

МИФ ОБ ОШИБКЕ А. А. ВЛАСОВА И О ЕГО КНИГЕ 1945 ГОДА

В. П. Силин

Изложена точка зрения автора на обстановку, в которой возникла претензия А. А. Власова на затухание Ландау и на его до сих пор не всеми принятое в нашей стране решение о незатухающих плазменных волнах, обоснованное в монографии [1]. Используется положение о не ошибочности, а о целенаправленности полученного с помощью интеграла в смысле главного значения Коши описания незатухающих плазменных волн Власова, правильность которого отстаивалась Ван Кампеном на базе представлений теории обобщенных функций. На физический смысл поддержанного Ван Кампеном решения дисперсионного уравнения, полученного Власовым, указал в прошлом столетии Б. Б. Кадомцев. В наше время, как показано в статье, моды Власова востребованы в квазистационарной теории ионно-звуковой турбулентности.

Ключевые слова: плазма, затухание волн, турбулентность, моды Власова.

Благодаря тому, что двадцатый век стал, в том числе, веком варварского уничтожения японского городского населения таким интеллектуальным оружием как атомное и веком термоядерного шантажа, физика плазмы стала в ряд наук, почитаемых просвещенными правителями достаточно богатых стран, смогших одолеть программы ядерного вооружения. И это понятно, поскольку не каждый из-за физических свойств плазмы рад погибнуть при применении к нему ядерного оружия. Вместе с “популярностью” плазмы в возросшем в прошлом веке научном мире специалистов возросла известность яркого представителя советской физики плазмы, прославившего отечественную науку уравнением Власова профессора физического факультета Московского государствен-

ФИАН, Ленинский пр-т, 53, Москва, 119991 Россия; e-mail: silin@sci.lebedev.ru.

Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, 115409 Россия, Москва, Каширское шоссе, 31.

ного университета имени М. В. Ломоносова (МГУ), автора планируемой к переизданию книги [1] (далее “книги”) Анатолия Александровича Власова. Эта книга никак не устарела, так как она представляет читателю творческую лабораторию основателя громадного научного направления бесстолкновительной кинетики системы заряженных частиц. Книга интересна не только для начинающей вдумчивой молодежи, но даже и для многочисленных авторов научных работ, с одной стороны, развивавших применительно к конкретным физическим задачам представления классика, каким стал почитаться А. А. Власов, а с другой стороны, так и не прочитавших его книг и до сих пор не преодолевших результатов мифотворчества о нем, что затрудняет использование его наследия. Себя автор этих строк относит к последним, хоть и находящимся в состоянии попытки преодоления своей ущербности.

Избранные места из книги [1] я начал читать в 2012–2013 году. Они заставили меня понять, что мое представление об истории физики плазмы несовершенно. О существовании этой книги я знал, но в руках её ранее не держал. Более того, теперь я понял, что если бы А. А. Власов своевременно привлек к ней мое студенческое внимание, то моя судьба могла бы весьма отличаться от выпавшей на мою долю. Это сугубо личное связано с тем, что в течение трех лет с 1946 по 1949 гг. я учился на физическом факультете МГУ. При этом я учился в группе студентов, специализирующихся по теоретической физике. Иными словами, студенты относились к кафедре теоретической физики, которой заведовал профессор А. А. Власов. Специально для нашей группы заведующий кафедрой вел семинар, на котором он предложил мне тему. В памяти отложилось странное название “рассмотреть устойчивость его уравнения”. Другого не помню, хотя понимаю, что такого не может быть. До МГУ я поучился в двух институтах. Хорошо помню моего первого вузовского учителя, тогда доцента, а много позже члена-корреспондента АН СССР, Анатолия Филипповича Смирнова, который, ставя задачу, одновременно давал литературную ориентировку для поиска ответа на вопрос “как?”. Поэтому для меня было естественно задать мой вопрос “как?”. В ответ А. А. Власов посоветовал сходить на мехмат на лекцию по механике профессора Четаева и после лекции спросить у него “как?”. Это я незамедлительно проделал. Ответ был достаточно величественный: “Это очень сложно”. После того как я доложил моему профессору о результате своего похода, то смог понять, что профессору больше ничего не было нужно. А что же было затем? При свободном на физфаке выборе дипломного руководителя я выбрал Дмитрия Ивановича Блохинцева, который проявил ко мне большую требовательность, загружал чтением книг и статей, в том числе на разных языках, вводил меня в увлекательный

