подтвердил целесообразность использования новой терминологии [29, 41].

Получение новых результатов может способствовать созданию и развитию новых научных дисциплин — биохимической экологии

[39, 44] и биохимической гидробиологии [44]. Необходимо отметить однако, что эти дисциплины граничат со многими смежными областями, в том числе с экологической биохимией (указанный термин был впервые использован Дж. Харборном [48]).

Анализ роли продуцируемых организмами химических веществ как носителей сигналов и регуляторных воздействий, воспринимаемых другими организмами и имеющих большое значение для функционирования популяций и экосистем, привел к концептуально важному выводу о том, что биосферу можно рассматривать как эколого-биохимический континуум [39]. Этот вывод подтвердили и дальнейшие исследования [52].

Представление об эколого-биохимическом континууме позволяет более глубоко анализировать химические и биохимические связи между живыми организмами в биосфере, а также о связи между биотическими и абиотическими компонентами экосистем. Концепция эколого-биохимическом континуума интегрирует два принципиально разных подхода к изучению биосферы. Первый подход воплощается традиционными науками о конкретных организмах, такими, как зоология, ботаника, ихтиология, энтомология, альгология, микология и другими. Второй реализуется с использованием химических методов и выявляет новые химические вещества, вырабатываемые организмами и выделяемые ими в окружающую среду (химия природных соединений, химический анализ вод и почв).

8. Прогресс в познании роли антропогенных воздействий, вызывающих снижение биогеохимических (биосферных и гидросферных) функций живого вещества

Примеры антропогенных воздействий являются многочисленными, однако они недостаточно исследованы. Как подчеркивал В.И. Вернадский, живое вещество (организмы, взятые как составляющая биосферы) несет несколько важных биосферных функций. "Биогеохимические функции живого вещества распространяются на всю планету... Они определяют в планетном масштабе основные химические проявления жизни и являются основными химическими реакциями живого вещества, поскольку они химически отражаются на окружающей организм внешней среде" ([1], стр. 237).

Представляют существенный интерес исследования, связанные с химическими воздействиями на живые организмы, которые вызывают последствия, приводящие к разобщению связей в водной экосистеме и снижению уровня само-

очистения воды [42]. Так, в ряде работ детализировалась роль живых организмов в водных экосистемах, участвующих в самоочищении воды [42, 49]. В частности, выявлены новые факты, доказывающие существование нового типа антропогенных воздействий, ведущих к снижению роли водных организмов в этом процессе [42, 50]. Они выявляют еще один важный тип экологической опасности, связанной с химическим загрязнением биосферы. Подчеркнем важность и других аспектов экологической опасности антропогенных воздействий, включая химическое загрязнение, описанных в работах [25–30, 51]. Более полная библиография содержится также в [24, 25, 30, 42, 50].

9. Прогресс в выявлении активной средообразующей и преобразующей роли живого вещества на примере конкретных организмов

В.И. Вернадский писал: “...живое вещество меняет биосферу и земную кору. Оно непрерывно оставляет в ней часть прошедших через него химических элементов...” ([3], стр. 77). В работах ряда авторов получены многочисленные подтверждения этой роли живых организмов, например, новые факты о существенной роли групп организмов, в том числе, микроорганизмов, грибов, растений, беспозвоночных и позвоночных животных в почвенных, наземных и водных местообитаниях [12–14, 16, 19, 23].

Проведены и продолжаются исследования почвенных [11–15] и водных организмов (гидробионтов), имеющих биосферное значение. Пример таких работ — экспериментальные и полевые исследования водных организмов-фильтраторов, а также проведенный анализ большого объема информации о гидробионтах-фильтраторах в морских и пресноводных системах [42]. Более полная библиография содержится в [13, 16, 29, 57, 62, 65, 66, 79]. Исследовались бентосные [41, 42, 50, 53] и планктонные [54] фильтраторы. Были выявлены новые аспекты значения этой группы организмов в изъятии взвеси из воды, формировании органического вещества донных отложений, снабжении детритофагов пищевыми ресурсами, рециклинге биогенных элементов, формировании оптических свойств столба воды в природных водных объектах и в других важных экологических процессах [41, 42, 50, 53, 54]. Получены важные дополнительные доказательства того, что биосферные функции гидросферы в значительной мере связаны с функциональной активностью такой важной группы организмов, как фильтраторы [41, 42, 50].

