

ПАМЯТИ БОРИСА ВАСИЛЬЕВИЧА НОВОЖИЛОВА



(1930–2017)

Борис Васильевич Новожилов родился 8 июля 1930 г. в Алма-Ате. Его отец, Василий Федорович, работавший бухгалтером в системе Народного комиссариата путей сообщения СССР, вскоре после рождения сына был переведен на работу сначала в г. Томск, а спустя некоторое время — в Новосибирск, и Борис Васильевич считал Томск своей второй родиной. Школьное образование Борис начал получать в Томске, а завершил в Новосибирске (1947), отдавая предпочтение математике и физике — на «отлично», и... спорту — стал чемпионом Сибири по гимнастике среди юношей (9-й класс).

По настоянию отца Борис поступает в Новосибирский институт военных инженеров транспорта, но, не проучившись и года, подает документы в Ленинградский политехнический институт им. М. И. Калинина.



Самый молодой член команды



Чемпион Сибири

«Политех» Борис Васильевич Новожилов оканчивает в 1954 г. с «отличием». Распределение происходило просто: список выпускников по алфавиту поделили пополам, и верхнюю часть распределили в Ленинграде, а нижнюю, с Борисом, передали в Минобр в Москву. Он получил направление в ИХФ в теоретическую лабораторию А. С. Компанейца, который в то время участвовал в работах по Атомному проекту. И здесь Борис Васильевич выполнил ряд работ по определению радиуса поражения излучением высотного взрыва атомного заряда, предназначенного для уничтожения на большой высоте атомных боеголовок (кандидатская диссертация). Последующие испытания подтвердили правильность сделанных расчетов. Эта деятельность завершилась написанием известной монографии «Распространение гамма квантов в веществе» в соавторстве с О. И. Лейпунским и В. Н. Сахаровым [1]. В 1959 г. Б. В. Новожилов защитил кандидатскую диссертацию.

В начале 1960-х гг. в ИХФ прекращаются работы по Атомному проекту, и Борис Васильевич переключается на новую тематику — теорию горения. И уже в течение трех лет (1960–1962 гг.) он публикует ряд работ (в том числе [2–4]), в которых анализирует скорость горения в моделях смешанного пороха, распространение экзотермической реакции в конденсированной фазе пороха и другие вопросы, связанные с механизмом горения. В это же время он совместно с А. Г. Истратовым и В. Б. Либровичем публикует статью [5], в которой в рамках математической модели Я. Б. Зельдовича, решая задачу методом интегральных соотношений, были рассчитаны «кривые погасания» при вариации критерия $k = \beta(T_s - T_0)$. Кривая погасания — это граница, которая разделяет области сгорания и погасания пороха в зависимости от глубины и носительного характерного времени спада давления. Работа представляла значительный интерес, поскольку в теории горения, по-видимому, впервые в расчетах использовался метод интегральных соотношений. Кроме того, устанавливались новые параметры смены режимов. И, наконец, эта теоретическая работа породила целую серию экспериментальных работ в лаборатории О. И. Лейпунского по исследованию горения заряда при спадах давления в модельных ракетных двигателях на твердом топливе (РДТТ) и в установке бомба–ресивер, позволяющей независимо изменять глубину и скорость спада давления. Заметим, что связь и активное сотрудничество с экспериментаторами — характерная черта творчества Бориса Васильевича.

Новожилов Б. В. является одним из создателей теории нестационарного горения порохов. Собственно теория нестационарного горения была со-

