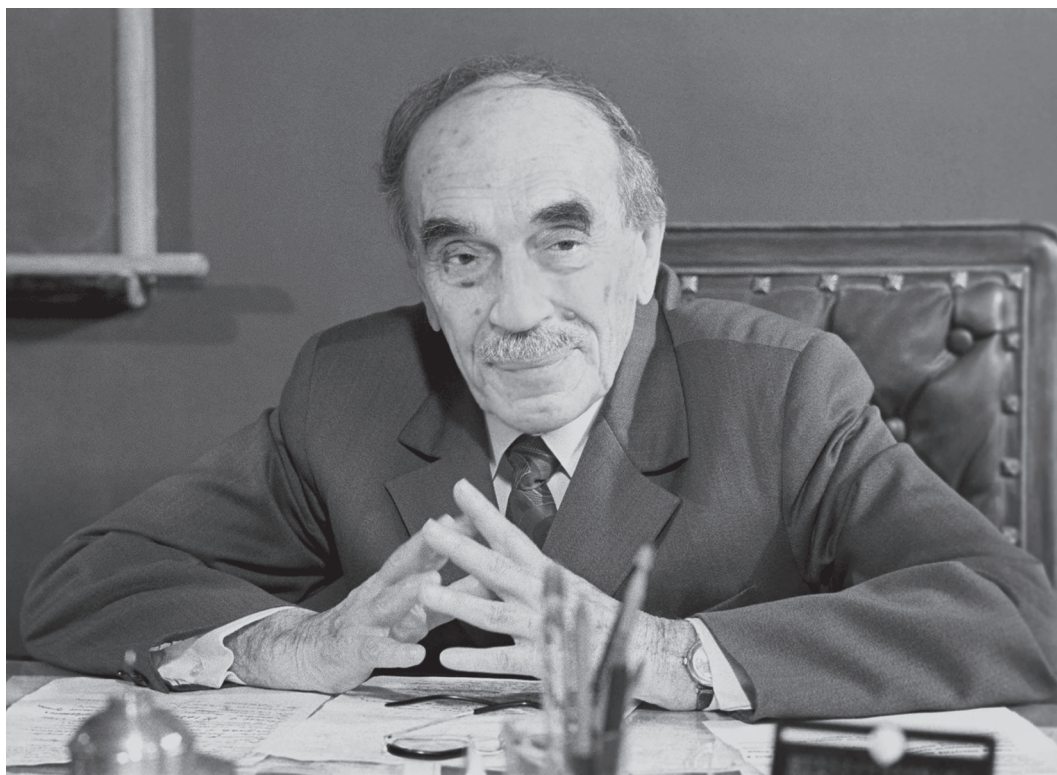


ОСНОВОПОЛОЖНИК ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ СЕМЁНОВ

DOI: 10.31857/S0207401X21040142



3 [15].04.1896–25.11.1986

Настоящий номер посвящен 125-летию выдающегося русского ученого, основателя науки “Химическая физика”, первого директора нашего института (с 1931 по 1986 г.), единственного советского лауреата Нобелевской премии по химии (награжден в 1956 г. совместно с С. Хиншелвудом), академика АН СССР Н.Н. Семёнова (1932–1986 гг.). О научной деятельности и роли Н.Н. Семёнова в мировой науке, общественной и политической жизни достаточно подробно рассказано в хорошо известных книгах [1, 2]. Его основополагающие идеи о разветвленных цепных реакциях сформировали целую область химической кинетики и позволили разработать последовательный подход к теории цепного взрыва. В течение более семи десятилетий он развивал советскую науку, организовывал ряд институтов с привлечением правительственной помощи, уделял много внимания молодежи [3], пользовался высочайшим

авторитетом и уважением ученых как у нас в стране, так и за рубежом, был почетным членом в иностранных академиях и научных обществах. Многие его достижения заслуженно оценены. За всю свою научную жизнь Н.Н. Семёнов опубликовал около полсотни оригинальных статей, причем преимущественно в отечественных журналах. Он дважды награжден (в 1941 г. и 1949 г.) Государственной (Сталинской) премией; с 1945 по 1981 г. получил семь орденов Ленина, а в 1956 г. – Орден Трудового Красного Знамени; дважды удостоен звания Героя Социалистического Труда (в 1966 г. и 1976 г.) с вручением Золотой Звезды Героя и ордена Ленина; в 1986 г. получил орден Октябрьской революции.

