

О работах С.Л. Соболева в советском атомном проекте

Аннотация: Выдающийся ученый XX столетия Сергей Львович Соболев являлся одним из активных участников атомного проекта в Советском Союзе. Будучи заместителем И.В. Курчатова и председателем Ученого совета в Лаборатории № 2 АН СССР, академик С.Л. Соболев занимался решением многих научных, технологических и организационных проблем, возникавших при создании ядерного оружия. В настоящем докладе рассказано о некоторых задачах, решенных С.Л. Соболевым и его сотрудниками, которые имели принципиально важное значение для успешной реализации атомного проекта. При написании доклада использованы документы по истории советского атомного проекта, опубликованные в открытой печати, а также отчеты о некоторых работах С.Л. Соболева, рассекреченные накануне столетия со дня его рождения [7].

В начале Великой Отечественной войны академик С.Л. Соболев был назначен директором Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР. Осенью 1941 г. он занимался эвакуацией института в г. Казань и организацией работ в институте, связанных с военной тематикой. В эвакуации Сергей Львович вместе со своими сотрудниками принимал активное участие в работах по увеличению точности артиллерийской стрельбы и бомбометания. Как отмечал в своем докладе АН СССР академик П.Л. Капица: *«Основанное только на теоретических предпосылках улучшение формы снаряда без дополнительной затраты пороха и увеличения прочности ствола орудия позволило увеличить дальность стрельбы примерно на 10%»* [5, с. 339].

В Казани С.Л. Соболев выполнил очень интересные исследования по динамике вращающейся жидкости. Как писал по этому поводу академик С.М. Никольский: *«Эта работа была закрытой, потому что считалось, что она имеет прямое отношение к изучению устойчивости снаряда, наполненного жидкостью»* [4, с. 34]. Однако познакомившись с распоряжением ГКО № 2352сс, а также сопоставив некоторые известные факты из истории советского атомного проекта, можно усомниться в *полноте* версии С.М. Никольского.

Секретное распоряжение ГКО № 2352сс *«Об организации работ по урану»* было подписано И.В. Сталиным 28 сентября 1942 г. [1, ч. 1, с. 269-270]. Это было тяжелейшее время для страны, второй месяц шла Сталинградская битва. А по данным советской разведки, в Англии, США и Германии в условиях глубокой секретности развернулись интенсивные исследования по разработке метода применения урана для новых

взрывчатых веществ [1, ч. 1, с. 223, 239-245, 271-274, 276-280]. Поэтому в стране необходимо было срочно возобновить прерванные в 1941 г. исследования по атомной проблематике.



Обратим внимание на интересное «совпадение»: в сентябре 1942 г. был разработан план разгрома 6-й армии Ф. Паулюса под Сталинградом, операция получила кодовое название «*Уран*», и, как уже отмечалось, в конце сентября было принято распоряжение

ГКО «Об организации работ по урану». В принятом распоряжении ГКО было сказано: *«Обязать Академию наук СССР (акад. Иоффе) возобновить работы по исследованию осуществимости использования атомной энергии путем расщепления ядра урана и представить Государственному комитету обороны к 1 апреля 1943 года доклад о возможности создания урановой бомбы или уранового топлива»*. Президиуму АН СССР предписывалось *«организовать при Академии наук специальную лабораторию атомного ядра»*, при этом некоторые институты должны были к 1 марта 1943 г. *«изготовить методами центрифугирования и термодиффузии уран-235 в количестве, необходимом для физических исследований»* [1, ч. 1, с. 269].

Временное руководство работами по урану А.Ф. Иоффе поручил И.В. Курчатову [1, ч. 1, с. 280]. В кратчайшие сроки И.В. Курчатов организует небольшую группу физиков, получивших перед войной выдающиеся результаты по ядерной физике (А.П. Александров, А.И. Алиханов, Л.А. Арцимович, Я.Б. Зельдович, И.К. Кикоин, Г.Н. Флеров, Ю.Б. Харитон и др.), вместе с которыми обсуждает проблему, разрабатывает направления исследований, намечает планы. Уже после окончания Сталинградской битвы, 11 февраля 1943 г., ГКО принял секретное распоряжение № 2872сс, в котором научное руководство работами по урану возлагалось на И.В. Курчатова. И в скором времени на базе ЛФТИ в Казани создается Лаборатория № 2 АН СССР, которой было поручено срочно изучить проблему в целом и ответить на вопрос *«о возможности создания урановой бомбы или уранового топлива»* [1, ч. 1, с. 306-307].

