

Алексей Кожевников

ПЕРВАЯ МИРОВАЯ ВОЙНА, ГРАЖДАНСКАЯ ВОЙНА И ИЗОБРЕТЕНИЕ «БОЛЬШОЙ НАУКИ»¹

Анализ развития русской промышленности к началу Первой мировой войны позволяет сделать вывод о том, что уровень экономической, промышленной, научной зависимости страны от Германии был тотальным и граничил с колониальным. Как только в августе 1914 г. граница была закрыта, российскую промышленность охватил хаос, она оказалась неспособной быстро заменить ранее импортировавшиеся товары. Шокированные этим дефицитом самодостаточности, некоторые наблюдатели даже подозревали предвоенный германский заговор (*Новорусский М. В.*). Экономический кризис в начале войны сделал многих в России, как и в других странах, противниками ориентированного на войну развития германской промышленности, а также обусловил централизацию и рациональное планирование экономики на несколько лет вперед. Этот принцип был объявлен «социалистическим» революционным большевистским правительством (*Бухшпан, 1929*).

В гражданской промышленности России доминировали иностранные инвесторы, вследствие чего она более полагалась на зарубежные технологии и ноу-хау, чем на независимые изыскания и экспертизу. Военная промышленность и большинство заводов по производству снаряжения принадлежали государству, но и в этой традиционной сфере интересов правительства преобладающей стратегией являлись закупка и копирование зарубежных изделий. Генерал А. А. Маниковский, отвечавший в годы войны за снабжение русской армии, мог только жаловаться, что «Германия снабжала весь мир, включая Россию, орудиями войны, а мы платили свои деньги за развитие дорогостоящей германской военной промышленности» (*Маниковский А. А., с. 237*). Когда разразилась война, военные, следуя за своим традиционным инстинктом, обратились к союзным и нейтральным странам с просьбой о поставках оружия и о приобретении новых технологий. А. А. Маниковский попытался разместить заказы на

¹ Это сокращенный вариант статьи, представленной в «*Science in Context*». Для цитирования, пожалуйста, обращайтесь к автору за полным вариантом в Department of History, University of Georgia, Athens GA 30605, e-mail: anikov@arches.uga.edu. Я благодарен за замечания Майклу Гордину, Питеру Холквисту и Джону Крайгу.

военное снаряжение в Японии и США, но это привело к огромным расходам, несвоевременности поставок и их недостаточности. Через год он пришел к выводу, что эти траты были неоправданными и было бы правильнее, если бы финансовые ресурсы были направлены на развитие отечественного промышленного производства с самого начала войны: «Истратив более 300 миллионов рублей на иностранные автомобили, мы теперь (в ноябре 1915 г. — А. К.) пришли к решению развивать наше собственное производство» (*Маниковский А. А.*, с. 248). Военные чиновники также постепенно признавали необходимость развивать или значительно расширять производство воздушных аппаратов, химикатов, радио, оптических устройств и других имеющих военное назначение продуктов промышленности, требующих передовых научных знаний и экспертизы.

Война многое изменила и для русской науки: прекратились научные связи и контакты с коллегами из других воюющих государств, приведя к научной изоляции, которая затянулась на шесть лет, до конца Гражданской войны в 1922 г. Никакие другие проблемы этого периода не вызывали так много протестов среди ученых России, но и никто не сделал так много для развития своей идентичности как национального сообщества.

До Первой мировой войны большинство русских ученых публиковались в иностранных изданиях и в изданиях на иностранных языках, а в годы войны, когда они были лишены этой возможности, произошло становление национальных научных обществ в тех областях науки, которые прежде отсутствовали, и появилось много русскоязычных академических журналов (*Александров Д. А.*).

Следовательно, военный кризис сыграл, как ни странно, положительную роль, так как стимулировал интенсивность исследований.

В предшествующие два-три десятилетия, отмеченные ростом национально-империалистического соперничества между основными державами, основной задачей для русских академических исследователей было догнать своих европейских коллег во вкладе в «чисто научное» мировое знание, неизменно демонстрируя при этом мягкое, но обычно высокомерное пренебрежение практическими, «прикладными» исследованиями.

Хотя подобное отношение наблюдалось и в других европейских странах, в конце XIX столетия в России идеология чистой науки воспринималась гораздо серьезнее и буквально. Помимо всего, промышленность в России фактически не предлагала возможностей ученому для карьеры, и приемлемую работу для себя, за редкими исключениями, они могли найти только в университетах и других высших учебных заведениях. Война весьма драматично изменила исследовательские мотивации и ценности: даже университетские ученые начали работать над практическими и военными заказами и установлением связей с промышленностью, но удалось это относительно немногим ученым. Однако явное несоответствие времени серьезного национального кризиса для научных исследований стимулировало реформирование науки в России. Реформа предполагала, в своих основных чертах, создание национальной сети специализированных институтов как для собственно исследований, так и для обучения, переориентацию целей исследования на национальные практические потребности и приоритетное внимание крупным междисциплинарным проектам, осуще-

ствляемым коллективами ученых и инженеров, объединенных в совместном производстве новых знаний и технологий. Первые проекты таких реформ были разработаны русскими учеными в ответ на экономический кризис в период Первой мировой войны; они впоследствии были одобрены, утверждены и адаптированы революционным правительством к условиям Гражданской войны. Международная изоляция российской науки была ослаблена в 1921 г., а создание новой поддерживаемой государством институциональной системы исследований и развития было патерналистским «симбиозом... „чистой“ науки, технологии и техники», который несколько десятилетий спустя стали называть «большой наукой» (*Pestre D.*, p. 93).

Наука, промышленность и армия на закате Российской империи

Занимаясь в Артиллерийской академии великого князя Михаила в Санкт-Петербурге, молодой офицер Владимир Николаевич Ипатьев лелеял мечты стать химиком. Поскольку академия не имела химической лаборатории, то В. Н. Ипатьев создал у себя на квартире маленькую частную лабораторию. По окончании обучения в 1892 г. он был назначен преподавателем химии и, чтобы подготовить диссертацию, необходимую для получения профессорского звания, посещал лабораторию в Петербургском университете. Просьба В. Н. Ипатьева к Артиллерийской академии поддержать его исследования была первоначально отклонена начальником, который «объяснил мягким, вкрадчивым голосом, к которому он прибегал, чтобы опровергнуть своих оппонентов, почему химическая лаборатория никогда не получит более чем половину выделенных ей средств... <он> сказал, что нет причин, почему бы академии не присвоить деньги <выделенные> лаборатории, которая не производила простого научного исследования в течение десяти лет, и единственная опубликованная диссертация не описывает простого эксперимента» (*Ипатьев В. Н.*, с. 59, 102—109).

После защиты диссертации В. Н. Ипатьев стал в 1899 г. первым в Артиллерийской академии профессором химии и взрывчатых веществ и сумел организовать в ней химическую лабораторию. Вскоре он открыл новый класс каталитических органических реакций, которые происходят при высоких температурах, когда катализатором является железо. Результаты исследований принесли ему признание и славу в академическом мире. Несмотря на то что, окончив военное училище и став в 1910 г. генералом, В. Н. Ипатьев относился к своим лабораторным исследованиям как к чистой науке, не предпринимал попыток для применения своих открытий на практике, будь то военная или гражданская сфера, и упрекал руководителей промышленности за отсутствие интереса: «К сожалению, русская химическая промышленность была слишком незрелой, чтобы использовать научные открытия, даже полезные. Я до сих пор не беспокоился о том, чтобы получить патенты, а однажды один из моих друзей сказал мне, что я был ученым и хотел полной свободы в своей работе, которую я не имел бы, если занялся бы своими патентами. Будь я немецким химиком, я, вероятно, был бы заражен той же самой патентной болезнью, что и другие. Германская химическая промышленность полностью использовала мои материалы, чтобы не платить за исследования самой» (*Ипатьев В. Н.*, с. 174, 178).

В. Н. Ипатьев вспоминал, что отношение к использованию его открытий в промышленности начало меняться в 1913 г., после того как один немецкий инженер запатентовал их под своим именем. Понимание роли и места ученого, произошло, однако, только во время Первой мировой войны. Столкнувшись с острым дефицитом снарядов, Главное артиллерийское управление создало комиссию по поставкам снаряжения. Первое решение комиссии состояло в упорядочении основных закупок толуола и неочищенного бензола за рубежом, прежде всего в США, а не в развитии их производства в России. «Основным настроением был, — вспоминал В. Н. Ипатьев, — пессимизм, отсутствие веры в наши собственные силы и ощущение неполноценности перед германской технологией» (*Ипатьев В. Н.*, с. 196). Это решение вызвало недоумение и было изменено в 1915 г., когда комиссия распорядилась о строительстве первого государственного завода по производству бензола в Донецком угольном бассейне. Завод начал производство в сентябре 1915 г., а за этим немедленно последовало создание более двух десятков государственных и частных фабрик, и дальнейшая работа по производству других необходимых для военных нужд химических веществ: бензина, толуола, тротила и ксилена.²

26 января 1915 г. профессор-химик и генерал Л. А. Задубский, начальник только что созданной Центральной научно-технической лаборатории армии, организовал встречу для обсуждения технических разработок для армии во время войны. Использование «удушающих и отравляющих газов в снарядах» не было поддержано некоторыми офицерами, поскольку «подобные методы можно было считать негуманными и прежде в русской армии <они> не использовались». Однако Л. А. Задубский не исключал возможности их использования в будущем «в случае крайнего злоупотребления врагом таких методов». Он распорядился, чтобы отделение пороха и взрывчатых веществ лаборатории провело исследование подходящих веществ, для того чтобы быть готовыми «в случае крайней необходимости начать производство».³

И необходимость в этом скоро появилась: в конце мая 1915 г., через месяц после первой массовой атаки с применением отравляющих газов на Западном фронте, немцы использовали химическое оружие и на Востоке — у Равки, неподалеку от Варшавы. В результате его применения 9000 человек пострадали, из них 1000 — скончались. Только после этого начальник Главного артиллерийского управления создает специальную комиссию по отравляющим газам для организации производства жидкого хлорида, фосгена и некоторых других газов для применения их в снарядах (*Haber L. F.*, р. 36—39; *Ипатьев В. Н.*, с. 197—215).