мир науки. Поэтому, когда А. А. Власов неожиданно предложил мне стать его аспирантом, то я отклонил его предложение. Как бы в ответ на это в 1949 году на комиссии по распределению оканчивающих физфак студентов на вопрос ученого секретаря обо мне: “Почему мы не берем его к себе?” А. А. Власов обо мне ответил: “Он не наш человек.” Прошло лет двадцать после окончания мною физфака МГУ. Я уже опубликовал немало статей, в том числе и по теории плазмы. Как-то на физфаке, куда я зашел по ненаучным делам, я столкнулся с А. А. Власовым. Оказалось, он помнил меня, а сказал он по смыслу примерно то, что отвечает словам: “Какое дело мы затевали!”

Что же не случилось? Действительно, если бы профессор порекомендовал мне его книгу [1] в Записках МГУ, да еще порекомендовал ознакомиться с Дополнениями, а в Дополнениях обратил бы мое внимание на § “Проблема Коши”, а в этом параграфе я бы сам нашел непронумерованную формулу между формулами (25) и (26), то я увидел бы там, в частности, бесстолкновительный декремент затухания плазменной волны. Кроме того, такой же декремент, полученный иным способом, увидел бы на стр. 37 в §3 “Дисперсия продольных волн” той же книги. Пришлось бы тогда (в конце сороковых годов) узнать работу Л. Д. Ландау в ЖЭТФ 1946 года [2]. И остался тогда бы я у Власова на физфаке. За то, что не остался на физфаке, я, согласно воспитанию, полученному у Игоря Евгеньевича Тамма (кстати учителя и А. А. Власова), убежденный, что мне всю жизнь везло, благодарю судьбу и А. А. Власова. Уж очень счастливую жизнь в науке подарил мне ФИАН, в котором я работаю всю мою жизнь после окончания физфака. Что же касается только что упомянутой выше информации в Дополнении к книге [1] относительно бесстолкновительного затухания, то я уже убедился в том, что не только я не знал о публикации такого результата А. А. Власовым. Таким незнанием можно объяснить встречающийся упрек в адрес классика в том, что он пропустил бесстолкновительное затухание. Можно сказать, что новое издание книги [1] подскажет историкам науки, что здесь есть над чем потрудиться. Кстати отмечу, претензия А. А. Власова на бесстолкновительное затухание предъявлена им в книге А. А. Власов “Теория многих частиц”, ГИТТЛ, 1950 г. [3]. При этом на стр. 206 представлена формула (32.23), описывающая затухающее колебание возмущения плотности электронов плазмы с не зависящим от столкновений частиц декрементом затухания, вид которого совпадает с полученным в книге [1]. Все это сопровождается в книге [3] словами о том, что и результаты, описывающие “диффузионный характер колебаний” (32.23), были получены в работах 1938–1945 гг. (см. монографию “Теория вибрационных свойств электронной плазмы”). Ландау в 1946 г. уточнил результат (32.23), связанный с затуханием. Далее в

тексте книги [3] излагается подход работы [2] применительно к случаю максвелловского распределения электронов, для которого (в отличие от использованного А. А. Власовым модельного распределения электронов по скоростям) невозможно в полученном с использованием метода Лапласа решении, представимым интегралом, сместить весь контур интегрирования бесконечно далеко в область комплексного переменного. Публикация книги [1] – это, в том числе, публикация источника претензии А. А. Власова на затухание Ландау. Дело историков – разобраться в этой претензии. Подчеркну, что сам я об этой претензии ранее не знал. Все это о взгляде на прошлое, порождаемом книгой [1].