Весной 1943 г. ГКО принял решение о возвращении из эвакуации академических институтов, а также основной части Лаборатории № 2 в Москву. (Это решение было принято еще до начала Курской битвы!) К решению задач, стоявших перед Лабораторией № 2, были привлечены многие ведущие институты и предприятия страны.

Для создания атомной бомбы прежде всего требовалось достаточное количество ядерных взрывчатых веществ. Хорошо известно высказывание одного из «отцов» американской водородной бомбы Э. Теллера: *«Если страна налаживает производство расщепляющихся материалов (плутония и высокообогащенного урана), то можно считать, что через несколько месяцев она будет обладать бомбой»*. Поэтому одной из основных задач на первом этапе решения атомной проблемы была сложнейшая задача о разделении изотопов урана. Как писал И.В. Курчатов в докладной записке В.М. Молотову (30 июля 1943 г.): *«Положение тяготялось тем, что область науки, посвященная разделению изотопов, у нас в Союзе находилась в зачаточном состоянии»* [1, ч. 1, с. 369].

По-видимому, на начальном этапе работ по выделению урана-235 отдавалось предпочтение методу центрифугирования. О нем в распоряжении ГКО № 2352сс говорилось трижды! В частности, Народному комиссариату тяжелого машиностроения предписывалось изготовить «к 1 января 1943 г. лабораторную установку центрифуги по проекту проф. Ланге, разрабатываемому в Академии наук УССР» [1, ч. 1, с. 269]. Но для того чтобы довести экспериментальную установку центрифуги до ее использования для производства высокообогащенного урана в промышленных масштабах, необходимо было провести тщательный анализ всех ее составляющих. Поэтому не исключено, что обе, ставшие уже классическими, работы С.Л. Соболева [6, с. 333-447], выполненные в Казани, были первыми математическими исследованиями проблем, связанных с методом центрифугирования. Эти работы были опубликованы спустя многие годы после их написания. К одной из них в 1960 г. С.Л. Соболев сделал приписку: «Данная работа закончена автором в 1943 г. и не была своевременно опубликована» [6, с. 393]. А в 1986 г. за эти работы и их развитие (цикл работ «Математические исследования по качественной теории вращающейся жидкости») С.Л. Соболеву вместе с его учениками и коллегами была присуждена Государственная премия СССР.

В Лаборатории № 2 разрабатывалось несколько методов разделения изотопов урана (центрифугальный, диффузионный, электромагнитный), проводился сравнительный анализ. Как писал И.В. Курчатова В.М. Молотову: «В результате этого мы, так же как и английские, и американские физики, пришли к заключению, что наиболее перспективным с технико-экономической точки зрения является диффузионный метод разделения» [1, ч. 1, с. 370]. (Из этой докладной записки видно, что все поступающие разведанные в Лаборатории № 2 тщательно перепроверялись, а многие работы проводились одновременно по разным направлениям.)

Решением задачи о разделении изотопов урана диффузионным методом руководил И.К. Кикоин, который предложил использовать каскады диффузионных машин. Расчеты показывали, что для получения урана-235 необходимой концентрации нужно было соединить в каскад несколько тысяч разделительных элементов (ступеней), в которых происходит обогащение [2, кн. 4, с. 413-417]. Для промышленного использования диффузионного метода необходимо было несколько десятков таких каскадов с мощными компрессорами и надежной системой управления. При этом возникала масса научно-технических, инженерных и организационных проблем, нужны были грамотные, высококвалифицированные кадры. Все делалось впервые! В связи со сложностью новых научных и технических задач и необходимостью проведения огромного количества

расчетов было решено пригласить в Лабораторию № 2 одного из крупнейших математиков страны С.Л. Соболева. О Сергее Львовиче всегда говорили, что «он обладал колоссальной пробивной силой при решении задач математической физики» [5, с. 340].

