

Толстой М.И.

Киевский Национальный университет имени Тараса Шевченко

В.И. ВЕРНАДСКИЙ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ЯДЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ПЛАНЕТАРНОЙ КОСМОЭНЕРГЕТИКИ

Рассмотрена научно-организационная деятельность В.И. Вернадского – создателя научной школы радиологов, направленная на систематическое изучение радиоактивности территории России. Дан анализ научных трудов ученого, посвященных радиоактивности, опубликованных в послереволюционный период.

Отмечая заслуги В.И. Вернадского в связи со 125-летием со дня его рождения, академик Б.С. Соколов писал: «После Ломоносова Вернадский едва ли не единственный в ученом сообществе нашего Отечества, о ком было сказано, что в своем лице он представлял всю Академию наук. Он был одним из образованнейших людей своей эпохи, но называть его ученым-энциклопедистом совершенно недостаточно, он одновременно был великим натуралистом и мыслителем, перешагнувшим национальные границы, ставшим частью общемировой науки, культуры и просвещения» [1].

Интерес к вопросу радиоактивности возник у В.И. Вернадского сразу после открытия французским физиком А. Беккерелем в 1896 г. явления радиоактивности, особенно после ознакомления с работами Дж. Джоли, предложившего использовать явление радиоактивного распада для определения геологического возраста минералов в горных породах, а также для оценки теплового режима Земли.

В.И. Вернадский один из первых понял огромное значение для судьбы человечества развития представлений о веществе и природных процессах в открытии радиоактивности. «Благодаря открытию явлений радиоактивности мы узнали новый негаданный источник энергии... Перед нами открываются в явлениях радиоактивности источники атомной энергии, в миллионы раз превышающие все те источники сил, какие рисовались человеческому воображению» [2].

Началом систематических работ по изучению радиоактивности территории России послужило решение Академии наук, принятое по представлению В.И. Вернадского, А.П. Карпинского и Ф.Н. Чернышева в 1907 г. В.И. Вернадскому поручили приступить к организации работ, для чего были выделены определенные ассигнования.

Уже в 1908 г. на Тюня-Муюне были открыты три новых минеральных вида урановых руд: алаит, туранит и тюямунит. В 1910 г. Академия наук создала комиссию по радио, в состав которой вошли В.И. Вернадский, А.П. Карпинский, Б.Б. Голицын, Н.Н. Бекетов, Ф.Н. Чернышев. Комиссия одобрила план В.И. Вернадского по изучению радиоактивных руд на Урале, в Сибири, Средней Азии и других местах России. Летом 1911 г. были организованы первые экспедиции на Урал и в Среднюю Азию. В них принимали участие В.И. Вернадский, Я.В. Самойлов, К.А. Ненадкевич, В.Н. Крыжановский и др. В последующем (1912—1914) эти работы существенно расширились и по объему, и по территории исследований. Они охватили Туркестан, Кавказ, Закавказье, Причерноморье. В экспедициях принимали участие Д.И. Мушкетов, Д.В. Наливкин, Л.С. Коловрат-Червинский, Д.И. Щербаков, А.Е. Ферсман, Б.А. Линденер, Е.С. Бурксер, Л.А. Кулик, В.Н. Лодочников, К.К. Матвеев, В.И. Лучицкий, А.А. Твалчрелидзе и др. [3].

В.И. Вернадский руководил всеми экспедиционными работами Академии наук по изучению месторождений радиоактивных руд, возглавлял Минералогическую лабораторию, на базе которой затем было организовано (1914.) отделение радиологических исследований.

В 1914 г. в России существовало еще три небольших радиологических лаборатории: в Томске – под руководством проф. П.П. Орлова [4] (основана в 1909), занимающаяся

изучением природных объектов Сибири и Алтая; в Одессе – под руководством Е.С. Бурксера (основана в 1910), изучающая радиоактивность атмосферы, вод, целебных грязей, минералов и руд юга Украины, Молдавии, Крыма и Кавказа; в Москве – под руководством А.П. Соколова. Все они были тесно связаны с Минералогической лабораторией В.И. Вернадского (основана в 1911 г.). Весьма характерно, что в России возникновение радиологических лабораторий было связано, главным образом, с изучением природных объектов. Так, главной задачей руководимой Е.С. Бурксером Одесской радиологической лаборатории было изучение радиоактивности различных природных объектов юга России. Кроме того, в лаборатории проводилось изучение химического, физического и биологического действия радиоактивных излучений; конструирование, эталонирование и проверка радиометрической аппаратуры; популяризация основ радиоактивности среди населения, издание литературы по радиоактивности.

