

## ОБЩЕСТВО, КУЛЬТУРА, НАУКА, БРАЗОВАНИЕ

В разделе публикуются статьи о месте и роли культуры, науки и образования в мире и обществе; о взаимном влиянии теории и жизненной практики в истории человечества; о ценностных основаниях науки и образования, сущностных смыслах исследовательской деятельности.

**В обыденном сознании поэзия и наука зачастую противопоставлены. Традиционно деление умов на «физиков» и «лириков». Выдающийся геофизик, академик Г. С. Голицын в своей статье опровергает это противопоставление, показывая насколько точно поэзия может отражать физические процессы. А лучшему пониманию поэзии может способствовать знание естественнонаучных законов.**

Н  
а  
у  
к  
а  
и  
О  
б  
щ  
е  
с  
т  
в  
о

### Отражение физических процессов и явлений в русской классической поэзии

**Голицын Георгий Сергеевич,**

академик РАН, директор Института физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН

Физические процессы и явления нечасто бывают темой стихов. Скорее они играют роль фона, на котором происходят переживания героя. И все же наши гениальные поэты нередко подмечали и ярко описывали такие черты процессов и явлений, которые им точно соответствуют и могут быть проинтерпретированы в строгих терминах современной науки. Широкому кругу читателей и любителей поэзии эта тема, вероятно, не так интересна, но представляется, что она может привлечь внимание представителей точных наук, особенно, наук об окружающей среде, о природе.

Многие наши выдающиеся ученые прекрасно знали классическую поэзию и даже в конце жизни свободно по памяти читали стихи. В юности я был знаком с Григорием Самуиловичем Ландсбергом, сыгравшим большую роль в определении моей научной судьбы, слышал об обширных знаниях поэзии

Сергея Ивановича Вавилова, Льва Давыдовича Ландау и многих других. В наше время Владимир Евгеньевич Захаров, академик, долгие годы директор Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау, является автором нескольких поэтических сборников, членом Союза российских писателей.

«Поэзия — волшебство музыки, мысли и чувства», — сказал А. С. Пушкин. И, как таковая, она воспитывает чувство гармонии, чувство прекрасного, в том числе в краткости и точности выражения мыслей. Все это важно и в научных исследованиях, в анализе их результатов, в умении просто, доходчиво, экономно и точно довести эти результаты до научного сообщества. В науке, особенно в ее новых, мало исследованных областях важно внимание к деталям. Именно детали, даже незначительные с первого взгляда, позволяют высветить всю картину, понять, что действительно важно, а что — нет. Такое отношение к новому материалу имеет сходство с попыткой поиска физических моментов в классической поэзии, нисколько не умаляя, а лишь открывая новые грани ее волшебства.

Первоначальным импульсом к такому взгляду явилось наблюдение Александра Михайловича Обухова, создателя совместно с его учителем Андреем Николаевичем Колмогоровым современной теории турбулентности. Я, начиная со своего появления в 1958 году в Институте физики атмосферы АН СССР, неоднократно слышал от Александра Михайловича Обухова, что А. С. Пушкин очень точно выразил две основные черты развитой турбулентности: вихревую природу, передачу энергии от крупных масштабов к мелким и перемежаемость в пространстве и времени. Он с видимым удовольствием читал:

Буря мглою небо кроет,  
Вихри снежные крутя,  
То как зверь она завоет,  
То заплачет, как дитя.

Вихревая природа бури (напоминаю, что попытки О. Рейнольдса описать турбулентность количественно были в 1880-х, на 60 лет позже написания «Зимнего вечера») здесь названа прямо, а отрицательность асимметрии распределения вероятностей для поля скоростей (при условии, что звуки соответствуют скоростям) может быть понята. Он объяснил, что дитя плачет тише и дольше, чем воет зверь, поэтому распределение вероятностей асимметрично, сдвинуто в сторону малых масштабов. Без цитирования А. С. Пушкина этот факт прокомментирован во втором томе книги А. С. Мониной и А. М. Яглома «Статистическая гидромеханика»<sup>1</sup> и получается из экспериментальных определений распределения вероятностей, немедленно следуя из уравнения А. Н. Колмогорова, знаменитого «закона —  $4/5$ », откуда виден и характер переноса энергии по спектру масштабов от больших к малым.

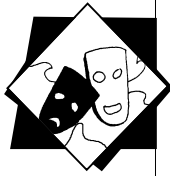


1

Монин А. С., Яглом А. М.  
Статистическая гидромеханика. Т. 2. — М.: Физматлит, 1967.