10. Новые элементы в типологии биогеохимических перемещений вещества (стохастические и направленные, циклические и ациклические перемещения)

В.И. Вернадский обращал внимание на важность изучения “биогенной миграции атомов” ([1], стр. 195). За прошедшие десятилетия выявлено огромное количество фактов о роли организмов в миграции элементов. Вместе с тем ощущалась нехватка теоретических обобщений, которые позволили бы более четко структурировать новый фактический материал.

В развитии представлений В.И. Вернадского о биогенной миграции атомов разработана типология и классификация биогеохимических перемещений вещества с выделением таких типов перемещений, как стохастическое и направленное, циклическое и ациклическое. Эта типология позволила более детально проанализировать характер биогеохимических потоков вещества в экосистемах, биотическую регуляцию этих потоков, особенности связей между гидробиологическими и биогеохимическими процессами [40]. Развитие представлений о типологии биогеохимических перемещений вещества тесно связано с детализацией представлений об аппарате биосферы, поскольку позволяет конкретнее выявить роль живых организмов как факторов регуляции миграции элементов [18, 40]. Это дает возможность вести более тщательный анализ траекторий перемещения вещества в биосфере, более детально описывать биогеохимические потоки, а также более точно определять время удержания элементов в составе объектов биосферы, что может иметь большое практическое значение для прогнозирования глобальных изменений.

11. Новые шаги по созданию адекватной системы приоритетов для оценки опасности антропогенных изменений биосферы и гидросферы, в том числе под воздействием химического загрязнения

В. И. Вернадский писал: “Никогда человек не имел такого влияния на окружающую его природу, как теперь, никогда еще это влияние не было так разнообразно и так сильно” ([2], стр. 152). Он обращал внимание на воздействие человека на различные области биосферы, в том числе, на наземные и водные системы. “Изменяется под влиянием деятельности человека жизнь гидросферы, Всемирного океана, где, как мы знаем, сосредоточена главная масса живого вещества” ([1], стр. 298).

В последние десятилетия сложилась система приоритетов в области изучения и оценки

опасности химического загрязнения биосферы и гидросферы. Эта система включала в себя список тех химических загрязнителей, которые считаются наиболее важными, в том числе тяжелые металлы, пестициды, нефть и нефтепродукты, персистентные ароматические и галогенсодержащие органические вещества и некоторые другие классы веществ. В систему приоритетов входил также такой методологический подход, как оценка влияния поллютантов на повышение летальности организмов. На этой основе рассчитываются такие параметры, как LC_{50} и LD_{50} . Полезные исследования и анализ опасности антропогенных воздействий опубликованы в большом количестве работ [25, 33, 51, 55].

Отметим новые шаги по совершенствованию этой системы приоритетов. Она модернизируется в результате выявления более высокой, чем считалось ранее, экологической опасности казалось бы слабых, сублетальных воздействий на организмы относительно низких концентраций некоторых поллютантов, например, в результате выявления экологической опасности сублетальных концентраций поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые, как показано, снижают фильтрационную активность гидробионтов. Поэтому в [42, 50] предлагается расширить список приоритетных экологически опасных веществ, включив в него синтетические ПАВ. Новые представления об экологической опасности антропогенного нарушения биоты в биосфере суммированы в концепции уровне-блочного подхода к анализу этой опасности [41].