Перейдем теперь к настоящему времени развития физики плазмы. К сегодняшнему чтению книг [1] и [3] меня привело занятие в течение многих лет (с перерывами) квазистационарной теорией ионно-звуковой турбулентности ИЗТ [4–9]. При этом основным уравнением такой теории является равенство нулю инкремента ионно-звуковых волн, высокий уровень пульсаций которых имеет место в турбулентном состоянии. Только недавно пришла в голову простая мысль о том, что такое основное уравнение отвечает стационарным, незатухающим и не нарастающим волнам Власова. В мае 2013 года В. Ю. Попов и я послали в журнал “Физика плазмы” статью по этому поводу под названием “Моды Власова в теории ионно-звуковой турбулентности”. В этой статье используются результаты подхода Власова к описанию таких незатухающих волн, о которых знающие о плазменных волнах только по работе Ландау [2], пишут как об ошибке или некорректности. Это, в частности, отражено в отзывах рецензентов на материалы, представленные А. А. Власовым на соискание Ленинской премии [10, 11]. Среди этих материалов была книга [1] и относящиеся к газовой плазме материалы книги [3]. Один из рецензентов стоит на точке зрения, отвечающей следующей цитате: “из-за ошибки в определении известного интеграла по скоростям А. А. Власов прошел мимо явления так называемого “затухания” Ландау – одного из наиболее важных результатов в физике плазмы” (см. в книге [10]). Речь идет о том, что при рассмотрении стационарных волн А. А. Власов в сингулярном интеграле дисперсионного уравнения использует главное значение Коши такого интеграла. Относительно бесстолкновительного затухания можно думать, что рецензент, по-видимому, его не заметил у А. А. Власова в книге [1], поскольку при использовании Власовым модельного распределения электронов возникает возможность обойтись без контуров аналитического продолжения по Ландау, которые необходимы в случае максвелловского распределения электронов по скоростям и запоминаются читателем. (О контурах Ландау см. [12, 13].) Второй рецензент, Б.

Б. Кадомцев, более интересен (см. [11]). Он отдает должное тогдашней моде и с одной стороны пишет о том, что “А. А. Власов допустил математическую (в книге [11] “небольшую”) некорректность, использовал главное значение от интеграла с особенностью без достаточных на то оснований”. Это отвечает взгляду, в то время общему для многих, не читавших или невнимательно читавших книги [1, 3]. Однако во-вторых, и это чрезвычайно важно, Б. Б. Кадомцев дает свежую оценку использования Власовым интеграла в смысле главного значения: “Как показало проведенное в последние годы исследование слабо нелинейных колебаний, решение А. А. Власова (дисперсионного уравнения) имеет определенный физический смысл – оно соответствует установившимся нелинейным волнам малой амплитуды с захваченными частицами”. Такая научная точка зрения важна, ибо она предшествует нашему (в рукописи статьи В. Ю. Попова и В. П. Силина) предложению использовать моды Власова, основанные на решении дисперсионного уравнения с интегралом в смысле главного значения Коши. Кроме того, в этом отзыве рецензента Б. Б. Кадомцева видно творческое отношение к обсуждаемому им вопросу. Редколлегия “Физики плазмы” воспротивилась использованию нами в их журнале уже опубликованных в открытом доступе архивных материалов. Нам пришлось переделать статью, исключив связь с архивами. Переделанную статью Редколлегия приняла в печать [14]. Но нет худа без добра. Во-первых, именно во время работы над такой переделкой удалось заметить претензию А. А. Власова на бесстолкновительное затухание плазменных волн. Во-вторых, во время летней переделки возникла мысль о пояснении необходимости использования в теории ИЗТ мод Власова, теория которых излагается в §33 “Незатухающие волны” книги [3] и в §3 “Дисперсия продольных колебаний” книги [1]. (Вот и снова повезло.) Перейдем теперь именно к этому вопросу.