Деятельность этой одной из первых в России лаборатории привлекла внимание многих исследователей. Из разных районов России в лабораторию поступали пробы руд, минералов, пород. Кроме Е.С. Бурксера в ней работали С.М. Танатар, И.И. Танатар, Г.К. Савченко-Бельский, В.В. Дубянский*, В.В. Бурксер, О.В. Клефнер, М.А. Пихтин. Деятельность лаборатории была тесно скоординирована с Радиевой комиссией Академии наук, руководимой В.И. Вернадским. Заботясь о развитии исследований в области отечественной радиологии, Владимир Иванович еще до революции создал в стране крупную научную школу радиологов, подготовивших дальнейшее развитие работ в этом направлении. В нее входили А.Е. Ферсман, К.А. Ненадкевич, К.К. Матвеев, Е.С. Бурксер, Л.С. Коловрат-Червинский, В.Г. Хлопин и др. Характеризуя деятельность школы В.И. Вернадского в до-революционное время, А.П. Виноградов сказал, что это была первая глубокая научная разведка на радиоактивность. Ее результат – основа всех дальнейших успехов в поисках радиоактивных элементов.

Новым этапом деятельности В.И. Вернадского, принесшим ему мировую известность, являются его научные труды после революции в России.

В январе 1922 г. был создан Радиевый институт. Его основателем и первым директором был В.И. Вернадский. В нем получили развитие ряд новых научных и практических направлений в области радиоактивности: радиохимические исследования, поиск новых месторождений радиоактивных руд, разработка методов их переработки. Особое внимание в институте уделялось работам в области геохимии элементов радиоактивных руд, проводимым под руководством В.И. Вернадского.

С созданием радиевого завода при Радиевом институте встал вопрос о поисках радиевого сырья. При Геологическом комитете была создана Радиологическая секция, сыгравшая большую роль в организации изучения естественной радиоактивности различных природных объектов в поисковых и геологоразведочных партиях. Получен ряд интересных результатов. В частности, И.И. Танатар сообщил о линзообразных скоплениях рудного минерала с повышенной радиоактивностью в железистых кварцитах Терновского рудника и Желтой Реки в Кривом Роге и др.

В.И. Вернадскому по праву принадлежит первенство в оформлении нового научно-практического направления в радиологии – радиогеологии. Кроме изучения распространенности естественных радиоактивных элементов в природных объектах предметом радиогеологии, в понимании В.И. Вернадского, является также применение радиоактивного

* Дубянский Виктор Викторович (1880—1925) – российский геолог-петрограф, проф. Варшавского политехнического института (1915), позже (1918) – Киевского университета. Основные его работы посвящены геолого-петрографическому изучению высокогорного Кавказа. Им описаны продукты вулканических извержений Казбека и Эльбруса, выяснена природа вулканических туфов, обнажающихся по реке Баксану, а также исследован ряд участков Кавказа и его рудных месторождений, дано описание некоторых нерудных ископаемых Поволжья, Украины и других мест. Им впервые было четко выявлено практическое значение использования солей Кара-Богаз-Гола. – *Ред.*

распада для оценки геологического возраста горных пород, минералов и теплофизической истории планеты.

В.И. Вернадский одним из первых оценил исключительную роль радиогенной теплоты для геологических процессов. Он писал: «Количество создаваемой радиоактивными процессами тепловой энергии не только достаточно для того, чтобы объяснить потерю Земного тепла излучением, но и все динамические воздействия внутренней энергии планеты на ее поверхность – земную кору» [5].