12. Роль организмов и их жизнедеятельности в предотвращении глобальных изменений

В настоящее время обоснованное беспокойство вызывает угроза глобальных изменений, которые могут затронуть крупномасштабные характеристики геосфер и окружающей среды. Эта угроза носит уже не умозраительный характер, а проявляется в повышении частоты катастрофических явлений, экстремальных нарушений глобальной климатической системы Земли. Уменьшается объем воды в ледниках, сокращается длительность периода зимнего покрытия льдом ряда акваторий, происходят и другие явления, свидетельствующие о начале глобальных изменений.

В этих условиях представляется необходимым заново возвращаться к анализу той позитивной роли, которую играют живые организмы, вносящие вклад в регуляцию и стаби-

лизацию условий в окружающей среде. Такой анализ, полностью адекватный представлениям В.И. Вернадского, произведен несколькими авторами [16–19, 41, 43, 45, 56]. Так, в работах [41, 43, 45] выявлены основные функции биоты, важные для регуляции и стабилизации крупномасштабных параметров окружающей среды и анализируется биотическо-экосистемный механизм регуляции и стабилизации параметров биосферы, геохимической и геологической среды. На основании выявленных естественных функций биоты предлагается путь к снижению угрозы глобальных изменений с их использованием, для чего необходимо их дальнейшее обстоятельное изучение.

13. Разработка научных основ и методов использования организмов для очищения загрязненных участков окружающей среды и биосферы

Интересные исследования проводятся для разработки научных основ и методов использования организмов для очищения загрязненных участков окружающей среды и биосферы, например, для биоремедиации. Частью этих работ является использование организмов для борьбы с химическим загрязнением среды, что дает толчок для разработки основ фиторемедиации [49, 57]. Наряду с этим разрабатываются научные основы использования животных для аналогичных целей. Примером является использование организмов-фильтраторов для очищения воды и поддержания ее качества. Так, предложения использовать водных беспозвоночных для целей очищения морских вод выдвигались сотрудниками Института биологии южных морей, Севастополь. Ими были начаты работы по созданию установки, которая использовала моллюсков (мидий) для доочистки морских вод, загрязненных нефтепродуктами. В связи с этим, по аналогии с термином фиторемедиация, был предложен термин "зооремедиация" для обозначения различных методов, использующих животных (например, беспозвоночных) для целей очищения участков окружающей среды и поддержания ее качества [57].

В заключение этого раздела подчеркнем важность работ многих исследователей, изучающих использование различных групп организмов (микроорганизмов, грибов, растений, беспозвоночных) для очищения водной среды, что может способствовать созданию концепции биотического самоочищения воды при полифункциональном участии биоты [42].

14. Прогресс в совершенствовании преподавания наук о биосфере, разработка инновационных учебных программ и учебно-методических материалов на основе новых фундаментальных концепций

Упомянутые выше новые концептуальные разработки учения о биосфере делают необходимыми совершенствование и модернизацию учебных программ [18, 19, 31–58]. Это важно для преподавания наук о почвах (учебные курсы и циклы лекций на факультете почвоведения МГУ, в том числе использующие публикации [11–15]), для совершенствования преподавания общей экологии как биологической науки [28, 46], а также экологической безопасности и экологической инженерии [52], биогеохимии [31], экологии микроорганизмов [18, 19], экологии города (т.е. экологии урбанизированных и природно-урбанистических систем) [58], для преподавания знаний о гидросфере и водных экосистемах, о взаимодействиях организмов в биосфере и экосистемах. Новые научные дисциплины на стыке экологии, биохимии и смежных наук, вопросы устойчивого развития, приложения экологических представлений к решению различных проблем оздоровления окружающей среды и жизни человека также требуют изменений в учебных программах [52].

Отмеченные выше научные исследования и учебно-методические публикации вносят существенный полезный вклад в развитие фундаментальных концепций в области наук о биосфере и гидросфере, комплекса экологических и водно-экологических наук, в развитие инноваций, полезных для решения практических вопросов и проблем устойчивого развития и экологической безопасности, для разработки новых подходов к сохранению почв [11, 15], к очищению и восстановлению водных экосистем в условиях антропогенного воздействия [49], а также для создания полезных баз данных [52]. Они могут быть рекомендованы для совершенствования экологического образования при преподавании комплекса наук о биосфере, почвах, гидросфере и окружающей среде.

