

Царь-снаряд для атомной артиллерии

Д. В. ШИРКОВ



ШИРКОВ Дмитрий Васильевич – физик-теоретик, академик РАН. Главные направления научных исследований: квантовая теория поля, теория сверхпроводимости и дисперсионных соотношений. После создания Сибирского отделения АН СССР десять лет работал в Институте математики СО АН СССР, затем совмещал работу в Объединенном институте ядерных исследований (Дубна) и Московском государственном университете. Лауреат Ленинской премии (1958) и Государственной премии СССР (1984). Автор и соавтор более 200 научных работ

Ключевые слова: ядерное оружие, атомный артиллерийский снаряд, ядерный заряд, имплозия
Key words: nuclear weapon, artillery fired atomic projectile, nuclear explosive, implosion

Отечественные атомные проекты стали вынужденной ответной мерой по предотвращению новой угрозы миру, внезапно возникшей на исходе Второй мировой войны. Советские ученые и инженеры, как и их американские коллеги, трудились во имя победы над смертельной опасностью. Однако триумф первых создателей атомного оружия был омрачен его варварским и неоправданным применением против японских городов. Гордость за победу наших ученых и специалистов, сделавших несостоятельной новую мировую, уже ядерную войну, за прошедшие десятилетия только окрепла.

В августе 1949 года было успешно проведено первое испытание советской атомной бомбы, с этого времени переставшей быть монополией США. В 1953 году после испытания в СССР первой в мире водородной авиацион-

Советские проекты по созданию атомной и термоядерной бомб, упрочившие победу в Великой Отечественной войне и избавившие мир от угрозы новой глобальной катастрофы, в той или иной мере известны многим. Однако с историей создания атомного снаряда для тактической артиллерии и ее документальными, прежде засекреченными свидетельствами знакомы немногие. Автор этого материала стал самым молодым лауреатом Ленинской премии 1958 года за разработку нового вооружения, сыгравшего важную роль в противостоянии ядерных сверхдержав

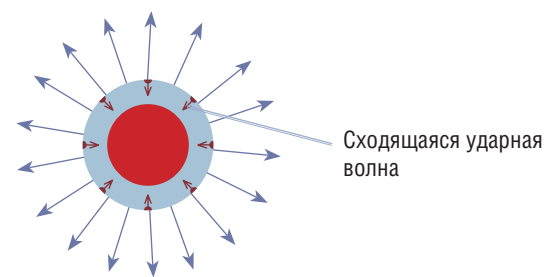
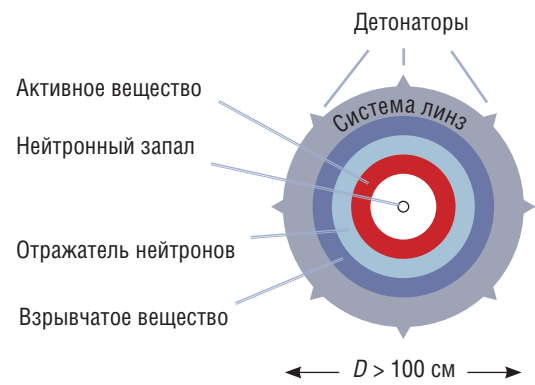


Артиллерийские самоходные орудия с ядерным боеприпасом на военном параде. Москва, 7 ноября 1957 года

ной бомбы возможность тотального ядерного диктата фактически была устранена. Оба проекта осуществлены силами лучших отечественных ученых и специалистов в секретном городке КБ-11 (он же Арзамас-16, ныне Саров).