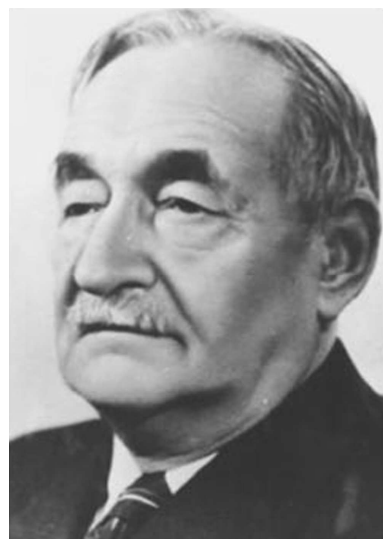
По его мнению, количества радиогенной теплоты, особенно в прошлые геологические эпохи, было вполне достаточно, чтобы объяснить образование гор, распределение суши и океанов, вулканическую деятельность, магмообразование, метаморфизм пород.

В.И. Вернадский считал, что вещество, слагающее Землю, находится в постоянном движении, перемещении. Каждое перемещение вещества возможно лишь при наличии источника энергии. Такими известными источниками энергии являются: космическая, энергия Солнца, гравитационная энергия, энергия вращения Земли, энергия химических превращений вещества и др. Особую роль в глубинных процессах играет энергия радиоактивного распада [6].

Радиоактивность вещества Земли, его химическая эволюция – это звенья круговорота вещества Вселенной, включающего как процессы распада, так и синтеза атомов. В.И. Вернадский считал, что практически все химические элементы земного вещества являются «бренными», поскольку испытывают необратимый процесс распада, хоть и с разной скоростью, так как были созданы в термодинамических условиях, резко отличных от земных. Поэтому наша планета 5 млрд лет назад и сейчас – разные тела. Наряду с изучением радиоактивности в различных природных образованиях Земли, роли радиоактивной энергии в различных геологических процессах, преобразования земного вещества и его миграции, современная радиогеология все больше внимания уделяет изучению вещества Солнечной системы и Космоса, т.е. приблизилась к астрофизике и космологии. В настоящее время в связи с внедрением новых физических методов исследований диапазон решаемых задач существенно расширился. Объектом изучения стали не только естественные, но и искусственные изотопы химических элементов. Установление их распространения в различных геологических объектах и процессах (изотопная геология, ядерная физика) даст возможность воссоздавать условия образования и генезис геологических тел, особенности их изменений, геологическую историю существования. К наиболее важным из них относятся: воссоздание природы первичного субстрата измененных или преобразованных пород; оценка петрогенетической принадлежности, условий образования многих эндогенных и экзогенных процессов; оценка характера и особенности миграции химических элементов в различных геологических ситуациях; решение целого ряда конкретных поисковых и прогнозно-металлогенетических задач.

Радиогеология как одна из космогонических наук получила дальнейшее развитие в области энергетики мироздания. Еще в начале XX века на общем собрании Академии наук В.И. Вернадский отмечал: «Среди удивительных свойств элементов, проявляющихся в земной коре и захватывающих великие тайны природы, одно из самых глубоких – это непрестанное новообразование в Земле гелия, которое может идти не только вверх, но и вниз. В геологическом времени он должен проникать всю массу Земли. Несомненным является факт существования в Земле активной энергии» [5].

В «Очерках геохимии», изданных в 1924 г. на французском языке, а затем в 1927 г. – на русском, исследователь писал «...среди удивительных свойств радиоактивных элементов, проявляющихся в земной коре и затрагивающих великие загадки природы, одно из наи-



**Дмитрий Иванович
Щербаков
(1893—1966)**



**Владимир Никитович
Лодочников
(1887—1943)**

более глубоких – это непрерывное новообразование на Земле легкого газа гелия», и далее: «... если бы все атомы гелия оставались в земной коре, ... в течение периодов нашей планеты, количество гелия должно было бы быть ... гораздо большим. Мы стоим перед загадкой – почему так мало гелия? Куда он девался?». В.И. Вернадский впервые поставил научную задачу о «гелиевом дыхании Земли», о потере его в Космосе [7—9]. Однако он также допускал «... уход его (не – *Авт.*) за пределы земной коры вниз ... В геологическом времени он может проникнуть через всю массу Земли и должен удерживаться во все бóльших количествах в ней, в связи с колоссальными давлениями ...». В 1934 г. В.И. Вернадский в своем докладе «О некоторых очередных проблемах радиологии» отмечал, что гелий не только создавался на протяжении длительного времени, он постоянно создается и сейчас, постоянно накапливаясь в веществе планеты. Основная его часть находится в рассеянном состоянии в литосфере в твердых алюмосиликатах и силикатах,

отображая этим рассеянное состояние радиоактивных элементов. Оставшаяся часть гелия сосредоточена в земной поверхностной атмосфере, подземной атмосфере, в водном газовом растворе, где он связан с азотом, углеводородными соединениями, с подвижными элементами – галоидами, щелочными металлами и др. [5].