Комиссии по взрывчатым веществам и отравляющим газам были в 1916 г. объединены в Химический комитет. Первые испытания снарядов, наполненных хлоридом, были проведены в июне 1915 г., промышленное производство хлоратов было организовано в начале 1916 г., а фосгена — несколько позже в том же

² См.: *Ипатьев В. Н.*, а также: Материалы о наличии производства и расширении производства взрывчатых веществ и промежуточных продуктов, 1915 г. // Военно-исторический архив (далее — ВИА). Ф. 507. Оп. 2. Д. 37.

³ Л. А. Задубский секретарю Генерального штаба М. А. Беляеву, 29.01.1915 // ВИА. Ф. 507. Оп. 3. Д. 192. Л. 1—2.

году. Комитет решил воздерживаться от использования содержащих цианид веществ, пока немцы не прибегнут к ним первыми, но одобрил производство хлорпикрина — слезоточивого газа и некоторых других химических веществ.⁴ Вследствие увеличения военных заказов промышленное производство взрывчатых веществ в России разрасталось в течение военных лет (*Gatrell P.*, p. 185). Кризис с производством взрывчатых веществ и снарядов был преодолен, по крайней мере частично, в 1916 г. (*Барсуков Э.*, с. 351). Также были произведены сотни тонн отравляющих химических веществ: на основании статистики к апрелю 1917 г. большинство этих веществ оставалось на складах и в местах производства, только около 138 пудов жидкого хлорида действительно было доставлено на фронт.⁵ Таким образом, следует предположить, что русская армия не имела шансов использовать в широких масштабах химическое оружие.

Пока В. Н. Ипатьев и его руководители из Химического комитета строили и мобилизовали химическую промышленность, гражданские химики тоже начали поиски путей для своего вклада в военную промышленность (*Brooks N. M.*).

Алексей Евгеньевич Чичибабин, профессор химии Московского высшего технического училища, опубликовал в газете обращение к химикам, где приглашал их присоединиться к нему в исследовании медикаментов, и к промышленникам, доказывая, что для достижения экономической независимости от Германии «химическая промышленность России прежде всего должна найти свою основу в русской науке... позаботиться о создании наиболее благоприятных условий для быстрейшего и широчайшего развития химической науки в России» (*Чичибабин А. Е.*).

Вероятно, самый исключительный вклад в военные усилия внес русский академический исследователь Николай Дмитриевич Зелинский из Московского университета, научный соперник В. Н. Ипатьева, который работал над так называемой пассивной химической борьбой. В конце 1915 г. он предложил использовать активированный древесный уголь для нейтрализации отравляющих газов и развивал химические методы производства активированного угля с необходимыми качествами (*Зелинский Н. Д.*). Инженер Эдуард Куммант спроектировал специальную резиновую маску с контейнером для древесного угля, и в 1916 г. началось производство маски Кумманта—Зелинского, несмотря на конкуренцию со стороны других изобретателей. К концу войны Россия произвела около 15 миллионов противогазов самых различных типов.⁶

Несмотря на исключительную своевременность этого изобретения, его стали оплачивать только в 1917 г., когда решимость и желание страны вести войну

⁴ Первые испытания снаряда с хлором, 11—12.06.1915 // ВИА. Ф. 5—7. Оп. 3. Д. 192. Л. 43—44; Ход работ Комиссии по заготовке удушливых средств // Там же. Д. 1. Л. 26; Доклады о ходе работ Комиссии по заготовлению удушливых средств, 1915—1917 // Там же. Д. 2.

⁵ Статистические сведения о производстве в России военных химических веществ в 1916—1917 гг. см.: *Бухшпан Я. М.* С. 362—366. Сведения о производстве и доставке удушливых веществ см.: Переписка об изготовлении и перевозках удушливых средств, 1915—1917 гг. // ВИА. Ф. 504. Оп. 16. Д. 20. Л. 590.

⁶ *Ипатьев В. Я.*, с. 218—235; *Наметкин С. С.*, с. 11. См. также: Описания и чертежи изобретений противогазов и приборов для борьбы с отравляющими веществами, 1915—1917 // ВИА. Ф. 507. Оп. 5. Д. 72; Сведения о ежедневном производстве противогазов, 1917 // Там же. Ф. 504. Оп. 16. Д-179.

рассеялись. Степень вовлечения русских ученых в работу для фронта едва ли может быть сравнима с вовлеченностью их германских, британских и французских коллег.⁷ Институционально и как сообщество наука России пришла к чрезвычайной национальной ситуации неподготовленной. Поскольку отсутствовали необходимые рабочие связи как с военной, так и с гражданской промышленностью, даже полезная научная экспертиза и потенциал научного сообщества не могли быть использованы эффективно. Связи пришлось устанавливать уже в ходе самой войны, а следовательно, скромные результаты стали появляться только к концу войны.

Идея исследовательских институтов

В беременной революцией Империи многие монархисты и консерваторы с нетерпением ожидали перемен: те, кто раньше считался умеренным, теперь были настроены весьма радикально. Спектр предложений социальных перемен, к которым склонялись русские, отражал много общих международных тенденций начала XX столетия, но характерной была склонность к радикализации требований, очень эмоциональных по тону и очень быстрых по срокам. Идея реформирования науки, предложенная русскими учеными, отразила весьма схожие черты. Общественная значимость исследования в противовес обучению признавалась в большинстве научных держав, но в поздней имперской России эта тенденция приобрела форму требования, которое состояло в том, чтобы ученые были полностью освобождены от преподавания, а их деятельность признана в качестве специальной профессии, реализуемой в специализированных исследовательских институтах. Эта идея, в конечном счете, была материализована в революционной России, стала наиболее характерной чертой советской научной системы.

Само выражение, что «успех науки (и технологии) невозможен без эмансипации современного ученого от его обязательств как учителя» принадлежит Клименту Аркадьевичу Тимирязеву, знаменитому физиологу растений из Московского университета и радикальному демократу по политическим убеждениям. К. А. Тимирязев пришел к этому выводу в 1911 г. после двух важных событий: знаменитого дела Л. А. Кассо в Москве и основания Общества кайзера Вильгельма в Берлине. Несколько месяцев ранее ректорат Московского университета был вовлечен в конфликт между радикальными студентами и полицией, который привел к тому, что в знак протеста ушли в отставку ректор Александр Аполлонович Мануйлов и два других высших выборных чина университета — профессора Михаил Менцбир и Петр Андреевич Минаков. Министр просвещения Л. А. Кассо не только принял их отставку, но также отстранил от государственной службы как университетских профессоров. Столь жесткое применение власти вызвало волну протеста и требований отставки среди членов академического совета: свыше 100 профессоров и приват-доцентов пошли на этот смелый поступок, поскольку только некоторые из них могли

⁷ О других нациях см.: *Dewey P. E.; Haber L. F.; Hardach G.; Hartcup G.; MacLeod E. K.; Macleod Roy; Trebilcock C.*

иметь обоснованные надежды получить работу в другом месте, вне рамок системы государственного образования (*Лебедев П. Я.*, с. 358—359; *Kassow S. D.*).

Никогда ранее Московскому университету не наносился столь большой ущерб. Общественный протест на эти события против правительственного обскурантизма оказался весьма сильным, особенно в московской прессе. Поскольку К. А. Тимирязев уже достиг возрастного ценза для выхода в отставку, его личный уход был скорее актом символического протеста, но как общественная фигура он являлся одним из наиболее принципиальных и выразительных критиков режима. Другие новости, пришедшие из зарубежной прессы, позволили К. А. Тимирязеву прибегнуть в данном случае к излюбленному для русских жанру — политическому дискурсу, противопоставляя Россию некому мифическому, недифференцированному «Западу». Типичным для «нас» в его изложении был погром профессорско-преподавательского состава Московского университета, проведенный Л. А. Кассо и государственной бюрократией, тогда как характерным для «них» была церемония открытия Общества кайзера Вильгельма в Берлине с планируемым образованием исследовательских институтов. Хотя жанр праздничных речей — спорный источник надежной информации, К. А. Тимирязев из выступления Эмиля Фишера при открытии сделал вывод: немцы с большим уважением относятся к науке и собираются создать отдельные институты для исследователей «без преподавательских обязанностей» (*Тимирязев К. А.*).

К. А. Тимирязев был не только влиятельным ученым, но и подлинным демократом. Его безграничная вера в науку была равна по силе безграничной вере в демократию, и, более того, он считал, что обе они могли идти только рука об руку. Придерживаться подобных взглядов в начале XX столетия было нонсенсом, но его это не обескураживало. Он доверительно заявлял, что наука при англосаксонских демократиях должна развиваться успешнее, чем в имперской Германии, и стремиться к освобождению науки от обучения. Позднее он услышал об Институте Карнеги в Вашингтоне и фразу «фонд исследования», пришедшую из Британии, и неверно интерпретировал эти примеры как доказательство своей цели (*Тимирязев К. А.*, с. 58).