7

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ  
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 4'2008



То по кровле обветшалой  
Вдруг соломой зашуршит,  
То как путник запоздалый  
К нам в окошко постучит.

По моему мнению, здесь можно увидеть то же самое: путник стучит в окошко меньше времени, чем ветер шуршит соломой. Кроме того, и вой зверя и стук путника, как и более тихие эффекты бури, проявляются более или менее компактно по времени. Будучи связаны с полем ветра, обтекающего «бедную лачужку», они свидетельствуют о перемежаемости сигнала, т.е. турбулентности в пространстве и времени. Вспомним гипотезу Тэйлора о том, что при времени жизни турбулентных образований много больше, чем время их переноса через регистрирующую точку, временной сигнал отражает пространственную структуру турбулентности.

«Зимний вечер» — пример наиболее глубокого описания вихревой стохастической динамики в ее современной интерпретации.

Здесь надо вспомнить неоднократно слышанную от Григория Исаковича Баренблатта цитату из начала неоконченной поэмы Александра Блока «Возмездие»:

Сотри случайные черты  
И ты увидишь — мир прекрасен...

Это стирание «случайных черт» — отбор главных смысловых деталей и дает эстетическое чувство при получении простых и фундаментальных результатов в науке. Часто инструментом для их получения является анализ размерностей величин задачи<sup>2</sup>, но есть и другие подходы<sup>3</sup>. Следующим примером вполне современного описания турбулентности и хаотической динамики является стихотворение Федора Ивановича Тютчева. Оно написано в начале 1830-х годов, когда поэт был секретарем российского посольства в Мюнхене. Вот его полный текст:

О чем ты воешь, ветер ночной?  
О чем так сетуешь безумно?...  
Что значит странный голос твой,  
То глухо жалобный, то шумно?  
Понятным сердцу языком  
Твердишь о непонятной муке —  
И роешь и взрываешь в нем  
Порой неистовые звуки!...  
О, страшных песен сих не пой!  
Про древний хаос, про родимый,  
Как жадно мир души ночной  
Внимает повести любимой!  
Из смертной рвётся он груди,

2

*Седов Л. И.*

Методы подобия и размерности в механике. М.: 7 изданий с 1944 по 1988; Баренблатт Г. И. Подобие, автомодельность и промежуточные асимптотики. Л.: Гидрометеониздат. 1-е изд. 1978, 2-е изд. (1982).

3

*Голицын Г. С.*

Принцип скорейшей реакции в гидродинамике, геофизике, астрофизике // ДАН. Т. 356, № 3. 1997. С. 321–354; Голицын Г. С. Место закона Гуттенберга-Рихтера среди других статистических природных закономерностей // Вычислительная сейсмология. Вып. 32. 2001. С. 138–161; Голицын Г. С. Белый шум как основа объяснения многих статистических закономерностей в природе // Волны хаоса. М.: Физматлит, 2003.

8

Он с беспредельным жаждет слиться!...  
О! Бурь заснувших не буди —  
Под ними хаос шевелится!...

Около 50 лет назад трудами Джеймса Лайтхилла (1924–1998) была установлена связь между турбулентностью и излучаемым ею звуком<sup>4</sup>. Здесь мы опять видим перемежаемость и, может быть, асимметрию: «то глухо жалобный, то шумно», прямое упоминание хаоса. Теперь мы знаем, что звук вихревой природы усиливается при обтекании препятствий особенно резонирующих объемов. Интенсивность звука от турбулентности при обтекании препятствий пропорциональна числу Маха в четвертой степени. Хотя связь звука с турбулентностью таким образом сильно нелинейная, это стихотворение молодого Тютчева, уже зрелого поэта и автора многих стихов, которые мы дальше будем цитировать, довольно точно отражает картину турбулентных потоков, как мы ее понимаем полтора века спустя.

Случайность и перемежаемость можно увидеть, например, в стихотворении Пушкина «Арион»:

Вдруг лоно волн измял с налету вихорь шумный.

Богатый комплекс процессов отражен в его же стихотворении «Буря».

Ты видел деву на скале  
В одежде белой над волнами,  
Когда бушует в бурной мгле,  
Играло море с берегами,  
Когда луч молний озарял  
Ее всечасно блеском алым,  
И ветер бился и летал  
С ее летучим покрывалом?  
Прекрасно море в бурной мгле  
И небо в блесках без лазури;  
Но верь мне: дева на скале  
Прекрасней волн, небес и бури.

