DOI: 10.31249/rsm/2023.04.12

А.В. Володько

«РУССКИЙ ГЕНИЙ» АКАДЕМИК ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ ИПАТЬЕВ

Аннотация. *Статья посвящена Владимиру Николаевичу Ипатьеву (1867–1952), великому русскому химику, чьи научные достижения сохраняют актуальность и сегодня, во многом определяя путь развития современной химической науки и промышленности. Он сделал блестящую научную и военную карьеру в Российской империи, став действительным членом Императорской Санкт-Петербургской академии наук и генерал-лейтенантом. В этот период В.Н. Ипатьев сделал ряд поистине первопроходческих открытий, заложивших основу для развития целых отраслей промышленности (синтезировал изопрен – основной компонент синтетического каучука, разработал процесс катализа при высоких температурах и давлениях, который сегодня обеспечивает до 80% химического производства). В годы Первой мировой войны он проявил себя талантливым организатором – под его руководством была почти с нуля создана отечественная химическая промышленность. После октября 1917 г. В.Н. Ипатьев не покинул Россию, считая, что ученый должен приносить пользу родине, а не конкретному режиму, и активно сотрудничал с большевиками. Однако, когда в СССР начались массовые репрессии, опасаясь за свою жизнь остался за границей и вскоре был лишен звания академика и советского гражданства. Эмигрировавший в США В.Н. Ипатьев, продолжал плодотворную научную деятельность, разработав процесс каталитического крекинга, без которого немыслима современная нефтехимия, и технологию получения высокооктанового бензина, чье применение в военной авиации внесло существенный вклад в победу над нацизмом. Пребывая в эмиграции, В.Н. Ипатьев, беспредельно любивший свою Родину, неоднократно пытался получить разрешение российских властей вернуться в Россию.*

Ключевые слова: *Владимир Николаевич Ипатьев; русский химик; ученый-исследователь; химическая наука и промышленность; Россия; США.*

Володько Анна Вячеславовна – кандидат юридических наук,
старший научный сотрудник Института всеобщей истории РАН.
Россия, Москва.
E-mail: avolodko@inbox.ru
Web of Science Researcher ID: AAV-7281-2020
Scopus Author ID: 57195673900

Volodko A.V. «Russian genius» academician Vladimir Nikolaevich Ipatiev

Abstract. *The article is devoted to Vladimir Nikolayevich Ipatiev (1867–1952), a great Russian chemist, whose scientific achievements are still relevant today, largely determining the way of development of modern chemical science and industry. He had a brilliant scientific and military career in the Russian Empire, becoming a full member of the Imperial St. Petersburg Academy of Sciences and a lieutenant general. During this period, he made a number of pioneering discoveries, which laid the foundation for the development of entire industries (he synthesized isoprene, the main component of synthetic rubber, and developed a process of catalysis at high temperatures and pressure, which today accounts for up to 80% of chemical production). During the World War I, he proved to be a talented organiser, with the national chemical industry being established almost from scratch under his supervision. After October 1917, Ipatiev did not leave Russia, believing that a scientist should serve the homeland and not a particular regime, and actively cooperated with the Bolsheviks. However, when mass repressions erupted in the Soviet Union, he remained abroad, fearing for his life, and was soon stripped of his academic title and Soviet citizenship. After emigrating to the United States, he continued his fruitful scientific career, having developed a catalytic cracking process, without which modern petrochemicals are unthinkable, and a high-octane gasoline production technology, the use of which in military aviation contributed significantly to the victory over Nazism. The first of these was the first time he had been in exile and the second time he had tried to obtain permission from the Russian authorities to return to his homeland.*

Keywords: *Vladimir Nikolayevich Ipatiev; Russian chemist; research scientist; chemical science and industry; Russia; USA.*

Volodko Anna Vyacheslavovna – PhD in Law, Senior Research Fellow,
Institute of General History, Russian Academy of Sciences. Russia, Moscow.
E-mail: avolodko@inbox.ru
Web of Science Researcher ID: AAV-7281-2020,
Scopus Author ID: 57195673900