В соответствии с традициями жанра сочинений о «России и Западе» К. А. Тимирязев изобразил свою страну как отсталую, поскольку до сих пор «вся ее наука концентрируется в университетах», тогда как «весь цивилизованный мир» признал высочайшую ценность самого исследования. Массовая отставка московских профессоров только доказала ему, что ученые не могут быть свободны, пока остаются на своих преподавательских должностях как государственные работники. Дело Л. А. Кассо уничтожило международную гордость московской науки, лабораторию Петра Николаевича Лебедева в подвалах Физического института. К. А. Тимирязев обращался к московским купцам, чтобы спасти «их» П. Н. Лебедева и помочь в создании «спасительного убежища для научного исследования» в форме исследовательского института, независимого от государственных университетов (*Тимирязев К. А.*, с. 58, 65).

Призыв ученого нашел теплый отклик в научном сообществе и среди публицистов, но идея развивалась в дальнейшем в двух различных направлениях. Московские авторы высказывались в пользу неправительственной поддержки

исследований и искали ее в частной филантропии. Подобно П. Н. Лебедеву, многие московские профессора сами вышли из купцов или имели личные связи с фамилиями видных купцов и промышленников, уже занимающихся к началу XX в. благотворительной деятельностью (*Бурьшкин П. А.*). Инициатива ушедших в отставку профессоров привела в 1912 г. к образованию Общества московского научного института для сбора частных средств и даров на создание негосударственных исследовательских институтов (*Зернов М. С.*). Предполагалось открыть четыре таких института — в области физики, биологии, химии и социальных наук, и первые два действительно были построены, несмотря на продолжавшуюся войну, и открыты в 1917 г., перед началом революции, и позднее стали базой для советских институтов.

Академики в Санкт-Петербурге имели более тесные связи — личные и прочие — с государственной бюрократией, и предпочитаемым ими источником научного патронажа было правительство. Петербургская академия наук в 1911 г., воспользовавшись юбилеем М. В. Ломоносова (200 лет со дня рождения) пролоббировала создание Ломоносовского института для исследований в трех областях: физики, химии и минералогии. Предложение получило одобрение Его Величества, но позднее было отложено из-за Первой мировой войны и никогда не материализовалось (*Императорская академия наук, 1917. С. 102—106*). Идея государственных исследовательских институтов, однако, не умерла. Другой выразитель интересов русской науки — Владимир Иванович Вернадский из Петербургской академии наук — попытался материализовать ее во время войны в соответствии со сложившейся ситуацией, предприняв первые шаги к ее практической реализации, которые имели огромные последствия в постреволюционный период.

Изучение производительных сил и ресурсов природы

Пропаганда во время Первой мировой войны концентрировалась вокруг темы святой борьбы между цивилизацией, культурой и варварством. Традиционная зависимость России от Европы, прежде всего — от Германии, делала крайне трудным для ученых использование языка воинствующего национализма, на котором были написаны работы их французских, германских, британских коллег и на котором происходило общение. Ученые склонны были прибегать к более умеренным, почти интернациональным выражениям, жалуясь на трудности военного времени в международном обмене и научных контактах. Пацифист К. А. Тимирязев был на левом фланге политического спектра и даже во время войны продолжал провозглашать науку формой универсальной интернациональной и рациональной деятельности, сожалея об использовании ее достижений в военных целях (*Тимирязев К. А.*). В. И. Вернадский, геолог и геохимик, был на 20 лет моложе К. А. Тимирязева, но стоял гораздо ближе к политическому центру, будучи одним из лидеров кадетов, политической партии либеральной оппозиции, которая стремилась создать конституционную монархию. В. И. Вернадский также подал в отставку из Московского университета во время дела Л. А. Кассо 1911 г., позднее его избрали в Петербургскую академию наук, и он переехал в Санкт-Петербург. Как основной публичный защитник ин-

тересов науки во время войны, он скорее представлял Академию наук, чем университеты (*Мочалов И. И.; Bailes K. E.*).

Война оказала огромное воздействие на научные и политические взгляды В. И. Вернадского. Он чувствовал, что движение огромных человеческих масс во время мобилизации схоже с мощью геологических сил. Это понимание привело его к исследованию глобальных геологических эффектов человеческой деятельности, длительным изысканиям, которые создали ему позднее репутацию одного из первых отцов-основателей экологической науки. Опираясь историческими терминами, В. И. Вернадский утверждал, что идущая война, подобно десяткам европейских войн после 1789 г., знаменует собой переход к новой исторической эре, в особенности если учитывать роль и значение науки, «вследствие ее реального вклада в интересы обороны, несмотря на моральные оговорки» (*Вернадский В. И. Об использовании... С. 54*). Подобно большинству русских ученых, В. И. Вернадский горевал по поводу отсутствия научных контактов между учеными воюющих стран, ошибочно полагая, что научные исследования в других европейских странах продолжают в довоенных масштабах: «Как мы знаем, мы продолжаем нашу научную работу в том же темпе. Наша работа развивается и улучшается теперь, и она также не была прервана или приторможена в годы наших других национальных тревог: ни во время войны с Японией, ни в годы Революции <1905—1907 гг.>» (*Вернадский В. И. Война и прогресс науки. С. 135*).

Понимал В. И. Вернадский или нет, но его заявление подтверждало, что русская наука была гораздо менее интегрирована в разработки для войны, чем наука в Британии, Германии или Франции. Он признавал, по крайней мере, что она была плохо подготовлена для новых задач, и ожидал больших изменений, которые произойдут сразу в послевоенный период: «<Хотя> развитие науки не остановит войну... невзирая на результат этой войны, как победители, так и побежденные должны будут направить свою мысль на дальнейшее развитие научных достижений в военное и военно-морское дело» (*Вернадский В. И. Война и прогресс науки. С. 131—132*). Согласно этому высказыванию, наиболее важной задачей, с которой столкнется послевоенная русская наука, будет не соперничество с другими нациями в сфере чистой науки, но исследование собственных природных ресурсов России и ее производительных сил: «Русское общество внезапно осознало свою экономическую зависимость от Германии, которая нетерпима для богатой страны и для энергичной сильной нации... <Эта зависимость> преступила границы необходимого, неизбежного и выгодного обмена продуктами природы, труда и мысли между двумя соседними нациями. Она развилась в эксплуатацию одной страны другой... Одно из следствий, а также и одна из причин экономической зависимости России от Германии — чрезвычайная недостаточность нашего знания природных и производительных сил, которые Природа и История даровали России» (*Вернадский В. И. Об изучении... С. 5*).

По его расчетам, только 31 из 61 экономически полезного химического элемента добывались и производились в России. Даже алюминий вынуждены были импортировать, поскольку не были исследованы запасы бокситов. В. И. Вернадский верил, что практически любой полезный минерал можно найти на огромной территории страны, и это следовало сделать, чтобы избе-

жать зависимости в этом отношении от европейских государств и «необходимо ради национальной безопасности» (*Вернадский В. И. Об использовании...* С. 65). Следуя его предложению, Петербургская академия наук в феврале 1915 г. отказалась от своей вековой традиции концентрировать внимание только на чистой науке и создала Комиссию по изучению естественных производительных сил России (далее — КЕПС). Задачи Комиссии включали исследование всех видов национальных ресурсов и призывали геологов, минералогов, зоологов, ботаников, химиков, физиков и даже представителей социальных наук последовать примеру военной «мобилизации различных инженеров, которые работают на основе точных наук, врачей, бактериологов и... химиков». (Там же. С. 54—55, 68). Согласно В. И. Вернадскому война показала, что существующая научная инфраструктура была совершенно недостаточной для решения предстоящей великой задачи и необходимы кардинальные изменения, так же как и в политической системе России: «После войны 1914—1915 гг. нам следует выяснить естественные производительные силы нашей страны, т. е. прежде всего найти средства для широких научных исследований российской природы и для создания сети хорошо оснащенных научных лабораторий, музеев и институтов... Это не менее важно, чем необходимость улучшения условий нашей гражданской и политической жизни, которая столь остро осознается всей страной» (*Вернадский В. И. Война и прогресс науки.* С. 140).

Петербургская академия наук по своему статусу и условиям финансирования была одним из институтов царского двора и таким образом естественно рассчитывала на патронаж государства. Поддержка у нее имелась, однако совершенно не соответствующая предполагаемым задачам КЕПС, но В. И. Вернадский настаивал на немедленном начале исследований, не дожидаясь конца войны. В качестве первого шага он предложил подготовить серию публикаций с подробными обзорами имеющихся сведений о российской энергии, минералах, рудах, растениях, животных и химических фабриках. Он специально перечислил некоторые минералы, потребность в которых была огромной и к исследованию которых следовало приступить безотлагательно. Имея весьма скромные средства, выделенные из бюджета Академии наук, КЕПС поручила некоторым ученым написать такие обзоры, а спустя год опубликовала свой первый том *Материалов к изучению естественных производительных сил России* (*Кольцов А. В.*).