Не раз в юности я слышал от профессиональных литераторов, что это одно из самых замечательных стихотворений А. С. Пушкина. А я вижу, что это удивительное стихотворение демонстрирует и турбулентный ветер, и морское волнение, им вызываемое, и электрические процессы, и атмосферу, полную брызг и пыли («бурная мгла»), когда, согласно закону рассеяния света Дж. У. Рэлея, в обратной пропорциональности четвертой степени длины волны до наблюдателя доходит лишь красная часть спектра («луч молний озарял ее всечасно блеском алым»). Это стихотворение — действительно волшебство музыки, мысли и чувства (эстетического, прежде всего).

ОБЩЕСТВО,  
КУЛЬТУРА, НАУКА,  
ОБРАЗОВАНИЕ

Наука и общество



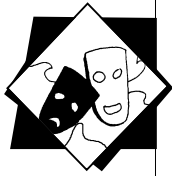
4

*Lighthill M. J.*

On sound generated aerodynamically. I. General theory. Proc. Roy. Soc. A 211, No. 1107, 564–587 (1952); *Lighthill M. J.* Sound generated aerodynamically. Proc. Roy. Soc. A 267, No. 1329, 147–183.

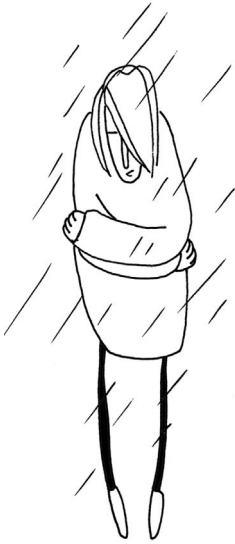
9

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ  
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 4'2008



Приведу еще несколько примеров динамических, оптических, физических процессов и явлений, замеченных поэтами задолго до открытия соответствующих законов. «Осенний вечер» Ф. И. Тютчева (октябрь 1830 г.) как демонстрация перемежаемости ветра (но вообще, одно из самых гениальных пронизательных стихотворений поэта, написанное, когда ему еще не исполнилось 27 лет).

Есть в светлости осенних вечеров  
Умильная, таинственная прелесть!...  
Зловещий блеск и пестрота дерев,  
Багряных листьев томный, легкий шелест,  
Туманная и тихая лазурь  
Над грустно-сиротеющей землею  
И, как предчувствие сходящих бурь,  
Порывистый, холодный ветер порою.  
Ущерб, изнеможенье — и на всём  
Та кроткая улыбка увяданья,  
Что в существе разумном мы зовём  
Божественной стыдливостью страданья!



Безымянное стихотворение А. С. Пушкина 1827 года четко описывает действие закона радиационного теплообмена Стефана-Больцмана, установленного в самом конце XIX века. Две начальных строки:

Какая ночь! Мороз трескучий,  
На небе ни единой тучи...

Далее описывается ночь после стрелецкой казни. Здесь поэт обратил внимание, что сильные морозы всегда при безоблачном небе. Тогда тепловое излучение земли беспрепятственно уходит в космос. При низких температурах, благодаря закону Клапейрона-Клаузиуса (середина XIX века), содержание водяного пара в атмосфере экспоненциально мало, нет облаков и нет парникового эффекта, т.е. испускания вниз тепловой радиации, поднимающей температуру поверхности.

Два замечательных стиха со следами метеорологии. Музыка Н. А. Римского-Корсакова делает первое из них, написанное А. С. Пушкиным в 1820 году, одним из самых прекрасных русских романсов:

Редет облаков летучая гряда,  
Звезда печальная, вечерняя звезда,  
Твой луч осеребрил увядшие равнины,  
И дремлющий залив, и черных скал вершины.  
Люблю твой слабый свет в небесной вышине;  
Он думы разбудил, уснувшие во мне.  
Я помню твой восход, знакомое светило,

Над мирною страной, где все для сердца мило,  
Где стройны тополи в долинах вознеслись,  
Где дремлет нежный мирт и темный кипарис,  
И сладостно шумят полуденные волны.  
Там некогда в горах, сердечной думы полный,  
Над морем я влачил задумчивую лень,  
Когда на хижину сходила ночи тень —  
И дева юная во мгле тебя искала  
И именем своим подругам называла.