Изложим здесь схему стационарной теории ионно-звуковой турбулентности (ИЗТ), базирующейся на идее равенства нулю нелинейного инкремента (декремента) ионно-звуковых волн, флуктуации которых определяют турбулентное состояние плазмы. В теории ИЗТ свойства плазменных волн определяются нелинейной продольной диэлектрической постоянной $\epsilon_{NL}(\omega, \vec{k})$, схематично представимой в виде [14]

$$\epsilon_{NL}(\omega, \vec{k}) = \epsilon'_V(\omega, \vec{k}) + i\epsilon''_V(\omega, \vec{k}) + i\epsilon''_{KP}(\omega, \vec{k}). \quad (1)$$

Здесь первые два слагаемых отвечают приближению самосогласованного поля Власова и связаны с эффектом Вавилова–Черенкова, а последнее слагаемое отвечает вкладу эффекта индуцированного рассеяния ионно-звуковых волн на ионах, впервые введенному в теорию ИЗТ Кадомцевым и Петвиашвили в работах [15, 16]. Нелинейное последнее

слагаемое правой части является причиной необходимости использования мод Власова. Поясним это в схеме теории ИЗТ, иллюстрируемой соотношением (1), содержащим три действительные функции действительной переменной ω . Описание состояния ИЗТ плазмы возникает из уравнения

$$\epsilon_{NL}(\omega, \vec{k}) = 0, \quad (2)$$

как нелинейного дисперсионного уравнения стационарных волн. Другими словами, теория квазистационарной ИЗТ интересуется решениями уравнения (2) для действительных значений частоты ω . Поэтому ниже мы используем формулу (1) для $\text{Im } \omega = 0$. Очевидно, что выделение мнимой единицы в формуле (1) целесообразно, поскольку сразу очевидно, что для действительной частоты ω уравнение (2) сводится к двум уравнениям

$$i\epsilon_V'(\omega, \vec{k}) + i\epsilon_{KP}'(\omega, \vec{k}) = 0, \quad (3)$$

$$\epsilon_V'(\omega, \vec{k}) = 0. \quad (4)$$

Уравнение (3) отвечает основному уравнению квазистационарной теории турбулентности, которое записывается в виде равенства нулю инкремента неустойчивости, приводящей к турбулентности. При этом каждое из двух слагаемых отлично от нуля. Это свидетельствует о том, что в диссипативном процессе срабатывают оба механизма – как Вавилова–Черенкова, так и индуцированного рассеяния ионно-звуковых волн на ионах. Однако не это главное в связи с модами Власова. Главное сейчас для нас уравнение (4). Об этом чуть подробнее. В теории ИЗТ традиционно зависимость частоты $\omega(\vec{k})$ от волнового вектора определяется из дисперсионного уравнения приближения самосогласованного поля Власова

$$1 + \sum_{\alpha} \frac{4\pi e_{\alpha}^2}{k^2 m_{\alpha}} \int d\vec{v} \frac{1}{\omega - \vec{k}\vec{v}} \vec{k} \frac{\partial f_{\alpha 0}(\vec{v})}{\partial \vec{v}} = 0, \quad (5)$$

где $e_{\alpha}, m_{\alpha}, f_{\alpha 0}$ – заряд, масса, невозмущенная функция распределения по скоростям частиц сорта α полностью ионизованной плазмы. Очевидно, что при действительных величинах ω и \vec{k} интеграл в левой части уравнения (5) оказывается сингулярным. Получается такой интеграл при решении релаксационной задачи Коши для значений ω в верхней полуплоскости $\text{Im } \omega > 0$. Поэтому для наших целей рассмотрения стационарных волн необходимо знать аналитическое продолжение возникшего интеграла на действительную ось $\text{Im } \omega = 0$. Такая математическая задача давно решена. Необходимый нам ответ запишем после интегрирования в дисперсионном уравнении (5) по