Оценивая результаты первого года, В. И. Вернадский сформулировал план дальнейшей реформы, предполагающий «новую организацию научного труда» на национальном уровне. Его план включал: 1) национальный съезд ученых для обсуждения изучения производительных сил; 2) координацию научной работы ради плановости исследования; 3) создание новых исследовательских учреждений: музеев, лабораторий и институтов. Ученый особо тщательно разработал этот последний пункт плана реформ, доказывая, что создание национальной сети специализированных исследовательских институтов прикладного, теоретического и смешанного характера имеет государственную значимость и что КЕПС способна подготовить для них программы. Он был убежден в том, что «одни только высшие школы не могут удовлетворить растущим потребностям научного исследования», а также в «невозможности и вредности постоянной связи всей научно-исследовательской работы с институтами выс-

шей школы» (*Вернадский В. И. О государственной сети... С. 29*). В. И. Вернадский специально упомянул о планах Института глинозема и алюминия и об экспериментальной станции в заливе Кара-Богаз-Гол на Каспийском море. В следующем году КЕПС предложила создать исследовательские институты и лаборатории для изучения платины, физико-химического анализа, гидрологии, сплавов и металлографии, нефти, хотя научные общества предлагали еще некоторые институты, которые будут работать в области металлургии, лекарственных препаратов, химических реагентов, угля (*Бастракова М. С., с. 46—49*). Идея создания специальных исследовательских институтов, таким образом, возникла снова на этот раз в форме такой всеобъемлющей сети и в контексте важной практической задачи, стоящей перед нацией.

Спустя много лет советские историки ссылались на предложение В. И. Вернадского в 1916 г. как на пророческое предвосхищение советской системы плановых исследований во главе с Академией наук в качестве высшего административного органа. Хотя некоторые стремления контролировать исследовательские учреждения, видимо, присутствовали с самого начала, Академия наук оказалась способной это реализовать только два десятилетия спустя, в зрелом сталинском обществе. В период бурного десятилетия войн и революций влияние Академии наук и КЕПС было, однако, меньшим в административном отношении, но частично обнадеживающим, частично координирующим и более всего отражающим общую тенденцию. Схожие процессы развивались довольно независимо в разных местах Империи, так как бывшие «чистые» академики обращались к важной в экономическом и военном отношениях работе, создавая базу для новых исследовательских институтов, подготавливая программы и предложения для расширенной послевоенной деятельности по всем направлениям. Это были специфические предложения и деятельность периода войны, которые после 1917 г. предопределили особые отношения между наукой и революционным правительством.

Революция и наследие войны

Пацифизм К. А. Тимирязева содействовал его сближению с большевиками, единственной политической партией в России, которая выступала принципиально против империалистической войны. Плохое здоровье не позволяло патриарху русской науки лично участвовать в организационной реформе научных институтов, но его публичная позиция помогла создать альянс между ориентированными на исследование академиками и советским режимом. К. А. Тимирязев стал первым знаменитым ученым, который открыто поддержал большевистское правительство, когда то еще боролось за консолидацию власти. Признательные большевики помогли ученому опубликовать тома его эссе и выступлений «Наука и демократия», который вышел в 1920 г. и был исключительно тепло встречен В. И. Лениным. Статья 1911 г. «Об освобождении науки от преподавания» была напечатана в этом томе, тем самым получив высшее политическое одобрение.

Но и без косвенного одобрения В. И. Ленина ученые и советские чиновники объединились вокруг идеи, что исследовательский институт — самый лучший и

самый прогрессивный путь организации науки. Николаю Петровичу Горбунову, вероятно самому влиятельному представителю науки в большевистских кругах, эта концепция представлялась столь гениально революционной, что он сумел включить фразу о связи исследования с промышленным производством и создании «целой сети новых научных прикладных институтов, лабораторий, экспериментальных станций и испытательного оборудования» в новую программу партии, принятую в 1919 г. на 8-м съезде РКП(б) (Организация науки... / Под ред. М. С. Бастраковой, К. В. Островитянова и др. С. 91; *Горбунов Н. П.*, с. 14—15). Н. П. Горбунов, молодой инженер-химик, окончивший Петербургский технологический институт, был одним из немногих влиятельных большевиков, кто обладал техническими знаниями и сыграл решающую роль в определении первоначальной советской политики в отношении науки и технологии.⁸ Сергей Федорович Ольденбург, постоянный секретарь Российской академии наук, спустя несколько лет так формулировал историю развития науки: «18-й век был для науки веком академий, 19-й век стал веком университетов, а 20-й век будет веком исследовательских институтов» (*Ольденбург С. Ф.*).

Большевистские руководители приветствовали эту идею, так как она помогла им привлечь ученых в качестве сотрудников и одновременно найти консенсус в отношениях с профессорами. Хотя по идеологическим и прагматическим причинам большевики поддерживали науку и научное сообщество, однако они часто ощущали сопротивление со стороны реальных носителей научного знания — университетских профессоров. Многие университетские советы, действительно, открыто протестовали против свержения Временного правительства Советами в ноябре 1917 г., а также представители профессуры фактически отвергли предложение о радикально эгалитарной, демократической реформе высшего образования, выработанной Народным комиссариатом просвещения весной 1919 г. (*Смирнова Т. М.*). И позднее советские чиновники относились к защитникам академической автономии с подозрением и враждебностью, но гораздо теплее относились к тем же самым личностям, если они выступали в роли ученых или экспертов, а не представителей университетской профессуры. Даже лидер либеральной университетской оппозиции биолог Михаил Михайлович Новиков очень успешно сотрудничал с Наркоматом промышленности как глава московской комиссии научных экспертов, хотя в то же самое время в качестве ректора Московского университета жестоко сражался с Наркоматом просвещения, устраивая забастовки университетской профессуры (*Новиков М. М.*). Он был выслан из страны в 1922 г. вместе с десятками активных академических диссидентов. Но многие ученые остались в стране, предполагая, что деятельность в организованных исследовательских институтах будет им гораздо более надежной защитой, чем политизированные университеты. Постепенный уход ученых с преподавательской деятельности в исследовательскую работу облегчал для большевиков замену старых буржуазных

⁸ Влияние Н. П. Горбунова зависело не столько от его формального места в партийной иерархии, сколько от его поста секретаря СНК, который обеспечивал ему прямой доступ ко всем тем, кто принимал решения. Подробнее об его роли в организации российской науки см.: *Горбунов Н. П.* Воспоминания. Статьи. Документы. М., 1986.

профессоров политически и идеологически более лояльными преподавателями для студентов.⁹

Для ученых и научных экспертов правительства критерии политической лояльности были в основном гораздо ниже, чем у университетских преподавателей. Генерал В. Н. Ипатьев был монархистом и не приветствовал даже Февральской революции, полагая, что «конституционная монархия могла бы послужить нуждам России лучше». Он не верил в утопические цели большевиков, хотя поддержал их в том, что, «приобретя контроль нации, они сделали единственно разумный возможный ход, заключив мир немедленно» (*Ипатьев В. Н.*, с. 246, 263). Когда большевики узурпировали власть в столице, В. Н. Ипатьев убеждал своих подчиненных в военном Химическом комитете, что «военный не имеет права останавливать свою работу во время войны» и что «находящемуся у власти правительству следует повиноваться», и отстаивал подобную точку зрения на заседании физико-математического отделения Академии наук: «Контроль государства принадлежит группе способных создать сильное правительство... В этот период <всеобщего недовольства> интеллигенция не должна пытаться вступать в оппозицию новому правительству. Наши личные чувства к большевистскому режиму были только нашими, и никто не мог заставить нас выражать их. Автократия царского режима не удовлетворяла многих из нас, но мы продолжали выполнять свой долг» (*Ипатьев В. Н.*, с. 259—260).

С таким пониманием национальных интересов России и своего собственного долга В. Н. Ипатьев без колебаний начал немедленно активное сотрудничество с советским правительством в качестве профессионального военного ученого. Большевики со своей стороны доверяли монархисту высокие посты в советском правительстве. В мае 1920 г. В. Н. Ипатьев был назначен начальником Центральной научно-технической лаборатории Военного министерства, вскоре переименованной в Государственный научно-технический институт (ГНТИ). Впоследствии как член коллегии ВСНХ он успешно курировал национальную химическую промышленность и исследования по химии (*Ипатьев В. Н.*, с. 285—330).

Как либерал и как заместитель министра просвещения в последнем составе Временного правительства В. И. Вернадский был гораздо менее склонен к сотрудничеству с большевистским режимом. Вместе с несколькими другими чиновниками смещенного правительства он подписал обращение к российской общественности с протестом против большевистского переворота и, опасаясь преследований, решил бежать из Петрограда: он ушел из Академии наук и уехал к своей семье на Украину (*Вернадский В. И.*, с. 223—224). Постоянный секретарь Российской академии наук Сергей Федорович Ольденбург остался в столице и вел переговоры с Наркоматом просвещения. Первоначально профес-

⁴ Первоначально многие ученые совмещали преподавательскую деятельность со своей новой исследовательской работой в институтах, но со временем их число значительно сократилось. Даже Д. С. Рождественский, который относился к преподаванию очень серьезно и стремился реформировать работу физического факультета Петербургского университета в 1919 г., вынужден был отказаться от своего профессорства к середине 1920-х гг. из-за разногласий с Наркоматом просвещения из-за методов преподавания (*Фриш С. Э.*, с. 129—130).