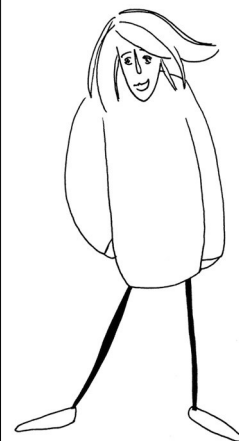
А вот совершенно роскошный «Летний вечер» 24-летнего  
Ф. И. Тютчева:

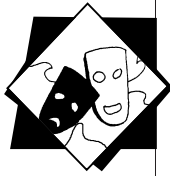
Уж солнца раскаленный шар  
С главы своей земля скатила,  
И мирный вечера пожар  
Волна морская поглотила.  
Уж звезды светлые взошли  
И тяготеющий над нами  
Небесный свод приподняли  
Своими влажными главами.  
Река воздушная полней  
Течёт меж небом и землёю,  
Грудь дышит легче и вольней,  
Освобождённая от зною.  
И сладкий трепет, как струя,  
По жилам пробежал природы,  
Как бы горячих ног ея  
Коснулись ключевые воды.

Где же тут метеорология? Она раскапывается без труда из этого совершенного волшебства. А. С. Пушкин описывает вечер. Первая строка соответствует антициклональной погоде, когда вечером прекращается испарение и исчезает облачность. Вечерней звездой в античности называли Венеру (половину времени она же и утренняя звезда).

У Ф. И. Тютчева «река воздушная» — это ночной бриз, дующий на море с быстрее охлаждающейся поверхности суши, «Мирный вечера пожар» — это снова демонстрация закона Рэлея для рассеяния света. А вот «Полдень» Ф. И. Тютчева опять в антициклон.

Лениво дышит полдень мгlistый,  
Лениво катится река,  
В лазури пламенной и чистой  
Лениво тают облака.  
И всю природу, как туман,  
Дремота жаркая объемлет,





И сам теперь великий Пан  
В пещере нимф спокойно дремлет.

Любителю поэзии не нужна физика или метеорология. Но физик или метеоролог при третьем, пятом чтении этих стихов может обратить внимание, что в них есть тонкие наблюдения за природными процессами, и это может только увеличить волшебство поэзии в его глазах. Подобный анализ стиха сродни исследовательскому процессу.

Можно найти много деталей, относящихся к оптическим явлениям в атмосфере. Пожалуй, наиболее выразительны две строки у А. А. Фета (в своё время вызвавшие недоумение и насмешки демократических критиков вроде Д. И. Писарева). Приведём полностью это короткое поразительное стихотворение (ни единого глагола!):

Шепот, робкое дыханье,  
Трепи соловья,  
Серебро и колыханье  
Сонного ручья,  
Свет ночной, ночные тени.  
Тени без конца,  
Ряд волшебных изменений  
Милого лица,  
В дымных тучках пурпур розы  
Отблеск янтаря,  
И лобзания и слёзы,  
И заря, заря!..



Первые две строки третьей строфы — совершенное проявление закона рассеяния света Рэлея, а третья и четвёртая строки первой строфы — отражение лунного света от слегка случайной поверхности ручья.

Одно из самых изумительных стихотворений Афанасия Афанасьевича Фета отражает слабую атмосферную турбулентность, приводящую к мерцаниям отдаленных источников света:

В тиши и мраке таинственной ночи  
Я вижу блеск приветный и милый,  
И в звездном хоре знакомые очи  
Горят в степи над забытой могилой.  
Трава поблекла, пустыня угрюма,  
И сон сиротлив одинокой гробницы,  
И только в небе, как вечная дума,  
Сверкают звезд золотые ресницы.  
И снится мне, что ты встала из гроба,  
Такой же, какой ты с земли отлетела.  
И снится, снится: мы молоды оба,  
И ты взглянула, как прежде глядела.

«Ресницы звезд» — свидетельство близорукости поэта.  
Другая ночь у А. А. Фета:

Благовонная ночь, благодатная ночь,  
Раздражение недужной души!  
Всё бы слушал тебя — и молчать мне невмочь  
В говорящей так ясно тиши.  
Широко раскидалась лазурная высь,  
И огни золотые горят;  
Эти звезды кругом точно все собрались,  
Не мигая, смотреть в этот сад.

В молодости автор этого эссе занимался распространением волн в случайных средах.

Морские волны — нередкий фон во многих стихах.