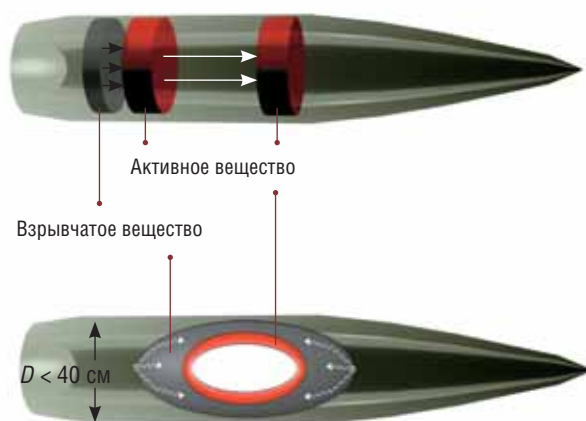
Однако к началу 50-х годов американский ядерный арсенал сохранял подавляющее превосходство: США имели уже несколько сотен атомных бомб, а СССР пока считал их на единицы. Узким местом оставалась и технология разделения изотопов урана. Возможности нашего ответного удара в случае агрессии были весьма ограниченными.

В 1951 году США провели успешные испытания ядерного артиллерийского снаряда. Спустя два года исследования в этой области начались и в КБ-11. Весной 1953 года руководителем теоретических и экспериментальных работ по созданию атомного заряда для артиллерийского снаряда был назначен академик Михаил Алексеевич Лаврентьев. Имея к этому времени солидный арсенал достижений в математике и механике, организационно-технические успехи в области экспериментальной физики взрыва и богатый опыт научно-административной работы, он оказался прекрасным руководителем сложносочиненной и сложноподчи-



Схемы конструкции сферического ядерного заряда (вверху) и его подрыва на механизме имплозии (показан момент схлопывания и срабатывания нейтронного запала)

Механизм пушечного сближения критической массы активного вещества в атомном артиллерийском снаряде (США, 1951)



Артиллерийский снаряд с ядерным зарядом на основе механизма имплозии (СССР, 1956)

Физическая часть атомной бомбы конца 40-х гг. представляет собой сферу диаметром около 100 см со сферическим ядерным зарядом. Сам ядерный заряд из активного вещества ^{235}U или ^{239}Pu выполнен в виде тонкостенной металлической сферической оболочки и в исходном состоянии подкритичен. В центре пустой внутренней полости помещается нейтронный запал. Снаружи к активному веществу примыкает слой из отражателя нейтронов ^{238}U , а затем слой твердого взрывчатого вещества. Далее располагается система линз, фокусирующих ударную волну от детонаторов, расположенных почти на поверхности внешнего слоя взрывчатого вещества. Взрыв бомбы запускается одновременным инициированием детонаторов. Система линз формирует практически правильную сферическую ударную волну, сходящуюся внутрь и сжимающую сферическую оболочку из активного вещества (такой подрыв ядерного заряда именуется *имплозией*). В момент ее схлопывания в сферу приводится в действие специальный запал, впрыскивающий в систему нейтроны, после чего начинается цепная ядерная реакция, приводящая к взрыву. Иницирование ядерного взаимодействия точно в момент схлопывания значительно уменьшает вероятность так называемого неполного взрыва в результате преждевременного начала цепной реакции от случайного нейтрона, рожденного, например, частицей космического излучения. Сжатие ударной волной (сферическое обжатие) активного вещества приводит к существенному снижению его критической массы, что дает заметную экономию ядерного горючего

Ядерную начинку для артиллерийского снаряда калибра около 40 см можно было делать по-разному. Ядерный заряд американского снаряда образца 1951 года приводился в действие механизмом пушечного сближения двух компонент критической массы активного вещества внутри летящего снаряда. Недостатком такого подхода является низкий КПД и значительная вероятность неполного взрыва снаряда. Американцы, уже имевшие солидный запас ядерного горючего, могли себе позволить такие боеприпасы. Можно сказать, что это был снаряд для богатых.

