

Методология і соціологія науки

И.И. Мочалов, В.И. Оноприенко

В.И. Вернадский: математика в пространстве науки

В.И. Вернадский рассматривает математику как одну из главных составляющих частей введенного им понятия «остов науки», как генетический исток его создания. Математика через логику связывает остов науки в единое целое. Это определяет исключительную роль математики в науке.

От авторов

В.И. Вернадский, кроме своих блестящих достижений в разных областях естествознания, оставил оригинальное наследие в области философии и методологии науки. Это наследие стало доступным, и то лишь фрагментарно, спустя десятилетия после его смерти. Фактически до сих пор оно не представлено в системном виде и не проанализировано, хотя часто используется в виде цитат для подкрепления методологических идей других авторов. Спустя многие годы стало очевидным, что методологические идеи В.И. Вернадского далеко не разрозненны, а составляют определенную систему, которая никогда не коррелировала ни с философией, доминировавшей в СССР, ни с современными идеями философии и эпистемологии науки [1]. Тем не менее наследие Вернадского в этой области представляет интерес не только как идеи выдающегося естествоиспытателя, но и как фактор разнообразия, способствующий повышению уровня дискусионности в этой области¹.

¹ В статье используются ссылки на материалы фонда В.И. Вернадского в Архиве АН СССР (теперь РАН), добытые в 60—70-е годы прошлого

В основу своей схемы логической структуры науки в целом В.И. Вернадский кладет принцип объективной истинности научного знания и его различного проявления в разных по своему характеру частях науки. Коротко эта схема сводится к следующему.

В науке необходимо различать две, с точки зрения своей истинности (достоверности), неравноценные друг другу части. Первая часть — это та, которая является вполне достоверной (если, конечно, соблюдены все необходимые условия ее установления), т.е. обязательной, бесспорной и вечной. Эта часть образует *остов науки*, «основное проявление научного знания», его «основное содержание». К этой части Вернадский относит: 1) математику, 2) логику, 3) научный аппарат фактов и эмпирических обобщений.

Вторая часть — это та, которая как бы облекает собой остов науки, или, иначе говоря, надстраивается над ним. Вернадский относит к ней различного века И.И. Мочаловым еще до появления первых публикаций по этой тематике. В этом есть смысл, поскольку эти материалы в последующих публикациях испытали определенную обработку и трансформацию.

рода гипотезы, теории, аналогии, модели, экстраполяции, конъюнктуры и т. п., достоверность которых всегда колеблется в известных пределах и которые являются поэтому, в отличие от остова науки, временными ее созданиями, спорными и не общеобязательными.

Понятие «остов науки», предлагаемое Вернадским, как он сам отмечает, для обозначения «основной структуры научного знания», на наш взгляд, является достаточно точным отражением действительного положения в системе научного знания логики, математики, научного аппарата фактов и эмпирических обобщений именно как *скелета, костяка* науки, с одной стороны, ее *основания* — с другой. Исходя из соображений, высказанных Вернадским по данному вопросу, можно выдвинуть примерно следующие доводы, говорящие в пользу понимания математики, логики, научного аппарата как основы научного знания в означенном выше смысле.

Во-первых, математика, логика, научный аппарат в системе научного знания представляют собой *наиболее устойчивую* часть науки. По сравнению с гипотезами, теориями и т. д., которые в ходе развития науки очень часто либо отбрасываются как не соответствующие реальности, либо коренным образом преобразуются, либо в измененном виде входят в новые теории более общего характера как их частный случай и т. п. и, напротив, довольно редко в неизменном, «чистом», так сказать, виде сохраняются на все последующие времена, логика, математика, научный аппарат сохраняют свою устойчивость и постоянство, подобного рода коренных изменений, приводящих к отбрасыванию ранее полученного, в них не наблюдается. Но такая сверхустойчивость математики, логики, научного аппарата на фоне

«сверхтекучести» научных гипотез, теорий и т. д. как раз и отвечает по сути дела смыслу понятия остова науки.

