

УДК: 929: 550.47 / DOI 10.31343/1029-7812-2023-17-2-12-20

**Е.М. Коробова**

Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук

E-mail: korobova@geokhi.ru

## **ИДЕИ ВЕРНАДСКОГО В ОБЛАСТИ БИОГЕОХИМИИ И ИХ РАЗВИТИЕ В ГЕОХИ РАН (КРАТКИЙ ОЧЕРК)**

### **АННОТАЦИЯ**

Рассмотрена эволюция биогеохимических идей В.И. Вернадского и пути их реализации в Биогеохимической лаборатории, а затем в ГЕОХИ РАН, организованном на ее основе. Показана значимость идей Вернадского для проведения фундаментальных исследований в области геохимической экологии. Продемонстрирована перспективность применения пространственного подхода в решении проблем выявления, профилактики и ликвидации эндемических заболеваний геохимической природы.

*Ключевые слова:* биогеохимия, геохимическая экология, эндемии, йод.

### **ABSTRACT**

The article analyses evolution of Vernadsky's ideas in the field of biogeochemistry, and implementation of these ideas through the Biogeochemical laboratory, and, later – in the laboratory's successor GEOKHI RAS. The analysis demonstrates high value of Vernadsky's ideas for basic researches in geochemical ecology and perspective of spatial analysis approach for identification, prevention, and elimination of endemic diseases of geochemical nature.

*Keywords:* biogeochemistry, geochemical ecology, endemic diseases, iodine.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящая публикация является сокращенным изложением доклада, представленного в Геологическом музее им. В.И. Вернадского РАН, целью которого был обзор идей ученого в области биогео-

химии и их реализации в созданной им Биогеохимической лаборатории и в Институте геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского (ГЕОХИ РАН). Публикация дополнена некоторыми фактами, упоминание о которых автор считал уместным.

### **1. Основание и развитие новой науки, «изучающей жизнь в аспекте атомов»**

Одним из первых свидетельств интереса Вернадского к научному изучению жизни как специфического природного феномена является его размышление о том, что отделяет мертвую материю от материи живой. В докладе «Об осадочных перепонках», представленном на заседании студенческого научно-литературного общества Петербургского университета в 1884 г. (доклад опубликован в 1988 г.) он пишет: «Неужели только едва заметная пленка на бесконечно малой точке в мироздании – Земле, обладает коренными, собственными свойствами, а везде и всюду царит смерть? Разве жизнь не подчинена таким же строгим законам, как и движение планет, разве есть что-нибудь в организмах сверхъестественное, что бы отделяло их от остальной природы?» (Вернадский, 1988). Даже для нашего времени такой взгляд на проблему смел и оригинален, и этому можно найти объяснение: в университете разные дисциплины преподавали ученые мирового уровня – Д.И. Менделеев, В.В. Докучаев, Н.Н. Бекетов, И.М. Сеченов, П.А. Костычев, А.И. Воейков, А.М. Бутлеров и др. Особое влияние оказал В.В. Докучаев, под руководством которого Вернадский работал в экспедициях Вольного экономического общества и воочию наблюдал, как живые организмы участвуют в формировании верхнего плодородного слоя. Большое значение имели и последующие командировки Вернадского за рубеж в 1889–1890 гг., в которых он познакомился и работал с выдающимися учеными Франции, Германии, Австрии, Англии. Позднее, по воспоминаниям А.Д. Шаховской, он отмечал: «Разговоры с Ле Шателье мне очень много дали, они, мне кажется, наложили печать на всю мою научную работу.» (Шаховская, 1988).

Сам Вернадский в предисловии к «Биогеохимическим очеркам», указывал: «Я столкнулся с биогеохимическими проблемами в 1891 г., когда стал читать курс минералогии в Московском Университете, <...> где создалось свое своеобразное течение

