

Из истории естествознания

From the History of Science

DOI: 10.31857/S020596060009435-0

ВКЛАД В. И. ВЕРНАДСКОГО И А. П. ВИНОГРАДОВА В ИЗУЧЕНИЕ ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ И В СТАНОВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗОТОПОВ В СССР

ВИНОГРАДОВА Лориана Донатовна — *Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН; Россия, 119991, Москва, ул. Косыгина, д. 19; E-mail: loriana.vinogradova@mail.ru*

© Л. Д. Виноградова

В 1932 г. Г. Юри открыл тяжелый изотоп водорода дейтерий, а год спустя Г. Льюис выделил в чистом виде тяжелую воду, в молекуле которой атомы водорода замещены атомами дейтерия. Эти открытия привлекли внимание В. И. Вернадского, и по его инициативе в Биогеохимической лаборатории АН СССР начались исследования свойств тяжелой воды, а позднее и изотопов других элементов, огромную роль в которых сыграл, наряду с Вернадским, А. П. Виноградов. В статье рассмотрены становление и развитие изотопных исследований в этой лаборатории и в СССР в целом, создание и деятельность комиссий АН СССР по изучению тяжелой воды, по изотопам, по проблеме урана. Обсуждаются трудности, сопровождавшие исследования в этой области, создание в Советском Союзе установок для получения тяжелой воды, а также хлопоты Вернадского и Виноградова по поводу получения ассигнований для продолжения исследований тяжелой воды.

Ключевые слова: В. И. Вернадский, А. П. Виноградов, Биогеохимическая лаборатория АН СССР, тяжелая вода, изотопы.

Статья поступила в редакцию 20 мая 2019 г.

THE CONTRIBUTION OF V. I. VERNADSKY AND A. P. VINOGRADOV TO HEAVY WATER STUDIES AND TO THE EMERGENCE OF ISOTOPE STUDIES IN THE USSR

VINOGRADOVA Loriana Donatovna — *V. I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Russian Academy of Sciences; Ul. Kosygina, 19, Moscow, 119991, Russia. E-mail: loriana.vinogradova@mail.ru*

© L. D. Vinogradova

Abstract: In 1932, H. C. Urey discovered the heavy isotope of hydrogen, deuterium, and a year later G. N. Lewis produced a pure sample of heavy water in which hydrogen atoms were replaced by deuterium. These discoveries attracted particular attention of V. I. Vernadsky who then initiated the studies on the properties of heavy water and, later on, of the isotopes of other elements at the Biogeochemical Laboratory of the USSR Academy of Sciences. A. P. Vinogradov also played a major role in these studies. This paper looks into the emergence and development of isotope studies in the USSR as a whole, the setting up and activities of the USSR Academy of Sciences' Commission for Heavy Water Studies, Commission on Isotopes, and Uranium Commission. The paper also discusses the difficulties that accompanied research in this area, the creation of heavy water plants in the Soviet Union, and the efforts of Vernadsky and Vinogradov to obtain funding needed for the further pursuit of the studies on heavy water.

Keywords: V. I. Vernadsky, A. P. Vinogradov, Biogeochemical Laboratory of the USSR Academy of Sciences, heavy water, isotopes.

For citation: Vinogradova, L. D. (2020) Vklad V. I. Vernadskogo i A. P. Vinogradova v izuchenie tiazheloi vody i v stanovlenie issledovaniy izotopov v SSSR [The Contribution of V. I. Vernadsky and A. P. Vinogradov to Heavy Water Studies and to the Emergence of Isotope Studies in the USSR], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 41, no. 2, pp. 230–243, DOI: 10.31857/S020596060009435-0.

В 1933 г. в Биогеохимической лаборатории АН СССР были начаты изотопные исследования, непосредственно связанные с открытием американского ученого Гарольда Юри ¹, который в 1932 г. открыл тяжелый изотоп водорода дейтерий, за что был удостоен Нобелевской премии по химии 1934 г. Вскоре стало понятно, что существует и тяжеловодородная вода, или просто тяжелая вода, в молекуле которой атомы водорода замещены атомами дейтерия. Получить ее в чистом виде удалось другому американскому ученому-физико-химику, Гильберту Льюису ², уже в 1933 г.

В. И. Вернадский, находясь за границей и узнав об этом открытии, 22 октября 1933 г. писал А. П. Виноградову в Ленинград:

Прежде чем отвечать на Ваши вопросы – хочу написать о той работе, которую надо было бы поставить у нас, – если это возможно. Переговорите с В. С. ³,

¹ Гарольд Клейтон Юри (*Harold Clayton Urey*, 1893–1981) – американский физик и физико-химик, пионер в области исследования изотопов.

² Гилберт Ньютон Льюис (*Gilbert Newton Lewis*, 1875–1946) – американский физико-химик, член Национальной АН США. Его основные работы выполнены в областях термодинамики, фотохимии, химии изотопов, ядерной химии.

³ Владимир Сергеевич Садиков (1874–1942) – химик, биохимик, биогеохимик, профессор Ленинградского университета, сотрудник Государственного радиевого института, заведующий отделом специальных методов исследований Биогеохимической лаборатории АН СССР. Основные работы посвящены проблемам органической химии и биогеохимии.