Во-вторых, сказанное не означает, что логика, математика, научный аппарат представляют собой нечто неизменное, застывшее. Они также изменяются и развиваются, но это изменение и развитие качественно отличаются от изменения и развития гипотез и теорий тем, что в нем нет тех противоречий, которые наблюдаются в развитии последних, в ходе его, например, не происходит полного отмирания отдельных частей, их замены принципиально новыми частями и т. п. Развитие логики, математики, научного аппарата также носит, как правило, чрезвычайно устойчивый характер. Это — развитие *на своей собственной основе*, которая наукой никогда не теряется и, следовательно, развитие однонаправленное, идущее лишь в сторону прогресса, движения по восходящей линии. Но такой характер роста и развития логики, математики, научного аппарата, очевидно, также отвечает понятию остова науки.

В-третьих, логика, математика и в особенности научный аппарат играют роль *фундамента* науки. На них наука опирается в своих теоретических и гипотетических построениях, из них она черпает строго установленные и проверенные научные факты и эмпирические обобщения, необходимые ей для создания новых гипотез и теорий. Это также отвечает смыслу понятия остова науки.

В-четвертых, научный аппарат и в особенности логика и математика играют также роль своего рода *каркаса*, связывающего различные звенья науки, отдельные ее части в единое целое, намечающего реальные пути переходов между ними, их синтеза. И это также отвечает смыслу понятия остова науки.

«Система науки, взятая в целом всегда с логически-критической точки зрения несовершенна, лишь часть ее, правда, все увеличивающаяся (логика, математика, научный аппарат фактов) непререкаема... Только часть, но, как мы видим, все увеличивающаяся часть науки, в действительности ее основное содержание, часто так не учитываемое ученым, часто чуждая другим проявлениям духовной жизни человечества — масса ее научных фактов и правильно логически из них построенных научных эмпирических обобщений — является бесспорной и логически безусловной для всех людей и для всех их представлений обязательной и непререкаемой. Наука в целом такой общезначимости не имеет...

Легко убедиться, что неоспоримая сила науки связана только с небольшой частью научной работы, которую следует рассматривать как *основную структуру научного знания*... Эта часть научного знания включает *логику, математику* и тот охват фактов, который можно назвать *научным аппаратом*... Основной неоспоримый, вечный остов науки, далеко не охватывающий всего ее содержания, но охватывающий быстро увеличивающуюся по массе данных сумму знаний, состоит, таким образом, из: 1) логики, 2) математики в широком ее понимании и 3) научного аппарата фактов... На этом научном аппарате логически, а иногда и математически, строятся бесчисленные эмпирические обобщения» [2].

Среди составных частей остова научного знания на одно из первых мест В.И.Вернадский выдвигает математику. Объясняется это тем, что прежде всего именно математика, по его мнению, обладает той непререкаемостью и общезначимостью, которые харак-

терны для остова науки в целом. Научная истина воплощается прежде всего в математических науках во всем разнообразии. Такое значение математики, ее особое положение среди других наук были поняты не сразу. Лишь по прошествии долгого времени эта непререкаемость математических истин стала осознаться, что оказало большее влияние как на развитие самой математики, так и на проникновение ее в различные отделы науки и практической жизни людей.

Сила научной абстракции особенно ярко сказывается в математике, так как она дает «наиболее отвлеченное и в то же время реальное выражение» природы [3, с.136]. Математику в целом Вернадский оценивает как одно из высших проявлений человеческого гения, отмечая, что ее будущее в естествознании должно быть блестящим. Подчеркивая ее практическое значение, он отмечает, что «математика — это одно из основных проявлений биогеохимической функции человечества в ноосфере» [4].

Несмотря на то, что зарождение математики как науки уходит в глубокую древность, эпоха бурного ее расцвета начинается лишь с XVII века. На протяжении всего этого времени взаимоотношения математики и естественных наук не оставалось постоянным, оно менялось.