компонентам скорости частиц $\vec{\nu}$, перпендикулярным волновому вектору, когда дисперсионное уравнение принимает следующий вид

$$1 = \sum_{\alpha} \frac{4\pi e_{\alpha}^2}{m_{\alpha} k^2} \int_{-\infty}^{\infty} dV \frac{df_{\alpha 0}(V)}{dV} \left\{ \frac{P}{V - \omega/k} + \pi i \delta \left(V - \frac{\omega}{k} \right) \right\}. \quad (6)$$

Здесь $f_{\alpha 0}(V) = \int \int d\nu_x d\nu_y f_{\alpha 0}(\vec{\nu})$, а ось z направлена вдоль волнового вектора \vec{k} и $V = \nu_z$. При этом P означает понимание сингулярного интеграла в смысле главного значения Коши. Эта формула соответствует известной в теории функций комплексной переменной формуле Сохоцкого (1873 год), независимо повторенной Племели (1908 год) и использованной Ландау (1946 год) для вычисления слабого затухания. При этом Ландау [2] ввел для использования в теории плазменных волн контур интегрирования по действительной оси с обходом снизу особенности черенковского полюса $V = \omega/k$. Мнимая часть интеграла (6) отвечает в формуле (1) второму слагаемому, а первая действительная часть интеграла (6) отвечает первому слагаемому правой части (1), а поэтому даст нам уравнение (4), определяющее зависимость действительной частоты ω от волнового вектора. Итак, мы получаем уравнение (4) в виде, использовавшимся А. А. Власовым в его теории незатухающих плазменных волн

$$1 = \sum_{\alpha} \frac{4\pi e_{\alpha}^2}{m_{\alpha} k^2} \int_{-\infty}^{\infty} dV \frac{df_{0\alpha}}{dV} \frac{P}{V - \omega/k}. \quad (7)$$

Главное отличие в этом месте современного стиля изложения от текста книги [1] состоит в том, что в книге пишется о сингулярном интеграле: “в предыдущих и последующих формулах, будем понимать в смысле Адамара–Вольтерра” и приводится формула (16), подтверждающая важное утверждение о том, что этот смысл совпадает со смыслом главного значения Коши (см. об этом, например, на стр. 20 и 29 книги [1]). Для электронной плазмы свойства волн, описываемых дисперсионным уравнением типа (7), Власов обсуждает на стр. 30 и 31, используя легко позволяющее получать аналитические зависимости распределение электронов, которое он называет дисперсионным распределением. (Независимо и много позже такое распределение при обучении студентов использовалось в задаче IV. 2 всех изданий книги [13]). Власов приходит к выводу о том, что согласно его подходу рассматриваемые им плазменные колебания существуют в ограниченной области значений частот и в ограниченной области значений волнового вектора. В своей последующей книге 1950 года “Теория многих частиц” [3] Власов подтверждает этот его общий вывод для случая максвелловского распределения электронов по скоростям. Тем самым незатухающие плазменные волны и этими свойствами

отличаются от волн релаксационной задачи Коши. Именно такое качественное отличие обсуждавшихся А. А. Власовым стационарных волн от возникающих в теории задачи Коши позволяет дать им название “моды Власова”. Некоторая путаница от этого может возникать, поскольку выше мы показали, что для теории ИЗТ эти моды становятся необходимыми благодаря влиянию нелинейного мнимого вклада в нелинейную диэлектрическую проницаемость $i\epsilon_{KP}''(\omega, \vec{k})$ из-за влияния индуцированного рассеяния ионно-звуковых волн на ионах. Поэтому возникла мысль ввести в теории ИЗТ термин “моды Власова–Кадомцева–Петвиашвили”. Однако сразу возникло предложение “и других”. Которые уже есть и, как можно думать, еще будут. Поэтому можно полагать, что у термина “моды Власова” имеется будущее, хотя бы потому, что уже сейчас имеются минимум два варианта квазистационарной теории ионно-звуковой турбулентности. Сегодня же можно утверждать, что моды Власова с необходимостью естественным образом обогащают современный математический аппарат теории плазменной турбулентности.