Конструкция ядерного заряда, созданного командой М. А. Лаврентьева, напоминала среднеазиатскую дыню, которую предстояло разместить внутри цилиндрического артиллерийского снаряда. Фактически это было подобие сферического заряда, сильно вытянутого вдоль полярной оси. В этом случае последовательность расположения внутренних оболочек, равно как и физика взрыва, в общих чертах остаются теми же, что и для сферического ядерного заряда. Можно сказать, что это был снаряд для бедных, вызванный жестокой необходимостью



Академик М. А. Лаврентьев, крупнейший советский математик и механик, выдающийся организатор отечественной науки, возглавил проект по созданию атомного артиллерийского снаряда в СССР

№ 34. Павлову Н.И. – Александров А.С., Харитон В.Б., Щелкин К.И., Ильевин А.А.
О переводе Лаврентьева М.А. в КБ-11 для работ по артиллерийским системам.
12 января 1953 г.

РАССЕКРЕТНО
СОБСЕРВАННО
(Особая папка)

ТОВАРИЩУ ПАВЛОВУ Н.И.

Исследование возможности создания изделий типа *артиллерийского снаряда* выявило значительные трудности решения этого вопроса на основе существующего метода *сферического обжатия*. Изделие с наименьшими габаритами и достаточно эффективным использованием *активного вещества* в настоящее время представляется возможным в виде наполняемого в полете *надкалиберного снаряда*, в котором сохраняется принцип *сферического обжатия*.

В 1952 г. выдвинут ряд предложений по *обжатию* с применением систем, имеющих *осевую*, а не *сферическую симметрию* (путем применения *овальных зарядов*, *раструбных систем* и т.д.).

Развернутые исследования по разработке и проверке новых принципов *обжатия* с помощью удлиненных *зарядов* предусматриваются в плане работы *КБ-11* на 1953 г. Успех работы решительным образом зависит от теоретического анализа и выбора оптимальных вариантов осесимметричных систем, т.е. от решения весьма сложных теоретических и экспериментальных трехмерных (две координаты и время) задач гидродинамики и газовой динамики. Даже подготовка их решения на быстрых счетных машинах представляет сложную математическую проблему.

Для руководства этими исследованиями в *КБ-11* необходим крупный гидромеханик. Такого рода специалист мог бы оказать существенную помощь также в математической постановке и решении общих гидродинамических проблем, связанных с развитием ядерных реакций и теорией *КПД осесимметричных систем*.

Подходящей кандидатурой для руководства указанной работой является академик Лаврентьев М.А., крупный специалист по гидро- и газодинамике, выдающийся математик, хорошо владеющий современной машинной вычислительной техникой, основатель теории кумулятивных снарядов и известный специалист по применению *взрывчатых веществ*.

Просим перевести товарища Лаврентьева М.А. в *КБ-11* с тем, чтобы он возглавил работу по исследованию *обжатия* с помощью осесимметричных систем в первую очередь применительно к *артиллерийским* вариантам.

Привлечение т. Лаврентьева М.А. в качестве руководящего работника *КБ-11* будет весьма важно как для успешного развития новых работ, так и вообще для укрепления научного руководства в *КБ-11*.

А. Александров.
В. Харитон
К. Щелкин
А. Ильевин

12 января 1953 г.

Ф.1, оп.2с, ед.хр.60дов, л.22-23
Отпуск



МОИ УНИВЕРСИТЕТЫ

Завершалось мое обучение на физфаке МГУ. В конце 1948 года я решил писать дипломную работу у известного в университете профессора, члена-корреспондента Академии наук Н. Н. Боголюбова, получившего год назад Сталинскую премию за работы по теоретической физике, в том числе за монографию «Динамические уравнения статистической физики».

Передо мной была поставлена задача упрощения кинетического уравнения переноса, т. е. диффузии и замедления нейтронов. Это довольно звероподобное интегро-дифференциальное уравнение для функции распределения, имевшее три независимые переменные даже в случае сферической симметрии. В общем случае оно поддавалось лишь громоздкому численному расчету, а известные приближения (односкоростное, диффузионное, возрастное) были слишком грубы для имевшихся в виду практических применений. Весьма примечателен тот факт, что шеф лишь сформулировал мне задачу, даже не наметив пути ее решения.