минералогии, приведшее к созданию геохимии как науки, изучающей историю атомов в земной коре, в отличие от минералогии, изучающей в ней историю молекул и кристаллов, и к биогеохимии – к науке, изучающей жизнь в аспекте атомов» (Вернадский, 2013д). По-видимому, в этот период (т.е. еще до 1911 г.) Вернадский формулирует обобщающее понятие «живое вещество» в качестве логической антитезы веществу «косному». Он писал: «...подошел в геологии к новому для меня и для других и тогда забытому пониманию природы — к геохимическому и биогеохимическому, охватывающему и косную и живую природу с одной и той же точки зрения» (Вернадский, 1989). В 1916 г. ученый приступает к письменной систематизации своих идей в рукописи «Живое вещество в земной коре и его геохимическое значение». В 1917 г. «изучение организмов – живого вещества – с геохимической точки зрения» становится его «главной научной работой». В 1917 г. Вернадский уезжает на Украину, где организует первые полевые работы по биогеохимии в своей усадьбе «Шишаки», а в 1918 г. продолжает эти исследования на Старосельской биологической станции. Одновременно он продолжает работать над рукописью книги о живом веществе, размер которой к марту 2018 г. достигает более 430 страниц (Вернадский, 2013а). В начале 20-х годов Вернадский читает лекции в России и за рубежом и пишет несколько статей, в частности, в 1922 г. в Петрограде выходят в свет «Начало и вечность жизни» и «Химический состав живого вещества в связи с химией земной коры». Осенью 1925 года, в конце своей командировки во Францию, где он читал курс лекций по геохимии в Сорбонне, Вернадский представляет отчет по выполненной на средства фонда Розенталя теме «Живое вещество в биосфере». В том же году журнал «Природа» публикует его работы «Ход жизни в биосфере» и «Автотрофность человечества», а в ноябре 1926 г. отдельной книгой выходит знаменитая «Биосфера». Именно в этих работах были сформулированы основные понятия и принципы биогеохимии как нового научного направления, а также указано кардинальное различие между геохимическим и биологическим подходами к жизни. При этом в них одновременно подчеркивалась важность прикладного значения биогеохимии для геологии, биологии, химии. В 1930 г. эта серия публикаций была опубликована отдельной книгой под названием «Живое вещество» (Вернадский,

1930). В ней, излагая основные положения биогеохимического подхода к изучению химического состава живых организмов и констатируя резкое изменение земной поверхности трудом человечества, он подчеркивает: «...мы всегда должны принимать деятельность культурного человечества как такое же проявление естественных сил, как и все другие формы живой материи. Человечество является неотъемлемой частью живого вещества», а «созданные его сознанием, волей и трудом сгущения и разрежения живой материи являются во многом иными, чем те сгущения и разрежения, какие наблюдались в девственных частях суши. Но тем более они химически должны быть изучены. Мы будем называть их *культурными сгущениями и разрежениями* [здесь и далее в цитате – курсив автора]» (Вернадский, 2013б).

В статье 1940 г., посвящённой памяти геолога и палеонтолога А.П. Павлова, Вернадский впервые четко формулирует мысль о том, что под влиянием ее трансформации человеком биосфера перешла в новую стадию: «В геологическом ходе времени лик Земли меняется – биосфера переходит через ряд состояний, отражая на себе *эволюцию видов*». «Антропогенная эра А.П. Павлова есть проявление ... нового состояния биосферы, создания человечества в эволюции видов. *Мы находимся в состоянии ноосферы*» (Вернадский, 2013в). Практически та же мысль высказана и в статье 1942 г. «Мысли натуралиста об организации славянской научной работы на фоне мировой науки»: «Геологическая роль человека выявляется его разумом и его техникой и может быть рассматриваема, как все более и более сознательное изменение им окружающей природы, ее им переработки. В связи с этим можно выразить происходящий процесс как геологический процесс изменения жизнью и трудом человека биосферы, перевод ее в ноосферу, т. е. в область жизни, управляемую разумом ...» (Мочалов, 2001).

#### **Фундаментальные идеи В.И. Вернадского в области биогеохимии**

Как уже было сказано выше, основные идеи в области биогеохимии были сформулированы Вернадским в начале 20-х годов прошлого века. К важнейшим из них можно отнести введение в геохимию обобщающих понятий о «живом веществе» как о совокупности живых организмов

(логической антитезы веществу «косному»), представление о системной организованности биосферы, геохимический подход к изучению пространственно–временной структуры биосферы, а также новую трактовку понятия «ноосфера», первоначально введенного геологом Тейяром де Шарденом для обозначения божественного этапа эволюции одухотворенного человека, что позволило придать этому термину другое – строго научное – толкование и доказать, что формирование и развитие человека есть закономерный естественный процесс, отвечающий росту геохимической энергии живого вещества.

В последующих публикациях Вернадского базовые теоретические положения новой науки неоднократно обсуждались и уточнялись, однако основные принципы и методы остаются ключевыми и в современных биогеохимических исследованиях.

К ним можно отнести:

- закономерно неразрывную связь живых организмов со средой своего обитания;
- биологическую значимость участия практически всех химических элементов в биохимических процессах;
- коренное отличие химического состава и характера функционирования живого и косного вещества в пространстве и времени;
- количественную оценку вклада живых организмов в формирование и эволюцию химического строения биосферы и других геологических оболочек Земли на разных этапах их эволюции;
- целенаправленную трансформацию геохимических процессов в ноосфере, убыстряющуюся по мере развития цивилизации.