Возвращаясь к истории физики, покажем трудность получения однозначных выводов даже в случае благосклонно принятых современниками работ. В попытке найти понимание по-доброму совершим небольшой исторический экскурс во вторую половину 1940-х годов, когда Л. Д. Ландау в 1946 году в работе [2] выступил с критикой попытки Власова изучать стационарные плазменные волны. При этом в работе [2] написано: “Власов искал решения вида $\text{const} \cdot \exp(-i\omega t + i\vec{k}\vec{r})$ и определял зависимость частоты ω от волнового вектора \vec{k} . Выражение, определяющее эту зависимость, получилось у него содержащим расходящийся интеграл, что уже указывает на математическую некорректность применяемого им метода. Власов обходит эту трудность взятием главного значения интеграла, для чего, однако нет никаких оснований”. Действительно, решение задачи Коши, чему посвящена работа [2], таких оснований не дает. Ответ Власова на эту критику нам неизвестен, хотя, возможно, ответом является книга [1]. Однако определенный ответ на критику со стороны Л. Д. Ландау подхода Власова к теории стационарных плазменных волн можно усмотреть при внимательном современном прочтении статьи [17], опубликованной в 1947 году учеником А. А. Власова И. И. Гольдманом. Эта статья посвящена теории электронных ленгмюровских волн в плазме с фермиевским распределением электронов. Она состоит из четырех разделов. Три из них посвящены решению задачи Коши. Используется преобразование Лапласа–Меллина. Идет речь об аналитическом продолжении и о контуре интегрирования с обходом, как теперь говорят, черенковского полюса. Более того, на странице 681 И. И. Гольдман написал: “Декремент затухания в случае неполного вырождения может быть вычислен таким же

способом, каким был вычислен Л. Д. Ландау”. Как видим, в 1947 году в противоположных школах подход к теории бесстолкновительного затухания стал одинаков. Иное дело относительно незатухающих плазменных волн – мод Власова. Здесь позиция И. И. Гольдмана выглядит однозначно: поддерживающей его учителя А. А. Власова. Она изложена в одностороннем четвертом разделе статьи [17]. Этот раздел начинается не как физический, а как математический. Именно в этом разделе приведено частное решение кинетического уравнения приближения самосогласованного поля Власова. Об этом решении в [17] написано как о приводящем, “как показал А. А. Власов”, к дисперсионному уравнению несколько, на наш взгляд, сложноватого вида. Это дисперсионное уравнение после проведенных в [17] преобразований И. И. Гольдмана “принимает такой вид:

$$1 + \frac{8\pi^2 e^2}{k^2 m} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{k\xi\Phi(\xi^2)}{k\xi - \omega} d\xi = 0,$$

причем берется главное значение интеграла”. Собственно на этом математическая часть четвертого раздела статьи [17] кончается фактической претензией на то, что в [17] показано, какому частному решению кинетического уравнения с самосогласованным полем Власова отвечает дисперсионное уравнение с сингулярным интегралом Коши в смысле главного значения. Иными словами, И. И. Гольдман показывает, что основанием использования главного значения Коши в интеграле дисперсионного уравнения Власовым является наличие частного решения кинетического уравнения с самосогласованным полем.