сура Академии наук испытывала к большевикам не меньшую враждебность, чем представители университетов и научных обществ, но у нее была гораздо более сильная традиция политического повиновения и привилегированной близости к автократической власти. После длительных дискуссий руководство Академии наук решило воздержаться от выражения открытого протеста против большевистского переворота и несколько месяцев спустя заключило соглашение с советским правительством.¹⁰

Большевики хотели, чтобы в Академии наук проводились исследования, относящиеся к «рациональному развитию промышленности и рациональному распределению экономических сил страны» и менее были заинтересованы в ее традиционной склонности к «чисто теоретическим наукам». Основой для компромисса стала деятельность КЕПС В. И. Вернадского. В обмен на материальную поддержку и уважение своего самоуправления Академия наук выразила свое согласие работать над «тематикой, которую создавали нужды государственного строительства, в то же время действуя как организационный центр национальных исследовательских усилий» (*Бастракова М. С.*, с. 127, 141). 12 апреля 1918 г. советское правительство одобрило финансирование КЕПС, позволявшее ей приступить к широкомасштабной деятельности. Два первых института — для физико-химического анализа и для платиновых и драгоценных металлов, предложенных КЕПС, приступили к работе летом 1918 г., следом за ними открылись гидрологический, глинозема и радия институты.¹¹ В отсутствие В. И. Вернадского работа КЕПС координировалась его бывшим студентом и секретарем комиссии геологом Александром Евгеньевичем Ферсманом. Он довольно быстро сделал академическую карьеру, став в 35 лет членом Академии наук. В мае 1920 г. он выехал на Кольский полуостров во главе комплексной научной экспедиции для изучения Русского Севера (*Ферсман А. Е.*). Экспедиция обнаружила богатые залежи фосфатов в Хибинских горах, а также другие руды и ресурсы и положила начало советскому научному и промышленному освоению северо-восточных неисследованных территорий, которые позднее станут одним из основных экономических приоритетов для сталинского режима и его системы принудительного труда — ГУЛАГа.

Появлению большого количества исследовательских институтов способствовало соперничество между советскими комиссариатами. Народный комиссариат просвещения (Наркомпрос) стремился монополизировать образовательную систему страны, но не мог помешать другим нарождавшимся советским бюрократиям — особенно экономической (ВСНХ), медицинской (Наркомздрав), сельскохозяйственной (Наркомзем), военной и военно-морской (Наркомвоенмор) и связи (Наркомпочтель) создавать свои собственные НИОКР-империи. По различным оценкам от 40 до 70 исследовательских ин-

¹⁰ Переписку между Академией и Наркоматом просвещения в феврале—апреле 1918 г. см.: Организация науки... / Под ред. М. С. Бастраковой, К. В. Островитянова и др. С. 103—128.

¹¹ Документы об институтах физико-химического анализа, платины, глинозема и гидрологии см.: С. 129—142, 150—165. Общий отчет о работе КЕПС в годы Гражданской войны был опубликован в работе Б. А. Линденер. Издательская деятельность КЕПС стала обширнее, несмотря на катастрофическую экономическую ситуацию, и составила 85 страниц в 1915 г., 732 — в 1916 г., 416 — в 1917 г., 893 — в 1918 г., 2038 — в 1919 г. и 2264 — в 1920 г. (*Блок Г.*).

ституты было создано в стране к концу Гражданской войны (*Бастракова М. С.*, с. 162, 221—231; Организация науки... / Под ред. М. С. Бастраковой, К. В. Островитянова и др. С. 8); большинство их возникло в результате предложений или активности, проявленных еще в годы Первой мировой войны.

Правительство большевиков было самой важной, но не единственной политической властью, оказывавшей поддержку исследовательской деятельности на территории бывшей Империи. Революционный хаос и вооруженный конфликт привели к децентрализации политической сферы и фактически создали пространство для местных инициатив ученых и групп активистов. Десятки местных предложений о создании новых университетов и высших учебных заведений, которые были отвергнуты царской бюрократией, получали довольно легко одобрение, хотя нередко только формальное, со стороны нестабильных администраций военного времени и враждующих режимов. Десять университетов были открыты в стране при монархии за 150 предшествующих лет, не менее чем 24 новых появились за четыре года революции и Гражданской войны. Эти новые учебные заведения были основаны разными администрациями, как красными, так и белыми, в приблизительной пропорции 2:1 (*Ханбарисов Ш. Х.*, с. 39—55). Не все они выжили в эти бурные годы, но большинство выжило и изменило ситуацию в высшем образовании.

Одиссея В. И. Вернадского во время Гражданской войны исключительно показательна, так как он пытался работать при всех режимах, проводя с умеренной степенью успеха ту же самую линию реформы науки. Во-первых, он организовал КЕПС и подготавливал предложения об организации большого количества исследовательских институтов для Петербургской академии наук в Петрограде, затем продолжил эту же деятельность при Временном правительстве.

Затем, переехав на Украину в начале 1918 г., ученый основал КЕПС в своей родной Полтавской губернии и позднее сыграл ключевую роль в организации Академии наук в Киеве (со своей собственной КЕПС и исследовательскими институтами).

Украинская академия наук стремилась не исчезнуть в процессе всех изменений политической и военной власти в Киеве: начиная с поддерживаемого немцами режима до местных националистов, Красной армии и Белой гвардии, до Украинской Советской Республики. Все, за исключением белых русских, наиболее враждебных по отношению к украинской самостоятельности, предоставляли Академии наук в Киеве своего рода политический патронаж. Во время белогвардейской оккупации в 1919 г. В. И. Вернадский отправился на юг для встречи с генералами, чтобы просить для Академии наук, а в результате подхваченного тифа и изменившейся военной ситуации застрял в Крыму. Здесь он был избран ректором созданного Таврического университета и создал еще одну КЕПС, на этот раз для изучения производительных сил природы Крымского полуострова. Когда Красная армия захватила последний оплот белогвардейцев в конце 1920 г. и многие академики, включая Георгия, его сына, отплыли из Крыма в эмиграцию, В. И. Вернадский вернулся в Петроград, чтобы работать в Российской академии наук при большевиках. В конце 1921 г. он преобразовал бывшую комиссию по радию, входящую в им созданную еще в 1915 г. КЕПС, в Институт радия с двумя отделениями — физическим и химическим. Вскоре по-

еле этого ученый передал управление институтом своему заместителю — радиохимику Виталию Григорьевичу Хлопину, принял приглашение посетить Париж и выехал за границу с официального разрешения советского правительства.¹²

Во время Гражданской войны большевистские комиссары полностью одобряли как «социалистическую» идею создания специализированных исследовательских институтов, отделенных от высшей школы, которую пропагандировали российские академики перед революцией. Она полностью совпадала с их собственными бюрократическими и политическими интересами и в итоге стала доминирующей институциональной формой советской науки. Большинство созданных вновь исследовательских учреждений получили название «институтов», а многие существовавшие ранее лаборатории, бюро, экспериментальные производства и станции были переименованы и реорганизованы в институты. Большевики особенно приветствовали предложения об исследованиях, касающихся революционных и утилитарных целей, и поддерживали те нововведения, которые появились еще в Первую мировую войну, откликаясь на ее нужды. Хаос и утопические причуды революционного времени позволили многим предложениям легко получить одобрение без длительного и внимательного рассмотрения их специалистами. Некоторые институты или просто исчезли, не начав работать, или не преодолели социальных трудностей Гражданской войны и сокращения финансирования при переходе к новой экономической политике. Однако некоторые институты оказались жизнеспособными, несмотря на весь беспорядок, и определили будущие направления советских научных исследований. Этот период постоянных войн, революций и международной изоляции продолжался с 1914 по 1922 г. Когда он миновал, российские ученые смогли снова обмениваться информацией с зарубежными коллегами, иногда ездить в Европу и сравнивать свои достижения с достигнутыми там. Но к этому времени советская Россия уже создала основу своей оригинальной системы исследований и развития. Важным примером результата этой деятельности является история с оптическим стеклом.

От оптического стекла к оптическому институту: модернизация советского стиля

Успеху военных усилий Антанты препятствовал дефицит оптического стекла. В довоенные десятилетия только Германия обладала прогрессивным наукой и практически монополизировала мировое производство высококачественного оптического стекла. Все другие страны зависели от импорта из Германии и вынуждены были в условиях войны пытаться развивать собственное производство. По заданию Главного артиллерийского управления генерал-лейтенант А. Л. Корольков проинспектировал все оптические производства и оценил общий объем имеющегося оптического стекла в России в начале войны как

¹² О путешествии В. И. Вернадского см. его «Дневник (1917—1921)»; документы о первых годах Академии наук в Киеве см.: История Академии наук Украины; об академической жизни в Крыму см.: *Вернадский В. И.* О научной работе в Крыму.

не превышающий одну тонну. Он обратился тогда за помощью к управлению Императорского фарфорового завода в Петрограде.¹³ Ситуация стала критической в конце 1915г.: оптические фабрики вынуждены были останавливать производство из-за дефицита стекла, попытки наладить импорт стекла из Англии и Франции были безуспешными, поскольку союзники сами испытывали его недостаток. Тем временем первые серии экспериментов с производством оптического стекла на Фарфоровом заводе убедили военных в необходимости провести широкое исследование и привлечь к этому усилия научных и технических экспертов.¹⁴

Главный инженер завода Николай Николаевич Качалов назначил молодого химика Илью Васильевича Гребенщикова начальником цеха оптического стекла и пригласил в качестве консультантов несколько академических ученых, включая физика Дмитрия Сергеевича Рождественского (*Chenakal V. L.*, с. 163; *Гребенщиков Н. В.*). Д. С. Рождественский, эксперт мирового класса в области оптики и спектроскопии, стал профессором и директором Физического института в Петербургском университете в 1915 г. и почти одновременно был приглашен к работам с оптическим стеклом. Он с готовностью согласился работать над военной тематикой и начал знакомиться с профессиональной технической резкой и полировкой стекла (*Гуло Д. Д.*, с. 67). Между тем И. В. Гребенщиков был командирован в Англию для изучения новейшей технологии изготовления оптического стекла у союзников. Под его и его консультантов руководством цех оптического стекла произвел первую партию стекла для фабрик по изготовлению приборов в мае 1916 г. К началу революции цех производил примерно три тонны оптического стекла широкого ассортимента, но все еще недостаточно высокого качества. Для того чтобы решить эту проблему, Д. С. Рождественский создал специальную исследовательскую группу при университетском Физическом институте, а также проектное бюро для разработки оптических инструментов. В планах российских ученых было создание целого исследовательско-производственного комплекса с лабораторией, фабрики, специализирующейся на производстве оптического стекла, и фабрики по производству оптических приборов (*Гребенщиков Н. В.*, с. 22; *Фриш С. Э.*, с. 28; *Гуло Д. Д.*, с. 67—68).