которому я тоже пишу. Если бы у нас было бы просто изменить характер темы или воспользоваться сразу открывшимися возможностями, я бы не задумываясь поставил бы данную тему на немедленную работу. Теперь же можно только: 1) подготовить материал, – возможно, большой и 2) выяснить возможность и поставить работу в некоторой части.

Созовите совещание при Биогеох[имической] лаборатории, переговорите с Горбовым ⁴, Хлопиным и с кем еще найдете нужным из химиков. Прилагаемое мое заявление в академию подайте. Если у Вас имеются какие-нибудь сомнения по существу, сейчас же мне отпишите и можете приостановить дело, т. к. я отсюда, конечно, не могу знать положение дел.

Если нужно проводить через Хим[ическую] асс[оциацию] ⁵ – конечно ведите, но, во всяком случае, держите в курсе Курнакова ⁶ и Мацюлевича ⁷. На совещание их надо пригласить.

Я думаю, воду надо выделить:

Из зерен (хлеба и т. п.).

Из клубней, как картофель.

Из зеленой массы живых растений и их корней.

Надо приготовить большое количество воды.

В Nature 132. 1933. 536. Хорошая сводка ⁸. Буду Вас держать в курсе ⁹.

⁴ Александр Иванович Горбов (1859–1939) – химик, сотрудник Петербургского университета (1883–1885), сотрудник, заведующий химической лабораторией (в 1885 г.) и профессор (1918–1934) Инженерной академии в Петрограде (Ленинграде).

⁵ В 1930 г. в связи с принятием нового устава Академии наук Химический институт АН СССР был реорганизован в Химическую ассоциацию, в которую вошли восемь институтов и лабораторий с общим административным аппаратом. Возглавил ее академик Н. С. Курнаков. С 1930 по 1934 г. Химическая ассоциация входила в Отделение физико-математических наук. Просуществовала она до апреля 1935 г., когда решением президиума академии была преобразована в Химическую группу АН СССР под председательством Курнакова. В группу вошли четыре института (Институт общей и неорганической химии, Институт общей химии, Коллоидно-электрохимический институт и Институт горючих ископаемых) и две лаборатории (Биогеохимическая лаборатория АН СССР и Лаборатория химической физики АН СССР). В 1938 г. в это объединение вошел Радиевый институт АН СССР. В 1938 г. все существовавшие до того времени группы были упразднены в связи с изменением структуры Академии наук.

⁶ В 1933 г. Курнаков был председателем Химической ассоциации.

⁷ Клавдий Робертович Мацюлевич (1883–1938) – химик-органик, доцент Ленинградского университета, профессор Ленинградского химико-технологического института, консультант Института прикладной химии. Автор работ по различным вопросам органической химии. В 1933 г. Мацюлевич был заместителем Курнакова по Химической ассоциации.

⁸ Имеется в виду статья: Heavy Hydrogen and Heavy Water // Nature. 1933. Vol. 132. No. 3336. P. 536–538. В том же году она была опубликована по-русски в переводе Х. Г. Виноградовой-Томашевской с комментариями А. П. Виноградова (Тяжелый водород и тяжелая вода // Природа. 1933. № 12. С. 64–67).

⁹ Переписка В. И. Вернадского и А. П. Виноградова (1927–1944) / Сост. и авт. коммент. Л. Д. Виноградова, отв. ред. А. А. Ярошевский. М.: Наука, 1995. С. 108–109.

Обладая удивительной научной интуицией, Владимир Иванович и Александр Павлович сразу же поняли и оценили значение открытия Юри для науки. В комментарии к переводу статьи из журнала «Нейчур», на которую указывает Вернадский в своем письме, Виноградов писал:

Открытие тяжелой воды, несомненно, произведет в самое короткое время огромное влияние во всех областях знания, ибо нет научной области, где она как-либо не затрагивается. Для физика создается возможность получения тяжелого изотопа водорода. Во всех направлениях химии существование H_2^{18}O вызовет большую экспериментальную работу, результаты которой трудно предвидеть. Особенно должно сказаться это в органической химии, где, очевидно, найдутся новые изомеры, органические соединения с тем или иным количеством H^{18} . Очевидно, что и свойства их будут иные. В биохимии и др. смежных науках открываются новые области исследования. Число подобных примеров может быть умножено.

В геохимии факт существования тяжелой воды не может быть оставлен без внимания. Очень возможно, что океан представляет более совершенную колонку, чем 20 фут. колонки Lewis. Если это так, то у дна океана, на больших глубинах, должно происходить накопление H_2^{18}O . Отсюда последовали бы выводы о характере воды в источниках глубинного происхождения и т. д.¹⁰

Начав свою научную деятельность у Вернадского в 1926 г., Виноградов очень быстро становится его «правой рукой» и во время длительных зарубежных командировок Вернадского исполняет обязанности директора Биогеохимической лаборатории АН СССР, в полной мере осуществляя научное и административное руководство. Характеризуя научную деятельность Виноградова, Вернадский в 1933 г. писал:

Всецело работает в Биогеохимической лаборатории. Это работа его жизни. С большим успехом и огромной энергией. На нем держится лаборатория¹¹.