Важно отметить то, что, характеризуя возрастающее влияние человечества как закономерный процесс эволюции живого вещества, Вернадский еще в начале XX века предсказал возможность использования атомной энергии и высказывал опасение насчет последствий такого мощного воздействия, которое может оказаться как прогрессивным, так и опасным для всего человечества (Вернадский, 1922). В этом отношении он особо подчеркивал роль науки и настоятельную необходимость государственной поддержки научных исследований как единственной объективной основы для оценки возможного масштаба и последствий происходящих процессов.

### **Организация биогеохимических исследований в России**

Вернадский постоянно придавал большое значение правильной организации научных исследований. В 1923 г., работая за границей, он публикует на английском языке статью «Предложение об учреждении биогеохимической лаборатории» (Вернадский, 2013г), в которой констатирует, что ни в одной стране пока не существует института, посвященного геохимическим исследованиям. Между тем, именно геохимический подход позволяет рассматривать неорганическое и органическое вещество «одинаковым образом», оценить важность жизни для геологических процессов и химии земной коры, а по сравнению с анализами горных пород и минералов, данные о живом веществе «скудны и неточны».

Вернадский намечает и главные научные цели такой организации. Это:

- выработка методов количественных определений масс различных видов или отдельных классов организмов в конкретных районах;
- полный количественный анализ живого вещества и определение его среднего состава;
- оценка роли организмов в изменении химического состава и сложения горных пород и минералов.

Организованная им Биогеохимическая лаборатория (БИОГЕЛ) начала работать с 1926 г. в виде Отдела живого вещества при Комиссии по естественным производительным силам России (КЕПС). Через год Отдел был преобразован в лабораторию, а официальной датой основания БИОГЕЛ считается 1 октября 1928 г., когда был опубликован ее первый отчет, а В.И. Вернадский сформулировал четыре основные задачи, стоящие перед лабораторией: 1) сопоставление изотопного состава химических элементов в живом и неживом веществе; 2) количественное определение элементарного химического состава живых организмов; 3) определение геохимической энергии живых организмов; 4) определение радиоактивности организмов и выяснение ее вклада в геохимическую энергию живого вещества.

При этом должны были учитываться видовая принадлежность и происхождение организмов (расы, виды, подвиды), характер их сообществ (гомогенные, гетерогенные, многовидовые биоце–

нозы), их экологические и биологические особенности (возраст, пол, стадии развития, морфология), а также геохимическая специфика района распространения. Важной методологической задачей было провозглашено изучение пищевых цепей и параметров биогенной миграции, а главной организационной задачей – создание мощной аналитической базы, позволяющей выполнять широкий круг количественных определений.

К началу 40–х годов в БИОГЕЛ планировалось заключение серии договоров с народными комиссариатами и другими учреждениями для решения практических задач в области геологоразведки, земледелия, зоотехники, пищевой промышленности, медицины. БИОГЕЛ должна была отвечать за организацию опытных работ, руководство разработкой методов химического анализа и теоретическое научное обоснование программ исследования. К сожалению, реализовать эти планы не позволила война. В год празднования своего 80–летия Владимир Иванович обращается в Президиум Академии наук с письмом, в котором пишет о будущей программе работ биогеохимической лаборатории и просит о ее преобразовании в Институт геохимических проблем. В этом письме к вопросам первостепенного научного значения Вернадский относит: изучение явления рассеяния химических элементов и «создание методики построения геохимической карты биосферы...»; «Выяснение изотопных отношений – прежде всего легких элементов», (для чего необходимо восстановление и достройка масс–спектрографов); изучение газового режима Земли; исследование биогеохимической роли микроэлементов с помощью меченых атомов; развитие палеобиогеохимических исследований для восстановления химического состава организмов по их останкам; изучение структуры и кристаллизации глинистых минералов, формирующихся при выветривании; разработку физико–химических методов анализа как основы всех геохимических исследований (Вернадский, 2013г).

В результате БИОГЕЛ сначала переименовали в Лабораторию геохимических проблем, а в 1947 г. на ее базе был организован Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского (ГЕОХИ АН СССР).