Владимир Николаевич Ипатьев родился 9 (21) ноября 1867 г. в Москве в семье известного архитектора Николая Алексеевича Ипатьева (1841–1891). В 1892 г. окончил Михайловскую артиллерийскую академию, которая славилась сильной химической школой, и там под руководством профессора Чернова превратился в зрелого ученого, став самым молодым членом Русского физико-химического общества. Его первые работы высоко оценил Д.И. Менделеев. После окончания Академии, В.Н. Ипатьев остался в Михайловской артиллерийской академии на преподавательской работе, и одновременно занимался научными исследованиями в лаборатории Санкт-Петербургского императорского университета А.Е. Фаворского. В 1895 г. Владимир Николаевич защитил диссертацию на тему «О действии брома на третичные спирты и

бромистого водорода на ацетиленовые и алленовые углеводороды», за которую получил малую премию им. А.М. Бутлерова. Исследование было посвящено изопрену – веществу, незадолго до этого выделенному им из натурального каучука [Эрлих 2018, с. 19]. В то время эта работа носила в первую очередь теоретический характер, но уже в недалеком будущем изопрен стал основным компонентом синтетического каучука, весьма востребованного промышленностью в связи с бурным развитием автомобилестроения. В 1896–1897 гг. В.Н. Ипатьев работал в Мюнхене у профессора И. Байера, с которым опубликовал совместную работу о синтезе изопрена.

Вернувшись в Россию, он окончательно определился с основным направлением своих исследований в сфере органической химии – это было изучение процесса катализа при высоких температурах и высоком давлении, который теперь лежит в основе современной химической промышленности. Сегодня он обеспечивает более 80% продукции химических отраслей и около 20% ВВП развитых стран. В короткие сроки ему удалось выявить дешевые катализаторы из неблагородных металлов и даже глин, позволявшие поставить процесс катализа на промышленную основу. Вскоре он первым в мире получил из этилового спирта этилен и бутадиен (полимеризация последнего через несколько десятилетий была использована С.В. Лебедевым в промышленном методе получения синтетического каучука). Из этилена, впервые в мировой науке, В.Н. Ипатьев получил полиэтилен; важность этого полимера в современной жизни в объяснении не нуждается. А сконструированный им в 1904 г. прибор для проведения химических реакций при высоких давлениях – так называемая «бомба Ипатьева» – стал прообразом применяемых ныне в химической практике реакторов и автоклавов [там же].

Заслуги В.Н. Ипатьева получили высокое признание на Родине: в 1914 г. он был избран членом-корреспондентом, а в 1916 г. – действительным членом Императорской Санкт-Петербургской академии наук, а по военной линии дослужился до генерал-лейтенанта.

С началом Первой мировой войны способности В.Н. Ипатьева были направлены в первую очередь на защиту Отечества. Он занялся организацией производства взрывчатых веществ, базовые компоненты которых (толуол, азотную кислоту, аммиак, селитру) Россия прежде импортировала, причем в основном из Германии. Необходимо было срочно налаживать собственное производство. В начале 1915 г., уже в звании генерал-лейтенанта он возглавил Химический комитет Главного артиллерийского управления, чьей главной задачей было наращивание отечественного производства взрывчатых веществ, а также разработка средств защиты против отравляющих газов и изготовление этого нового страшного оружия в России. В связи с этим Владимир Николаевич Ипатьев разработал оригинальные процессы получения толуола из нефти и селитры путем окисления аммиака. В этот период проявилась еще

одна черта характера В.Н. Ипатьева: он оказался не только выдающимся ученым, но и талантливым организатором, как сейчас сказали бы – «эффективным менеджером»: руководил строительством новых заводов и расширением существующих, по сути созданием целых отраслей с нуля. В 1915 г. был введен в эксплуатацию первый бензольный завод (всего их построили около двух десятков), в 1917 г. заработал первый в России завод по синтезу азотной кислоты, были организованы производства фосгена и хлора. В результате деятельности Комитета общее производство взрывчатых веществ отечественной промышленностью возросло от 330 000 пудов в год до 2,7 млн пудов в год [Сидоров 1973, с. 440–446]. По сути, Комитет под руководством В.Н. Ипатьева в годы войны создал основу масштабной отечественной химической промышленности.

Февральская революция и последовавший за ней разгул «разъяренной стихии, могущей бессознательно разрушить всю страну» [Ипатьев 1945, с. 36], привел В.Н. Ипатьева в ужас. Он был не только патриотом, но и «человеком порядка», ненавидевшим анархию и с болью наблюдавшим, как государство погружается в хаос. Он опасался не только развала науки и химической промышленности, созданной такими усилиями, но и в буквальном смысле за собственную безопасность, жизнь своей семьи и коллег: как он писал позднее, «на каждом митинге определенно заявляли на необходимость перерезать всю буржуазию, включая в нее и трудовую интеллигенцию» [там же, с. 238].