Проблема была интересна технически и очень важна по существу – любое серьезное продвижение позволяло надеяться на значительную экономию в численных расчетах, что приводило к выигрышу во времени. А этот фактор сурово довлел над нашей деятельностью. Ведь первая советская атомная бомба была испытана лишь в августе следующего, 1949, года.

В течение нескольких месяцев удалось серьезно продвинуться в решении поставленной задачи. За основу нового приближения я взял упрощение ядра интегрального оператора, так называемой индикатрисы рассеяния (помню, что главная идея пришла мне в голову во время комсомольской конференции МГУ, когда, специально сев на галерке подальше от других делегатов, я погрузился в размышления под монотонный рокот отчетного доклада).

После снятия в середине 50-х годов грифа секретности с теоретической части моих исследований метод так называемого синтетического ядра в теории диффузии и замедления нейтронов был опубликован в журнале «Атомная энергия». Со временем стало ясно, что ничего равноценного американским коллегам придумать не удалось. Доступность мощных вычислительных средств потворствует философии «компьютер есть – ума не надо».

...К моменту появления М. А. Лаврентьева в КБ-11 мне было 25 лет, но я уже прошел четырехлетний путь с Н. Н. Боголюбовым от студента-дипломника до участника проекта по созданию водородной бомбы. Мне удалось придумать и довести до ума простой и точный метод учета замедления и диффузии нейтронов в средах,

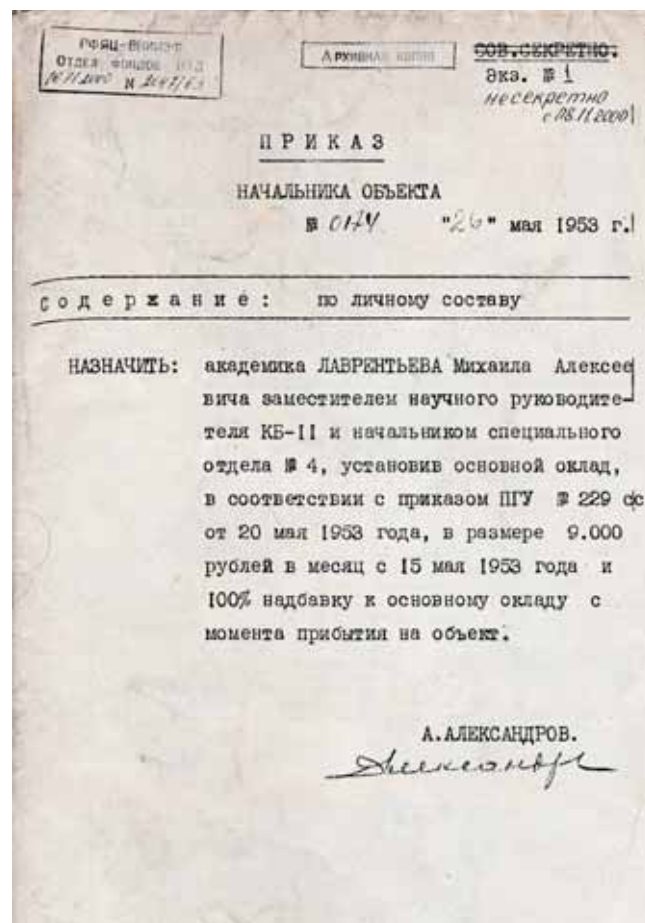


Д. В. Ширков в мае 1950 года по прибытии в КБ-11

содержащих легкие ядра атомов водорода и дейтерия. Эту работу я защитил как кандидатскую диссертацию в присутствии самого И. В. Курчатова, а за участие в проекте получил свою первую награду – Орден Трудового Красного Знамени.