В XVIII столетии, когда были заложены основы новой математики, механики, физики, химии, астрономии, описательного естествознания, что «все вместе создало расцвет новой науки», в научном знании широкое распространение получило представление о принципиальной возможности описания всего многообразия природных явлений на языке математиче-

ских формул и механических моделей. Однако в XVIII веке картина начинает изменяться: «мелкое наблюдение восторжествовало по своим результатам над отвлеченной дедукцией, вместо сухих и отвлеченных геометрических построений или движений точек, или вихрей перед человечеством развернулась поразительная по силе красок, беспорядочности и изменчивости живая природа, вполне доступная научному исканию. В эту эпоху расцвета эмпирического и описательного естествознания «едва ли когда вековой антагонизм между математиками и натуралистами достигал таких размеров». Но уже «XIX век многое сгладил», антагонизм притупился и математические методы стали повсеместно входить в науку [5, с. 119—121]. Еще больших, невиданных ранее масштабов этот процесс достиг в науке XX века. «В создании научно построенного Космоса мысль неизбежно стремится свести его к числу, к мере, к геометрическому образу, и веками к этому идет, не считаясь с тем, насколько эта задача в полной мере исполнима» [6, с. 9].

Центральными вопросами, которые на протяжении многих лет занимали мысль Вернадского, были вопросы о природе математики и математических методов исследования, об отношении математики к реальности.

Вернадский отвергает попытки придать математике априорный характер, представить ее как продукт чистой деятельности разума. По его убеждению, математика является *отражением* существующей вне человека реальности, она тесно связана с вековой практической деятельностью человечества и потому по своему происхождению носит *эмпирический* характер. «Философия Канта пыталась выяснить сущность матема-

тики и рассматривала ее с философски строяемым человеческим разумом. За последние три столетия история математики выяснила нам с достаточной точностью ход ее научного развития и с несомненностью указала, что *все корни ее теснейшим образом связаны с изучением реальности окружающей нас природы и жизни* и проверены бесчисленным количеством точно установленных эмпирических фактов» [7]. (Курсив наш. — Авт.). «Математика... основана целиком в своих исходных положениях на вековой эмпирической базе» [8, 1, 16].

Суть математики, по мнению Вернадского, заключается в *абстрагировании, отвлечении* одних свойств, признаков реальности, материи от других свойств и признаков. Именно математика подходит к реальности лишь с количественной точки зрения, полностью отвлекаясь от качественного многообразия мира, стремясь это качественное многообразие свести к количественному единообразию. «В нашей фантазии создается особый мир — мир, близкий к существующему, но образованный путем отвлечения от материи тех или других нераздельных ее признаков — математика... Чем больше мы оставляем при отвлечении свойств материи, тем ближе мир математический приближается к миру материи... Мир математики образовался путем отвлечения от материи тех или других ее свойств» [9]. Так, например, «общим следствием всякого вхождения в описание живой природы математического ее охвата», к примеру, через биогеохимию, является то, что данные биогеохимии оказываются «гораздо более отвлеченными, чем конкретные и многогранные описания биолога... Ибо при таком охвате неизбежно принимаются во внимание только некото-

рые основные черты явления, большая же часть описываемых при качественном его выражении признаков, как усложняющих второстепенных частностей, отбрасывается» [10].

При всей своей важности и необходимости один только качественный подход к природе не может принести желаемых результатов, если он при этом не сочетается с возможно широким применением количественных методов, т.е. математики. Однако не всегда это возможно в достаточно эффективной степени. Приходится ждать, и ждать иногда довольно долго, прежде чем количественные методы смогут проникнуть в соответствующие области науки. Последнее в конечном счете зависит от сложности изучаемого природного объекта.