Он родился в 1896 году в Саратове. Его родители – Николай Александрович и Елена Александровна Семёновы. В 1913 году Николай с отличием окончил Самарское реальное училище. Его учи-

телем физики в седьмом классе училища (1912–1913 гг.) был выпускник физико-математического факультета Казанского университета Владимир Иванович Кармилов, который поддерживал стремление молодого человека посвятить свою жизнь науке и сохранил теплую дружбу с ним в последующие годы.

В июле 1913 года Семёнов поступил на математическое отделение физико-математического факультета Петроградского университета. Со второго курса начал заниматься наукой под руководством А.Ф. Иоффе, выполнил несколько работ по ионизации атомов и молекул под действием электронного удара в газовых разрядах. Окончил университет в 1917 г., получив диплом первой степени, и был оставлен при университете профессорским стипендиатом (аналог аспирантуры).

Около двух лет, с сентября 1918 г. по март 1920 г., молодой ученый работал в Томском университете и Томском технологическом институте. В сентябре 1919 года Семёнов был мобилизован в армию Колчака и попал в Томский артиллерийский дивизион. Благодаря ходатайству университетских профессоров через месяц он был откомандирован в Технологический институт, где продолжил научные исследования. В декабре 1919 года Томск заняла Красная Армия, и Семёнов, по распоряжению коменданта Томска, регулярно проводил научно-преподавательскую работу.

В мае 1920 года Николай Николаевич получил приглашение от А.Ф. Иоффе и вернулся в Петроград. Иоффе занимался созданием Физико-технического рентгенологического института. Семёнов возглавил лабораторию электронных явлений и начал преподавательскую деятельность в Петроградском политехническом институте, а уже в 1922 г. был назначен заместителем директора Физико-технического института.

В 1922 году Семёнов в соавторстве с Петром Капицей предложил способ измерения магнитного момента атома в неоднородном магнитном поле. Этот метод был в том же году успешно развит О. Штерном и В. Герлахом (известный как эксперимент Штерна–Герлаха).

С 1928 года Семёнов был по совместительству профессором Ленинградского политехнического института, а с 1928 по 1932 г. — заместителем декана физико-механического факультета. Он стал инициатором организации в институте специализации по химической физике. В Ленинградском политехническом институте Семёнов работал вплоть до своего перевода в Москву. В 1927 году он стал руководителем химико-физического сектора ФТИ, на базе которого в 1931 г. основал Институт химической физики АН СССР (ныне — ФИЦ ХФ РАН), бессменным директором которого был до конца своей жизни. В 1929 году избран членом-

корреспондентом, а в 1932 году — действительным членом Академии наук СССР.

В 1934 году опубликовал монографию “Химическая кинетика и цепные реакции”, где обосновал существование механизма разветвленной цепной реакции, который отвечает за многие химические процессы. С началом Великой Отечественной войны в 1941 году Семёнов был эвакуирован в Казань, где занимался проблемами горения и взрыва. В 1943 году вместе с Институтом химической физики вернулся из эвакуации в Москву.

С 1944 года, когда физический факультет МГУ вернулся из эвакуации, Николай Николаевич стал преподавать в МГУ. В 1944 году Семёнов организовал на химическом факультете МГУ кафедру химической кинетики, которой он руководил более 40 лет.

Совместно с П.Л. Капицей, Л.Д. Ландау и С.А. Христиановичем Н.Н. Семёнов был одним из основателей Московского физико-технического института (МФТИ) в 1946 г., создателем и научным руководителем факультета молекулярной и химической физики этого института.

В 1947 году Н.Н. Семёнов вступил в ряды КПСС и стал кандидатом в члены ЦК КПСС, а с 1961 по 1966 г. трижды выбирался депутатом Верховного совета СССР. Занимал должности академика-секретаря Отделения химических наук АН СССР (с 1957 по 1971 г.). С 4 июля 1963 г. по 28 мая 1971 г. был вице-президентом АН СССР. В 1981 году основал журнал “Химическая физика” и в качестве главного редактора руководил им. Принимал активное участие в движении ученых против угрозы ядерной войны (Пагуошское движение).