Заключение

Данная статья затрагивает лишь немногие направления из очень широкого спектра исследований в области наук о биосфере и не исчерпывает всего многообразия новых направлений, включающего разработку вопросов, касающихся почвоведения [11–15], геохимических [5, 31, 33] или микробиологических [16–23] проблем, имеющих большое теоретическое и практическое значение. Более полная библиография содержит-

ся в работах авторов [5, 11–25, 30–33].

Широкий круг новых шагов в разработке проблем биосферных наук представлен также в периодических изданиях, как давно существующих, так и в некоторых новых. Отметим новую серию сборников и книг под общим названием “Ecological Studies, Hazards, Solution” (Москва), журнал “Экологическая химия” (Санкт-Петербург), журналы “Вода: технология и экология” (Санкт-Петербург), “International Journal of Oceans and Oceanography” (Индия), “Морской экологический журнал” (Севастополь), “Проблемы биогеохимии и геохимической экологии” (Казахстан, г. Семипалатинск).

Дальнейшая разработка учения о биосфере, созданного В.И. Вернадским, поможет решить нарастающие экологические проблемы современности [11, 13, 30, 33, 35, 45] и способствовать устойчивому социально-экономическому развитию [30, 59, 60].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вернадский В.И. (1965) *Химическое строение биосферы Земли и ее окружения*. М.: Наука, 374 с.
- 2 Вернадский В.И. (1989) *Биосфера и ноосфера*. М.: Наука, 264 с.
- 3 Вернадский В.И. (2001) *Биосфера*. М.: Изд. дом “Ноосфера”, 243 с.
- 4 Симаков К.В. (2003) Неизвестное об известном. К 140-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского. *Вестник РА*. 73. №3, 239–249.
- 5 Galimov E.M. (2006) Isotope organic geochemistry. *Organic Geochemistry*. 37. 1200–1262.
- 6 Ковальский В.В. (1974) *Очерки геохимической экологии*. М.: Наука, 299 с.
- 7 Ковальский В.В. и Летунова С.В. (1967) Биогеохимия. В кн.: *Развитие биологии в СССР*. М.: Наука. с. 642–655.
- 8 Алимов А.Ф. (2000) *Элементы теории функционирования водных экосистем*. СПб.: Наука, 147 с.
- 9 Винберг Г.Г. (1975) Гидробиология. В кн.: *История биологии*. М.: Наука, с. 231–248.
- 10 Виноградов М.Е. (2004) Биологическая продуктивность океанических экосистем. В сб.: *Новые идеи в океанологии*. Ред. М.Е. Виноградов и С.С. Лаппо. Т. 1. М.: Наука, с. 237–263.
- 11 Добровольский Г.В. (ред.) (2002) *Деградация и охрана почв*. М.: Изд-во МГУ, 654 с.
- 12 Добровольский Г.В. (ред.) (2003) *Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере*. М.: Наука, 364 с.
- 13 Добровольский Г.В. (2005) *Избранные труды по почвоведению*. Т. 1. *Общие вопросы теории и развития почвоведения*. М.: Изд-во МГУ, 530 с.
- 14 Добровольский Г.В. и Никитин Е.Д. (1990) *Функции почв в биосфере и экосистемах. (Экологическое значение почв)*. М.: Наука, 261 с.