Наиболее подвижными и практически независимыми от силы тяжести Земли являются водород и гелий. Однако водород создает молекулярные и другие связи с земным веществом, тогда как гелий является химически инертным газом и универсальным мигрантом. Он может быть индикатором глубинных разломных структур, которые имеют повышенную проницаемость для водно-газовых флюидов. Эта его особенность подтверждена при изучении изотопного состава He. Выяснилось, что из двух наиболее распространенных изотопов (He с атомной массой 4 и 3). Да первый имеет радиогенное происхождение, второй – образуется в результате ядерного синтеза [10—12].

Роль гелия очень важна в геологии и космологии. Начиная с середины прошлого столетия, гелиевый метод стал основным при структурно-геологическом картировании территории СССР и поисках месторождений радиоактивного сырья. Объектом исследований в первую очередь были водные пробы, в основном ювенильного происхождения. В процессе массовых поисковых и картировочных работ обнаружена закономерная связь аномалий гелия с древними глубинными разломами и побочно – с приуроченными к ним полезными ископаемыми [13—16].

В процессе тщательных исследований изучалось распределение ^3He и ^4He , а также их соотношение. Было обнаружено, что соотношение изотопов гелия в космическом излучении, солнечном «ветре», спектрах звезд, Солнца стабильное и составляет приблизительно 10^{-6} . Однако на Земле это соотношение достаточно дифференцировано. «В природе нет другого элемента, изотопное отношение которого менялось бы в столь широких пределах (отношение $^3\text{He}/^4\text{He}$ меняется более чем на 9 порядков ...)», – отмечал В.В. Чердынцев [17]. Наибольшие концентрации ^3He характерны для разломных зон земной коры, вулканических газов, где его содержание в 10 раз превышает атмосферное. Минимальные – для радиоактивных минералов, где они близки к концентрации $n \times 10^{-10}$. Содержание ^3He и соотношение $^3\text{He}/^4\text{He}$ повышается с глубиной отбора проб. В литосфере ^3He в целом больше, чем может выделить земная кора, причем его излишек сосредоточен в мантии. По литературным данным [10, 12], значение $^3\text{He}/^4\text{He}$ в мантии в 1000 раз больше, чем в земной коре. В вулканических областях это соотношение отличается от обычных значений для земной коры в сотни тысяч раз. Повышенное содержание гелия-3 отмечено в лунных образцах [10]. Все эти наблюдения, особенно при изучении солнечных вспышек, свидетельствуют о раз-

личной природе изотопов гелия: ^3He – продукт ядерного синтеза, ^4He – радиогенного происхождения.

Сопоставление количеств радиоэлементов и гелия в Земле, с учетом потерь последнего в космическом пространстве за время существования планеты, выполненное академиком А.П. Виноградовым, полностью ответила на вопрос В.И. Вернадского: «Откуда берется гелий?». Особенно это касается ^3He .

Из-за высокого давления, температуры, насыщенности внутренних частей планеты энергоемким веществом, в том числе и гелием, планета Земля является предельно энергонасыщенной, геодинамично активной и высокоорганизованной системой. Ее породы энергонасыщенны и метастабильны. На земной поверхности постоянно происходят тектонические процессы различного масштаба и активности, ювенильные проявления подземных вод, газовыделение. По данным сверхглубинного бурения Кольской сверхглубокой и двух американских скважин (штат Луизиана), зафиксировано высокое литостатическое давление, которое стало причиной остановки и невозможности дальнейшей проходки этих скважин.

Основываясь на последних научных достижениях того времени В.И. Вернадский на общем собрании Международного геологического конгресса в 1937 г. отмечал: «На нашу планету из космических просторов идет могучий поток проникающего излучения. Он вызывает на нашей планете не радиоактивный распад, а возможно с ним в значительной мере связанный совсем другой процесс, который я называл «макрокосмическим»... Проникающие излучения миллиарды лет охватывают нашу планету и, возможно, являются проявлением тех мощных неизвестных процессов, тех состояний пространства, времени, которые лежат далеко за пределами Солнечной галактики» [6].