19

Директору
Лаборатории № 2
Ан. Наук СССР
ак. И.В. Курчатова
от ак. Соболева С.Л.
Б. Калужская 13107

*м.п. с
И.В. Курчатова
С.Л. Соболева*

Заявление

Прошу зачислить меня сотрудником
Лаборатории на основную работу.
Согласно предложению президиума
Наук я буду продолжать работу в
Математическом Ин-те Ан. Наук по совмес-
тительству.

Соболев

1/III 1944 г.

Оставив должность директора Математического института, С.Л. Соболев принял предложение И.В. Курчатова и с 1 марта 1944 г. перешел на постоянную работу в

Лабораторию № 2. С этого времени фамилия С.Л. Соболева на долгие годы исчезла с газетных страниц, и более 10 лет работа в атомном проекте для Сергея Львовича была самой главной. Вскоре С.Л. Соболева назначили заместителем И.В. Курчатова и председателем Ученого совета. В отделе И.К. Кикоина С.Л. Соболев вместе с выдающимся инженером, одним из создателей гидротурбостроения И.Н. Вознесенским занимался решением широкого круга задач, связанных с диффузионным методом обогащения урана (расчеты разделительных элементов, устойчивость и регулирование каскадов, проблема фильтров, уплотнение компрессоров, анализ обогащения урана и др.) [2, кн. 2, с. 565-575].

Темпы работ в Лаборатории № 2 были настолько высокие, что уже в 1944 г. был дан положительный ответ на главный вопрос *«о возможности создания урановой бомбы»*. При этом параллельно разрабатывалось несколько методов для получения ядерных взрывчатых веществ: уран-235 (методы разделения), плутоний-239 и уран-233 (создание реакторов). Неизвестно было, на каком направлении раньше могут быть получены надежные результаты!

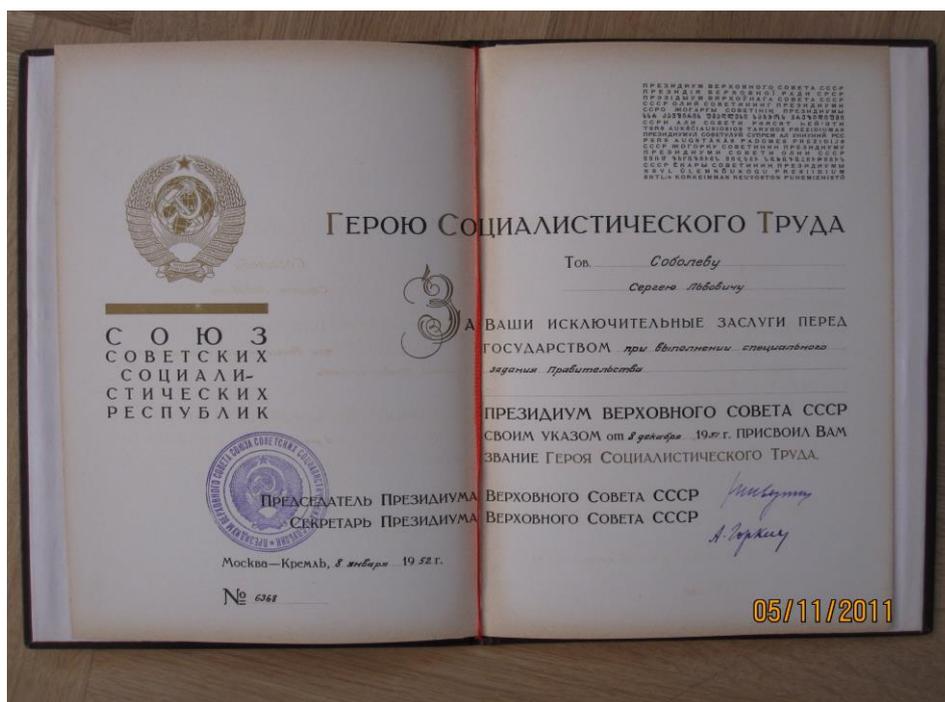
К окончанию Великой Отечественной войны достигнутые научные результаты, технические наработки, а также решенные организационные вопросы позволили перейти к решению главной проблемы – *созданию атомного оружия*. Все это позволило советскому правительству сразу же после того, как Соединенные Штаты Америки осуществили атомные бомбардировки японских городов Хиросима и Нагасаки, оперативно предпринять чрезвычайные меры для форсирования работ по созданию отечественного атомного оружия.