15. Добровольский Г.В. и Никитин Е.Д. (2000) *Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы*. М.: Наука, 185 с.
16. Заварзин Г.А. (1972) *Литотрофные микроорганизмы*. М.: Наука, 323 с.
17. Заварзин Г.А. (1984) *Бактерии и состав атмосферы*. М.: Наука, 192 с.
18. Заварзин Г.А. (2003) *Лекции по природоведческой микробиологии*. М.: Наука, 348 с.
19. Заварзин Г.А. и Колотилова Н.Н. (2001) *Введение в природоведческую микробиологию*. М.: Кн. дом “Университет”, 256 с.
20. Гальченко В.Ф., Леин А.Ю. и Иванов М.В. (2004) Интенсивности микробного образования и окисления метана в донных осадках и водной толще Черного моря. *Микробиология*. **73**. №2, 271–283.
21. Гальченко В.Ф., Леин А.Ю. и Иванов М.В. (2004) Содержание метана в донных осадках и водной толще Черного моря. *Микробиология*. **73**. №2, 258–270.
22. Иванов М.В. (1964) *Роль микробиологических процессов в генезисе месторождений самородной серы*. М.: Наука, 180 с.
23. Иванов М.В. и Каравайко Г.И. (2004) Геологическая микробиология. *Микробиология*. **73**. №5, 581–597.
24. Израэль Ю.А. и Цыбань А.В. (1989) *Антропогенная экология океана*. Л.: Гидромет, 526 с.
25. Матишов Д.Г. и Матишов Г.Г. (2001) *Радиационная экологическая океанология*. Апатиты: Кольский научный центр РАН, 417 с.
26. Сукачев В.Н. (1972) *Избранные труды*. Л.: Наука. Т. 1. 417 с.
27. Шварц С.С. (1980) *Экологические закономерности эволюции*. М.: Наука, 278 с.
28. Шилов И.А. (2001) *Экология*. М.: Высшая школа, 512 с.
29. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П. и Гелашвили Д.Б. (1999) *Экология*. Самара: Самарский научный центр РАН, 396 с.
30. Yablokov A.V. and Ostroumov S.A. (1991) *Conservation of Living Nature and Resources: Problems, Trends, Prospects*. Berlin, N.-Y.: Springer, 272 p.
31. Башкин В.Н. и Касимов Н.С. (2004) *Биогеохимия*. М.: Научный мир, 647 с.
32. Романенко В.Д. (2004) *Общая гидроэкология*. Киев: Генеза, 664 с.
33. Ermakov V.V. (2006) Technogenic aspects of biogeochemistry and geochemical ecology. *Problems of Biogeochemistry and Geochemical Ecology*. № 1, 8–23.
34. *World Resources 1996–1997*. (1996) N.-Y.: Oxford University Press, 368 p.
35. *Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами* (2005) Сборник научных статей. М.: Товарищество научных изданий КМК, 516 с.
36. Израэль Ю.А. (1984) *Экология и контроль состояния среды*. М.: Гидрометеиздат, 560 с.
37. Абакумов В.А. и Сушеня Л.М. (1991) Гидробиологический мониторинг пресноводных экосистем и пути его совершенствования. *Экологические модификации и критерии экологического нормирования*. Л.: Гидрометиздат. с. 41–61.
38. Розанов А.Ю. (1999) Ископаемые бактерии и новый взгляд на процессы осадкообразования. *Соросовский Образовательный Журнал*, № 10, с. 63–67.
39. Остроумов С.А. (1986) *Введение в биохимическую экологию*. М.: Изд-во МГУ, 176 с.
40. Остроумов С.А. (2002) О роли гидробионтов в регуляции потоков вещества и миграции элементов в водных экосистемах. *Вестник РАН*. **2**. № 3, 50–54.
41. Остроумов С.А. (2003) О функциях живого вещества в биосфере. *Вестник РАН*. **73**. № 3. 232–238.
42. Остроумов С.А. (2004) Биологический механизм самоочищения в природных водоемах и водотоках: теория и практика. *Успехи современной биологии*. **124**, №5, 429–442.
43. Остроумов С.А. (2004) Геохимический аппарат водных экосистем: биокосная регуляция. *Вестник РАН*. **74**, № 9, 785–791.
44. Остроумов С.А. (2006). Факты и концепции экологии. 1. Новые научные дисциплины: биохимическая экология и биохимическая гидробиология. 2. О биохимическом аппарате биосферы. *Ecological Studies, Hazards, Solutions*. **7**, 106–115.
45. Остроумов С.А. (2005) Поиск подходов к решению проблемы глобальных изменений: элементы теории биотическо-экосистемного механизма регуляции и стабилизации параметров биосферы, геохимической и геологической среды. *Вестник Московского ун-та. Серия биология*. № 1, 24–33.
46. Федоров В.Д. и Гильманов Т.Г. (1980) *Экология*. М.: Изд-во МГУ, 464 с.
47. Остроумов С.А. (2002). Новые варианты определений понятий и терминов “экосистема” и “биогеоценоз”. *ДАН*. **383**. №4, 571–573.
48. Harborne J. B. (1988) *Introduction to Ecological Biochemistry*. London: Academic Press, 356 p.
49. Остроумов С.А. и Соломонова Е.А. (2006) К разработке гидробиологических вопросов фиторемедиации: взаимодействие трех видов макрофитов с додецилсульфатом натрия. *Вода и экология*. № 3, 45–49.
50. Ostroumov S.A. (2006) *Biological Effects of Surfactants*. Boca Raton, London, N.-Y.: CRC Press. Taylor & Francis, 279 p.
51. Малахов В.В. и Медведева Л.А. (1991) *Эмбриональное развитие двустворчатых моллюсков в норме и при воздействии тяжелых металлов*. М.: Наука, 132 с.
52. *Aquatic Ecosystems and Organisms*. (2006). Moscow: MAX-Press, p 156.
53. Алимов А.Ф. (1981) Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. *Тр. Зоологического института АН СССР*. Л.: Наука, 248 с.
54. Сушеня Л.М. (1975) *Количественные закономерности*