Виноградов оперативно в короткие сроки разворачивает в лаборатории работу по тяжелой воде. Под его руководством конструируется специальная установка — электролизер, так как с 1933 по 1946 г. единственным промышленным способом получения тяжелой воды, хотя и весьма дорогостоящим, был электролиз, при котором тяжелая вода накапливалась в остатке электролита при многократном цикле электролиза.

Постановлением СНК СССР от 25 апреля 1934 г. Академия наук СССР переводилась из Ленинграда в Москву. Виноградов назначается заместителем директора лаборатории и вместе с семьей и несколькими сотрудниками переезжает в Москву для налаживания деятельности лаборатории на новом месте, но работа по тяжелой воде не прекращается. Работу в Ленинграде продолжал К. К. Жиров — бывший сотрудник

¹⁰ Тяжелый водород и тяжелая вода... С. 64.

¹¹ Виноградова Л. Д. «Я не мог пройти мимо науки...» (о жизни и деятельности академика А. П. Виноградова). М.: Наука, 2007. С. 66.

Радиевого института, технический сотрудник Биогеохимической лаборатории с 1932 по 1934 г. Александру Павловичу приходилось ездить в командировки в Ленинград, чтобы лично продолжать руководить постройкой электролизера. Как он писал Вернадскому:

Глубокоуважаемый и дорогой Владимир Иванович! Пишу с вокзала – Ленинград. Измерения воды из хлорит[ового] сланца не дали каких-либо указаний на содержание H_2O в заметных количествах. Вода из хлоритового сланца показала присутствие посторонних веществ, которые могут смазывать эффект, зависящий от присутствия небольших количеств H_2O , поэтому придется повторить отгон через накалившую окись меди.

Что за примесь? От нее нельзя отделаться 5-кратной дистилляцией; пропускаю через CuO . Между тем обычная вода (и утяжеленная) – дали обычные (согласные с прежними измерениями) показания.

Вода из дерева (сжжения в O_2) – почти чистая H_2O . Более тонко определить, по-видимому, нельзя.

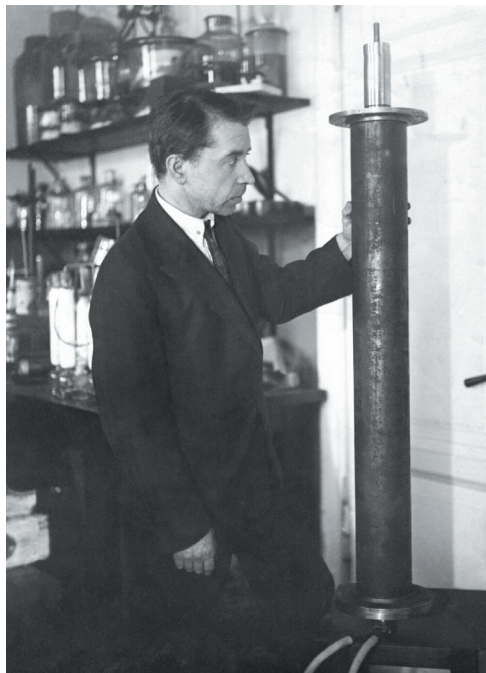
Придется заняться вопросом о распределении H_2O в орг[анизмах] и в орг[аногенных] породах весьма детально. Во всяком случае, мне становятся понятными сбивчивые результаты, которые сейчас известны из литературы ¹².

В 1934 г. электролизер был построен. Несмотря на трудности при никелировании цилиндра электролизера, установка была полностью отлажена, была пущена динамо-машина и начата отгонка воды из электролизных ванн для получения тяжелой воды с контролем методом интерферометрии. Полученная тяжелая вода служила стандартом для различного рода измерений и для изучения реакций обмена ^1H и ^2H . В этом же 1934 г. Вернадский вносит на заседании Президиума АН СССР 22 апреля предложение о создании Комиссии по изучению тяжелой воды. Президиум оставляет этот вопрос открытым, приняв довольно осторожную резолюцию: «Поручить Физико-математической и Химической группам обсудить этот вопрос во время апрельской сессии» ¹³. Постановление об организации временной Комиссии по изучению тяжелой воды все же было принято президиумом по представлению Химической группы 22 мая 1934 г., состав комиссии был следующим: председатель – В. И. Вернадский, ученый секретарь – А. П. Виноградов, члены комиссии – С. А. Шукарев ¹⁴, В. Г. Хлопин, П. И. Лукирский, А. И. Горбов, И. И. Жуков и

¹² Переписка В. И. Вернадского и А. П. Виноградова... С. 141.

¹³ О создании Комиссии по изучению тяжелой воды // Архив Российской академии наук (РАН). Ф. 2. Оп. 6-а. Д. 2.

¹⁴ Сергей Александрович Шукарев (1893–1984) – химик, гидролог, педагог, историк методологии науки. Окончил Петроградский университет (1916). Ассистент (1920–1925), доцент (1925–1930), профессор (1931), зав. кафедрой неорганической химии химического факультета ЛГУ (1939–1970), проректор ЛГУ (1939–1940). Основные работы посвящены развитию учения о периодичности вопросов высокотемпературной химии и проблемам растворов.