Революция и выход России из войны прервали реализацию этих планов. К концу 1917 г. производство оптического стекла почти полностью прекратилось, а кадры квалифицированных рабочих рассеялись. Д. С. Рождественский сохранил исследовательскую часть предприятия, переведя ее под покровительство КЕПС в мае 1918 г. и преобразовав затем в Отдел оптической технологии. Как только КЕПС начала получать субсидии от нового большевистского правительства весной 1918 г., она представила предложения для создания не-

¹³ Переписка... о закупках, доставке и производстве оптического стекла и приборов... 1914—1916 // ВИА. Ф. 504. Оп. 10. Д. 8. Л. 2—39. О германской оптической промышленности и проблемах военного периода при производстве оптического стекла и военного оптического снаряжения в других воюющих странах см.: *Feffer S. M.; Hagen A.; MacLeod E. K.; MacAdam D. L.*

¹⁴ Переписка... о закупках, доставке и производстве оптического стекла и приборов... 1914—1916 // ВИА. Ф. 504. Оп. 10. Д. 8. Л. 81—83, 99, 300, 305—306. См. также: Переписка... о заказах оптического стекла иностранным фирмам, 1915—1917 // Там же. Д. 64.

скольких исследовательских институтов. В планах, обсуждавшихся летом 1918 г., было и создание Оптического института (*Гуло Д. Д.*, с. 69).

Между тем с началом Гражданской войны производство оптического стекла снова приобрело значимость. 18 октября 1918 г. Главное артиллерийское управление при новом начальстве запросило кредиты у большевистского правительства на восстановление оптической промышленности.¹⁵ 15 ноября 1918 г. Д. С. Рождественский получил письмо от Николая Петровича Горбунова, в котором секретарь советского правительства и глава ВСНХ запрашивали о возможностях возобновления производства биноклей для Красной армии. Ученый, будучи социалистом по своим политическим взглядам и работая на новую власть, к своему ответу присоединил предложение о возрождении всей оптической промышленности при научном руководстве. Месяц спустя, получив согласие большевистских чинов, он пригласил двадцать своих коллег и исследователей на заседание, посвященное созданию Государственного оптического института (*Гуло Д. Д.*, с. 70). Собрание, в свою очередь, послало в Наркомат просвещения предложение о создании нового вида академического института, «в котором наука и технология были бы неразрывно связаны друг с другом», так как возросшая сложность и значительные финансовые расходы на современную теоретическую и экспериментальную оптику, так обосновывал документ, делали проблематичным решение поставленной задачи отдельной университетской лабораторией. Следовательно, было необходимо создание специального института для проведения исследований в этой области, обеспечивая централизацию, планирование и координацию. В то же самое время передовые технологические задачи оптической промышленности и производства стекла требовали возрастающего и повседневного привлечения науки. Вновь созданный Государственный оптический институт обещал удовлетворить и эти требования, объединив прогрессивные научные исследования в области фундаментальной оптики и возможности промышленного производства сложной оптической техники (*Рождественский Д. С.*; *Фриш С. Э.*, с. 67). В предложении «Положения о Государственном оптическом институте» предлагалось производство оптического стекла передать с Фарфорового завода на отдельную фабрику оптического стекла, которая управлялась бы «научным коллегиальным органом», состоящим в основном из представителей Государственного оптического института. Помимо этого должна была быть создана фабрика по производству оптических приборов, руководство которой было бы организовано схожим образом. Таким образом ученые заявляли об ответственности не только за исследования и технологический замысел, но и за контроль регулярного промышленного производства: «Научный элемент должен играть ведущую роль на фабрике, как де-факто он играл ее прежде <в период Первой мировой войны>. Seriously, проблема оптического стекла скорее научная, чем техническая проблема, а фабрика, соответственно, будет таким образом принадлежать Наркомату просвещения. Скорее именно консультирование, научные кадры будут иметь решающее слово во всех главных проблемах. Ныне кон-

¹⁵ Переписка с... Петроградским оптическим заводом о снабжении этого предприятия оптическим стеклом, 1916—1919 // ВИА. Ф. 504. Оп. 10. Д. 89. Л. 425—426.

сультанты не могут заставить выполнить свои рекомендации... и все производство остановлено. Понятно, что фабричная администрация должна быть поставлена под реальный и властный контроль научной коллегии, которая отчетливо понимает национальную важность производства оптического стекла, и вместе с фабричной администрацией определять технические планы и их выполнение» (*Гуло Д. Д.*, с. 76—77).

Нарком просвещения Анатолий Васильевич Луначарский подписал официальный декрет о создании Государственного оптического института с двумя отделениями — науки и технологии — 26 апреля 1919 г. Лаконичный текст одобрял основные принципы, предложенные учеными, но не определял точно методы управления фабрикой (*Гуло Д. Д.*, с. 81—82). Не дожидаясь получения этого официального одобрения, Д. С. Рождественский и его коллеги приступили фактически к созданию института сразу после упомянутого учредительного заседания. Первое штатное расписание института включало 35 специалистов (Положение о Государственном оптическом институте, с. 51).

Но создавая беспрецедентные возможности для радикальной реформы и институциональных нововведений, Октябрьская революция и Гражданская война также и разрушали многие материальные условия для нормальной работы, особенно в Петрограде и других больших городах, охваченных холодом, голодом и уличной анархией. При дезорганизованной промышленности и возвращении рабочих в родные деревни производство оптического стекла в 1919 г. было невозможно, поэтому большая часть проделанной институтом работы имела теоретический характер. Когда Гражданская война приблизилась к завершению, Президиум Российской академии наук направил доклад советскому правительству о критической ситуации в отечественной науке и о необходимости восстановления контактов с Западом (*Документы по истории...*, с. 174—176). Несколько ведущих ученых в конце 1920—начале 1921 гг. были командированы за границу с целью приобретения научной литературы и инструментов. Д. С. Рождественский получил астрономическую для того времени сумму в 200 000 валютных рублей (приблизительно 80 000 долларов) для оборудования Государственного оптического института. Инфляция в Германии позволила ему использовать эти деньги очень эффективно. Оснащенный самыми современными приборами, институт в 1922 г. насчитывал 86 штатных сотрудников (половина из них — ученые) и занимался интенсивными исследованиями в нескольких направлениях: спектроскопии и квантовой теории, технологии оптического стекла, геометрической оптике и конструкции оптических приборов, физической, а позднее и электронной оптике, фотографии, фотометрии, фотохимии (*Гуло Д. Д.*, с. 98—104).

Та же группа ученых, которая пыталась создать оптическое стекло во время Первой мировой войны — инженер Н. Н. Качалов, химик Н. В. Гребенщиков, физик Д. С. Рождественский — теперь взялась за организацию его крупномасштабного производства. После серьезной борьбы с администрацией Государственного фарфорового завода и с промышленными чиновниками, настаивавшими на продолжении импорта, Д. С. Рождественскому удалось выделить цех оптического стекла этого завода в независимую фабрику во главе с Н. Н. Качаловым. Необходимое финансирование было получено только в конце 1923 г., когда фабрика перешла от Наркомпроса в более мощный комиссариат —

ВСНХ. Производство было возобновлено в феврале 1924 г., и ежемесячно возраставший выпуск стекла к лету достиг шести тонн. Проблемы с качеством и ассортиментом продолжались до 1926 г., когда ученые Государственного оптического института изобрели новую технологию получения оптического стекла, позволяющую Советскому Союзу прекратить с 1927 г. его импорт (*Гребенщиков И. В.; Рождественский Д. С.; Гуло Д. Д.*, с. 105—130).

Первоначальный успех создал основу для последующей лидирующей роли Государственного оптического института в создании целой советской оптической индустрии. Штат института достиг 240 человек — в 1931 г. и 600 человек — в 1936 г. (50 лет Государственного..., с. 13, 21). Советский Союз стал самостоятельным производителем, а позднее — экспортером оптической технологии. Работа, проделанная в институте, основывалась на фундаментальных теориях атома В. А. Фока (метод Хартри—Фока) и открытий А. Н. Теренина в области тончайшей структуры атомного спектра для разработки оптических приборов — ламп, фотоаппаратов, микроскопов, телескопов, очков и т. д. — как для гражданского, так и военного использования. Баланс между разными аспектами исследования — фундаментальным и прикладным, военным и гражданским, секретным и открытым — менялся со временем и нередко создавал проблемы, особенно в начале 1930-х гг., когда Д. С. Рождественский отошел от руководства из-за разногласий с чиновниками от промышленности.¹⁶ Основной принцип соединения науки и технологии, академического исследования с -прикладными военными задачами, физики и химии, математики, техники оставался неизменным весь советский период.

Опыт Государственного оптического института и других институтов иллюстрирует общий советский стиль индустриальной модернизации, которая осуществлялась в первую очередь наукой, а не рыночными механизмами. Магистральный метод создания новой технологии в Советском Союзе начиная с 1920-х гг. и до конца сталинского периода состоял в образовании специальных исследовательских институтов и связанных с ними экспериментальных фабрик или цехов, при этом институты и их ученые обладали значительной степенью власти в промышленном производстве, а не наоборот. Такие институты, нередко называвшиеся «генеральным штабом» соответствующей отрасли промышленности, несли ответственность за многие успехи и провалы экономики.