Односторонне «качественный подход в науке имеется в конце концов только там, где мы не можем научно подойти к природному явлению или телу количественно» [11, с. 31]. Поэтому все то, что так или иначе поддается математической обработке, *должно быть* выражено не только качественно, но также и количественно. В научной работе естествоиспытателя качественные и количественные методы исследования должны взаимно дополнять друг друга.

Правда, в отдельных исключительных случаях отрицательное отношение ученого к математическим методам может и не отразиться на общих результатах его работы, но оно неизбежно отразится на ее важных частностях, а тем самым снизит и научное значение его работы в целом. Например, Гете «не признавал неизбежности в науке количественного подхода к природе, ...мог это делать, оставаясь крупным натуралистом... Как это ни странно для на-

туралиста, такое ошибочное допущение в общем не исказило работу Гете, но оно, очевидно, резко отразилось в тех его работах, в которых в его время качественные искания *могли*, а, следовательно, *должны* были быть количественно выражены» [там же]. (Курсив наш. — Авт.).

Познавательную силу математики Вернадский видел в том, что она позволяет науке с большей степенью *точности* проникать в объективные *закономерности* природы, вскрывать то *общее*, что имеется в различных природных явлениях, а тем самым вскрывать реально существующее *единство*, «гармонию» Космоса, природы. Математика открывает большие возможности на пути *научного предвидения* будущего поведения объекта, точно так же, как она позволяет проникнуть в его *прошлое*. Поэтому естественно, что прогресс науки был в очень сильной степени связан с прогрессом математических методов исследования, а сама математика во всех ее многочисленных ответвлениях превратилась ныне в могущественное средство научного познания. Число, геометрический образ в современном научном мировоззрении заняли одно из ведущих мест.

«Искание гармонии (в широком смысле), искание числовых соотношений является основным элементом научной работы... В истории естествознания мы действительно видим постепенное проникновение числа в области, где его раньше не было. По мере того как число проникает в данную область явлений, мы легче можем находить закономерности, точнее фиксируем происходящие явления» [5, с. 15]. Математические истины «лежат в основе всего нашего научного понимания реальности», они дают «возможность

точно предсказывать огромную область будущих (и бывших) явлений на всем протяжении хода времени» [там же].

В связи с этим Вернадский очень высоко оценивает роль тех ученых, которые своей научной деятельностью способствовали проникновению математических методов в науку. Так, по поводу научного творчества Ньютона он пишет: «Ньютон впервые в истории человеческой мысли выявил значение *числа*... Возможность точного количественного подхода к природе была им доказана вне сомнения» [11, с. 31].

Проникновение математики плодотворно сказывается на развитии любой отрасли научного знания. Поэтому следует стремиться к тому, чтобы применение математики к науке носило по возможности все более широкий характер, в конечном счете было бы *всеохватывающим*.

На этом пути, отмечает Вернадский, придется преодолеть известные трудности не только объективного (сложность объектов исследования, затрудняющая математическую формализацию), но также и субъективного порядка. Последнее связано с тем, что реальные возможности применения математических методов исследования, имеющиеся в тех или иных научных дисциплинах, используются далеко еще не в полной мере.

«Хотя мы постоянно говорим о необходимости количественного или, правильнее, числового учета природных явлений для того, чтобы наука достигла нестоящего развития, мы в действительности чрезвычайно отстаем от приложения в жизнь этого правила... Проникновение числа в области, где его раньше не было, как показывает изучение истории науки, происходит капризным ходом истории... Ученые

применяют число и стремятся внести числовые соотношения более или менее бессознательно. Числовые данные входят в научную работу или по рутине, или по удобству и традиции, или по индивидуальным достижениям. В каждой науке есть бесчисленные возможности их проявления, но принимаются во внимание и используются только некоторые» [12].

Вернадский подчеркивает необходимость обратить особое внимание на такие разделы науки, в которые математические методы исследования проникли в наименьшей еще степени. Среди таких наук он называет, в частности, биологию, полагая, что охват биологии количественными методами не только приведет к развитию и углублению этой науки самой по себе, но даст также значительный эффект в ее разнообразных приложениях.