А. П. Виноградов у колонки электролизера для получения тяжелой воды. Биогеохимическая лаборатория АН СССР. Ленинград, 1934 г. (Из собрания Мемориального кабинета-музея академика А. П. Виноградова ГЕОХИ РАН)

И. Д. Менделеев¹⁵. Комиссия ставила своей целью получение и изучение свойств тяжелой воды, тяжелого изотопа водорода и других изотопов, их распространение в природе.

Уже на декабрьской сессии АН СССР 1934 г. Виноградов выступает с докладом «Тяжелая вода и нахождение ее в земной коре», который затем был опубликован в 1935 г.¹⁶, а годом раньше публикует статью «Тяжелая вода»¹⁷. За исследования по изучению тяжелой воды Виноградов был удостоен премии имени В. И. Ленина 1935 г. Но продолжение работ в конце декабря 1934 г. оказалось невозможным. Александр Павлович пишет Владимиру Ивановичу в Ленинград¹⁸: «По-видимому, у меня с H_2O в Ленинграде все встало. Денег нет. Жиров ушел»¹⁹.

Комиссия по изучению тяжелой воды не имела средств для исследований, так как, по положению, должна была не вести исследования, а лишь руководить работой

учреждений, которые в общем порядке получают ассигнования на соответствующие темы. Из-за отсутствия средств Вернадский не мог развернуть деятельность комиссии в 1935 г. Работа была временно

¹⁵ Иван Дмитриевич Менделеев (1883–1936) — наиболее одаренный из детей Д. И. Менделеева. Окончил с золотой медалью гимназию в Санкт-Петербурге (1901). Затем поступил в Петербургский политехнический институт, но позже перевелся на физико-математический факультет университета. Помогал отцу, делая сложные расчеты для его экономических работ. С 1924 г. и до конца жизни постоянно работал в Главной палате мер и весов, где занимался исследованием свойств материалов при низких температурах, теорией весов и конструированием термостатов. Способствовал изданию посмертного труда Д. И. Менделеева «Дополнения к познанию России». Автор философских трудов: «Мысли о познании» и «Оправдание истины» (1909–1910). Написал воспоминание об отце, которые были полностью опубликованы лишь в 1993 г. Одним из первых СССР изучал свойства тяжелой воды.

¹⁶ Виноградов А. П. Тяжелая вода и нахождение ее в земной коре // Социалистическая реконструкция и наука. 1935. Вып. 1. С. 25–32.

¹⁷ Виноградов А. П. Тяжелая вода // Наука и техника. 1934. № 17. С. 6–7.

¹⁸ Вернадский переехал Москву только летом 1935 г., после того как Виноградов нашел для Вернадских удобную квартиру и в ней был сделан капитальный ремонт.

¹⁹ Переписка В. И. Вернадского и А. П. Виноградова... С. 144.

приостановлена, а между тем исследования по тяжелой воде за границей, в США, Англии, Германии, Японии и в других странах, шли полным ходом по ряду важных научных и прикладных направлений. Владимиру Ивановичу приходилось неоднократно ходатайствовать перед Президиумом Академии наук о выделении средств на продолжение работ по изучению тяжелой воды. Так, в начале 1935 г. на заседании президиума он поднял вопрос о выделении 50 000 руб. на работы комиссии.

Поднимался этот вопрос Виноградовым как ученым секретарем комиссии и на заседании президиума Химической группы 25 марта 1935 г., который постановил поддержать ходатайство комиссии перед Президиумом Академии наук об отпуске на ее работы 50 000 руб.²⁰ И несмотря на поддержку Химической группы, Президиум АН СССР отказал Вернадскому в выделении просимой суммы из фондов академии. Мотивация отказа была весьма формальной:

Предложить комиссии в текущем году проводить работу в пределах средств, выделяемых заинтересованными учреждениями. Поручить Управлению делами Академии наук учесть заявку комиссии при разработке финансового плана на 1936 г.²¹

Решение вопроса о финансировании работ Комиссии по тяжелой воде затягивалось, несмотря на постоянные обращения Владимира Ивановича в Президиум АН СССР и переговоры с В. П. Волгиным²², Н. С. Курнаковым²³ и И. В. Зубовым²⁴. 3 мая 1935 г. была подана записка в Президиум Академии наук о критическом положении работ по тяжелой воде для обращения в правительственные органы. В конце концов после долгих мытарств Вернадский добился получения в 1935 г. на дальнейшую работу комиссии вместо 50 000 руб. лишь 4000 руб. по постановлению Президиума АН СССР от 5 июля 1935 г.²⁵

В 1935 г. Виноградов начинает систематические работы по изучению тяжелого водорода в организмах, органогенных породах и в природных водах, о чем сообщает Вернадскому в Ленинград: «Наладил отгон воды из организмов (H_2^{18}O), концентрирую H_2^{18}O »²⁶.

²⁰ О финансовом положении Комиссии по изучению тяжелой воды // АРАН. Ф. 2. Оп. 1. Д. 6. Л. 10.

²¹ Ходатайство ак. В. И. Вернадского об ассигновании 50 000 руб. на работы Комиссии по изучению тяжелой воды // АРАН. Ф. 2. Оп. 6. Д. 2. Л. 146.

²² Вячеслав Петрович Волгин (1879–1962) – историк, академик АН СССР (1930). В 1935 г. был непременным секретарем АН СССР.