Думаю, благодаря этим результатам, рекомендации Н. Н. Боголюбова и с одобрения высшего руководства, мне доверили ответственность за расчет процесса развития цепной ядерной реакции от момента схождения волны имплозии к центру изделия и вероятности неполного взрыва. Так я оказался в команде М. А. Лаврентьева, в которой проработал следующие три года над созданием ядерной начинки для артиллерийского снаряда.

...Испытания ядерного заряда на Семипалатинском полигоне в марте 1956 года несколько дней откладывались из-за неподходящих метеоусловий (ветер дул в сторону города). В ожидании нужной погоды на берегу Иртыша мы с Л. В. Овсянниковым изобрели азартные шахматы (игра на деньги с бросанием костей перед каждым ходом, дабы как-то уравновесить его высокое искусство и мой авантюризм), а также беседовали об открытой науке. Лев Васильевич заинтересовался функциональными уравнениями ренормализационной группы в квантовой теории поля, которыми я в то время занимался, и в течение нескольких дней нашел их общее решение. Статью с его результатами академик Н. Н. Боголюбов представил в «Доклады Академии наук» спустя всего три недели после успешного испытания нашего ядерного заряда под Семипалатинском.



Руководство сложным научно-организационным проектом стало для М. А. Лаврентьева важной прелюдией главного и самого масштабного дела его жизни – создания Сибирского отделения Академии наук.

На снимке слева направо: М. А. Лаврентьев, А. А. Дерибас и Л. В. Овсянников во время эксперимента в Институте гидродинамики СО АН СССР (Новосибирск)

ненной команды ученых, инженеров и конструкторов. Он не только держал в голове все детали и особенности разнородных научных и технических вспомогательных проектов, но и с энтузиазмом подключался к решению проблем, возникавших в каждом из них.

Трудности перехода

К разрабатываемой в КБ-11 конструкции ядерного заряда предъявлялись исключительно жесткие требования не только по требуемым габаритам, но и по прочности всех его частей, которая с учетом больших перегрузок при выстреле снаряда должна была многократно превосходить ранее созданное ядерное оружие.

Нарушение сферической симметрии значительно усложняло расчеты несинхронного в этом случае под-



Ветераны Великой Отечественной войны, лауреаты Ленинской премии 1958 года за создание ядерного заряда для артиллерийского снаряда (слева направо): Л. В. Овсянников (расчет газодинамического обжатия изделия), В. М. Некруткин (отработка газодинамического обжатия изделия), А. И. Абрамов (конструктор изделия)

Решение
Отдел кадров ЦК
16.11.57 № 2097/57

АРХИВНАЯ КОПИЯ

Уд. № 2
ИССЛЕДОВАНИЕ
1.08.11.2000

В КОМИТЕТ ПО ЛЕНИНСКИМ ПРЕМИЯМ.

В течение 5 лет / 1952-57гг / группа работников КБ-11 МСМ под руководством академика Лаврентьева И.А. разработала первый образец атомного заряда для артиллерийского снаряда.

В 1956 году в стационарных условиях был произведен атомный взрыв разработанного заряда, мощность заряда соответствовала назначенному значению. В 1957 году, после завершения разработки соответствующей пушки, путем многократного отстрела снарядов с атомным зарядом /без активного вещества/ было показано, что заряд сохраняет работоспособность после действия больших перегрузок при выстреле.

Результаты всех проведенных испытаний показали, что разработку атомного заряда для артиллерийского снаряда следует считать законченной.

В процессе научно-конструкторских работ над этим атомным зарядом был решен ряд сложных задач, связанных с особенностями применения атомного заряда в артиллерии:

- 1/ на основе расчетов и анализа многочисленных вариантов выбрана и экспериментально проверена конструкция, обеспечивающая наиболее эффективное использование ядерного горючего в малых, по сравнению с бомбами и ракетами, весах и габаритах;
- 2/ разработана конструкция заряда, выдерживающая большие перегрузки при выстреле, что при специфических особенностях конструкции атомных зарядов представляло значительные трудности;
- 3/ разработана новая конструкция системы возбуждения взрыва вспомогательного заряда взрывчатого вещества;
- 4/ разработана конструкция вспомогательного заряда ВВ, удовлетворяющая особым требованиям в отношении работоспособности после выстрела и т.д.