здана в 1942 г. Я. Б. Зельдовичем. В его модели температура поверхности пороха предполагалась постоянной. Ряд выводов теории Зельдовича подтвердился на опыте, но в некоторых вопросах (например, область существования устойчивых режимов горения при постоянном давлении) обнаружилось разногласие с экспериментальными данными. Основываясь на модели Зельдовича, Борис Васильевич учел переменность температуры поверхности пороха. Его подход был основан на пренебрежении инерционностью всех процессов в газовой фазе и в реакционном слое конденсированной фазы. Он показал, что скорость горения и температура поверхности в нестационарных условиях определяются мгновенными значениями давления и градиента температуры на поверхности. Был найден критерий устойчивости стационарного горения пороха при постоянном давлении, содержащий два параметра. Один из этих параметров был введен Зельдовичем:

$$k = \beta (T_s^0 - T_0) ,$$

где $\beta = \partial \ln u^0 / \partial T_0$; T_0 и T_s — начальная температура и температура поверхности пороха соответственно; u — линейная скорость горения; верхний индекс «0» означает стационарные условия. Борис Васильевич Новожилов ввел еще один параметр — производную температуры поверхности по начальной температуре, определяемую в стационарном режиме:

$$r = \left(\frac{\partial T_s^0}{\partial T_0} \right)_p .$$

Было получено, что стационарный режим всегда устойчив при $k < 1$, а при $k > 1$ режим будет устойчив, если выполняется неравенство $r > (k - 1)^2 / (k + 1)$. При $r = 0$ (модель с постоянной температурой поверхности) полученный критерий переходит в критерий Зельдовича (режим устойчив при $k < 1$).

Учет переменности температуры поверхности привел к существенному увеличению области устойчивости стационарных режимов горения по сравнению со случаем постоянной температуры поверхности. Проведенные А. А. Зениным эксперименты с баллистическими порохами подтвердили критерий устойчивости Б. В. Новожилова с точностью до ошибок опыта. В рамках предложенной им теоретической модели был решен ряд задач, в том числе задача о горении при осциллирующем давлении. Сравнение результатов теории и экспериментальных данных показывает, что учет переменности температуры поверхности устраняет основную трудность модели с постоянной температурой поверхности — неустойчивость стацио-

нарных режимов горения пороха при нормальных начальных температурах. Это позволило приступить к теоретическому изучению нестационарных явлений при горении реальных систем. Получили свое объяснение такие экспериментальные факты, как устойчивость горения в камере и наличие собственной частоты колебаний скорости горения. Порядок частоты и ее зависимость от давления согласуются с опытными данными. Было получено качественное соответствие теории с экспериментальными данными по нестационарной скорости горения в камере и по потуханию пороха при сбросе давления. Подчеркнем, что не только в отечественном, но и в международном научном сообществе теория нестационарного горения получила официальное наименование «теория Зельдовича–Новожилова» и стала именоваться ZN-теорией.

На основании проведенных исследований Борис Васильевич в 1968 г. защитил докторскую диссертацию. Диссертация послужила основой для написания Б. В. Новожиловым монографии «Нестационарное горение твердых ракетных топлив» [6]. Без преувеличения можно сказать, что эта монография стала одной из самых известных книг по теории горения — на ней выросло не одно поколение специалистов в области горения.

Борис Васильевич Новожилов является общепризнанным классиком в области теории горения, основополагающие исследования которого вошли в золотой фонд науки. Им было решено множество важных и интересных задач в теории горения. Перечисление всех работ Б. В. Новожилова не является целью данной статьи, поэтому остановимся лишь на некоторых направлениях, которые представляются нам наиболее интересными.

В конце 1960-х — начале 1970-х гг. Б. В. Новожилов занимался решением задачи о распространении холодного пламени. Инициатором этой задачи являлся Н. Н. Семёнов. Дело в том, что еще в довоенные годы В. Г. Воронковым и Н. Н. Семёновым была выполнена экспериментальная работа (ЖФХ, 1939), в которой впервые была осуществлена экспериментальная проверка идеи о положительном взаимодействии цепей и о возможности распространения холодного пламени вне полуострова самовоспламенения. В той же работе была предпринята попытка теоретического описания наблюдаемых фактов. При этом был сделан ряд допущений, связанных с невозможностью аналитического решения подобных задач. Определение скорости стационарного режима распространения пламени эффективно может быть сделано только при использовании численного моделирования. При решении этой задачи началось активное сотрудничество Б. В. Новожилова с сотрудниками



1968 г.