## 2. РАЗВИТИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИДЕЙ ВЕРНАДСКОГО В ГЕОХИ РАН

После смерти Вернадского в 1945 году биогеохимические исследования в ГЕОХИ были продолжены сначала в части раскрытия роли живого вещества в формировании минералов, роли водорослей в образовании каустобиолитов, механизма фотосинтеза, роли металлов в эволюции окислительной, восстановительной и концентрационной функций организмов, изучения химического состава почв и эволюции биогеохимических провинций (Виноградов, 1949, 1950, 1963; Бойченко, 1949; Малюга, 1952), применении биогеохимических методов поиска полезных ископаемых (Малюга, 1963), геохимии органического вещества (Манская, Дроздова, 1964; Манская и др., 1956), использования радиоактивных трассеров при анализе поведения микроэлементов в почвах и системе почва–растение (Баранов, Морозова, 1971; Павлоцкая, 1974; Тюрюканова, 1974, 1976).

Изучение биогеохимических провинций и эндемий, разработка методов выявления специфики биологических реакций на геохимические условия среды обитания, биоиндикация микроэлементозов, применение микроэлементов в сельском хозяйстве, выявление эндемических заболеваний человека, картографирование провинций и биогеохимическое районирование получило развитие в сфере геохимической экологии – новом направлении, созданном В.В. Ковальским на стыке экологии, биогеохимии и биохимии (Ковальский, 1957, 1974; Летунова, Ковальский, 1978; Ермаков, Ковальский, 1974).

С начала 70–х годов в ГЕОХИ началось активное развитие фундаментальной геохимии изотопов углерода, что привело к созданию оригинальных методов поиска нефти и газа, а также искусственного синтеза алмазов (Галимов, 1971, 1981). С учетом изотопного состава углерода и его соединений в рамках крупной программы РАН (Проблемы зарождения и эволюции биосферы, 2008) была выполнена серия работ по поиску источников происхождения жизни, физико–химических причин поступательного развития организмов, эволюции химического состава атмосферы, природных вод и литосферы на протяжении геологической истории Земли (Галимов, 1981, 2008; 2014; Галимов, Рыженко, 2008; Fedonkin, 2014). Авария на Чернобыльской

АЭС активизировала работы в области изучения поведения техногенных радионуклидов и экологических последствий радиоактивного загрязнения наземных и водных геосистем (Мясоедов, Новиков, Павлоцкая, 1996; Хитров, Черкезян, Румянцев, 1993; Коробова, 1993; Коробова, Линник, Хитров, 1993; Линник, 2018), а в последнее время большое внимание уделяется исследованиям биогеохимического состояния водных экосистем в условиях изменяющегося климата (Моисеенко, 2009; Моисеенко, Гашкина, Дину, 2016).

### **3. РОЛЬ БИОГЕОХИМИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ВЫЯВЛЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЭНДЕМИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ: концепция двуслойного строения современной ноосферы и построение карт эколого-геохимического риска**

Усиливающаяся техногенная трансформация окружающей среды значимо меняет структуру биологического круговорота (БИК) и вызывает ухудшение экологической обстановки, которое сопровождается ростом числа эндемических заболеваний геохимической природы (бериллиоз, меркуриализм, хромовый пневмосклероз и пр.), что приводит к необходимости совершенствования системы экологического контроля. При этом существующая система экологического мониторинга, базирующаяся исключительно на эмпирическом подходе, предполагающем определение норм допустимого содержания химических элементов и соединений (ПДК) в почвах, водах и в постоянно разрастающемся количестве товаров и продуктов питания, постепенно теряет свою эффективность. Одновременно, накопленный эмпирический материал, будучи рассмотренным с точки зрения базовых теоретических положений биогеохимии В.И. Вернадского и А.П. Виноградова, геохимической экологии В.В. Ковальского и эволюционной биологии, позволил рассмотреть структуру современной ноосферы как материального объекта, находящегося на определенном этапе развития. Проведенный анализ показал, что возникновение устойчивых биогеохимических эндемий (болезней геохимической природы) стало возможным только с появлением в нарушенной биосфере разумного человека – *Homo sapiens*, способного выживать, в том числе и в

геохимически неблагоприятных условиях. На первом этапе формирование биогеохимических эндемий (территорий с повышенным уровнем спровоцированных заболеваний) было обусловлено быстрой колонизацией природных регионов с геохимическими параметрами, отличными от тех, в которых человек и сопутствующие ему виды сформировались. Данные эндемии имели природное происхождение и не затрагивали аборигенные виды. Примерами таких заболеваний являются цинга, эндемический зоб, борный энтерит и пр. На втором (современном) этапе формирование эндемий, и, соответственно, новых биогеохимических провинций, связано с техногенной деятельностью человека. В отличие от природных, антропогенные биогеохимические провинции характеризуются тем, что: 1) формируются исторически очень быстро; 2) обладают специфическим геохимическим фоном и структурой, т.к. определяются конкретной производственной деятельностью человека и спецификой выброса, осуществляемого чаще всего из точечного источника; 3) слой вещества антропогенного происхождения всегда позиционируется на поверхности естественно-природного фона; 4) при этом природные факторы, формирующие естественную неоднородность биосферы (астрономический/климатический, геологический, гравитационный) продолжают воздействовать, в том числе, и на техногенно привнесенное вещество; 5) в данном случае заболеть могут и аборигенные виды.