²³ С апреля 1935 г. Курнаков был председателем Химической группы АН СССР.

²⁴ Иван Васильевич Зубов в 1935 г. был управляющим делами АН СССР.

²⁵ О выделении средств Комиссии по изучению тяжелой воды // АРАН. Ф. 2. Оп. 2. Д. 3. Л. 24.

²⁶ Переписка В. И. Вернадского и А. П. Виноградова... С. 174.

С наступлением 1936 г. борьба за получение ассигнований для работ по тяжелой воде продолжалась. Кроме многочисленных обращений в различные инстанции Академии наук о катастрофическом положении исследований по тяжелой воде, комиссия также неоднократно возбуждала вопрос об организации в СССР большой мощной технологической установки для получения тяжелой воды в целях снабжения ею исследовательских институтов страны. В 1935 г., кроме электролизера, сконструированного в Биогеохимической лаборатории, работала установка в днепропетровском Институте физической химии под руководством А. И. Бродского.

21 января 1936 г. Виноградов на заседании президиума Химической группы осветил положение вещей с установкой по получению $^2\text{H}_2\text{O}$ в Днепропетровске:

Главхимпром, субсидировавший до настоящего времени установку по тяжелой воде в Днепропетровске, с этого года субсидирование прекращает. Если Академия наук не возьмет на себя субсидирование установки, то производство H_2^{18}O в СССР прекратится ²⁷.

Постановление президиума Химической группы было следующим:

Принимая во внимание, что изучение тяжелой воды в общей системе химических исследований является вопросом весьма актуальным, просить Президиум АН СССР обратиться к правительству с просьбой о временном сохранении установки с тем, чтобы Главхимпром, используя опыт и кадры этой установки, организовал бы более рациональное производство тяжелой воды на основе концентратов, образующихся при электролитическом получении водорода и дешевой электроэнергии ²⁸.

Постановлением президиума академии от 5 апреля 1936 г. по очередному ходатайству Вернадского комиссии были отпущены 30 000 руб., благодаря чему была выполнена часть работы, запланированная комиссией на 1936 г., а именно: в Биогеохимической лаборатории была создана установка для точного определения плотности воды (точность измерения 10^{-7}), дающая возможность определить $^2\text{H}_2\text{O}$ низких концентраций, а также была сооружена установка по очистке воды от посторонних примесей с целью получения эталонов воды и микроустановка по электролизу воды для получения $^2\text{H}_2\text{O}$ более высоких концентраций для калибровки и эталонов. Кроме того, осуществлялся поиск объектов, обогащенных дейтерием, и изучение его распространения в организмах и органогенных породах, в кристаллизационной воде минералов и породах метаморфической области. В Ленинградском университете под руководством С. А. Шукарева была создана установка для определения концентрации дейтерия в газе и разработана электролизная установка для получения $^2\text{H}_2\text{O}$ по каскадной,

²⁷ Об установке для получения тяжелой воды в Днепропетровске // АРАН. Ф. 461. Оп. 1. Д. 14. Л. 28.

²⁸ Там же.



Биогеохимическая лаборатория АН СССР. Слева направо: первый (нижний) ряд: (?), П. Н. Палей, С. В. Ренц, К. Г. Кунашева, С. И. Снякова, Г. Г. Цейтлин, Ш. Е. Каминская, Е. Б. Евдокимова, А. И. Софинская, Е. И. Донцова; второй ряд: Е. А. Бойченко, Р. В. Тейс, Д. И. Рябчиков, Х. Г. Виноградова-Томашевская, А. П. Виноградов, В. И. Вернадский, С. А. Боровик, В. И. Баранов, И. Д. Борнеман-Старынкевич, А. Д. Шаховская; третий ряд: Б. И. Цветков, В. В. Данилова, В. М. Ратынский, С. М. Манская, А. К. Лаврухина, (?), М. П. Белая, Е. Г. Лapidус, Т. Ф. Боровик-Романова, Г. Г. Бергман, С. В. Одинцова, М. А. Драгомирова, А. П. Троицкая; четвертый ряд: З. Г. Пинскер, Д. П. Малюга, Э. Е. Вайнштейн, А. Л. Дробков. Москва. Фотография сделана в день рождения В. И. Вернадского 12 марта 1944 г. в его домашнем кабинете (Из собрания Мемориального кабинета-музея академика А. П. Виноградова ГЕОХИ АН СССР)

непрерывно действующей схеме, а также выбран и обоснован принцип работы установки для разделения изотопов в газовой фазе, основанный на диффузии изотопных молекул через струю паров ртути; приобретено нужное оборудование и материалы. Остальные темы — создание мощной установки для получения тяжелой воды и изучение ее физико-химических свойств — выполнить из-за нехватки средств не удалось. Поэтому в 1937 г. комиссией был поднят вопрос о приобретении за границей 100 г 98-процентной $^2\text{H}_2\text{O}$ для выполнения работ членами комиссии (Н. Д. Зелинский — получение бензола с замещением всех атомов водорода дейтерием, А. Ф. Капустинский — термохимия тяжелого водорода, В. Г. Хлопин — газовые реакции в присутствии радиоактивных веществ, А. И. Бродский — обменные реакции между изотопами кислорода в растворенных соединениях кислорода, И. И. Жуков — изучение гидридов тяжелых металлов с тяжелым водородом), а также вновь был возбужден вопрос о постройке