Выдвинутые в процессе работы методы расчета, а также ряд конструкторских решений широко используются в настоящее время при разработке артиллерийских атомных зарядов других калибров.

Из числа членов большого коллектива научных и инженерно-технических работников КБ-11 МСМ, участвовавших в создании артиллерийского атомного заряда, наибольший вклад внесли следующие товарищи:

рыва детонаторов для синхронного схождения ударной волны к центру изделия (газодинамического обжатия ядерного заряда), а также процесса развития цепной ядерной реакции. В результате имплозии исходно пустотелая тонкостенная оболочка из активного вещества вместе с примыкающей к ней тяжелой отражающей нейтроны оболочкой из ^{238}U превращается в надкритичное сплошное двухслойное и слегка вытянутое квазисферическое тело, в которое впрыскиваются нейтроны из запала. Эта исходная для ядерного взрыва конструкция имеет осевую, а не сферическую симметрию. Появляющаяся при этом дополнительная переменная значительно усложняет расчеты, проводившиеся в то время практически без применения ЭВМ. В результате теоретикам приходилось не только находить упрощенные физически адекватные модели (уравнения), но и преобразовывать их к виду, удобному для численных ре-

шений на арифмометрах. Требования к используемым в расчетах численным методам также были высокими: простота, экономичность, устойчивость и достаточная точность. Здесь существенной была роль математика В. С. Владимиров, будущего академика и Героя Социалистического Труда.

Физические исследования и конструирование нового изделия были поручены заслуженным физикам-экспериментаторам, опытным конструкторам и инженерам, участвовавшим в создании атомной и водородной бомб. В то же время основные теоретические исследования М. А. Лаврентьев доверил молодой команде, самому старшему участнику которой Л. В. Овсянникову, проводившему газодинамические расчеты, было 34 года. Прошлой весной в новосибирском Академгородке мы поздравляли советника РАН, академика Л. В. Овсянникова со славным 90-летием.

- 2 -

1. Лаврентьев Михаил Алексеевич, научный руководитель разработки.
2. Ширков Дмитрий Васильевич, доктор физико-математических наук /анализ физических явлений и расчеты энерговыделения/.
3. Овсянников Лев Васильевич, кандидат физико-математических наук /газодинамические расчеты/.
4. Некруткин Виктор Михайлович, кандидат технических наук /научное руководство экспериментальной частью работ/.
5. Абрамов Анатолий Иванович, инженер /разработка конструкции заряда и её прочностные испытания/.

Создание первого образца атомного заряда для артиллерийского снаряда является крупным достижением отечественной науки и техники и дает основание просить о присуждении Ленинской премии т.т. Лаврентьеву И.А., Ширкову Д.В., Овсянникову Л.В., Некруткину В.В. и Абрамову А.И.

НАЧАЛЬНИК КБ-11 МСМ
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ КБ-11 МСМ
АКАДЕМИК
ПЕРВЫЙ СЕКРЕТАРЬ ГОРКОМА КПСС

н/н МУЗРУКОВ
30/11-57г.

н/н ХАРИТОН

н/н СИДКИН

Верно: *В.И.И.*



Лев Владимирович Альтшулер, ветеран Великой Отечественной войны, лауреат Сталинских премий I и II степени за определение плотности и максимального давления в центре при подрыве первых атомной и водородной бомб, а также за испытания ударно-волнового сжатия элементов конструкций. Внес значительный вклад в создание артиллерийского атомного снаряда

Письмо от 30 ноября 1957 года в Комитет по Ленинским премиям с представлением к высокой награде научных и инженерно-технических работников КБ-11, внесших наибольший вклад в создание ядерного заряда для артиллерийского снаряда



Артиллерийские самоходные установки для атомных снарядов, созданные в КБ И.И. Иванова, в Военно-историческом музее артиллерии, инженерных войск и войск связи МО РФ в Санкт-Петербурге



Музей ядерного оружия ВНИИЭФ в Сарове. Слева направо: первые отечественные атомная (1949) и серийная атомная (1953, сверху) бомбы, первая в мире водородная (термоядерная) бомба (1953), артиллерийский снаряд с ядерным зарядом (1956)

Проверено – снаряд есть!