«Введение количественного учета является сейчас самой очередной задачей... биологии вообще. Ибо его введение... касается основных проблем биологии и величайших заданий практических ее приложений к жизни — в вопросах медицины, гигиены, ветеринарии, земледелия, зоотехники» [13].

Вернадский отмечает, что проникновение математических методов в биологию будет идти различными путями, в том числе и через смежные, стоящие на стыке с биологией науки, в частности биогеохимию: «Познание химического состава живых организмов имеет огромное значение для биологии. Это значение прежде всего связано с проникновением в новые области биологии точных числовых представлений. Мы переживаем здесь новый случай вхождения математики — числа и геометрического образа — в область науки, где их раньше

не было. Такое проникновение всегда, как это показывает история науки, имело плодотворное значение для данной области знаний, открывало в ней новые горизонты, новые проблемы... Как всякая наука, биология должна стремиться к возможно полному математическому охвату свойственных ей закономерностей и фактов. Это основное условие ее дальнейших успехов, проникновения ее в новые области, сейчас ей недоступные. Биология неизбежно станет наукой в известной мере математической, как стала ею физика» [3, с. 154].

Подчеркивая действенную, практическую значимость математических методов, Вернадский указывал, что «число и математическое мышление — главное орудие *действия*» в широком смысле слова, в том числе и «инженерного творчества» [11, с. 11]. (Курсив наш. — *Авт.*).

Развитие и совершенствование математики бесконечно по своим внутренним возможностям. Эта бесконечность является следствием, во-первых, бесконечности окружающей человека реальности, во-вторых, бесконечности возможностей человеческого разума. «Мир математический, — пишет Вернадский, — образовался путем отвлечения... Такой путь дает возможность бесконечного развития этого метода». «Мир математики так же бесконечен, как и мир окружающей нас природы, может быть даже больше». «Область математики так же бездонна и безгранична, как человеческая мысль» [14].

Безграничность таящихся в математике возможностей проявляется наиболее ярко в том, что математическая мысль «способна создавать ирреальные миры, исходя из реального» [там же]. В конечном счете и здесь во-

прос о реальности или ирреальности математических построений решается также путем сопоставления их с реальностью, отсутствием или наличием противоречий между ними и строго установленными научными фактами и выводами. «Мы не всегда можем быть уверенными в реальности всех тех возможностей, которые математики логически правильно выводят. У нас нет никакого другого пути проверки, как путь обращения к научно точно установленным фактам и к таким же эмпирическим обобщениям... Математика в ряде своих проявлений может делать построения лежащие вне изучения реального мира... Но она не может входить в столкновения с научными выводами. Мир ее явлений может быть, по-видимому, ирреален, но решено это может быть только научным исследованием» [7].

При изучении одного и того же объекта или природного явления возможны многочисленные математические подходы. «Выяснилось, что для решения частных задач мы можем идти любым, математически бесспорным, путем» [8, л. 94]. Все эти пути, сходясь в одной точке, дают с формально-математической точки зрения правильное решение задачи. В этом Вернадский видит бесспорную силу математического формализма. Но вместе с тем он отделяет математически верное решение задачи от *понимания* самого реального, т. е. происходящего в природе, процесса. «Чистая» математика сама по себе, лишь имеющимися в ее распоряжении средствами, еще не может дать ответа на коренной гносеологический вопрос о том, какое же из возможных математических решений «*отвечает реальности*». Поэтому, хотя математически бесспорных путей су-

ществует и множество, «но для *понимания природного явления* мы должны идти тем путем, который отвечает тому процессу, *который происходит в природе*» [8, л. 84]. (Курсив наш. — Авт.).