В этих высказываниях, как во многих других областях знаний, В.И. Вернадский проявил гениальное предвидение развития науки, пути решения неизвестных явлений природы. Это касается коренных явлений космической и планетарной энергетики, отражает новый этап развития естествознания [18—24].

Землю следует считать предельно энергонасыщенной системой, непрерывно энергетически обменивающейся с Космосом, имеющей не только внешний (космический), но и внутренний источник энергии [2, 24].

Сегодня однозначно установлено, что наблюдаемые энергетические проявления: землетрясения, цунами, торнадо, ураганы, изменения климата являются не чем иным, как реакцией планеты на значительные поступления вещества и энергии внутрь ее со всей Солнечной системы, т.е. имеют космическое происхождение. Это зафиксировано дальними зондами [25]*.

Среди характерных энергетических проявлений, зафиксированных в памяти геологических образований, можно назвать: палеомагнитные, структурно-динамические (глобальные, региональные, локальные, микроструктурные), структурно-тектонические особенности, физические поля, многие вещественные, структурно-текстурные признаки, анизотропию, физические характеристики – магнитные, упругие, теплофизические, емкостные и др. В результате комплексного изучения последних автор этих строк в 2007 г. сде-



**Алексей Петрович
Соколов
(1854—1928)**

* Редакционная коллегия не полностью разделяет это утверждение автора. Существует ряд свидетельств о закономерном увеличении перечисленных «энергетических» проявлений в процессе возрастания техногенной нагрузки на геологическую среду. См. *Соботович Э.В., Долин В.В. Эволюция биосферы в условиях техногенеза // Вибрані наукові праці академіка В.І. Вернадського. – Т. 4, кн. 2. / Ред. кол.: Е.В. Соботович (голова), І.А. Акімов, А.М. Голубець та ін. – С. 507—537. – Ред.*



**Владимир Иванович
Лучицкий
(1877—1949)**

лал научное открытие: «Явление петрофизической фиксации геодинамических процессов гранитоидными образованиями» [26, 27].

Созданные В.И. Вернадским и тесно связанные с энергетикой Космоса новые отрасли естествознания – радиогеология и ядерная геология – сегодня признаны фундаментальными науками. Объектами этих отраслей геологических исследований являются: закономерности распределения химических элементов в Земле и космическом пространстве; влияние радиоактивности на геологические процессы; история формирования и превращения геологических объектов по их характеристикам; поиск и разведка полезных ископаемых по распределению природных и искусственных изотопов; определение абсолютного и относительного геологического возраста.

Современные ядерная геология и радиогеология активно развиваются, впитывают в себя идеи, методологические принципы, новые научные и практические разработки, в первую очередь, ядерной физики, астрофизики, космохи-

мии, геофизики, геохимии, геологии и ряда других наук. Области ее применения являются: прикладная геохимия, минералогия, кристаллохимия; геохронология, геотермика, теоретическая геология; космофизика, астрофизика, космогония и др.

Возникнув в начале прошлого века в основном как научные направления, они в настоящее время стали неотъемлемой составной частью многих отраслей науки и практики на уровне элементной и ядерной организации их вещества, энергетики, способствуют развитию новых областей знания и их практического использования. В этом огромное животворное значение идей и открытий В.И. Вернадского.