в Советском Союзе собственной мощной установки для получения тяжелой воды. В 1937 г. комиссия ставила перед собой задачу выполнения следующих основных тем: 1) распределение тяжелой воды в природных объектах (Биогеохимическая лаборатория АН СССР); 2) изучение физико-химических свойств тяжелой воды (работу вели члены комиссии); 3) получение изотопов ^2H и ^{18}O (Ленинградский государственный университет). Для выполнения этих задач комиссии требовалось 30 000 руб. и приобретение за границей 100 г тяжелой воды. В связи с большим научным интересом к проблеме тяжелой воды Президиум Академии наук выделил комиссии необходимую сумму и представленный план работ утвердил ²⁹.

Решением бюро Отделения химических наук АН СССР от 25 мая 1939 г. Комиссия по изучению тяжелой воды реорганизуется в Комиссию по химии изотопов ³⁰, которая была утверждена Президиумом АН СССР, как и ее состав, только в конце 1940 г. после проведения Отделением химических наук АН СССР 16 и 17 апреля 1940 г. в Москве I Всесоюзного совещания по химии изотопов, организованного при активном участии Виноградова ³¹. В резолюции совещания говорилось:

Предложить Отделению химических наук представить на утверждение Президиума АН СССР следующий состав Комиссии по химии изотопов ³²: председатель – академик В. И. Вернадский, зам. председателя – профессор А. И. Бродский, ученый секретарь – профессор А. П. Виноградов; члены комиссии: академики А. Н. Фрумкин, В. Г. Хлопин, Н. Д. Зелинский, члены-корреспонденты АН СССР А. Ф. Капустинский, С. З. Рогинский, профессора С. Э. Фриш, Р. Х. Бурштейн ³³, Я. О. Парнас, Г. М. Франк, А. А. Гринберг ³⁴.

1 января 1941 г. вторым заместителем председателя комиссии был утвержден Хлопин ³⁵. Комиссия ставила своей задачей научную работу в области изотопии химических элементов, а также создание современных научных приборов и установок для изучения, обогащения и получения изотопов ³⁶.

²⁹ Переписка В. И. Вернадского и А. П. Виноградова... С. 210. Примечание 8.

³⁰ О реорганизации Комиссии по изучению тяжелой воды в Комиссию по изотопам // АРАН. Ф. 518. Оп. 2. Д. 9. Л. 40.

³¹ О I-ом Всесоюзном совещании по изотопам // АРАН. Ф. 2. Оп. 6. Д. 12. Л. 1.

³² О составе Комиссии по изотопам при ОХН АН СССР // АРАН. Ф. 2. Оп. 6. Д. 26. Л. 44, 45.

³³ Ревекка Хаимовна Бурштейн (1904–1992) – электрохимик, доктор химических наук (1941), сотрудник (1927–1947), профессор (1942) Физико-химического института им. Л. Я. Карпова, зав. лабораторией Института физической химии АН СССР (1946–1958), зав. лабораторией Института электрохимии АН СССР.

³⁴ АРАН. Ф. 2. Оп. 6. Д. 28. Л. 176–178.

³⁵ О назначении В. Г. Хлопина вторым зам. пред. Комиссии по изотопам // АРАН. Ф. 518. Оп. 2. Д. 49. Л. 40.

³⁶ Виноградова. «Я не мог пройти мимо науки...» С. 78. Комментарий 15.

Работа I Всесоюзного совещания по химии изотопов отчетливо показала огромную важность как в теоретическом, так и в практическом отношении исследований по химии изотопов, а также отметила резкое отставание в развитии этих направлений в СССР. Поэтому в принятой совещанием резолюции, в частности, говорилось:

В целях развития исследований по изотопам просить Президиум АН СССР оказать всемерную поддержку работам по изотопам Биогеохимической лаборатории АН СССР, Физико-химическому институту им. Писаржевского АН УССР, Радиевому институту АН СССР; обеспечить материальными ресурсами, кадрами, помещением работу по изотопам, проводимую в Биогеохимической лаборатории, в частности, по постройке масс-спектрографов; ввиду отставания в развитии исследований по изотопам в биологии и медицине просить немедленно приступить к постройке циклотрона в Москве для необходимости иметь для исследований большое количество искусственных радиоэлементов; купить в США выпущенный для широкого пользования масс-спектрограф «Neria»; ускорить организацию добычи радия из мезотория-I и радиевых руд; создать в СССР центр по определению атомных весов химических элементов и т. д.³⁷

Одним из наиболее значительных исследований по изотопам конца 1930-х — начала 1940-х гг. стало изучение изотопного состава кислорода фотосинтеза. Виноградовым совместно с Р. В. Тейс³⁸ было показано, что при фотосинтезе кислород выделяется из воды, а не из углекислоты, как думали раньше³⁹. Был также изучен изотопный состав воды метаморфических пород и минералов⁴⁰.