Поэтому приход к власти большевиков стал для В.Н. Ипатьева в первую очередь воцарением в стране хоть какого-то порядка. Ни в коей мере не разделяя коммунистических убеждений, он не рвался на службу к большевикам, но и не пытался покинуть страну, а когда новая власть предложила ему сотрудничество, согласился, видя в этом возможность и дальше приносить пользу Родине.

Большевистское руководство, включая самого В.И. Ленина, высоко ценило специалиста такого уровня и его организаторские способности, назначив его на высокую должность главы Технического совета по химической промышленности и члена Президиума Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ), фактически члена Правительства. При этом В.И. Ленин особо оговорил, что В.Н. Ипатьев должен оставаться в Президиуме ВСНХ при любом его составе [там же, с. 253]. Он пользовался полной свободой как в своих исследованиях в собственной Лаборатории высоких давлений, так и в руководстве химической наукой Советской России, что позволило ему организовать целый ряд научно-исследовательских учреждений (Радиевый институт, Институт удобрений, Институт силикатов, Государственный институт прикладной химии). С санкции властей он активно контактировал с зарубежными учеными, в том числе в интересах государства, в частности участвовал в переговорах с Германией, скованной военными ограничениями Версальского

договора, о «подпольном» производстве в СССР отравляющих газов в интересах рейхсвера с соответствующим обменом технологиями [Ипатьев 1945, с. 331–345, 420–421]. Сам В.Н. Ипатьев в своих мемуарах отмечал, что «Политбюро и все партийные коммунисты имели ко мне полное доверие», которое «я очень ценил и ... никогда не позволял себе им злоупотребить. В этом отношении большевики не ошиблись в моем характере, и я честно перед своей родиной исполнял все возлагаемые на меня обязанности» [там же, с. 352–353, 354]. В мемуарах он с большим уважением говорил о В.И. Ленине, с которым несколько раз встречался лично, «стоявшем несомненно головой выше всех своих партийных товарищей» [там же, с. 150]. Особой заслугой Ленина В.Н. Ипатьев считал осознание собственных ошибок и переход от военного коммунизма к НЭПу, также высоко отзывался о Л.Д. Троцком, под чьим руководством ему довелось работать, в частности, отмечал его способности пропагандиста и оратора.

Однако после смерти В.И. Ленина и падения Л.Д. Троцкого, Владимир Николаевич Ипатьев лишился самых влиятельных покровителей, и его гармоничные отношения с властями начали постепенно разрушаться. С одной стороны, его 60-летний юбилей был широко отпразднован на официальном уровне, ученый получил Ленинскую премию и звание заслуженного деятеля науки. С другой стороны, академика постепенно оттесняли от принятия важных решений: так, в 1926 г. его вывели из Президиума ВСНХ и сняли с поста председателя Научно-технического отдела ВСНХ, управлявшего советской наукой [Формула жизни]. Тем не менее он по-прежнему не желал покидать Россию, хотя имел контракты с германскими фирмами, и однажды на вопрос немецкого коллеги о причинах ответил: «Я, как патриот своей Родины, должен оставаться в ней до конца моей жизни и посвятить ей все мои силы». Присутствовавший при разговоре Альберт Эйнштейн «громко заявил: “вот этот ответ профессора я вполне понимаю, так надо поступить”». Однако в конце 1920-х годов в СССР начались масштабные репрессии, «дело “Промпартии”» и др., затронувшие некоторых коллег и учеников Ипатьева. В своих Воспоминаниях ученый написал: «А.Е. [Чичибабин] сказал мне, что в Москве он слышал от одного коммуниста, будто ввиду недовольства в верхах развитием химической промышленности было решено арестовать последовательно следующих лиц: Шпитальского, Камзолкина, Кравца, Фокина и меня. Я не поверил А.Е. и сказал, что это сплетни, чтобы лучше работал. Но предсказание стало оправдываться: в начале 1929 г. был арестован Шпитальский, в июне – инженер Камзолкин, заведующий отделом химической промышленности в Госплане; в ноябре арестовали Кравца... Нельзя сказать, чтобы мне рисовалась приятная перспектива... попасть в лапы ГПУ» [Ипатьев 1945, с. 485]. Владимир Николаевич ощутил прямую угрозу собственной жизни. Подтверждалось его мнение о том, что «все неудачи пролетариат будет

сваливать на интеллигентный ... персонал. Бедному инженеру придется расплачиваться за неисполнение заводом нелепых заданий, и он будет не только удален со службы, но ... будет предан суду» [Ипатьев 1945, с. 218].