математического отдела. В результате этой деятельности была выполнена работа [7], в которой была рассмотрена теоретическая модель распространения холодного пламени окисления сероуглерода в условиях опытов Воронкова–Семёнова на основе реальной кинетической схемы реакции.

Заметную роль Б. В. Новожилов сыграл в развитии теории эрозионного горения — так называется явление увеличения скорости горения пороха при обдувании его горячей поверхности потоком продуктов горения, которое было теоретически описано и экспериментально подтверждено Я. Б. Зельдовичем и О. И. Лейпунским (1943–1945 гг.). Тогда же было дано физическое объяснение этого явления, основанное на существенном влиянии тангенциального турбулентного потока газов на процессы тепло- и массопереноса в приповерхностном слое пороха. Теория эрозионного горения независимо получила развитие и в работах В. Н. Вилюнова. Заметим, что теория Зельдовича и Вилюнова предполагала узкую зону химической реакции в газовой фазе, а функция тепловыделения считалась такой же, как и в отсутствие раздувания. В 1982 г. Б. В. Новожилов сделал важный шаг в развитии этой теории: он предложил учитывать реальную макрокинетику реакций в газовой фазе (широкая зона реакции) и в конденсированной фазе (единая зависимость скорости горения от температуры поверхности) [8].

Позже Б. В. Новожилов неоднократно возвращался к теме эрозионного горения. В 2000-е гг. Борис Васильевич исследует эрозионное горение заряда в РДТТ и проводит анализ экспериментальных работ, посвященных эрозионному горению в стационарных условиях [9]. На основании этого анализа и учета теоретических исследований Зельдовича и Виллюнова им получено простое соотношение, связывающее изменение скорости горения пороха (эрозионное отношение) и массовую скорость тангенциального потока газа, обтекающего поверхность горения. Формула содержит всего один параметр, величина которого оценивается достаточно точно, и хорошо описывает известные экспериментальные результаты [10].

В 1980-е гг. под руководством Б. В. Новожилова был разработан метод численного исследования устойчивости стационарных режимов горения. В основу этого метода было положено вычисление собственного значения линеаризованного оператора с максимальной вещественной частью. По этой методике был решен ряд задач, в одной из них была рассмотрена устойчивость плоского ламинарного пламени в газе по отношению к плоским и двумерным возмущениям, при этом учитывались гидродинамика, кинетика и процессы переноса, включая вязкость [11].

Перечисляя теоретические модели, созданные Б. В. Новожиловым, нужно рассказать и о спиновом горении. Впервые явление, названное спиновым горением, было обнаружено в 1973 г. А. Г. Мержановым с сотр. при горении пористых металлических образцов в газообразном окислителе. При зажигании цилиндрического образца на его поверхности возникло небольшое светящееся пятно, которое двигалось по боковой поверхности образца. Образец горит по поверхности, а его внутренняя часть либо не подвергается реакции, либо реагирует после окончания поверхностного горения, при этом скорость движения пятна по окружности превышает среднюю скорость движения пятна в направлении вдоль оси цилиндра на 1–1,5 порядка. К началу 1990-х гг. уже появился ряд теоретических работ, посвященных этому явлению, но большинство из них было выполнено для слабовыраженных спиновых режимов, которые могли бы реализоваться лишь при очень маленьких диаметрах образца. Именно Б. В. Новожиловым впервые была предложена теория развитого сильно нелинейного режима спинового горения (1992 г.) [12]. Усреднением температуры по шагу спина ему удалось свести двумерную задачу к одномерной. Окончательно математическая постановка задачи сводится к двум трансцендентным уравнениям, совместное решение которых позволяет найти все характеристики

горения. В эту модель вошли три феноменологических параметра, характеризующие теплоотвод из области химической реакции в исходную смесь и в продукты горения и связь между шагом спина и шириной зоны прогрева в направлении, параллельном оси цилиндра. Позже Б. В. Новожилов сделал следующий важный шаг, используя то обстоятельство, что во всем пространстве, за исключением зоны реакции, двумерное уравнение теплопроводности допускает аналитическое решение, при этом исчезают феноменологические параметры, что позволяет получать количественные результаты [13].