В конце 1930-х гг. прошлого столетия исследования Виноградова по химии изотопов и работа в Комиссии по химии изотопов оказались тесно связанными с исследованиями в области ядерной физики в связи с открытием в декабре 1938 г. немецким химиком О. Ганом явления деления ядер урана под действием нейтронов. Вскоре в зарубежной печати стали появляться сведения о реальной возможности практического использования внутриатомной энергии урана и об исследованиях, ведущихся в этом направлении. Получив в начале июня

³⁷ Резолюция I-ого Всесоюзного совещания по изотопам // АРАН. Ф. 2. Оп. 6. Д. 28. Л. 176–178.

³⁸ Руфина Владимировна Тейс (1896–1977) — химик, доктор химических наук (1959). Сотрудник и зав. лабораторией института охраны труда (1926–1936), научный сотрудник Комиссии по изучению тяжелой воды (1936–1938), аспирант-докторант, сотрудник Биогеохимической лаборатории и Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР (1938–1970), консультант ГЕОХИ АН СССР (1970–1977). Ее основные труды посвящены исследованию изотопного состава природных вод, а также использованию изотопов для изучения процессов фотосинтеза и для палеотермометрии.

³⁹ Виноградов А. П., Тейс Р. В. Изотопный состав кислорода разного происхождения (кислород фотосинтеза, воздуха, CO₂, H₂O) // Доклады АН СССР. 1941. Т. 33. № 9. С. 497–501.

⁴⁰ Виноградов А. П., Вернадский В. И., Тейс Р. В. Определение изотопного состава вод метаморфических пород и минералов // Доклады АН СССР. 1941. Т. 31. № 6. С. 574–577.

1940 г. письмо от сына Георгия из Вашингтона, в которое была вложена вырезка со статьей из «Нью-Йорк таймс» от 5 мая 1940 г. под названием «Громадный источник энергии, открытый наукой в атоме; сообщение о новом источнике энергии»⁴¹, Вернадский вместе с Хлопиным обратился в Президиум АН СССР с заявлением о срочной организации работ по использованию внутриатомной энергии актиноурана в Советском Союзе⁴². 30 июля 1940 г. по заявлению Вернадского и Хлопина Президиум Академии наук принял решение о создании Комиссии по проблеме урана⁴³. В числе крупнейших ученых страны в Урановую комиссию АН СССР вошел и Виноградов — в то время профессор, доктор химических наук, заместитель Вернадского по Биогеохимической лаборатории АН СССР.

Виноградов включился в урановую проблему летом 1940 г. По мнению Александра Павловича,

проблема использования внутриатомной энергии до сих пор являлась в значительной степени отвлеченной. В настоящее время американцам удалось получить несколько граммов U^{235} и показать с помощью циклотрона, что теоретически предполагаемый процесс освобождения U^{235} внутриатомной энергии (под действием на U^{235} медленных нейтронов) правилен [...] Таким образом, проблема приобретает научно-техническое значение [...] аналогично проблемам использования искусственного жидкого топлива или искусственного каучука [...] Изучение механизма процесса распада U^{235} и тем более техническое использование этой энергии предполагает решение вопроса о методах получения U^{235} в любых количествах. Этот вопрос в нужной мере не решен⁴⁴.

В тот период остро стоял вопрос о методах разделения изотопов урана. В связи с наличием этих проблем летом 1940 г. Виноградов составляет два документа, в которых излагает свои предложения о методе разделения изотопов урана и по комплексному решению урановой проблемы, имевшие практическое значение. Первый документ — «О выделении ^{235}U » — Виноградов направил Вернадскому как директору Биогеохимической лаборатории 12 июня 1940 г. В нем он предложил для достижения поставленной цели использовать метод термодиффузии как наиболее эффективный процесс разделения изотопов из жидких и газообразных веществ; в качестве рабочего вещества предполагалось использовать гексафторид урана (UF_6). «Предварительные расчеты, — писал Александр Павлович, — позволяют ожидать (при указанном

⁴¹ *Laurence, W. L.* Vast Power Source in Atomic Energy Opened by Science; Report on New Source of Power // *New York Times*. May 5, 1940. P. 1.

⁴² Заявление В. И. Вернадского и В. Г. Хлопина об использовании внутриатомной энергии актиноурана // АРАН. Ф. 2. Оп. 6. Д. 24. Л. 17.

⁴³ Из протокола № 21 заседания Президиума АН СССР — о создании Комиссии по проблеме урана и организации работ // Атомный проект СССР. Документы и материалы // Ред. Л. Д. Рябев. М.: Наука; Физматиздат, 1998. Т. 1: 1938–1945. Ч. 1. С. 127–129.

⁴⁴ Записка А. П. Виноградова в АН СССР о методах выделения урана-235 и мерах, необходимых для их разработки // Там же. С. 133.

процессе разделения урана) обогащение урана в несколько раз в течение небольшого отрезка времени»⁴⁵.