Н.Н. Семёнов постоянно находился в кругу выдающегося научного коллектива. Под руководством А.Ф. Иоффе начинали свою научную деятельность будущие лауреаты Нобелевской премии П.Л. Капица, Н.Н. Семёнов и Л.Д. Ландау, а также крупнейшие советские ученые: А.П. Александров, А.И. Алиханов, Л.А. Арцимович, М.П. Бронштейн, Я.Г. Дорфман, И.К. Кикоин, Б.П. Константинов, И.В. Курчатов, будущий Нобелевский лауреат И.Е. Тамм и многие другие. Важным достижением академика Н.Н. Семёнова является создание научной школы, включающей целый ряд крупных физиков и химиков (см. рис. 1). К ним относятся Я.Б. Зельдович, В.Н. Кондратьев, Ю.Б. Харитон, К.И. Щелкин, Н.М. Эмануэль, Д.А. Франк-Каме-нецкий и другие знаменитые ученые.

Остановимся более подробно на достижениях школы Н.Н. Семёнова, который уделял много внимания не только решению фундаментальных проблем, но и прикладных задач. Одним из первых он настойчиво обращался в правительство по поводу скорейшего развития работ по созданию атомного оружия. Принцип действия атомной

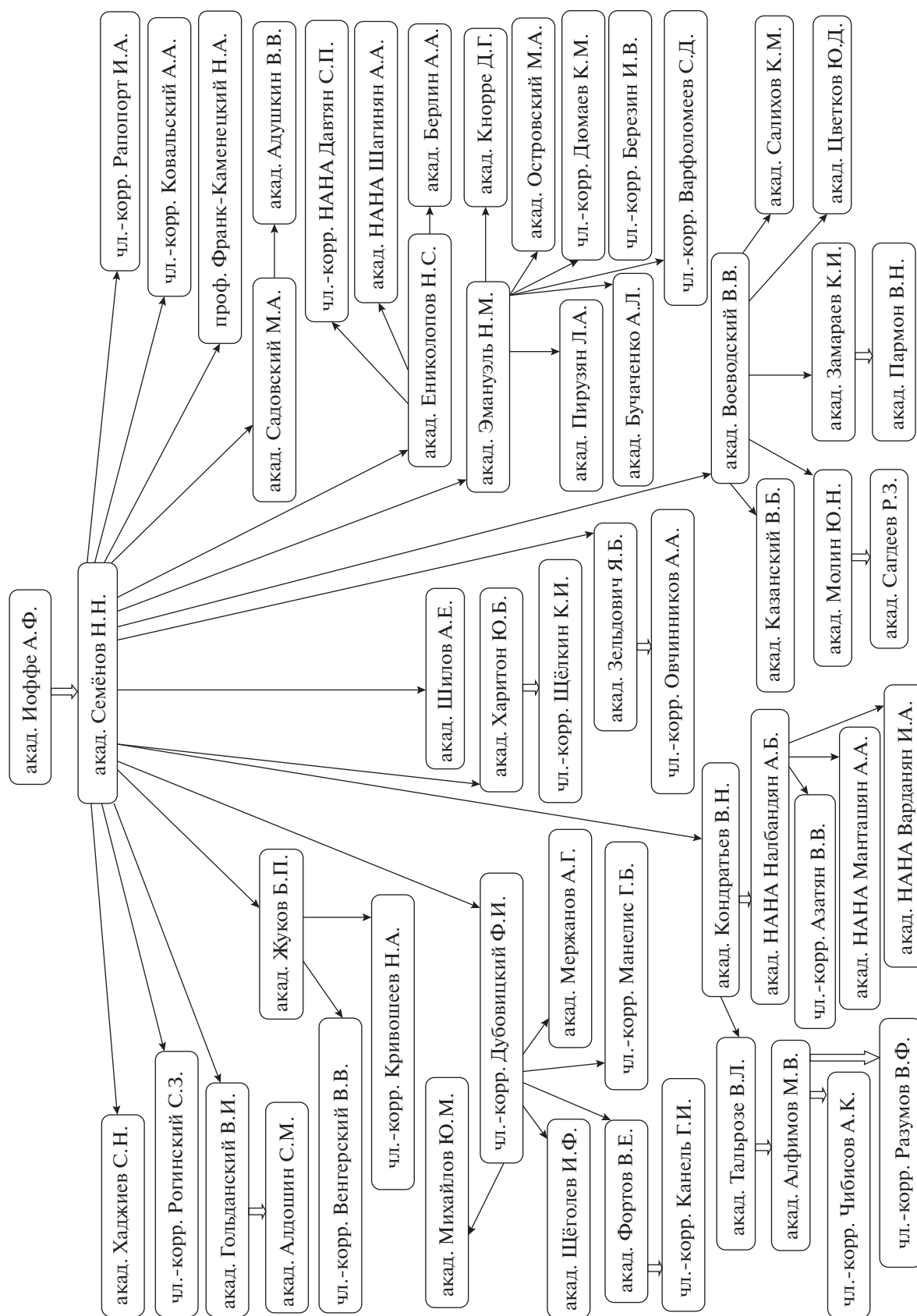


Рис. 1. Научная школа лауреата Нобелевской премии академика Н.Н. Семёнова.

бомбы также основан на цепной разветвленной реакции деления урана, плутония и других радиоактивных металлов. Поэтому три его ученика были удостоены звания трижды Героя Социалистического Труда за свои работы: Ю.Б. Харитон — директор и научный руководитель ядерного центра “Арзамас-16”, где создавалась первая атомная бомба; Я.Б. Зельдович — главный теоретик; К.И. Шелкин — организатор и научный руководитель ВИИТФ (“Челябинск-70”), где также занимались разработкой ядерного оружия. Харитон был автором первой работы, с которой начиналась история открытия цепных разветвленных реакций. Причем большая часть сотрудников ИХФ АН СССР была привлечена к работам по испытаниям ядерного оружия, и был организован специальный сектор, которым руководил М.А. Садовский.