Много внимания Б. В. Новожилов уделял решению фундаментальной проблемы теории горения, связанной с многомасштабностью пространственных и временных величин, характеризующих как горящую систему, так и внешнее воздействие. Дело в том, что при количественном изучении многих практически важных явлений горения многомасштабность приводит к значительным трудностям не только при аналитическом подходе, но и при численном моделировании процесса горения. Несмотря на десятилетия развития теории горения, проблема многомасштабности долгое время не получала должного развития, хотя ее разработка была необходима для решения многих практически важных проблем. Особенно ярко проблема многомасштабности проявляется при горении газифицирующихся конденсированных систем, где, по меньшей мере, существуют по две характерных пространственных и временных величины разного порядка для конденсированной и газовой фаз. С проблемой многомасштабности тесно переплетается проблема устойчивости горения конденсированных систем — тема, которой Б. В. Новожилов занимался на протяжении ряда лет и написал ряд превосходных статей (см., например, [14–17]).

Им были изучены горение при переменном давлении [18] и акустическая проводимость поверхности горящего топлива [19]. Одновременно проводились численные эксперименты по автоколебательным режимам горения [20]. Борису Васильевичу удалось найти аналитический подход к рассмотрению инерционности газовой фазы в рамках модели Беляева–Зельдовича. В работе [21] он показал, что модель Беляева–Зельдовича содержит не только много (до четырех) пространственных или временных масштабов, сильно различающихся по порядку величины, но и имеет адиабатические пределы горения. Интересные подходы к решению проблемы многомасштабности были также продемонстрированы Б. В. Новожиловым в [22, 23].

Новожиловым была решена задача о связи функций отклика скорости горения на гармони-

чески меняющиеся давление и радиационный тепловой поток. Эта проблема, имеющая большое научное и практическое значение, возникла еще в 1970-е гг., но, несмотря на несколько попыток ее решения исследователями разных стран, прогресса в этом направлении не наблюдалось. И только в 2004 г. Борис Васильевич (в сотрудничестве с коллегами из Японии) решил эту проблему [24]. Тогда же Б. В. Новожиловым путем численного моделирования был исследован процесс горения пороха при постоянном давлении за границей устойчивости стационарного режима. Было показано, при каких условиях исследуемая система может перейти от стационарного режима горения к хаотическому режиму по сценарию Фейгенбаума [25].

Начиная с 1990-х гг. оформилась вполне самостоятельная и достаточно хорошо определенная в своих границах область теории горения, которую кратко можно обозначить термином «акустика и горение» [26]. Под руководством Б. В. Новожилова было проведено изучение нелинейного взаимодействия акустического поля в камере сгорания РДТТ с процессом горения.

В качестве примера можно привести аналитическое и численное исследование горения пороха при гармонически меняющемся давлении [27]. Было показано, что при достаточно больших амплитудах давления отклик скорости горения испытывает бифуркацию удвоения периода. Еще один пример — изучение возможных режимов горения при торцевом расположении заряда [28]. Найдены режимы, соответствующие устойчивому и неустойчивому горению, в котором нелинейные эффекты могут привести к образованию ударных волн в камере сгорания.

В 2011 г. Б. В. Новожилов пишет работы, в которых демонстрирует возможности ZN-теории в описании эксперимента [29–31]. В первой из этих работ он решением прямой задачи в рамках ZN-теории дает объяснение экспериментальным данным по горению баллистического пороха в полузамкнутом объеме, где переходный процесс инициируется внезапным изменением сечения сопла. Сравнение экспериментальных данных и результатов решения прямой задачи ZN-теории позволяет сформулировать и обратную задачу, т. е. получить определенные сведения о характеристиках камеры сгорания — характерном времени опорожнения камеры и времени релаксации пороха. Далее исследуются переходные режимы горения при экспоненциальных спадах давления в установке «бомба—ресивер», позволяющей независимо изменять глубину и скорость спада. Получены режимы перехода на новый стационарный режим горения и погасания. Показано, что существуют критические значения глубины

и скорости спада давления, превышение которых приводит к затуханию горения. Найдена теоретическая связь между критическими значениями этих величин (кривые потухания). Во всех трех работах получено удовлетворительное согласие теоретических расчетов с опытными данными.