В конечном итоге в 1930 г. В.Н. Ипатьев воспользовался приглашением на Всемирный энергетический конгресс в Германии и вместе с женой отправился в Берлин и принял решение не возвращаться в Россию, как минимум до лучших времен, при этом не устраивая никаких демаршей. Таким образом, в 63 года ему, по сути, пришлось начинать все заново.

В Европе В.Н. Ипатьев задержался ненадолго. Германия, на его взгляд, была слишком тесно связана с СССР, а во Франции русское эмигрантское сообщество встретило его неприязненно, не могло простить сотрудничества с большевиками, и даже того, что в доме его брата, инженера Ипатьева, была расстреляна царская семья [Владимир Николаевич Ипатьев 2019]. В конечном итоге Ипатьевы обосновались в США[1], в Чикаго, где руководство нефтехимической компании Universal Oil Products (UOP) предоставило в его распоряжение лабораторию с правом подбора персонала и выбора тематики работ, с единственным условием – он должен был заниматься применением катализа в нефтехимической промышленности. Фундаментальные исследования он проводил в чикагском Северо-Западном университете (Northwestern University), с радостью принявшем в преподавательский состав «живого классика». Весьма пожилой ученый – «профессор», как его называли в UOP – сохранил неуемную энергию, что позволило ему, в частности, быстро освоить английский с нуля. Как отмечает его биограф Lewis Schmerling, Владимир Николаевич сумел очаровать всех своих сотрудников: «У него был необычайно приятный характер: он был отзывчив, вежлив, обаятелен. Он никогда не относился к своим сотрудникам как к подчиненным. Он никогда никому не выговаривал за ошибки, а предлагал выход из положения и обучал в самой ненавязчивой манере» [Schmerling 1975, с. 19].

Продолжая на основе имеющегося задела успешно решать задачи катализа для нефтехимии, в 1935 г. В.Н. Ипатьев первым в мире разработал промышленный процесс каталитического крекинга, который американские компании успешно внедрили в производство. Фирма Shell стала выпускать продукты с использованием промышленного каталитического крекинга в количестве 3000 куб. м/ч. Работы Ипатьева привели к ряду выдающихся изобретений, которые быстро нашли широкое всемирное практическое применение: синтез и полимеризацию этилена, пропилена, дивинила, изопрена и других наиболее распространенных полимеров, что дает основание считать его отцом современной промышленности полимеров [Эрлих 2018, с. 18].

1. В 1937 г. В.Н. Ипатьев получил гражданство США.

Одним из самых значимых его изобретений стал высокооктановый бензин, позволивший самолетам союзников добиться решающего перевеса в скорости во время Второй мировой войны. Особенность такого бензина – стойкость к детонации и возможность форсировать режим работы двигателя, что особенно было важно в авиации. Благодаря предложенным В.Н. Ипатьевым методам удалось производить десятки миллионов литров 100-октанового авиационного топлива в месяц. Благодаря этому истребители ВВС Великобритании смогли удержать превосходство в воздухе и отразить атаки превосходящих сил люфтваффе в Битве за Британию в июле–октябре 1940 г. [Владимир Николаевич Ипатьев 2019]. Кроме того, высокооктановый бензин, поставляемый в СССР по ленд-лизу, покрыл примерно треть потребностей Советских ВВС в авиационном топливе (всего было поставлено 1,2 млн т авиабензина; половина этого объема – горючее с октановым числом 100) [Октан победы 2022]. Таков был весьма серьезный вклад великого ученого в общую победу над нацизмом.

Более 200 изобретений Владимир Николаевич Ипатьев запатентовал в США [Jacoby Mitch 2019]. Его заслуги в развитии мировой химической науки и промышленности были по достоинству оценены на Западе. Хотя по ряду субъективных обстоятельств В.Н. Ипатьев так и не получил Нобелевскую премию, которую вполне заслуживал, в 1937 г. журнал «Тайм» назвал Ипатьева «Человеком года». В 1939 г. его избрали членом Национальной академии США, и в том же году в Париже вручили высшую награду Французского химического общества – медаль имени Антуана Лавуазье [Эрлих 2018, с. 21]. Годом позже он получил Золотую медаль Гиббса – высшую награду для американских химиков.