Традиционная тематика института — химическая кинетика. Поэтому возникла необходимость создания подробного справочника кинетических констант, которое осуществил В.Н. Кондратьев. Следующим важным направлением ИХФ стало развитие в СССР масс-спектрометрии, основателем которого стал В.Л. Тальрозе. Для анализа промежуточных частиц и радикалов в цепных процессах В.В. Воеводский впервые применил метод электронного парамагнитного резонанса. В ИХФ АН СССР были разработаны и многие другие оригинальные методы измерения сверхмалых концентраций различных промежуточных частиц. Многие магнитные эффекты в химической кинетике обнаружил А.Л. Бучаченко (директор ИХФ с 1994 по 1996 г.). Он открыл радиоиндуцируемый магнитный изотопный эффект, обнаружил микроволновое излучение при протекании химической реакции и спинового катализа, а также предсказал ряд других эффектов [4–6]. Новую область химической кинетики, учитывающую процессы тепло- и массопередачи, получившую название “Макрокинетика”, разработали Д.А. Франк-Каменецкий и Я.Б. Зельдович. Реакциями в твердой фазе стал заниматься П.Ю. Бутягин, а позже — Н.С. Ениколопов. Возможность использования химической кинетики для решения экологических проблем атмосферы и воды разрабатывалась в работах А.П. Пурмали с соавт. Лидером применения фемтосекундной спектроскопии для исследования сверхбыстрых реакций и химической динамики, включая биологические процессы, стал О.М. Саркисов, эстафету которого подхватил в последние годы директор ФИЦ ХФ РАН В.А. Надточенко.

Теория горения и детонации газов, гетерогенных систем и твердых тел также создавалась в ИХФ АН СССР под руководством Я.Б. Зельдовича, А.Г. Мержанова, Б.В. Новожилова и многих других крупных ученых. Эти работы нашли громадные практические приложения в оборонной

промышленности и народнохозяйственной деятельности страны.