Вышеизложенное позволяет говорить о наличии специфической двуслойности геохимического строения современной ноосферы, а различия в генезисе, объеме и структуре природного и техногенного слоев позволило разработать и новый подход к изучению эколого-геохимического состояния именно ноосферы. Раздельное рассмотрение каждого из слоев, с одной стороны, позволяло интерпретировать их картографически, а с другой – оценивать их взаимное влияние и суммарный эколого-геохимический эффект (Коробова, 2019).

Изложенная концепция была апробирована в рамках выполнения госбюджетных тем и грантов РФФИ на примере построения карты риска заболеваний щитовидной железы (ЩЖ), обуслов-

Загрязнение населенных пунктов I–131 оценивалось по измеренным данным о содержании в почве  $^{137}\text{Cs}$  с пересчетом по формулам К.П. Махонько и И.А. Звоновой. Последовательность построения карт природного, антропогенного и интегрированного природно–техногенного риска заболеваний ЩЖ среди населения Брянской области представлена на рис. 1.

Таблица 1. Оценка йодного статуса почв (Коробова, 2019)

| ОЦЕНКА йодного СТАТУСА ПОЧВ | ТИПЫ ПОЧВ                                                                                                                                 | СРЕДНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ йода (МГ/КГ) | ОЦЕНКА ВКЛАДА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В РИСК ЗАБОЛЕВАНИЙ ЩЖ                                                                                                               |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| острый дефицит              | Подзолистые, дерново–слабо–, средне– и сильноподзолистые песчаные и супесчаные на песках                                                  | <1                              | очень высокий                                                                                                                                                        |
| сильный дефицит             | Дерново–средне– и сильноподзолистые песчаные и супесчаные, дерново–подзолисто–глеевые на моренных суглинках                               | 1–1,5                           | высокий                                                                                                                                                              |
| дефицит                     | Дерново–средне– и сильноподзолистые суглинистые на моренных и покровных суглинках, дерново–подзолистые суглинистые на покровных суглинках | 1,5–2                           | средний                                                                                                                                                              |
| умеренный дефицит           | Дерново–глеевые, торфяно–болотные верховые                                                                                                | 2–3                             | средний                                                                                                                                                              |
| умеренный дефицит           | Светло–серые и серые средне– и тяжелосуглинистые на покровных суглинках                                                                   | 2–3                             | слабый                                                                                                                                                               |
| слабый дефицит              | Темно–серые лесные средне– и тяжелосуглинистые и глинистые на покровных суглинках, торфяно–подзолисто–глеевые                             | 3–5                             | слабый                                                                                                                                                               |
| в пределах нормы            | Болотные низинные                                                                                                                         | 5–12                            | слабый                                                                                                                                                               |
| в пределах нормы            | Черноземы типичные глинистые и тяжелосуглинистые на покровных суглинках, лугово–черноземные                                               | 5–12                            | дополнительный вклад дефицита йода в почвах в риск практически отсутствует, возможен эффект снижения риска за счет достаточного поступления йода с рационами питания |
| от дефицита до нормы        | Аллювиальные почвы                                                                                                                        | 2–10                            | от слабого до сильного в зависимости от уровня содержания йода                                                                                                       |

Загрязнение населенных пунктов I–131 оценивалось по измеренным данным о содержании в почве Cs–137 с пересчетом по формулам К.П. Махонько и И.А. Звоновой. Последовательность построения карт природного, антропогенного и интегрированного природно–техногенного риска заболеваний ЩЖ среди населения Брянской области представлена на рис. 1.