Столь же высоко его оценивали коллеги. На торжественном заседании Американского химического общества, посвященного 75-летию ученого, нобелевский лауреат Рихард Вильштеттер подчеркнул: «Никогда за всю историю химии в ней не появлялся более великий человек, чем Ипатьев»; а известный американский химик Фрэнк Уитмор отмечал: «Среди многих замечательных химиков Россия дала миру трех выдающихся. Это Ломоносов, Менделеев и Ипатьев. Ипатьев оказал гораздо большее влияние на мировую химию, чем оба его знаменитых соотечественника. Он был химиком-первооткрывателем и продолжает таким оставаться до сих пор» [там же, с. 21].

Успешно работая в Америке, В.Н. Ипатьев тем не менее остро ощущал разлуку с Родиной. В Чикаго, как рассказывал его ученик и душеприказчик Г. Пайнс, ученый, будучи благодаря своим патентам весьма богатым человеком, жил как будто «на чемоданах»: «Мы, его ученики, ... приобрели или построили для себя здесь, на берегу озера Мичиган, хорошие коттеджи. Владимир Николаевич не захотел иметь собственный дом. Он считал себя иностранцем и 22 года жил, снимая номер в гостинице, в Чикаго. Каждый из

нас имел свою автомашину. Он же отказался от этого «акта оседлости» и пользовался казенным транспортом. Почти все обзавелись собственными яхтами ... Владимир Николаевич отказался и от этого. ... Он жил Россией» [Кузнецов 1991, с. 374].

Владимир Николаевич регулярно отсылал в СССР отчеты о своих научных работах, а при оформлении патентов за рубежом всегда оговаривал, что лицензии по ним советскому государству должны предоставляться бесплатно. В первые годы к пребыванию В.Н. Ипатьева за границей власти относились терпимо, а в 1936 г. в СССР был издан его фундаментальный труд «Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях». Но в середине 1930-х руководство Академии наук стало все настойчивее предлагать ему вернуться в СССР. Эти предложения ученый, зная о нарастающей волне политических репрессий на Родине, вежливо, но неизменно отклонял. В результате, в 1936 г., его лишили звания действительного члена Академии наук, а в 1937 г. – советского гражданства с запретом приезжать в СССР.

Уже в годы войны В.Н. Ипатьев, всей душой болея за свою страну и, вероятно надеясь, что его вклад в победу над гитлеровской Германией будет оценен, предпринял несколько попыток вернуться. В 1944 г. с этим вопросом он побывал на приеме у советского посла А.А. Громыко [Громыко 2015]. В разрешении на въезд советские власти ему отказали.

Владимир Николаевич Ипатьев так и не увидел Родину. Он скончался 29 ноября 1952 года в возрасте 85 лет, до последних дней не прекращая работу. В СССР и после смерти его имя и научные заслуги долгое время оставались под запретом. Только в 1990 г. Общее собрание АН СССР приняло постановление о восстановлении В.Н. Ипатьева (посмертно) в членах Академии наук СССР. Сегодня его вклад в мировую науку оценивается по достоинству и на Родине.

На русском православном кладбище св. Владимира в Джексоне, штат Нью-Джерси, на надгробии В.Н. Ипатьева выгравирована лаконичная надпись: «В память о русском гении Владимире Николаевиче Ипатьеве, изобретателе высокооктанового бензина» [Владимир Николаевич Ипатьев 2019]. Так американцы оценили вклад в мировую науку великого российского химика, академика В.Н. Ипатьева, одного из тех блестящих ученых, которые по разным причинам вынуждены были покинуть Родину.

Библиография

Владимир Николаевич Ипатьев // Вестник химической промышленности. 2019. 19 июля. URL: http://vestkhimprom.ru/posts/vladimir-nikolaevich-ipatev (дата обращения: 07.02.2023).

Громыко А.А. Памятное. Кн. 2. М.: Центрполиграф, 2015. 560 с.

Ипатьев В.Н. Жизнь химика: Воспоминания. Т. 1: 1867–1917. Нью-Йорк: [без изд.], 1945. 560 с.