Выводы

Когда закончилась Гражданская война, академическое сообщество на страницах своего нового издания «Наука и ее работники» обсудило проблемы науки в разных частях страны. В редакторском манифесте журнала секретарь КЕПС А. Е. Ферсман сформулировал две главные задачи, стоящие перед российскими учеными. Первая — международная — заключалась в том, чтобы

¹⁶ Эта запутанная история выходит за рамки этого исследования и еще должна быть проанализирована. Об истории института и пятидесяти годах его исследований — фундаментальных, прикладных, создании технологий см.: 50 лет Государственного...; о неофициальных воспоминаниях одного из его ведущих физиков см.: *Фриш С. Э.*

восстановить контакты с иностранными коллегами, возобновить обмен идеями и информацией и «всей силой убеждения бороться против шовинизма стран, которые препятствуют контактам между бывшими врагами». Вторая — внутренняя — способствовать новым коллективным формам организации исследований, создавая «государственную сеть научных исследовательских институтов», особенно прикладных. В характерно возвышенном стиле революционной ранней утопии А. Е. Ферсман в своем манифесте пишет: «За эти годы, когда были заложены основы нового научного видения мира, когда рухнули старые схемы, когда новые великие достижения, которые явно противоречат здравому смыслу, вырастают на развалинах того, что считалось непоколебимой истиной; за эти годы, когда дерзкий подъем творчества ученого может быть сравним только с фантазией поэта; за эти годы постепенно выдвинулись новые формы научной работы, и научная мысль настоятельно ищет новые пути, по которым она победно прошествует к новым великим достижениям» (Ферсман А. Е., с. 3).

В. И. Вернадский откликнулся на эти мысли в частном письме из Парижа своему другу-эмигранту и бывшему политическому соратнику Ивану Ильичу Петрункевичу: «Мне кажется, что здесь <на Западе> они не понимают огромной культурной задачи, которая выполнялась, выполнялась перед лицом страданий, унижений, уничтожения... Конечно, в полицейском государстве... свобода относительна и ее необходимо постоянно защищать. Много было создано в Москве и Петербурге, де-факто много, хотя и меньше по сравнению с планами 1915—1917 гг. И довольно любопытно, что многое было создано в провинции».¹⁷

Организация научных учреждений действительно осуществлялась благодаря инновационным предложениям еще времен Первой мировой войны и модифицировалась на основании революционного видения. Хотя развитие и не было планомерным, некоторые важные тенденции преобладали. Большинство новых институтов были созданы профессорами, и некоторые сохранили связь с университетами и училищами, но приоритетной тенденцией было их институциональное обособление от высшей школы. Излюбленная форма — финансируемый государством исследовательский институт, одновременно ориентированный на фундаментальные исследования и утилитарные работы — больше соответствовала предложению В. И. Вернадского 1916 г., чем предложению К.А.Тимирязева 1911 г. Общие организационные принципы подчеркивали централизм, плановость, резкое увеличение всех количественных показателей — штата, оборудования и т. п. — по сравнению с комплектованием прежних исследовательских лабораторий. Величественная, практическая, пусть даже не всегда реально достижимая, цель отражала типично революционное соединение утопизма и утилитарности. Надежда нередко основывалась на радикально новой теории или технологии с революционным символизмом, таких, как радио, авиация, автомобиль, генетика, излучение, радиоактивность. Соответствующие исследованию и развитию предприятия обычно должны были иметь междисциплинарный характер. Их задачи включали производство приборов рентгеновского излучения, оптического стекла, летательных аппаратов или

¹⁷ Письмо В. И. Вернадского И. И. Петрункевичу от 10.03.1923, цит. по: *Bailes K. E.*, p. 268, 291.

устройств для сортировки зерна. Многие институты имели экспериментальные фабрики или производственные отделы, тесно связанные с ними или административно подчиненные исследованию, а не наоборот.

Лорен Грехэм описывала рождение характерной для СССР системы исследовательских институтов как «комбинацию революционного нововведения и международного заимствования» (*Graham L. R.*). Данное исследование показывает, что приведенная формула нуждается в уточнении. Это, действительно, была революционная инновация, но она произошла еще до Октябрьской революции и не была следствием деятельности политической или революционной партии. Напротив, она принадлежала ученым, которые реагировали на кризис, вызванный Первой мировой войной и общей революционной ситуацией в стране и обеспечивший радикализм их предложений. Придя к власти, большевики одобрили многие существенные элементы предложенной реформы науки не только потому, что они были уже убежденными сторонниками науки или исследований, но также и потому, что они действовали в той же ситуации войны и революционного кризиса. Ценности и интересы ученых и советского правительства частично совпали, в частности в идее организации исследовательских институтов, которая помогала материализовать предлагаемую реформу и придавала ей свое специфическое движение.

Определенное международное заимствование также имело место, но скорее ироническое. Прямое заимствование между различными культурами едва ли возможно даже при самых благоприятных условиях. В изложенной выше истории международная изоляция России в течение войны проявила себя гораздо более эффективным фактором, чем желание ее академиков подражать «Западу». Русские ученые чувствовали и разделяли общие международные тенденции того периода, такие, как растущее признание науки как профессии, более тесные связи между наукой и технологией, особенно военной, и как результат — усиление заинтересованности правительств в науке и научной политике. Они представляли свои предложения, демонстрируя свое стремление следовать и догонять другие главные научные нации. Реальная информация, которой они располагали, о развитии науки в других странах была, впрочем, не только крайне ограниченной, но и интерпретированной ими идиосинкразически. В результате российские ученые предложили то, что в действительности было новой системой исследования и развития.

В других европейских странах, включая Англию, ученые в то же самое время делали похожие предложения: «централизованно планируемую и финансируемую правительством» науку, совершенствование научной политики, открытие новых институтов для связи фундаментального исследования с промышленностью и военными нуждами и усиление политической роли ученых (*Science, Medicine...*, p. 253; *Hull A.*; *Wang Z.*). Даже в Соединенных Штатах Америки, гораздо менее затронутых войной, Джорд Хейл пытался трансформировать Национальную академию наук в исследовательский институт, создать централизованные национальные лаборатории и связать чистую науку с военными приготовлениями (*Tobey R. C.*). Некоторые из этих инициатив не удалась, некоторые частично имели успех или временно — во время войны, но затем от них отказались. Во время Гражданской войны в России ученые, которые следовали революционному желанию радикальных перемен, стремились реализо-

вать схожие предложения более универсальным путем и сохранить результат в течение последующего периода мира как понимание «советской (или социалистической) модели исследования».¹⁸ Международное влияние этой институциональной модели на развитие науки проявилось уже в 1920-х гг. в Китайской Республике при националистическом гоминьдановском режиме (*Greene J. M.*).

В других странах, особенно в Соединенных Штатах Америки, подобные изменения происходили позднее, в основном после Второй мировой войны, и упрочились в форме национальных лабораторий и других институтов под неофициальным названием «большой науки» (термин «социалистической» не был употребим из-за «холодной войны»). Эти понятия являются следствием одного и того же социального процесса. Они обладают множеством обязательных характерных черт, таких, как гигантомания, государственная поддержка, культ науки в обществе, слияние науки и техники, междисциплинарные исследования, коллективная, или командная, работа, комплекс бюрократии и милитаризации. Историки уже ссылались на советскую науку как на крайний пример большой науки, хотя при этом и не указывали ясно на ее историческое старшинство.¹⁹ Менталитет и пропаганда периода «холодной войны» подчеркивали идеологический контраст и оппозиционность враждующих систем, обычно изобретая названия различий или игнорируя сходство. Оглядываясь на опыт прошедшего века с меньшим пристрастием, напротив, видишь гораздо больше общих тенденций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александров Д. А.* Почему советские ученые перестали печататься за рубежом: становление самодостаточности отечественной науки, 1914—1940 // ВИЕТ. 1996. № 3. С. 3—24.
- Барсуков Э.* Русская артиллерия в мировую войну. М., 1938. Т. 1.
- Бастракова М. С.* Становление советской системы организации науки (1917—1922). М., 1973.
- Блок Г.* Издательская деятельность КЕПС // Наука и ее работники. 1921. № 1. С. 25—27.
- Бужитан Я. М.* Военно-хозяйственная политика: Формы и органы регулирования народного хозяйства за время мировой войны 1914—1918 гг. М.; Л., 1929.
- Бурыйшкін П. А.* Москва купеческая. М., 1991.
- Вернадский В. И.* Война и прогресс науки. М., 1922. С. 129—140.
- Вернадский В. И.* Об изучении естественных производительных сил России // Доклад на заседании Физико-математического отделения 8 апреля 1915г. М., 1922. Т. 1. С. 5—25.
- Вернадский В. И.* Об использовании химических элементов в России. М., 1922. С. 52—69.
- Вернадский В. И.* О государственной сети исследовательских институтов. М., 1922. Т. 1. С. 25—31.
- Вернадский В. И.* О научной работе в Крыму // Наука и ее работники. 1921. № 4. С. 3—12.
- Вернадский В. И.* Очерки и речи. Пг., 1922. Т. 1.
- Вернадский В. И.* Дневник (1917—1921). Киев. 1994.
- Воспоминания об академике Д. С. Рождественском / Под ред. С. Э. Фриша, А. И. Сюзарова. Л., 1976.

¹⁸ Эта тенденция является не изолированным явлением, а лишь частью общей тенденции, в которой русская революция выполнила роль трамплина для прыжка от отсталости к утопии, первоначальному и опробованию (иногда преждевременному или с опережением более подготовленных наций) многих серьезных социальных и экономических инноваций XX столетия (*Carr E. H.*).