20 августа 1945 г. И.В. Сталиным было подписано секретное постановление ГОКО № 9887 сс/оп *«О Специальном комитете при ГОКО»*, согласно которому был образован Специальный комитет во главе с Л.П. Берия, на который было возложено *«руководство всеми работами по использованию внутриатомной энергии урана»* [2, кн. 1, с. 11-14]. Ключевой задачей ставилась разработка и производство атомных бомб. С этого времени работы над советским атомным проектом получили наивысший государственный приоритет, объем их существенно расширился, а темпы работ стали *«запредельными»*.

Первого декабря 1945 г. *«правительством страны было принято постановление о строительстве первого в СССР газодиффузионного завода – Д-1. Главной задачей являлись разработка и промышленное освоение производства урана-235 методом газовой диффузии. Научным руководителем проекта назначался И.К. Кикоин, его заместителями – И.Н. Вознесенский и С.Л. Соболев»* [5, с. 339]. Завод решено было построить на Урале в

районе рабочего поселка Верх-Нейвинское (Новоуральск) Свердловской области. К строительству завода Д-1 был привлечен ряд крупных промышленных предприятий. С.Л. Соболев отвечал за решение математических прикладных задач. Теоретической группой под его руководством была рассчитана технологическая схема завода, разработаны методика построения 56 каскадов из нескольких тысяч машин и схема их автоматического регулирования для получения урана-235 с обогащением 90%, проводились расчеты производительности завода. Совместно с физиками и инженерами С.Л. Соболев участвует в решении многих технических задач, возникающих с возведением завода (расчеты параметров компрессоров, пористые фильтры, проблема «коррозии», аварийная защита реакторов и др.), организует обучение инженерного персонала работников завода, читает лекции.

Пуск завода проходил поэтапно, с большими трудностями, многие из которых невозможно было даже предвидеть. По прогнозам американских физиков, необходимо было 15–20 лет для того, чтобы в СССР было освоено обогащение урана в промышленных масштабах. Однако советские ученые и инженеры справились с этой проблемой менее чем за 5 лет! В 1950 г. завод Д-1 вышел на проектную мощность. В 1951 г. за разработку и промышленное освоение производства урана-235 методом газовой диффузии С.Л. Соболеву, в числе ведущих руководителей работ, была присуждена Сталинская премия I степени. Указом от 8 декабря 1951 г. «за исключительные заслуги перед государством при выполнении специального задания Правительства» С.Л. Соболеву было присвоено звание Героя Социалистического Труда [2, кн. 7, с. 355, 368].



Работы по усовершенствованию производства урана-235 продолжались и в последующие годы. Промышленная технология диффузионного обогащения урана в Советском Союзе была освоена, и в скором времени после запуска Д-1 были построены более мощные заводы в других регионах (Ангарск, Красноярск, Томск), обеспечивающие необходимые потребности в обогащенном уране. В 1953 г. за достигнутые успехи в промышленном производстве урана-235 С.Л. Соболеву с группой ученых и инженеров была присуждена Сталинская премия I степени, он был награжден орденом Ленина [2, кн. 7, с. 610, 611, 636].

Помимо дальнейшего развития диффузионного метода проводились активные работы по освоению центрифугального и электромагнитного методов разделения изотопов урана [2, кн. 5, с. 447-458]. В связи с этим интересно обратить внимание на Приложение № 2 к планам НИОКР в атомном проекте на 1952–1953 гг., утвержденным Постановлением СМ СССР № 3088-1202сс/оп от 8 июля 1952 г. В этом Приложении содержится наименование следующей темы: *«VII. Устойчивость и регулирование групп холодильных и центробежных машин» (научный руководитель – т. Соболев С.Л.)* [2, кн. 5, с. 450]. (И вновь работы, связанные с центрифугами!) Отметим, что центрифугальный метод разделения изотопов урана был освоен лишь в конце 1950-х гг. в лаборатории И.К. Кикоина. Этот метод оказался менее затратным, *«позволил в 20–30 раз сократить расход электроэнергии»* и *«в сотни раз уменьшить количество ступеней»* [2, кн. 2, с. 614]. В начале 1960-х гг. в СССР впервые в мировой практике началось его промышленное освоение.