Познакомившись с экспериментальными исследованиями очагово-пульсирующего режима горения, Борис Васильевич предложил модель газифицирующегося при горении очага и провел линейный анализ данного процесса [32]. С математической точки зрения проблема описания этого явления является одной из сложнейших задач теории горения, поскольку требуется одновременный учет сильно отличающихся друг от друга 5 пространственных характеристик: длина образца, его радиус, линейный размер очага, ширина зоны подогрева и протяженность зоны химического превращения. Было найдено условие устойчивости стационарного режима горения по отношению к плоским и неоднородным возмущениям, получен спектр возможных элементарных возмущений. Новожилов предложил формулы для оценки параметров очагового режима горения [33].

Для научного стиля Б. В. Новожилова характерен ставший редким строгий феноменологический подход, опирающийся на прекрасное понимание основополагающих физико-химических процессов и подкрепленный знанием современных экспериментальных результатов в сочетании с разумными эвристическими гипотезами. Это сделало результаты, полученные им в разных областях науки о горении, весьма универсальными и получившими положительный резонанс и признание как в нашей стране, так и за рубежом.

Борис Васильевич Новожилов отличался необычайной ясностью мышления и точностью формулировок, причем эти его качества относились не только к его научным статьям, но и к оценкам и определениям общественных и бытовых явлений. Характерный для него метод работы — это сначала долгое обдумывание задачи, проведение необходимых расчетов, а затем быстрое написание статьи, практически сразу набело, где все определения и рассуждения продуманы и точны. Сдержанная, четкая манера изложения — это характерная черта его научных статей и докладов на конференциях. Отметим, что эта черта особенно проявлялась в его научно-популярных брошюрах (см., например, [34–41]) и статьях в Большой Советской энциклопедии и в Физической энциклопедии. Это также относится и к его просветительской деятельности как воспитателя научных кадров, в том числе в периоды его преподавания в МИФИ, а затем в МФТИ.



Свою творческую деятельность в Институте Борис Васильевич успешно совмещал с работой с зарубежными коллегами. Так, в Италии он был более 15 раз для выполнения совместных проектов, чтения лекций по приглашению в Миланском политехе, участия в конференциях. Принимая участие в конференциях, Борис Васильевич, по просьбе Луиджи Де Люка, который считал, что Борис знает Италию лучше любого итальянца, составлял культурную программу. В результате сложились не только рабочие, но и дружеские отношения с Луиджи Де Люка, Анжело Вольпи, Джованни Коломбо и др.¹ Во время пребывания в Японии Борису Васильевичу удалось совместить науку с замечательным достижением в рыбной ловле в океане, о чем свидетельствует выданный ему диплом.

Международный институт горения отметил выдающийся вклад профессора Б. В. Новожилова в теорию горения своей высшей наградой — Золотой медалью имени Я. Б. Зельдовича, которая была вручена ему в 1996 г.

Важно отметить, что труды Бориса Васильевича не только заметно повлияли на развитие фундаментальной науки по горению, но и получили непосредственное практическое значение, в том числе им был внесен важный вклад в развитие обороноспособности нашей страны. В 2012 г. Б. В. Но-

вожилов стал лауреатом премии Правительства РФ.