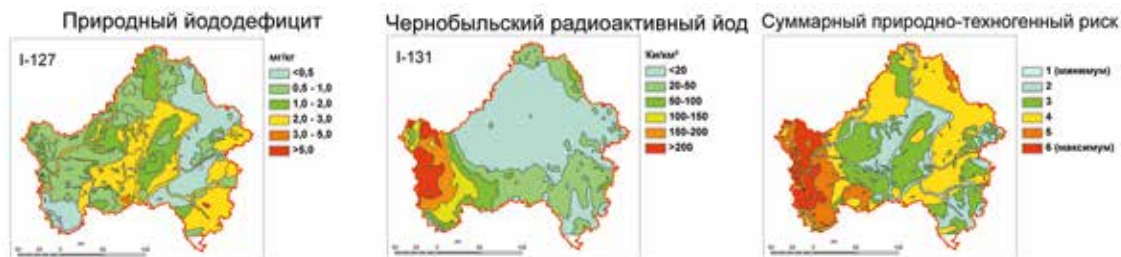


Рис. 1. Карты риска, связанные с природным йоддефицитом, техногенным загрязнением I–131 (расчет по формуле И.А. Звоновой) и суммарным природно–техногенным риском

Полученные карты были верифицированы по персонифицированным медицинским данным, предоставленным Брянским клинко–диагностическим центром в рамках совместных грантов РФФИ. Между картометрической оценкой и наблюдаемой в них заболеваемостью выявлена положительная связь (Коробова, 2019).

Совпадение зон повышенного риска, обусловленного природно–техногенной неблагоприятностью по йоду, хорошо видно на рис. 2.



Рис. 2. Распределение эндемических заболеваний ЩЖ по данным скрининга заболеваний ЩЖ 2002–2009 гг. в контурах зон суммарного риска (скрининг проведен Брянским клинко–диагностическим центром, карта построена в ArcGIS В.С. Баранчуковым и представлена в публикации Коробова, 2019).

Полученные результаты представляют собой наглядный пример развития идей В.И. Вернадского в области биогеохимии и геохимической экологии и будут полезны при организации мероприятий по профилактике и ликвидации многих других заболеваний геохимической природы.

#### 4. ПРИЗНАНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИДЕЙ ВЕРНАДСКОГО ЗА РУБЕЖОМ

Имя Вернадского всегда было хорошо известно среди крупных зарубежных ученых, чему способствовали как его широкие личные связи, так и прижизненные публикации на разных языках. О чем свидетельствует хотя бы тот факт, что творческий путь ученого изложен в книгах К. Бэйлса «Наука и русская культура в эпоху революций: В. И. Вернадский и его научная школа» (Bailes, 1990) и Георгия Левита «Biogeochemistry – biosphere – noosphere» (Levit, 2001). Концепция биосферы была представлена на самом высоком международном уровне и стала базисом биогеохимического подхода, что способствовало ее дальнейшей популяризации (Oldfield, Shaw, 2013). Всемирным признанием идей Вернадского стало учреждение зарубежными научными сообществами медалей его имени. Так, медаль Вернадского была в 2003 г. учреждена Отделом по биогеонаукам Европейского союза наук о Земле за заслуги в области изучения биосферы, биогеохимии, экосистем и геомикробиологии. Медали Вернадского были учреждены и еще двумя международными организациями: Международной ассоциацией

геохимии, ранее известной как Международная ассоциация геохимии и космохимии (IAGC), и Международным союзом радиэкологов (IUR).

Повышенный интерес к идеям Вернадского возник вновь в связи с широким празднованием 150-летия со дня его рождения в 2013 г. ЮНЕСКО выступила спонсором международной научной конференции "Глобалистика-2013", которая прошла в Московском государственном университете 23–25 октября 2013 года. В апреле текущего года прошла и весенняя сессия Международного конгресса «Глобалистика-2023: устойчивое развитие в контексте глобальных процессов», посвящённая 160-летию со дня рождения В.И. Вернадского.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ценность биогеохимических идей Вернадского состоит не только в их новизне, но также в системности и их логической обоснованности. Поиск пространственно-временных закономерностей химического строения биосферы базировался на изучении истории распределения атомов химических элементов как основных неизменных компонентов любого живого организма и среды его обитания, формирующих специфику химического обмена в биосфере с момента ее зарождения. Такой подход в целом отвечает взглядам самого Вернадского, который на вопрос анкеты о наиболее характерном и ценном в организации своего научного труда, ответил: «скорее всего систематичность и стремление познать окружающее», подчеркнув затем важность экспериментальной работы и этики (Мочалов, 1982). Необходимо отметить и принципиальную важность положений о том, что форми-

рование глобальных теоретических заключений должно быть основано на обширных эмпирических обобщениях, а результаты научных исследований – одновременно применяться для решения насущных практических задач в согласии с естественными закономерностями.