Малая заключительная часть текста четвертого раздела статьи [17] посвящена физике. “В случае вырождения вычисление приводит к следующей формуле:

$$\frac{\omega}{2kb} \ln \left| \frac{\omega + kb}{\omega - kb} \right| - 1 = \frac{k^2 b^2}{3\omega_0^2}.$$

... Случай $\omega < kb$ дает новую “акустическую ветвь”. Коротко об этой заключающей [17] физике. Прежде всего отметим, что b в последнем уравнении отвечает фермиевской скорости электрона, а относительно решения этого уравнения Гольдман, повторю, пишет: “Случай $\omega < kb$ дает “новую акустическую ветвь”. Что под этим понимается, в статье [17] не разъясняется. Более того, при решении задачи Коши в статье Гольдмана его формула (21) с большой точностью отвечает линейной зависимости частоты от волнового вектора, что может быть принято за акустический закон, но для больших волновых векторов. Однако в книге [3] при обсуждении результатов статьи [17] Власов

пишет: “Если $\omega < kb$, мы получаем новую акустическую ветвь (теперь уже без кавычек), проходящую через точку $k = 0$ ”. Именно такой результат обсуждается в §3 под названием “Дисперсия продольных колебаний” книги [1], где на стр. 33 формула (57) представляет длинноволновые пределы спектров двух волн: электронной ленгмюровской и новой акустической.

Получилось так, что четвертый раздел статьи Гольдмана начался как математическое основание использования А. А. Власовым главного значения Коши, базирующееся на наличии частного решения кинетического уравнения с самосогласованным полем Власова. Закончился же этот раздел пропагандой физического результата, называемого “новая акустическая ветвь” и могущего быть названным “электронный звук Власова”. Такой звук был получен Власовым в книге [1] для электронной плазмы и вот как обсуждается на стр. 36 после двух формул (57), отвечающих длинноволновой части соответственно спектра электронной ленгмюровской волны и электронного звука. Именно Власов пишет: “Существенно подчеркнуть принципиальную разницу между законом дисперсии и аналогичными соотношениями в борновской теории твёрдого тела (акустические и борновские колебания), так как, во-первых, обе ветви у нас имеют место в одном электронном газе (положительный “фон” – бесконечно тяжелый), тогда как там требуется наличие двух сортов колеблющихся частиц...” Нам неизвестно об экспериментальном обнаружении электронного звука Власова. Однако известно другое.

Работа Гольдмана процитирована в статье Л. Д. Ландау [18] “Колебания ферми-жидкости” 1957-го года, и вот как: “Впервые вопрос о колебаниях ферми-жидкости был рассмотрен Гольдманом в применении к электронному газу с кулоновским взаимодействием между частицами”. Оценка вполне положительная. Возможно по крайней мере два понимания этого события. Первое: четвертый раздел с его использованием главного значения Коши остался незамеченным Л. Д. Ландау при его ознакомлении со статьей И. И. Гольдмана [17]. Второе понимание: через десять лет после публикации статьи [17] Л. Д. Ландау мог вполне осознавать, что речь идет о свойствах существующих решений уравнения Власова, и в этом смысле спорить не о чем. Кто знает, что было в 1957 году? Во всяком случае стоит отметить, что в 1955 году вышла в свет статья Ван Кампена [19] “К теории стационарных волн в плазме”, в которой были введены в научный оборот плазменные волны, названные по имени их автора. Эти волны отвечали дисперсионному уравнению, в котором сохранялось слагаемое с интегралом в смысле главного значения Коши, а слагаемое с δ -функцией приобретает, в рамках представлений об обобщенных функциях, неопределенный множитель λ . Очевидно, что волны

Ван Кампена включают в себя моды Власова при $\lambda = 0$. Одна из целей статьи [19] заключалась в том, чтобы показать, что Власов не ошибался. После этого дилетант может задать свой дилетантский вопрос: “А нужны ли историки с их пониманием и их домыслами?” Возможно, все-таки историки нужны, когда прошлое востребовано.