Литература

1. *Лейпунский О. И., Новожилов Б. В., Сахаров В. Н.* Распространение гамма квантов в веществе. — М.: Физматиздат, 1960. 208 с.
2. *Новожилов Б. В.* Скорость горения модельного двухкомпонентного смесового пороха // Докл. АН СССР, 1960. Т. 131. № 6. С. 1400–1403.
3. *Новожилов Б. В.* Скорость распространения фронта экзотермической реакции в конденсированной фазе // Докл. АН СССР, 1961. Т. 141. № 1. С. 151–153.
4. *Новожилов Б. В.* Скорость горения модельного смесового пороха в диффузионной области // ЖФХ, 1962. Т. 36, В. 11. С. 2508–2512.
5. *Истратов А. Г., Либрович В. Б., Новожилов Б. В.* О приближенном методе в теории нестационарной скорости горения пороха // ПМТФ, 1964. № 3, С. 139–144.
6. *Новожилов Б. В.* Нестационарное горение твердых ракетных топлив. — М.: Наука, 1973. 176 с.
7. *Азатян В. В., Новожилов Б. В., Посвянский В. С., Семенов Н. Н.* Скорость и пределы распространения холодного пламени окисления сероуглерода // Кинетика и катализ, 1976. Т. XVII. Вып. 6. С. 1386–1395.

¹ Два раза мы были в Милане вдвоем — по три месяца каждый раз (в 1998 г. осенью и в 2001 г. весной). В свободное от его работы время мы объездили большие и маленькие города севера Италии. Бориса любили все без исключения итальянские ученые. Луиджи Де Люка возил нас на свою родину в Пескару и познакомил со своими родителями, Мы снимали квартиру у родителей Анжело Вольпи в маленьком городке под Миланом Боллато. С Джованни Коломбо, его женой и маленькими детьми мы ездили в горы. Часто были в гостях друг у друга и нежно дружили даже после нашего возвращения домой. Борис был очень общительным и легко заводил друзей и среди простых итальянцев, которые помогли нам почувствовать и полюбить Италию. Это было сказочное время. (Примеч. Л. М. Новожиловой.)