1. Соколов Б.С. Слово об ученом // Правда. – 1988. – № 71.
2. Вернадский В.И. Задача дня в области радия // Изв. Императ. Академии наук. VI серия. – 1911. – № 1. – С. 61—72.
3. Зайцева Л.Л., Фигуровский Н.А. Исследования явлений радиоактивности в дореволюционной России. – М., 1961. – 337 с.
4. Профессора Томского университета / Под ред С.Ф. Фоминых. – Томск, 1998. – Т. 2. – 540 с.
5. Вернадский В.И. О некоторых очередных проблемах радиогеологии // Изв. АН СССР. Сер. 7. – ОМОН. – 1935. – № 1. – С. 1—18.
6. Вернадский В.И. О значении радиогеологии для современной геологии // Тр. 17-й сессии Междунар. геол. конгресса. СССР, 1937. – М., 1939. – С. 215—239.
7. Вернадский В.И. Радиоактивность и новые проблемы геологии // Zeitschrift für Elektrochemie. – 1932. – Bd. 38., № 8a. – S. 519—527.
8. Бройль Л. Революция в физике / Пер. с англ. – М: Атомиздат, 1965. – 231 с.
9. Яницкий И.Н. О механизме формирования гелиеносных газов // Сов. геология. – 1974. – № 11. – С. 53—66.
10. Ассовская А.С. Гелий на Земле и во Вселенной. – Л.: Недра, 1984. – 136 с.
11. Коробейников В.Н., Яницкий И.Н. О транскоровом газовом потоке // Докл. АН СССР. – 1975. – 221, № 2. – С. 339—342.
12. Роджерс Дж. Гелиеносные природные газы. – М.: ОНТИ, 1935. – 214 с.
13. Граммаков А.Г., Глебовская В.С., Хайкович И.М. К теории гелиевого метода поисков месторождений радиоактивных элементов // Вопросы рудн. геофизики. – 1965. – Вып. 5. – С. 3—19.
14. Еремеев А.Н., Бахорин В.И., Осипов Ю.Г. и др. Закономерности распределения концентрации гелия в земной коре // Открытия в СССР. – М., 1968, 1969, 1970. – С. 14—15.
15. Еремеев А.Н., Ершов А.Д., Яницкий И.Н. Некоторые аспекты гелиевой съемки при структурно-геологическом картировании и прогнозе эндогенного оруденения // Геохимические методы при поисках и разведке рудных месторождений. – М., 1971. – С. 49—66.

16. Судов В.А., Тибар К.О. Картирование зон глубинных тектонических нарушений методом водногелиевой съемки // Разведка и охрана недр. – 1977. – № 10. – С. 29—33.
17. Чердынцев В.В. Ядерная вулканология. – М.: Наука, 1973. – 208 с.
18. Лапчинский В.Г. Физический вакуум. – М.: ЦНИИ информации и технико-экономических исследований по атомной науке и технике, 1982. – С. 137—204.
19. Паули В. Физические очерки / Пер. с нем. и англ. – М.: Наука, 1975. – 256 с.
20. Тимирязев А.К. Кинетическая теория материи. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1954. – 218 с.
21. Ферми Э. Квантовая механика. – М.: Мир, 1965. – 367 с.
22. Френкель Я.И. На заре новой физики. – Л.: Наука, 1970. – 384 с.
23. Шредингер Э. Новые пути в физике – М.: Наука, 1971. – 428 с.
24. Яницкий И.Н. Новое в науках о Земле. – М.: Мир, 1998. – 353 с.
25. Ацюковский В.А. Концепции современного естествознания. – М.: Изд. МСЭУ, 2000. – 448 с.
26. Толстой М.И. Об энергетической природе геологических процессов и ее проявлениях в гранитообразовании // Эволюция докембрийских гранитоидов и связанных с ними полезных ископаемых в связи с энергетикой Земли и этапами ее тектоно-магматической активизации: Сб. науч. работ. – Киев: Изд-во УкрНИГРИ, 2008. – С. 116—125.
27. Толстой М.И., Гожик А.П., Сухорада А.В., Бобров А.Б. Явление петрофизической фиксации геодинамических процессов гранитоидными образованиями. Открытие. – М., 2007. – № 333.

Толстой М.И. В.И. ВЕРНАДСЬКИЙ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ЯДЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ І ПЛАНЕТАРНОЇ КОСМОЕНЕРГЕТИКИ

Розгляно науково-організаційну діяльність В.І. Вернадського – творця наукової школи радіологів, направлену на систематичне вивчення радіоактивності території Росії. Подано аналіз наукових праць ученого, присвячених радіоактивності, опублікованих в післяреволюційний період.

Tolstoi M.I. V.I. VERNADSKY – FOUNDER OF NUCLEAR GEOLOGY AND PLANET COSMOENERGY

The author looks into scientific and organizational activity of V.I. Vernadsky – creator of the radiological research school, directed at systematic study of radioactivity of Russia's territory. He also analyses the scientist's research works devoted to radioactivity and published in the postrevolutionary period.