Заключение: Возможно, что если бы книга А. А. Власова 1945 года была бы широко доступна читателям, то мифа об ошибке Власова просто не было бы. Однако история не терпит сослагательного наклонения. Теперь все же стоит сказать о “детском” обвинении Власова в делении на ноль. В средней школе меня научили, что делить на ноль нельзя. Позже в вузе при обучении теории функций комплексной переменной, в разделе функций, представимых интегралом типа Коши, меня обучили, что делить на ноль можно. Позже в самостоятельных занятиях ТФКП узнал, когда при делении на ноль имеют место формулы Сохоцкого. В середине прошлого века в Москве обрела популярность теория обобщенных функций. Вот уж где деление на ноль не только разрешалось, но просто приветствовалось. В таких условиях работа Ван Кампена [19] с его делением на ноль и возникновением неопределенного множителя λ перед δ -функцией представлялась с точки зрения математики тривиальной. Возможно, что это оставило незамеченным то, что одной из целей статьи [19], было развеять миф об ошибке Власова. Ведь на множитель λ был перенесен физический смысл задач, решаемых с помощью бесстолкновительного описания А. А. Власова. Возможно, теперь миф развеется, а моды Власова как волны Ван Кампена при $\lambda = 0$ полноправно войдут в науку.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- [1] А. А. Власов, *Теория вибрационных свойств электронного газа и её приложения*, Ученые записки МГУ, 1946, Вып. 75. Физика. Книга вторая, часть 1, с. 3.
- [2] Л. Д. Ландау, *ЖЭТФ* **16**, 574 (1946).
- [3] А. Ф. Власов, *Теория многих частиц* (М., ГИТТЛ, 1950).
- [4] В. Ю. Быченко, В. П. Силин, *ЖЭТФ* **82**, Вып. 6, 1886 (1982).
- [5] V. Yu. Bychenkov, V. P. Silin, and S. A. Uryupin, *Phys. Reports* **164**(3), 119 (1988).
- [6] В. П. Силин, С. А. Урюпин, *ЖЭТФ* **102**, вып. 1, 78 (1992).
- [7] В. П. Силин, С. А. Урюпин, *Физика плазмы* **19**, вып. 7, 894 (1993).
- [8] В. П. Силин, *Физика плазмы* **37**, вып. 5, 489 (2011).
- [9] В. П. Силин, *Физика плазмы* **38**, вып. 9, 826 (2012).

- [10] А. А. Рухадзе, *События и годы*, издание 5-е (М., 2010).
- [11] Н. Е. Завойская, *Современники*. Журнал “Семь искусств”, редактор Евгений Беркович, в Интернете (2012 г.) номера 6(31), 7(32), 8(33), 8(34),
http://7iskusstv.com./2012/Nomer6/Zavoiskaja_1.php №6(31);
http://7iskusstv.com./2012/Nomer6/Zavoiskaja_1.php №7(32);
http://7iskusstv.com./2012/Nomer6/Zavoiskaja_1.php №8(33);
http://7iskusstv.com./2012/Nomer6/Zavoiskaja_1.php №9(34).
- [12] В. П. Силин, *Прикладная физика*, N 6, 5 (2012).
- [13] В. П. Силин, *Введение в кинетическую теорию газов*, изд. 3-е (М., Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2013).
- [14] В. Ю. Попов, В. П. Силин, *Физика плазмы* **40** вып. 4 (в печати) (2014).
- [15] Б. Б. Кадомцев, *Вопросы теории плазмы*. вып. 4 (М., Атомиздат, 1964), с. 188-339.
- [16] В. И. Петвиашвили, *ДАН СССР* **153**, 1295 (1963).
- [17] И. И. Гольдман, *ЖЭТФ* **17**, 681 (1947).
- [18] Л. Д. Ландау, *ЖЭТФ* **32**, 59 (1957).
- [19] N. G. Van Kampen, *Physica* **21**, 949 (1955).

Поступила в редакцию 10 февраля 2014 г.