К моменту создания Комиссии по проблеме урана в Биогеохимической лаборатории уже велись работы по постройке масс-спектрографов для разделения изотопов. Они были поддержаны на I Всесоюзном совещании по химии изотопов, проходившем в апреле 1940 г. в Москве. Безусловно, Виноградов был целенаправленно подготовлен к работам по урановой тематике всем ходом развития поставленных им же самим изотопных исследований в Биогеохимической лаборатории АН СССР. Еще до первого заседания Урановой комиссии 23 августа 1940 г. Александр Павлович направил в Президиум Академии наук второй документ «О методах выделения урана-235 и мерах, необходимых для их разработки»⁴⁶. По ряду предложений, изложенных в документе, Президиум АН СССР принял соответствующие постановления: 1) вопрос о выяснении возможности получения карбонильных соединений урана был включен в план научно-исследовательских работ на 1941 г. Института органической химии АН СССР; 2) для всестороннего изучения месторождений урана в Средней Азии в бригаду академика А. Е. Ферсмана был включен старший научный сотрудник Института геологических наук АН СССР Д. И. Щербаков как специалист, хорошо знакомый с урановыми месторождениями этого региона и способный оценить их запасы⁴⁷.

17 мая 1941 г. на заседании Урановой комиссии (Ленинград, Радиевый институт) Виноградов сделал доклад «О работах по термодиффузии в Биогеохимической лаборатории АН СССР»⁴⁸, но начавшаяся 22 июня 1941 г. Великая Отечественная война прервала все исследования по урановой тематике. Работа Виноградова по изучению тяжелой воды, изотопии, по урановой проблеме стали прелюдией к его деятельности и деятельности Биогеохимической лаборатории в советском атомном проекте.

Впоследствии изотопные исследования стали одним из главных достижений советской геохимической школы, возглавляемой Виноградовым. Он одним из первых понял и оценил значение изотопных методов для решения геологических и космохимических проблем и по праву является основоположником нового научного направления в СССР — геохимии изотопов.

References

Heavy Hydrogen and Heavy Water (1933), *Nature*, vol. 132, no. 3336, pp. 536–538.
Iaroshevskii, A. A. (ed.) (1995) *Perepiska V. I. Vernadskogo i A. P. Vinogradova (1927–1944) [Correspondence between V. I. Vernadskii and A. P. Vinogradov (1927–1944)]*. Moskva: Nauka.

⁴⁵ АРАН. Ф. 518. Оп. 4. Д. 68. Л. 27.

⁴⁶ Записка А. П. Виноградова в АН СССР о методах выделения урана-235... С. 133–134.

⁴⁷ См.: Виноградова. «Я не мог пройти мимо науки...»... С. 79. Примечание 16.

⁴⁸ Там же. С. 79.

- Iz protokola № 21 zasedaniia Prezidiuma AN SSSR — o sozdanii Komissii po probleme urana i organizatsii rabot [From the Minutes No. 21 of the Meeting of the USSR Academy of Sciences Presidium on the Creation of the Commission on the Uranium Problem and on the Organization of Works] (1998), in: Riabev, L. D. (ed.) *Atomnyi proekt SSSR. Dokumenty i materialy* [The USSR Atomic Project. Documents and Materials]. Moskva: Nauka and Fizmatizdat, vol. 1: 1938–1945, part 1, pp. 127–129.
- Laurence, W. L. (1940) Vast Power Source in Atomic Energy Opened by Science; Report on New Source of Power, *New York Times*, May 5, p. 1.
- Tiazhelyi vodorod i tiazhelaia voda [Heavy Hydrogen and Heavy Water] (1933), *Priroda*, no. 12, pp. 64–67.
- Vinogradov, A. P. (1934) Tiazhelaia voda [Heavy Water], *Nauka i tekhnika*, no. 17, pp. 6–7.
- Vinogradov, A. P. (1935) Tiazhelaia voda i nakhozhdenie ee v zemnoi kore [Heavy Water and Its Occurrence in Earth's Crust], *Sotsialisticheskaia rekonstruktsiia i nauka*, no. 1, pp. 25–32.
- Vinogradov, A. P., and Teis, R. V. (1941) Izotopnyi sostav kisloroda raznogo proiskhozhdeniia (kislorod fotosinteza, vozdukha, CO₂, H₂O) [Isotope Composition of Oxygen of Different Origin (Photosynthetic, Airborne, CO₂, H₂O)], *Doklady AN SSSR*, vol. 33, no. 9, pp. 497–501.
- Vinogradov, A. P., Vernadskii, V. I., and Teis, R. V. (1941) Opredelenie izotopnogo sostava vod metamorficheskikh porod i mineralov [Determination of the Isotope Composition of Waters of Metamorphic Rocks and Minerals], *Doklady AN SSSR*, vol. 31, no. 6, pp. 574–577.
- Vinogradova, L. D. (2007) “*Ia ne mog proiti mimo nauki...*” (o zhizni i deiatel'nosti akademika A. P. Vinogradova) [“*I Could Not Miss Science...*” (On the Life and Activities of Academician A. P. Vinogradov)]. Moskva: Nauka.
- Zapiska A. P. Vinogradova v AN SSSR o metodakh vydeleniia urana-235 i merakh, neobkhodimykh dlia ikh razrabotki [A. P. Vinogradov's Note to the USSR Academy of Sciences about the Methods of Isolation of Uranium-235 and about Measures Necessary for Their Development] (1998), in: Riabev, L. D. (ed.) *Atomnyi proekt SSSR. Dokumenty i materialy* [The USSR Atomic Project. Documents and Materials]. Moskva: Nauka and Fizmatizdat, vol. 1: 1938–1945, part 1, pp. 133–134.

Received: May 20, 2019.