В настоящее время эти подходы и положения успешно реализуются в современных исследованиях биологической роли отдельных элементов, в эколого-геохимических исследованиях для поиска оптимальных условий обитания человека, сельскохозяйственных растений и животных; в пространственном анализе закономерностей распределения химических элементов, включая биогеохимическое районирование, контроль риска антропогенного загрязнения, распространения заболеваний; а также изучении фрактальной организации ноосферы. Однако с ростом новых знаний возрастает и требовательность к детальности и точности предлагаемых решений. Поэтому практически навсегда справедливым остается заключение сотрудника БИОГЕЛ с 1935 г., сына известного философа и богослова П.А. Флоренского, К.П. Флоренского, который в статье, опубликованной к 100-летию Вернадского, писал, что поставленные Вернадским научные проблемы являются остро актуальными и требуют безотлагательного решения (Флоренский, 1963), добавим только – на новом уровне научных знаний.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования в Брянской области проведены при поддержке грантами РФФИ 07–05–00912, 10–05–01148, 13–05–00823.

## ЛИТЕРАТУРА

- Баранов В.И. Меченые атомы при изучении микроэлементов. В кн.: Микроэлементы в жизни растений и животных. Труды Конференции по микроэлементам. 15–19 марта 1950 г. М.: изд-во Академии наук СССР, 1952. С. 210–213.
- Баранов В.И., Морозова Н.Г. Поведение естественных радионуклидов в почвах. В кн.: Современные проблемы радиобиологии. М.: Атомиздат, 1971. С. 13–40.
- Бойченко Е.А. Восстановление углекислоты гидрогеназой хлоропластов. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. д.б.н. М.: Ин-т геохимии и аналит. химии им. В.И. Вернадского Акад. наук СССР. Серлук. тип., 1949. 28 с.
- Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. С.145.
- Вернадский В.И. Дневники В.И. Вернадского. 1917–1922 гг. В кн.: Вернадский В.И. Собрание сочинений, т. 19, М.: Наука, 2013а. С. 53.
- Вернадский В.И. Живое вещество. В кн.: Вернадский В.И. Собрание сочинений, т. 8. М.: Наука, 2013б. С. 56.
- Вернадский В.И. Живое вещество. М.; Л.: Госиздат, 1930. 399 с.
- Вернадский В.И. Несколько слов памяти А.П. Павлова. В кн.: Вернадский В.И. Собрание сочинений, т. 14. М.: Наука, 2013в. С. 177.
- Вернадский В.И. Об осадочных перепонках // Химия и жизнь, 1988. №3. С.34.