Невозможно переоценить вклад С.Л. Соболева в советском атомном проекте. Помимо работ по обогащению урана Сергей Львович принимал активное участие в работах, связанных с проблемами получения плутония-239 и построения ядерных реакторов. Эти работы проводились под руководством И.В. Курчатова. Кроме сотрудников Лаборатории № 2 в них были вовлечены коллективы ряда научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий. *«С.Л. Соболев руководил целым “вычислительным цехом”, решая сложнейшие задачи, связанные с атомным проектом»* [8, с. 58]. Приходилось рассчитывать, оптимизировать и предсказывать процессы, которые до этого никогда не изучались. Необходимо было понимание всего физического процесса в целом, нужны были необыкновенная математическая интуиция и огромный труд, чтобы исчерпывающе и в заданный срок получать решения. При этом требовалось решать крупные конкретные задачи при очень малых вычислительных средствах: арифмометры «Феликс», «Мерседес» и даже логарифмические линейки!

С.Л. Соболеву с его группой сотрудников удалось решить ряд важных практических задач, касающихся ядерных реакторов. В частности, было получено численное решение для сферического реактора с отражателем. Позднее была решена «задача для черного стержня», являющаяся принципиальной при построении реакторов [5, с. 340].

Работы по ядерным реакторам проводились высокими темпами и широким фронтом, что позволило уже 25 декабря 1946 г. осуществить пуск первого отечественного экспериментального реактора Ф-1 [2, кн. 1, с. 631-632]. А в июне 1948 г. был запущен первый промышленный уран-графитовый реактор, который позволял получать плутоний для атомной бомбы [5, с. 202]. С пуском промышленного реактора все работы были подчинены главной цели – *созданию атомной бомбы*. 10 июня 1948 г. вышло Постановление СМ СССР № 1990-774сс/оп, в котором были поставлены задачи о проведении в кратчайшие сроки необходимых расчетов конструкций атомных бомб. Приведем один из пунктов этого Постановления: *«Для увязки теоретических и расчетных работ и контроля за выполнением заданий, предусмотренных настоящим Постановлением, организовать при Лаборатории № 2 АН СССР закрытый семинар в составе акад. Ландау, акад. Петровского, акад. Соболева, акад. Фока, чл.-кор. Зельдовича, чл.-кор. Тамма, чл.-кор. Тихонова, чл.-кор. Харитона, доктора, проф. Щелкина. Возложить руководство семинаром на акад. Соболева С.Л.»* [2, кн. 1, с. 497]. Следующим Постановлением СМ СССР № 1991-775сс/оп С.Л. Соболев был введен в состав Научно-технического Совета при Лаборатории № 2 по вопросам КБ-11 [2, кн. 1, с. 499]. На КБ-11 возлагалась разработка первой советской атомной бомбы, главным конструктором был назначен Ю.Б. Харитон.

Будучи заместителем И.В. Курчатова и председателем Ученого совета Лаборатории № 2 (с весны 1949 г. ЛИПАН – Лаборатория измерительных приборов Академии наук), С.Л. Соболев принимал участие в обсуждении и решении различных научно-технических и организационных вопросов. В ноябре 1947 г. Постановлением СМ СССР № 1910-1328сс/оп он был введен в состав Научно-технического совета Первого главного управления при СМ СССР и стал одним из научных руководителей работ в атомном проекте [2, кн. 3, с. 374; 2, кн. 1, с. 606-609, 633-634].

17

Х А Р А К Т Е Р И С Т И К А

На академика Сергей Львовича СОБОЛЕВА.

Тов. СОБОЛЕВ С.Л., член КПСС с 1940 года.

С.Л. СОБОЛЕВ, как учёный, проделал большую работу по выполнению задания правительства, за что был удостоен звания Героя Социалистического Труда и три раза награжден Сталинской премией

С.Л. СОБОЛЕВ кроме того имеет следующие награды: четыре ордена Ленина, орден Трудового Красного Знамени, орден "Знак Почета", медаль "За доблестный труд в Великой Отечественной войне".