8. *Беляев А. А., Зенин А. А., Кулешов В. В., Лейпунский О. И., Новожилов Б. В., Посвянский В. С.* Горение пороха *Н* в турбулентном потоке // *Хим. физика*, 1982. Т. 1. № 10. С. 1421–1427.
9. *Novozhilov B. V., Shimada T., Kohno M.* Erosive effects in the analysis of solid propellant motor combustion stability // 22th Symposium (International) on Space Technology and Science Proceedings. — Mariona, Japan, 2000. Vol. 1. P. 60–67.
10. *Маршаков В. Н., Новожилов Б. В.* Эрозионное горение порохов // *Боеприпасы*, 2010. № 1. С. 34–39.
11. *Борисова О. А., Лидский Б. В., Новожилов Б. В.* Устойчивость ламинарного пламени в газе // *Хим. физика*, 1992. Т. 11. № 2. С. 269–284.
12. *Новожилов Б. В.* К теории поверхностного спинового горения // *Докл. РАН*, 1992. Т. 326. № 3. С. 485–488.
13. *Беляев А. А., Каганова З. И., Новожилов Б. В.* Двумерная модель поверхностного спинового горения // *Хим. физика*, 1992. Т. 11. № 2. С. 269–284.
14. *Махвиладзе Г. М., Новожилов Б. В.* Двумерная устойчивость горения конденсированных систем // *ЖП-МТФ*, 1971. № 5. С. 51–59.
15. *Борисова О. А., Лидский Б. В., Нейгауз М. Г., Новожилов Б. В.* Устойчивость горения безгазовых систем по отношению к двумерным возмущениям // *Хим. физика*, 1986. Т. 5. № 6. С. 822–830.
16. *Новожилов Б. В.* Влияние инерционности газовой фазы на устойчивость горения летучих конденсированных систем // *Хим. физика*, 1988. Т. 7. № 3. С. 388–396.
17. *Cozzi F., De Luca L. T., Novozhilov B. V.* Linear stability and pressure-driven response function of solid propellant with phase transition // *J. Propul. Power*, 1999. Vol. 15. No. 6. P. 806–815.
18. *Новожилов Б. В.* Горение летучих конденсированных систем при гармонически меняющемся давлении // *Хим. физика*, 1989. Т. 8. № 1. С. 102–111.
19. *Новожилов Б. В.* Акустическая проводимость поверхности горящего конденсированного вещества // *Хим. физика*, 1991. Т. 10. № 11. С. 1518–1532.
20. *Новожилов Б. В., Посвянский В. С.* Численное моделирование нестационарных процессов горения конденсированных систем в модели Беляева // *Хим. физика*, 1991. Т. 10. № 4. С. 534–544.
21. *Новожилов Б. В.* Адиабатические пределы горения конденсированных систем // *Докл. РАН*, 2001. Т. 378. № 3. С. 359–362.
22. *Беляев А. А., Каганова З. И., Новожилов Б. В.* О единственности двумерных режимов горения безгазовых систем // *Докл. РАН*, 1999. Т. 365. № 4. С. 498–502.
23. *Novozhilov B. V., Zanotti C., Gialiani P.* Solid propellant extinction by laser pulse // *Propell. Explos. Pyrot.*, 2000. Vol. 25. P. 317–324.
24. *Novozhilov B. V., Shimada T.* Numerical analysis of solid propellant ignition // 24th Symposium (International) on Space Technology and Science Proceedings. — Japan, 2004. P. 1–5.
25. *Новожилов Б. В.* Хаотизация нестационарной скорости горения пороха // *Хим. физика*, 2004. Т. 23. № 5. С. 68–74.
26. *Новожилов Б. В.* Горение энергетических материалов в акустическом поле (обзор) // *ФГВ*, 2005. Т. 41. № 6. С. 116–136.
27. *Новожилов Б. В., Каганова З. И., Беляев А. А.* Зависимость скорости горения пороха от частоты и амплитуды гармонически меняющегося давления // *Хим. физика*, 2006. Т. 25. № 6. С. 63–69.
28. *Новожилов Б. В., Каганова З. И., Беляев А. А.* Моделирование нестационарного горения в твердотопливном ракетном двигателе // *Хим. физика*, 2009. Т. 28. № 2. С. 37–44.
29. *Маршаков В. Н., Новожилов Б. В.* Переходные режимы горения баллистического пороха в полужамкнутом объеме // *Хим. физика*, 2011. Т. 30. № 1. С. 25–37.
30. *Маршаков В. Н., Новожилов Б. В.* Горение и потухание пороха при быстром спаде давления. Сопоставление теории и опыта // *Хим. физика*, 2011. Т. 30. № 6. С. 32–39.
31. *Новожилов Б. В., Маршаков В. Н.* Обратная задача теории нестационарного горения // *Хим. физика*, 2011. Т. 30. № 12. С. 26–31.
32. *Новожилов Б. В.* Линейный анализ очагово-пульсирующего режима горения пороха // *Хим. физика*, 2015. Т. 34. № 1. С. 32–39.
33. *Маршаков В. Н., Новожилов Б. В.* Теоретические модели очагово-пульсирующего горения пороха и эксперимент // *Горение и взрыв*, 2015. Т. 8. № 2. С. 121–128.
34. *Новожилов Б. В.* О твердых жидкостях. — М.: Наука, 1963. 48 с.
35. *Новожилов Б. В.* Исследование недоступного. — Серия «Новое в жизни науке и технике». — М.: Наука, 1965. Вып. 2. 48 с.
36. *Новожилов Б. В.* Горение и взрыв. — М.: Знание, 1966. 80 с.
37. *Новожилов Б. В.* Метод Монте-Карло. — Серия «Физика. Математика. Астрономия». — М.: Знание, 1966. 48 с.
38. *Новожилов Б. В.* Физика горения. — Серия «Новое в жизни, науке, технике». — М.: Знание, 1972. 32 с.
39. *Новожилов Б. В.* Цепное и тепловое пламя. — Серия «Химия». — М.: Знание, 1980. 64 с.
40. *Новожилов Б. В.* Предисловие; Что такое горение // М. Фарадей. История свечи. — М.: Наука, Библиотечка «Квант», 1980. Вып. 2. 128 с.
41. *Новожилов Б. В.* Волновые процессы в химической физике. — М.: Знание, 1986. 32 с.

Материалы подготовили А. А. Беляев, В. Л. Боднева, М. А. Кожушнер, Н. М. Кузнецов, Б. В. Лидский, В. Н. Маршаков, Л. М. Новожилова, В. С. Посвянский