¹⁹ См., например: *Graham L. R.* Основное историческое описание большой науки пренебрегает, однако, существование более раннего советского прецедента (Ed. by P. Galison, B. Hevly, 1992).

- Горбунов Н. П. Воспоминания. Статьи. Документы. М., 1986.
- Гребенщиков И. В., Рождественский Д. С. Записка консультантов Государственных фарфорового и стекольного заводов по вопросу о выделении Завода оптического стекла // Труды Государственного оптического института им. С. И. Вавилова. Л., 1993. Т. 83. Вып. 217. Прил. 7—18.
- Гребенщиков И. В. О значении Завода оптического стекла для России // Труды Государственного оптического института им. С. И. Вавилова. Л., 1993. Т. 83. Вып. 217. Прил. 19—24.
- Гребенщиков И. В. Оптическое стекло и развитие его производства в СССР // Труды юбилейной сессии АН СССР, ноябрь 1931 г. М., 1933. Вып. 450.
- Гуло Д. Д., Осиновский А. Н. Дмитрий Сергеевич Рождественский. М., 1980.
- Документы по истории Академии наук СССР, 1917—1925 / Под ред. Б. В. Левшина. Л., 1986.
- Зелинский Н. Д., Садилов В. С. Уголь как средство борьбы с судушающими и ядовитыми газами: Экспериментальное исследование 1915—1916 гг. // Зелинский Н. Д. Собр. трудов. М., 1960. Т. 4. С. 59—145.
- Зернов М. С. Общество Московского научного института. М., 1912.
- Императорская академия наук, 1917 // Материалы для истории академических учреждений за 1889—1914 гг. Пг., 1917. Ч. 1.
- История Академии наук Украины, 1918—1923: Документы и материалы. Киев, 1993.
- Кольцов А. В. Создание и деятельность Комиссии по изучению естественных производительных сил России, 1915—1930. СПб., 1999.
- Кононков А. Ф., Осиновский А. Н. Создание советской оптики и деятельность Д. С. Рождественского // Очерки по истории советской науки и культуры. М., 1968. С. 113—135.
- Лебедев П. Н. Научная переписка Н. П. Лебедева / Под ред. С. И. Погребыской. М., 1990.
- Линденер Б. А. Работы Российской академии наук в области исследования природных богатств России: Обзор деятельности КЕПС за 1915—1921 гг. Пг., 1922.
- Маниковский А. А. Военное снабжение русской армии в войну 1914—1918 гг. М., 1920. Ч. 1. С. 237, 248.
- Мочалов И. И. Владимир Иванович Вернадский, 1863—1945. М., 1982.
- Наметкин С. С. Николай Дмитриевич Зелинский: Биография и очерк научной деятельности // Зелинский Н. Д. Собр. трудов. М., 1954. Т. 1. С. 7—66.
- Новиков М. М. Московский университет в первый период большевистского режима // Московский университет, 1755—1930. Париж, 1930. С. 156—192.
- Новорусский М. В. Война и новые отрасли русской промышленности // Вопросы мировой войны: Сб. статей / Под ред. М. И. Туган-Барановского. Пг., 1915. С. 466—483.
- Положение о Государственном оптическом институте // Труды Государственного оптического института им. С. И. Вавилова. Л., 1993. Вып. 217. Прил. С. 49—52.
- Рождественский Д. С. Народный комиссариат просвещения: Записка // Труды Государственного оптического института им. С. И. Вавилова. Л., 1993. Вып. 217. Прил. С. 11—14.
- Рождественский Д. С. Записка об оптическом стекле // Труды Государственного оптического института. Л., 1932. Т. 8. Вып. 84.
- Смирнова Т. М. История разработки и проведения в жизнь первого советского устава высшей школы // Государственное руководство высшей школой в дореволюционной России и в СССР / Под ред. Н. Н. Ерошкина. М., 1979. С. 6—38.
- Тимирязев К. А. Наука и демократия: Сб. статей 1914—1919 гг. М., 1963.
- Ферсман А. Е. Пути научного творчества // Наука и ее работники. 1921. № 1. С. 3—7
- Ферсман А. Е. Наш апатит. М., 1968.
- Фриш С. Э. Сквозь призму времени: Воспоминания. М., 1992.
- Ханбарисов Ш. Х. Формирование советской университетской системы. М., 1988.
- Чичибабин А. Е. О медикаментах // Русские ведомости. 1914. № 188, 189.
- Чичибабин А. Е. Химическая промышленность и наука // Русские ведомости. 1915. № 4, 6.
- 50 лет Государственного оптического института имени С. И. Вавилова (1918—1968) / Под ред. Ю. Н. Гороховского. Л., 1968.
- Bailes Kendall E. Natural Scientists and the Soviet System / Ed. by Diane P. Koenker, William G. Rosenberg, Ronald Grigor Suny. Party, State and Society in the Russian Civil War: Explorations in Social History. P. 267—295.

- Bailes Kendall E.* Science and Russian culture in an age of revolutions: V. I. Vernadsky and his scientific school, 1863—1945. Bloomington: IN. 1990.
- Big Science* The Growth of Large-Scale Research / Ed. by P. Galison, B. Hevly. Stanford, 1992.
- Brooks Nathan M.* Chemistry in war, revolution and upheaval: Russia and the Soviet Union, 1900—1929 // *Centaurus*. Vol. 39. P. 349—367.
- Carr Edward Hallett.* The Soviet Impact on the Western World. New York, 1947.
- Chenakal V. L.* Оптика в дореволюционной России // Труды Института истории естествознания и техники. 1947. № 1. С. 145—167.
- Dewey Peter E.* The New Warfare and Economic Mobilization // *Britain and the First World War*. London, 1988. P. 70—84.
- Feffer Stuart M.* Microscopes to munitions: Ernst Abbe, Carl Zeiss, and the transformation of technical optics, 1850—1914. Berkeley, 1994.
- Gatrell Peter.* The Tsarist Economy, 1850—1917. New York, 1986.
- Graham Loren R.* The Formation of Soviet Research Institutes: A Combination of Revolutionary Innovation and International Borrowing // *Social Studies of Science*. 1975. Vol. 5. P. 303—329.
- Graham Loren R.* Big Science in the Last Years of the Big Soviet Union / Ed. by Arnold Thackray, Science after, 40 // *Osiris*. 1992. Vol. 7. P. 49—71.
- Greene J. Megan.* Ideology and Expertise: The Guomindang and Talent in China's Nanjing Decade, 1927—1937. Saint Louis: Washington University, 1997.
- Haber L. F.* The Poisonous Cloud Chemical Warfare in the First World War. Oxford, 1986.
- Hagen Antje.* Export versus direct investment in the German optical industry: Carl Zeiss, Jena and Glaswerk Schott & Gen. In the UK, from their beginnings to 1933 // *Business History*. 1996. Vol. 38. P. 1—20.
- Hardach Gerd.* Industrial Mobilization in 1914—1918: Production, Planning and Ideology / Ed. by Patrick Friedenson // *The French Home Front 1914—1918*. Providence, 1992. P. 57—88.
- Hartcup Guy.* The War of Invention Scientific Developments, 1914—1918. London, 1988.
- Holquist Peter.* Information is the Alpha and Omega of Our Work: Bolshevik Surveillance in its Pan-European Context // *Journal of Modern History*. 1997. Vol. 69. P. 415—450.
- Hull Andrew.* War of words: the public science of the British scientific community and the origins of the Department of Scientific and Industrial Research, 1914—1916 // *British Journal for History of Science*. 1999. Vol. 32. P. 461—481.
- Ipatjeff V. N.* The life of a chemist: Memoirs. Stanford, 1946.
- Kassow Samuel D.* Students, Professors and the State in Tsarist Russia. Princeton, 1989.
- MacAdam David L.* Early Rochester History of the Optical Society: An Inquiring Sketch / Niels Bohr Library. USA: American Institute of Physics, 1964.
- MacLeod E. K., MacLeod Roy.* War and Economic Development: Government and the Optical Industry in Britain, 1914—1918 / Ed. by Jay M. Winter // *War and Economic Development: Essays in Honour of David Joslin*. Cambridge, 1975. P. 165—204.
- MacLeod Roy.* The Chemists go to War: the Mobilization of Civilian Chemists and the British War Effort, 1914—1918 // *Annals of Science*. 1993. Vol. 50. P. 455—481.
- MacLeod Roy.* Chemistry for King and Kaiser: Revisiting Chemical Enterprise and the European War / Ed. by Anthony S. Travis et al. // *Determinants in the Evolution of the European Chemical Industry. 1900—1939*. Dordrecht. 1998. P. 25—49.
- Pestre D., Krige J.* Some Thoughts on the Early History of CERN // Galison, Hevly. 1992. P. 78—99.
- Science, Medicine and Industry: The Curie and Joliot-Curie Laboratories* / Ed. by S. Boudia, X. Roque // *Special issue of History and Technology*. 1997. Vol. 13. P. 241—343.
- Tobey Ronald C.* The American Ideology of National Science, 1919—1930. Pittsburgh, 1971. Chap. 2.
- Trebilcock Clive.* Science, Technology and the Armaments Industry in the UK and Europe, with special reference to the period 1880—1914 // *Journal of European Economic History*. 1993. Vol. 22. P. 565—580.
- Wang Zuoyue.* The First World War, Academic Science, and the «Two Cultures»: Educational Reforms at the University of Cambridge // *Minerva*. 1999. Vol. 33. P. 107—127.