- Вернадский В.И. Очерки и речи Академика В.И. Вернадского. В 2-х частях. Петроград: Научное химико-техническое издательство, 1922. 160+124 с.
- Вернадский В.И. Письмо в Президиум Академии наук о программе работ Биогеохимической лаборатории и ее преобразовании в Институт геохимических проблем. В кн.: Вернадский В.И. Собрание сочинений, т. 12. М.: Наука, 2013г. С. 335–337.
- Вернадский В.И. Предисловие от автора к «Биогеохимическим очеркам», Собрание сочинений, т. 7. М.: Наука, 2013д. С. 347–348.
- Вернадский В.И. Представление [А.П. Виноградова]. В кн.: Вернадский В.И. Собрание сочинений, т. 14. М.: Наука, 2013е. С. 194–195.
- Виноградов, А.П. Биогеохимические провинции. В кн.: Сборник Трудов Юбилейной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения В.В. Докучаева (1945 г.). М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1949. С. 59–84.
- Виноградов А.П. Биогеохимические провинции и их роль в органической эволюции // Геохимия. 1963. № 3. С. 199–213.
- Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1950. 279 с.
- Галимов Э.М. Кавитация как механизм синтеза природных алмазов // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1973. № 1. С. 22–37.
- Галимов Э.М. Природа биологического фракционирования изотопов. М.: Наука, 1981. 247 с.
- Галимов Э.М. Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью, происхождение и принципы эволюции. М.: URSS, 2008. 253 с.
- Галимов Э.М., Рыженко Б.Н. Разрешение K/Na биогеохимического парадокса // ДАН. 2008. Т. 421. № 3. С. 375–377.
- Ермаков В.В., Ковальский В.В. Биологическое значение селена. М.: Наука, 1974. 300 с.
- Ермаков В.В., Тютиков С.Ф., Сафонов В.А. Биогеохимическая индикация микроэлементов. М.: РАН, 2018. 386 с.
- Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 282 с.
- Ковальский В.В. Новые направления и задачи биологической химии сельскохозяйственных животных в связи с изучением биогеохимических провинций. М.: Изд-во М-ва сел. хоз-ва СССР, 1957. 35 с.
- Летунова С.В., Ковальский В.В. Геохимическая экология микроорганизмов. М.: Наука, 1978. 147 с.
- Линник В.Г. Ландшафтная дифференциация техногенных радионуклидов. М.: РАН, 2018. 372 с.
- Малюга Д.П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1963. 264 с.
- Малюга, Д.П. О биогеохимических провинциях на Южном Урале // Доклады Академии наук СССР. 1950. № 3 (70). С. 257–259.
- Манская С. М., Дроздова Т. В. Геохимия органического вещества. М.: Наука, 1964. 315 с.
- Моисеенко Т. И. Водная экотоксикология: теоретические и прикладные аспекты. М.: Наука, 2009. 400 с.
- Моисеенко Т. И., Гашкина Н.А., Дину М.И., Закисление вод: уязвимость и критические нагрузки. М: URSS, 2016. 393 с.
- Коробова Е.М. Ландшафтно-геохимический подход к изучению загрязнения природных геосистем техногенными радионуклидами в дальней зоне воздействия аварии на ЧАЭС. В кн.: Радиационные аспекты Чернобыльской аварии (ред. Ю.А. Израэль): Тр. I Всесоюз. конф. 1988 г., т.1. СПб: Гидрометеоиздат, 1993. С. 225–232.
- Коробова Е.М. Эколого-геохимические проблемы современной ноосферы. М.: РАН, 2019. 122 с.
- Коробова Е.М., Линник В.Г., Хитров Л.М. Ландшафтно-геохимическое и радиозэкологическое картирование загрязненной радионуклидами территорий // Геохимия. 1993. №7. С. 1020–1029.
- Мочалов И.И. Владимир Иванович Вернадский. 1863–1945 гг. М.: Наука, 1982. С. 474.
- Мочалов И.И. Неопубликованная статья Вернадского. [Мысли натуралиста об организации славянской научной работы на фоне мировой науки – ЕК]. 1942 г. Научное наследие В.И. Вернадского в контексте глобальных проблем цивилизации: Докл. межгос. конф. (Крым, 23–25 мая 2001 г.). Сост. В.И. Резуненко. М.: Ноосфера, 2001. С. 155–163.
- Новиков А.П. Мембранные и экстракционно-хроматографические методы выделения, разделения и концентрирования трансуранных элементов в радиохимическом анализе объектов окружающей среды. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. докт. хим. наук. М.: ГЕОХИ РАН, 2004. 49 с.
- Проблемы зарождения и эволюции биосферы (под ред. Э.М. Галимова). М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2008. 552 с.
- Тюрюканова Э.Б. Радиогеохимия почв полесий Русской равнины. М.: Наука, 1974. 154 с.
- Тюрюканова Э.Б. Экология строения–90 в почвах. М.: Атомиздат, 1976. 128 с.
- Флоренский К.П. В.И. Вернадский – натуралист, естествоиспытатель // Бюлл. Моск. общ. испыт. прир. Отд. геол., 1963, №3. С. 1–12.
- Хитров Л.М. Черкезян В.О., Румянцев О.В. Горячие частицы после аварии на Чернобыльской АЭС // Геохимия. 1993. №7. С. 963–971.
- Шаховская А.Д. Хроника большой жизни. Прометей, 1988, №15. С. 42–44.
- Bailes, Kendall E. Science and Russian culture in an age of revolutions: V. I. Vernadsky and his scientific school, 1863–1945. Bloomington; Indianapolis: Indiana univ. press, 1990. 238 p.
- Fedonkin M.A. Role of hydrogen and metals in the formation and evolution of metabolic systems. In.: Ed.: E.M. Galimov. Problems of Biosphere Origin and Evolution. Vol. 2. New York: Nova. Science Publishers, Inc., 2014, pp. 169–200.
- Levit George S. Biogeochemistry – Biosphere – Noosphere: the growth of the theoretical system of Vladimir Ivanovich Vernadsky. Studien zur Theorie der Biologie, Bd. 4. Berlin: Verl. fur Wiss. und Bildung, 2001, 116 p.
- Oldfield Jonathan D., Denis J. B. Shaw. V.I. Vernadskii and the development of biogeochemical understandings of the biosphere, circa 1880s–1968 // The British Journal for the History of Science, 2013, Vol. 46 (2), pp. 287–310.
- Vernadsky V.I. A plea for the establishment of the biogeochemical laboratory // The Marine Biol. Stat. of Port Erin. Ann. Rep., 1923, No 37, pp. 38–43.