Г.В. Добровольский

- питания ракообразных*. Минск: Наука и техника, 208 с.
55. Брагинский Л.П. и Сиренко Л.А. (2003) Всесторонний анализ токсикологической опасности поверхностно – активных веществ для гидробионтов. *Гидробиол. журнал*. **39**. № 3, 115–118.
56. Горшков В. Г. (1995) *Физические и биологические основы устойчивости жизни*. М: ВИНТИ, 470 с.
57. Остроумов С.А. (2007) Фиторемедиация и зооремедиация водных экосистем в связи с теорией биотического самоочищения вод. *Проблемы биогеохимии и геохимической экологии*. № 4, 83–97.
58. Касимов Н.С., Курбатова А.С., Башкин В.Н. и др. (2004) *Экология города*. Ред. Касимов Н.С. М.: Научный мир, 620 с.
59. Черешнев В.А. (2004) *Иммунитет человека и общества*. Екатеринбург: Изд-во Уральского отделения РАН, 316 с.
60. www.worldwatch.org

THE 80TH ANNIVERSARY OF THE FIRST EDITION OF THE BOOK “THE BIOSPHERE” OF V.I. VERNADSKY. DEVELOPMENT OF SOME IMPORTANT IDEAS OF THE THEORY OF THE BIOSPHERE

G.V. Dobrovolsky

Lomonosov Moscow State University, Vorob’evy gory, 119992 Moscow, Russia

A brief survey of publications which expand some ideas of the theory of the biosphere developed by V.I. Vernadsky was made. Main attention was paid to studies on the biosphere as an important factor for formation of the geological environment including soils and hydrosphere, to the links between ecology and chemistry of natural compounds, to the role of chemicals as mediators in interaction between organisms and transfer of signals in the biosphere. The problems on the biosphere characteristics as an ecological–biochemical continuum, on an additional data on the active transforming of alive matter, on the development of a more adequate system of priorities to estimate hazards of pollution to the biosphere and to the hydrosphere and on an usage of various organisms to clean the environment were also considered. Information on developing new educational programs and supplies was displayed.

Key words: *theory of V.I. Vernadsky, biosphere, hydrosphere, functions of alive organisms, biogeochemistry, ecology, soil science*