К концу 1955 года все расчетно-теоретические и газодинамические исследования конструкции ядерного заряда были завершены. Выполнен был и большой объем экспериментальных работ, в том числе и прочностные испытания конструкции. Поскольку экспериментальной базы для таких работ в КБ-11 не было, то для их проведения создавались новые устройства и приспособления. По заданию М. А. Лаврентьева этими разработками руководил экспериментатор Б. В. Войцеховский, будущий академик и автор более ста изобретений, поражающий своей изобретательностью самых опытных конструкторов КБ-11 и умевший сравнительно простыми средствами решать проблемы, казавшиеся многим специалистам неразрешимыми.

Главное испытание нового ядерного заряда состоялось на Семипалатинском полигоне в марте 1956 года. Ответственные разработчики, включая теоретиков, лично присутствовали на испытании созданного ими изде-

лия. Такова традиция, обусловленная необходимостью получения быстрых и исчерпывающих консультаций из первых рук при возникновении нестандартных ситуаций. Здесь этого не потребовалось. Произведенный подрыв ядерного заряда показал достижение верхнего предела его расчетной мощности. Это был полный и заслуженный успех.

Однако окончательное завершение проекта по созданию тактической ядерной артиллерии потребовало еще некоторого времени. Изготовление самоходных орудий, способных стрелять ядерными снарядами, несколько затянулось, и испытательные стрельбы болванками были произведены на Ржевском полигоне только в конце 1956 года. Это были динамореактивные установки (КБ В. Г. Грабина, создавшего легендарную «Катюшу») и традиционные орудия откатного типа (КБ И. И. Иванова).

После окончательной доводки громоздких самоходных систем они были явлены миру на военном параде в Москве по случаю 40-летия Октябрьской револю-

ции – по Красной площади проползли две огромные артиллерийские самоходки, созданные для стрельбы атомными снарядами. Присутствовавшие на параде иностранные военные атташе были поражены увиденным. Однако тем дело и закончилось. В серию артиллерийское ядерное вооружение не пошло. Началась эра ракет!

Фактически с задержкой в два года наш труд был увенчан высокими правительственными наградами. Ключевые участники проекта из команды М. А. Лаврентьева были удостоены Ленинской премии, возобновленной в 1957 году.

В список лауреатов Ленинской премии 1958 года вошли Михаил Алексеевич Лаврентьев (руководитель), Анатолий Иванович Абрамов (конструктор изделия), Виктор Михайлович Некруткин (отработка газодина-

Редакция благодарит Музей ядерного оружия ВНИИЭФ (Саров) и его директора В.И. Лукьянова за предоставленные материалы

мического обжатия), Лев Васильевич Овсянников (расчет газодинамического обжатия), Дмитрий Васильевич Ширков (расчет ядерных реакций).

Этот список по праву должен был дополнить Лев Владимирович Альтшулер (методика и проведение измерений при модельных обжатиях), который был представлен к награде, но вычеркнут из списка лауреатов, поскольку в это время открыто выступил в защиту генетики.

Литература

Андрюшин И.А., Чернышов А.К., Юдин Ю.А. *Укрощение ядра: страницы истории ядерного оружия и ядерной инфраструктуры СССР. Саров, 2003.*

Жогин В.П. *Ядерный снаряд // Атом. 2002. № 18.*

Власова Е. *Академик на Объекте // Наука в Сибири. 2000. № 44–45. 17 нояб.*

Век Лаврентьева. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 456 с.