Кинетику биологических процессов начал развивать в ИХФ Н.М. Эмануэль, который внес огромный вклад в исследование процессов окисления углеводов, открыв, в частности, реакцию вырожденного разветвления. Ядерные методы исследования в химическую физику привнес В.И. Гольдманский (директор ИХФ АН СССР в 1988–1994 гг.). В его отделе были развиты методы аннигиляции позитрония, тритиевой планиграфии и мессбауэровской спектроскопии применительно к проблемам химической физики [7].

В 1956/57 годах Николай Николаевич Семёнов, побывав на международной конференции по полимерам, пришел к выводу о том, что будущее за полимерами и институту необходимо ими заниматься. На него сильное впечатление произвели шубы из синтетического волокна и то обстоятельство, что реакция полимеризации есть цепной процесс, а длина цепи имеет материальное воплощение в виде длины полимерной цепочки. Отдел полимеров возглавил А.М. Маркевич, а потом — Н.С. Ениколопов. Здесь необходимо отметить Н.М. Чиркова, который сразу стал одним из крупнейших специалистов по циглеровскому катализу в мире, С.Г. Энтелеса, ставшего известным ученым в области поликонденсации, получения полиизоцианатов и жидкофазной кинетики. В это же время в отделе работал Л.А. Блюменфельд, известный во всем мире биофизик. Укажем также на выдающиеся работы А.А. Берлина, пришедшего в ИХФ известным специалистом-полимерщиком и создавшего в нашей стране два крупных направления — химии олигомеров и полисопряженных полимеров [8].

Фундаментальные исследования по кинетике, термодинамике и механизмам процессов полимеризации, макрокинетике сверхбыстрых химических процессов, деструкции и горению полимерных материалов, а также по механизмам разрушения и прочности полимеров, армированных и наполненных композиционных материалов выполнил А.А. Берлин — директор ИХФ в 1996–2016 гг. и научный руководитель ФИЦ ХФ РАН в настоящее время. Он создал теорию макрокинетики быстрых реакций в турбулентных потоках; открыл новое явление — диспергирование полимерной матрицы под действием микровзрывов капсул с низкикипящим перегретым антипиреном; разработал пути снижения горючести полимеров; внедрил новые полимерные материалы пониженной горючести. С использованием методов компьютерного моделирования получил новые результаты в физике конденсированного состояния, касающиеся переходов из кристаллического в стеклообразное состояние, плавления и стеклования [9]. Кроме того, он участвовал в разработке нового научного

направления — химической физики D- и E-слоев ионосферы [10, 11], где обнаружено, что их оптические свойства в значительной степени определяются химическими реакциями с участием электронно-возбужденных состояний.

Необходимо также упомянуть работы С.Г. Энтелеса, ставшего известным ученым в области поликонденсации, получения полиизоцианатов и жидкофазной кинетики.

Сильнейшей стороной ИХФ им. Н.Н. Семёнова всегда было сочетание экспериментальных и теоретических исследований. Высочайший уровень последних сначала поддерживался знаменитым физиком-теоретиком Я.И. Френкелем и Я.Б. Зельдовичем, а затем — теоретическим отделом ИХФ, который возглавлял А.С. Компанеец. Следует отметить и других выдающихся организаторов — учеников Н.Н. Семёнова: Ю.Б. Харитон и К.И. Шелкин, о которых говорилось выше; Ф.И. Дубовицкий, создавший филиал института в Черногоровке (ныне ИПХФ РАН); А.Б. Налбандян — организатор и директор института химической физики в Ереване; А.А. Ковальский и Ю.Н. Молин, создавшие вместе с В.В. Воеводским институт кинетики и горения; К.И. Замараев и В.Н. Пармон, руководившие институтом катализа в Новосибирске; Н.С. Ениколопов, создавший институт синтетических полимерных материалов в Москве; А.Г. Мержанов — директор и научный руководитель института структурной макрокинетики в Черногоровке. Далее отметим В.Л. Тальрозе, который много лет был первым заместителем директора ИХФ, а затем возглавил выделившийся из ИХФ Институт энергетических проблем химической физики РАН; А.Е. Шилова — организатора и первого директора Института биохимической физики; М.В. Алфимова — в настоящее время научного руководителя центра фотохимии РАН.