В современной науке познавательная ценность математики, научная мощь отвлеченных математических символов возрастают в колоссальной степени. Это связано с тем, что научная мысль XX века проникает в такие тайники природы, такие необычные разрезы реальности, которые в виду их чрезвычайного качественного своеобразия по сравнению с миром повседневного опыта человека наглядно не представимы и поэтому обычными путями (в том числе и с помощью чувственно-наглядных образов) познаны быть не могут. «Огромное значение математики для естествознания» заключается в том, что «она дает нам возможность построением символов, абстракцией, подойти к реальности, иначе для мыслящего и работающего человека недоступной» [8, л. 41].

Придавая очень большое значение математике, Вернадский совсем не склонен был становиться на точку зрения математического фетишизма. Число, по его мнению, не может рассматриваться ни как конечная цель науки, ни как абсолютно безупречный инструмент познания. Математическое выражение явлений — это лишь крайне абстрактное, идеализированное выражение реальности, и природа всегда остается бесконечно сложнее самых хитроумных математических формул.

«Весьма часто приходится слышать убеждение, не соответствующее ходу научного развития, будто точное знание достигается лишь при получении математической формулы, лишь тогда, когда к объяснению явления и к его

точному описанию могут быть приложены символы и построения математики. Это стремление сослужило и служит огромную службу в развитии научного мировоззрения, но принесено ему оно извне, не вытекает из хода научной мысли. Оно привело к созданию новых отделов знания, которые едва ли бы иначе возникли, например, математической логики...

Но нет никаких оснований думать, что при дальнейшем развитии науки все явления, доступные научному объяснению, подведутся под математические формулы или под так или иначе выраженные числовые правильные соотношения; нельзя думать, что в этом заключается конечная цель научной работы...

И все же никто не может отрицать значения такого искания, такой веры, так как только они позволяют раздвигать рамки научного знания; благодаря им охватится все, что может быть выражено в математических формулах, и раздвинется научное познание. Все же явления, к которым не применимы схемы математического языка, не изменяются от такого стремления. Об них, как волна об скалу, разобьются математические оболочки — идеальное создание нашего разума» [5, с. 16—17].

Вернадский обращает внимание на то, что математика как важнейшая часть остова научного знания очень тесно связана с логикой — другой главной частью этого остова: «Математика... создает символы и отвлеченные построения, которые сближают ее с логикой» [15]. В настоящее же время связь между ними становится все более тесной. Математические методы проникают в самое содержание логики, коренным образом его изменяя. Это слияние логики с математикой являет-

ся процессом глубоко прогрессивным, так как повышает мощность, познавательную ценность и силу логики, различных ее построений в невиданной ранее степени.

«Только примерно со второй половины XIX столетия, — пишет Вернадский, — логика вышла на новый путь развития, ускорившийся в наше время. Наряду с логикой Аристотелевской, опирающейся на рассуждения, на законы здравого смысла, создались новые отделы логики и в такой логике... она сливается с математикой (логистика). Эти новые течения в логике могут быть прослежены в своем зарождении до XVII века, но расцвет новой логики и те препятствия в понимании ее достижений, которые сейчас возбуждают мысль, относятся к XX столетию» [16].

В соответствии с различными ответвлениями математики, в первую очередь алгеброй и геометрией, математическая логика также может проявляться в разных формах. Так, «совершенно подобно тому, как теперь возможна логика так называемая алгебраическая, которая резко проявляется, например, в умозаключениях и тому подобных простых процессах, возможна логика, если можно так сказать, геометрическая, которая в наиболее чистой форме проявляется в науке о природе — везде, где входит опыт и научное наблюдение... С этой точки зрения нет более благодарного поля для исследования, как наука о физических и химических процессах в твердом кристаллическом веществе», где «графические представления» выступают «как своеобразные формы логики» [17].