Ипатьев В.Н. Жизнь химика: Воспоминания. Т. 2: 1917–1930. Нью-Йорк [без изд.], 1945 г. 635 с.

Кузнецов В.И. Повороты в творчестве академика В.Н. Ипатьева / Репрессированная наука. Л.: Наука, 1991. С. 367–376.

Октан победы. Сайт Национальной ассоциации нефтегазового сервиса. 2022. 08 дек. URL: https://nangs.org/news/downstream/refining/oktan-pobedy (дата обращения: 21.01.2023).

Сидоров А.Л. Экономическое положение России в годы Первой мировой войны. М.: Наука, 1973. 656 с.

Формула жизни В.Н. Ипатьева: к 150-летию со дня рождения ученого / Санкт-Петербургский филиал Архива Российской академии наук. URL: http://ranar.spb.ru/rus/vystavki/id/792/ (дата обращения: 09.01.2023).

Эрлих Г.В. Человек, который любил химию // Химия и жизнь. 2018, № 2. С. 18–23.

Jacoby M. Vladimir Ipatieff is the catalysis superhero you've never heard of // Chemical and Engineering News. 2019. 01 May. URL: https://cen.acs.org/people/profiles/Vladimir-Ipatieff-catalysis-superhero-ve/97/i19 (дата обращения: 02.02.2023).

Schmerling L. Vladimir Nikolaevich Ipatieff. A Biographical Memoir. Washington: US National Academy of Sciences, 1975. 140 p.

References

E`rlix G.V. Chelovek, kotory`j lyubil ximiyu he man who loved chemistry // Ximiya i zhizn` [Chemistry and life]. 2018. N 2. P. 18–23. (In Russ.)

Formula zhizni V.N. Ipat`eva: k 150-letiyu so dnya rozhdeniya uchenogo [The formula of life V.N. Ipatiev: to the 150th anniversary of the birth of a scientist] / Sankt-Peterburgskij filial Arxiva Rossijskoj akademii nauk [St. Petersburg branch of the Archive of the Russian Academy of Sciences]. URL: http://ranar.spb.ru/rus/vystavki/id/792/ (date of access: 09.01.2023). (In Russ.)

Gromy`ko A.A. Pamyatnoe [Commemorative]. Kn. 2. M.: Centrpoligraf, 2015. 560 p. (In Russ.)

Ipat`ev V.N. Zhizn` ximika: Vospominaniya [The Life of a Chemist: Memoirs]. Vol. 1: 1867–1917. N`yu-Jork: [bez izd.], 1945. 560 p. (In Russ.)

Ipat`ev V.N. Zhizn` ximika: Vospominaniya [The Life of a Chemist: Memoirs]. Vol. 2: 1917–1930. N`yu-Jork [bez izd.], 1945. 635 p. (In Russ.)

Jacoby M. Vladimir Ipatieff is the catalysis superhero you've never heard of // Chemical and Engineering News. 2019. 01 May. URL: https://cen.acs.org/people/profiles/Vladimir-Ipatieff-catalysis-superhero-ve/97/i19 (date of access: 02.02.2023).

Kuzneczov V.I. Povoroty` v tvorchestve akademika V.N. Ipat`eva [Turns in the work of academician V.N. Ipatieva] / Repressirovannaya nauka / [Repressed science]. L.: Nauka, 1991. P. 367–376. (In Russ.)

Oktan pobedy [Octane of victory]. Sajt Nacional`noj associacii neftegazovogo servisa Website of the National Oil and Gas Service Association]. 2022. 08 Dec. URL: https://nangs.org/news/downstream/refining/oktan-pobedy (date of access: 21.01.2023). (In Russ.)

Schmerling L. Vladimir Nikolaevich Ipatieff. A Biographical Memoir. Washington: US National Academy of Sciences, 1975. 140 p.

Sidorov A.L. E`konomicheskoe polozhenie Rossii v gody` Pervoj mirovoj vojny` [The economic situation in Russia during the First World War]. M.: Nauka, 1973. 656 p. (In Russ.)

Vladimir Nikolaevich Ipat`ev [Vladimir Nikolaevich Ipatiev] // Vestnik ximicheskoj promy`shlennosti [Bulletin of the chemical industry]. 2019. 19 Jull. URL: http://vestkhimprom.ru/posts/vladimir-nikolaevich-ipatev (date of access: 07.02.2023). (In Russ.)