Конечно, многое и многие не упомянуты в этой краткой вступительной статье. Для более подробного знакомства с историей ИХФ желающих следует отослать к прекрасной книге Ф.И. Дубовицкого [2].

Необходимо также подчеркнуть, что Н.Н. Семёнов чрезвычайно важное значение придавал подготовке кадров и работе с молодежью. Он принимал самое активное участие в создании Московского физико-технического института, где факультет химической физики МФТИ возглавляли его ученики — сначала В.В. Воеводский, затем В.Л. Тальрозе. Многие выпускники МФТИ и сейчас работают в ИХФ. В Московском государственном университете Николай Николаевич создал кафедру химической кинетики. Его заместителем долгое время был Н.М. Эмануэль. В Московском инженерно-физическом институте была создана кафедра быстропротекающих про-

цессов под руководством С.М. Когарко — ученика Семёнова. В результате выпускники лучших технических вузов составляют основу сегодняшнего Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семёнова.

Перейдем теперь к обсуждению вопроса об участии академика Николая Николаевича Семёнова в “Атомном проекте СССР” на основе документов, хранящихся в архивах госкорпорации “Росатом” и ФИЦ ХФ РАН. По существу речь идет о научно-техническом наследии Н.Н. Семёнова, относящемся к советскому атомному проекту, т.е. периоду 1945–1953 гг. Однако все вышеперечисленное является лишь частью, хотя и значительной, творчества нашего великого современника. Дело в том, что специалисты ИХФ АН СССР и сам Н.Н. Семёнов принимали участие в оснащении нового полигона — Северного (Новоземельского или объекта № 700) на острове Новая Земля и научном сопровождении при проведении испытаний ядерного и водородного оружия на этом полигоне, в том числе под водой. По этой причине, согласно постановлению правительства в ИХФ АН СССР был организован отдел подводных испытаний. В этой связи научно-организаторскую “ядерную” деятельность Семёнова, имевшую важное государственное значение для обеспечения безопасности государства, условно можно разделить на два периода: первый — 1945–1953 гг. (“Атомный проект СССР”) и второй — после 1953 г.

В настоящей статье мы приводим информацию о первом периоде участия Н.Н. Семёнова в атомном проекте, позволяющую получить представление о характере его деятельности совместно с сотрудниками ИХФ, который он успешно возглавлял многие годы. Это была беспрецедентная по своей централизации, напряженности, новизне и сложности научно-исследовательская и реализационная деятельность, в которой участвовала практически вся промышленность и наука Советского Союза. Благодаря участию в атомном проекте выдающихся ученых и инженеров в короткий срок удалось решить задачу по созданию первых образцов атомной и водородной бомб, что заложило основы для широкомасштабного развития мощной атомной промышленности страны, системы атомного и водородного оружия в качестве надежного средства обеспечения безопасности государства.

В советском атомном проекте, как было указано выше, приняла участие большая когорта выдающихся ученых и инженеров. К ним в первую очередь относятся научный руководитель атомного проекта И.В. Курчатов и его соратники (и далее по алфавиту): А.П. Александров, Л.А. Арцимович, А.А. Бочвар, С.И. Вавилов, Б.Л. Ванников, Н.А. Доллежал, Н.Л. Духов, З.В. Ершова, Я.Б. Зельдович, М.В. Келдыш, И.К. Кикоин,

Л.Д. Ландау, М.Г. Первухин, А.И. Савин, М.А. Садовский, А.Д. Сахаров, Е.П. Славский, А.Н. Тихонов, К.И. Щелкин, Ю.Б. Харитон и этот перечень можно продолжить. В этом ряду заслуженно находятся советские лауреаты Нобелевской премии В.Л. Гинзбург, Л.В. Канторович, П.Л. Капица, Л.Д. Ландау, Н.Н. Семёнов, И.Е. Тамм, И.М. Франк и П.А. Черенков.

Об участии отечественных лауреатов Нобелевской премии в Атомном проекте известно по многочисленным журнальным статьям, однако ознакомление с технической литературой последних 20 лет свидетельствует об ограниченности публикаций, касающихся научно-технического наследия ученых, внесших серьезный вклад в создание первых образцов атомной и водородной бомб, развитие ядерной науки и атомной промышленности страны.