С.Л. СОБОЛЕВ был депутатом Верховного Совета РСФСР 1-го созыва 1938-1946г., депутатом Московского Городского Совета депутатов трудящихся 1-го созыва 1939-1947 г.г.

С.Л. СОБОЛЕВ принимает активное участие в партийной жизни: работал членом партийного комитета, членом партийного бюро.

С.Л. СОБОЛЕВ является крупным учёным-математиком Советского Союза. Его научные труды широко известны как в Советском Союзе, так и за границей.

Свои знания он охотно передает научной молодежи.

Руководство и Политотдел рекомендуют С.Л. Соболева для командировки в Италию с целью прочтения курса лекции по математике.

С.Л. СОБОЛЕВ
А К А Д Е М И К *И. В. Курчатов* / И. В. КУРЧАТОВ /
НАЧАЛЬНИК ПОЛИТОТДЕЛА *П. М. Чулков* / П. М. ЧУЛКОВ /

В. М. П.

В своих воспоминаниях С.Л. Соболев отмечал: «Тогда было такое ощущение, что если не выйдет наша работа, то неизвестно, что станет со страной. Но, надо сказать, у всех у нас была уверенность, что выйдет, обязательно выйдет!» [8, с. 53]... И вышло! В первой половине 1949 г. на промышленном реакторе было получено необходимое количество плутония для атомной бомбы. 29 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне было успешно проведено испытание первой советской атомной бомбы РДС-1 [5, с. 202].

Это событие означало практическое решение в СССР проблемы использования атомной энергии. Оно состоялось благодаря политической воле и правильным решениям руководства Советского Союза, самоотверженному труду большого количества ученых, конструкторов, инженеров, строителей, рабочих. «За успешное выполнение специального задания Правительства» Указом Президиума Верховного Совета СССР от 29 октября 1949 г. большая группа наиболее отличившихся участников атомного проекта была награждена орденами. Сергей Львович Соболев был награжден орденом Ленина [2, кн. 1, с. 576].

Создание и успешное испытание атомной бомбы в СССР является историческим событием. Оно позволило обеспечить независимость и безопасность Советского государства, сохранить мир на нашей планете.

Список литературы

- 1 Атомный проект СССР. Документы и материалы / Под общей редакцией Л.Д. Рябева. Т. 1. 1938-1945. Ч. 1. М.: Наука. Физматлит, 1998; Ч. 2. М.: МФТИ, 2002.
- 2 Атомный проект СССР. Документы и материалы / Под общей редакцией Л.Д. Рябева. Т. 2. Атомная бомба. 1945-1954. Кн. 1. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1999; Кн. 2. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2000; Кн. 3. М.: Физматлит, 2002; Кн. 4. М.: Физматлит, 2003; Кн. 5. М.: Физматлит, 2005; Кн. 6. М.: Физматлит, 2006; Кн. 7. М.: Физматлит, 2007.
- 3 Атомный проект СССР. Документы и материалы / Под общей редакцией Л.Д. Рябева. Т. 3. Водородная бомба. 1945-1956. Кн. 1. М.: Наука. Физматлит, 2008; Кн. 2. М.: Наука. Физматлит, 2009.
- 4 Никольский С.М. Воспоминания. М.: МИАН, 2003.
- 5 Богуненко Н.Н., Пелипенко А.Д., Соснин Г.А. Герои атомного проекта. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2005.
- 6 Соболев С.Л. Избранные труды. Т. 1. Уравнения математической физики. Вычислительная математика и кубатурные формулы. Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, филиал «Гео» Изд-ва СО РАН, 2003.
- 7 Лебедев В. И. О работах С.Л. Соболева по уравнениям математической физики и вычислительной математике // Из выступления на Международной конференции «Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений», посвященной столетию со дня рождения Сергея Львовича Соболева. Новосибирск, 2008.
- 8 Соболева Т.С., Чечкин Г.А. Сергей Львович Соболев. Грани таланта (Великие математики XX века). М.: КУРС, 2017.