Вернадский хорошо видел ту связь, которая существует между этими двумя частями науки — ее остовом, с

одной стороны, и облекающими этот остов, над ними надстраиваемыми гипотезами, теориями и т. д., с другой. С его точки зрения, расширение области научных фактов путем опыта и наблюдения, их тщательное описание, сведение в систему путем научных классификаций и т. п. и установление различных гипотез, теорий, моделей и т. п., т. е. эмпирическое и теоретическое, представляют собой в научном познании органическое единство, сплав, в котором эмпирическое неотделимо от теоретического его осмысления, теоретическое, подчеркивает Вернадский, — это «неизбежное орудие научной мысли», оно «неизменно следует» за эмпирической работой естествоиспытателя. Теоретично не только все то, что облекает остов науки (гипотезы, теории и т. д.), теоретичным является по своей природе (хотя эмпирическим по происхождению) и сам остов (логика, математика, научный аппарат).

Исторически остов научного знания, отмечает Вернадский, выделился постепенно. Прошли столетия, прежде чем к XX веку, т. е. к началу эпохи научно-технической революции, остов науки создался как нечто целостное. Столь долгий путь развития этой части науки исторически был связан с тем, что различные его элементы развивались в общем независимо друг от друга, а времена их создания также друг с другом не совпадали. Независимость и неравномерность развития разных частей остова науки являются прямым следствием того основного факта, что история науки есть естественноисторический процесс, подчиняемый своим законам и не зависящий от сознания, воли и желания человека. Развитие остова науки, как и развитие науки

в целом, носило стихийный характер. Математика → логика → научный аппарат, такова в целом последовательность создания остова науки.

Математика, с одной стороны, является генетическим истоком для создания

остова науки, с другой, она через логику связывает остов науки в единое целое. Поэтому роль математики в науке исключительна, и всеобщий процесс математизации (а также информатизации) науки в XX веке — тому свидетельство.

1. Энциклопедия эпистемологии и философии науки. — М.: Канон+, 2009. — 1248 с.
2. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. 1938 / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп. 1, ед. хр.149, л. 42, 88, 89.
3. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки / В.И.Вернадский. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940.
4. Вернадский В.И. Дневниковые записи. 1941—1943 / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп. 2, ед. хр. 21, л. 46.
5. Вернадский В.И. Очерки и речи / В.И.Вернадский. — Пг., 1922. — Вып. 2.
6. Вернадский В.И. О задачах и организации прикладной научной работы Академии наук СССР / В.И.Вернадский. — Л.: Изд-во АН СССР, 1928.
7. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. 1940—1943 / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп. 1, ед. хр. 5, л. 176.
8. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии, 1943. — Вып. 3. / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп. 1, ед. хр.3.
9. Вернадский В.И. Дневник 1884 года / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп. 2, ед. хр, л. 22, 23.
10. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. 1938 / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп. 1, ед. хр. 150, л. 44—45.
11. Вернадский В.И. Гете как натуралист / В.И.Вернадский // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. — Новая серия. — Отд. геол. — 1946. — Т. 21 (1). — С. 5—46.
12. Вернадский В.И. Живое вещество. 1915—1923 / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп. 1, ед. хр. 49, л. 115.
13. Вернадский В.И. Об основных понятиях биогеохимии. Без даты / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп. 1, ед. хр.11, л. 79.
14. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы и ее окружение. 1940—1943 / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп.1, ед.хр. 5, л. 177.
15. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы и ее окружение. 1940—1943 / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп. 1, ед. хр. 5, л. 176.
16. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. 1938 / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп.1, ед. хр.149, л. 102.
17. Вернадский В.И. Письмо Н.Е.Вернадской от 31 мая 1894 г. / В.И.Вернадский. — Архив РАН, ф. 518, оп. 7, ед. хр. 41, л. 6.

Получено 17.09.2010

І.І.Мочалов, В.І.Онопрієнко

В.І.Вернадський: Математика в просторі науки

В.І.Вернадський розглядає математику як одну з головних складових запровадженого ним поняття «остов науки», як генетичний виток його створення. Математика через логіку зв'язує «остов науки» в єдине ціле. Це визначає виняткову роль математики в науці.