В настоящей статье изложена документальная информация о вкладе Н.Н. Семёнова в развитие ядерной науки и техники для решения основной задачи советского атомного проекта, которая была подготовлена на основе его докладов, сообщений, экспертных заключений и официальных писем. Часть информации приведена в книге одного из ветеранов ФГУП ФЯЦ ВНИИЭФ А.К. Чернышева “Николай Николаевич Семёнов — выдающийся ученый и организатор “Атомного проекта СССР””, изданной в РФЯЦ–ВНИИЭФ в 2012 г. Оригинальная информация о деятельности Н.Н. Семёнова в атомном проекте представлена в книге [12], содержащей ряд неизвестных фактов из научной жизни ученого.

Подготовка настоящего юбилейного номера журнала “Химическая физика” и появление книг [12, 13] стали возможными лишь в результате издания в течение 1998–2010 гг. сборника архивных документов “Атомный проект СССР” в 3-х томах (12 книг). В этих материалах содержится большой массив рассекреченных постановлений Совета министров СССР, протоколов Спецкомитета и научно-технического совета (НТС) Первого Главного управления (ПГУ) при Совмине СССР, где описана история создания уникальной отечественной атомной науки и техники. Опубликованные в этом сборнике исторические материалы свидетельствуют о том, что комплекс мероприятий, который называют “Атомным проектом СССР”, относится к периоду 1945–1953 гг., характеризующемуся беспрецедентным развитием в СССР новой наукоемкой отрасли знаний и техники, имеющей исключительно важное государственное значение.

Созданная система управления атомным проектом позволила исключить разрыв между идеями и предложениями ученых и инженеров и их реали-

зацией. По мере приобретения опыта сложился исключительно рациональный и эффективный порядок управления новой отраслью. Подавляющее большинство принципиальных организационных и научно-технических вопросов и проектов должны были обязательно обсуждаться на НТС. В качестве экспертов привлекались высококвалифицированные ученые и инженеры страны, которые докладывали свои заключения на заседаниях НТС. Протоколы с решениями НТС утверждались руководством ПГУ и в организации они не рассылались. Поэтому секретариат НТС готовил персональные поручения руководства ПГУ администраторам и ученым, указанным в решениях НТС. Наиболее важные вопросы, требующие решения правительства, были предметом неоднократно обсужденных на заседаниях Спецкомитета.

В заключение заметим, что книги [12, 13] могут представить интерес не только для научных сотрудников атомной промышленности, но и для всех, кто интересуется историей отечественной науки и техники.

А.А. Берлин, Г.В. Голубков

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воспоминания об академике Николае Николаевиче Семёнове / Отв. ред. Шилов А.Е. М.: Наука, 1993.
2. Дубовицкий Ф.И. Институт химической физики. М.: Наука, 1996.
3. Семёнов Н.Н. Молодежь и будущее. М.: МГУ, 2010.
4. Бучаченко А.Л. // Успехи химии. 1987. Т. 56. № 10. С. 1593.
5. Бучаченко А.Л. // Успехи химии. 1995. Т. 64. № 9. С. 863.
6. Buchachenko A.L. Magneto-biology and medicine. N.Y.: Nova Sci. Publ., 2014.
7. Гольданский В.И. Эффект Мёссбауэра и его применение в химии. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
8. Берлин А.А., Королёв Г.В., Кефели Т.Я. и др. Акриловые олигомеры и материалы на их основе. М.: Химия, 1983.
9. Берлин А.А. // Соровский образоват. журн. 1996. № 9. С. 57.
10. Kuverova V.V., Adamson S.O., Berlin A.A. et al. // Adv. Space Res. 2019. V. 64. № 10. P. 1876.
11. Golubkov G.V., Manzhelii M.I., Berlin A.A. et al. // Atmosphere. 2020. V. 11. № 6. P. 650.
12. Адушкин В.В., Сулимов А.А. Вклад ученых Химфизики в советский Атомный проект / Под ред. Михайлова Ю.М., Фролова С.М. М.: Торус Пресс, 2019.
13. Атомный проект СССР: Документы и материалы. В 3 т. / Под общ. ред. Рябева Л.Д. Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 1998–2010.