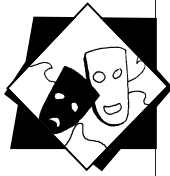
У А. А. Фета есть ряд стихов («Море и звезды», «Вчера расстались мы с тобой», «Качаясь, звезды мигали лучами на темных зыбях Среди земного моря»). Наиболее красочно (и комплексно) описание морской поверхности у Ф. А. Тютчева:

Как хорошо ты, о море ночное, —  
Здесь лучезарно, там сизо-темно...  
В лунном сиянии, словно живое,  
Ходит и дышит, и блещет оно...  
На бесконечном, на вольном просторе  
Блеск и движенье, грохот и гром...  
Тусклым сиянием облитое море,  
Как хорошо ты в безлюдье ночном!  
Зыбь ты великая, зыбь ты морская,  
Чей это праздник так празднуешь ты?  
Волны несутся, гремя и сверкая,  
Чуткие звезды глядят с высоты.  
В этом волнении, в этом сиянии,  
Весь, как во сне, я потерян стою —  
О, как охотно бы в их обаяньи  
Всю потопил бы я душу свою...

Фазы развития волнения на море четко отражены А. С. Пушкиным в «Сказке о рыбаке и рыбке». С увеличением ценности просьб старухи нарастает волнение морской поверхности. Когда старик пришел просить корыто, «море слегка разыгралось», при просьбе об избе — «помутилось синее море», при желании старухи быть столбовою дворянкой — «неспокойно синее море», когда же захотела она быть царицей, «почернело синее море», а когда старик пришел с просьбой быть ей царицей морской, то увидел, что «на море черная буря: так и вздулись сердитые волны, так и ходят, так воем и воют».







Атмосферные электрические явления не раз прямо-таки за-  
вораживали Ф. А. Тютчева. Вот два стиха от 14 июля 1851 г.  
и 18 августа 1865:

Не остывшая от зною  
Ночь июльская блистала...  
И над тусклою землёю  
Небо, полное грозю,  
Всё в зарницах трепетало...  
Словно тяжкие ресницы  
Подымались над землёю  
И сквозь беглые зарницы  
Чьи-то грозные зеницы  
Загорались порою...

Второе стихотворение, бесспорно, отражает конец лета:

Ночное небо так угрюмо,  
Заволокло со всех сторон.  
То не угроза и не дума,  
То вялый, безотрадный сон.  
Одни зарницы огневые,  
Воспламеняясь чередой,  
Как демоны глухонемые  
Ведут беседу меж собой.  
Как по условленному знаку,  
Вдруг неба вспыхнет полоса,  
И быстро выступят из мраку  
Поля и дальние леса.  
И вот опять все потемнело,  
Всё стихло в чуткой темноте —  
Как бы таинственное дело  
Решалось там — на высоте.

Состояние взаимоотношений человека с природой в доинду-  
стриальную эпоху замечательно описывал Ф. А. Тютчев:

Певучесть есть в морских волнах,  
Гармония в стихийных спорах,  
И стройный мусикийский шорох  
Струится в зыбких камышах.  
Невозмутимый строй во всём,  
Созвучье полное в природе, —  
Лишь в нашей призрачной свободе  
Разлад мы с нею сознаём.  
Откуда, как разлад возник?  
И отчего же в общем хоре Душа не то поёт, что море,  
И рошчет мыслящий тростник?



И от земли до крайних звёзд  
Всё безответен и поныне  
Глас вопиющего в пустыне,  
Души отчаянный протест?

Блэз Паскаль (1623–1672) писал: «Человек не более как самая слабая тростинка в природе, но это тростинка мыслящая». Глас вопиющего в пустыне — выражение из Библии (Исайя, 40.3), приведено также во всех четырёх евангелиях. Физик здесь увидит четкие понятия о спектрах акустических сигналов, наличие максимума в пространственном спектре морского волнения (первая строка), мусикийский (т. е. музыкальный) шорох — более широкополосный, даже, может быть, приближающийся к белому шуму, спектр звука обтекания ветром камышей.

Кажется, уже достаточно примеров стихов, в которых наши великие поэты отразили черты процессов и явлений, нашедших своё физическое истолкование только в следующем XX столетии.

Во многих стихах есть поэтические описания природных процессов, которые для ученых могут служить примерами точности, краткости и красоты предлагаемых картин времён года. Описание весны в первых трёх строфах 7-й главы Евгения Онегина, «Осень», (1833), у Ф. А. Тютчева: «Весенняя гроза», «Весна», «Весенние воды», «Нет, моего к тебе пристрастья я скрыть не в силах, мать-Земля», у А. А. Фета «Всю ночь гремел овраг соседний».

Не могу не упомянуть в этой связи космические стихи Ф. А. Тютчева, любимые с ранней юности: «Проблеск» (1825), «Вечер» (1826) («Как тихо веет над долиной далёкий колокольный звон»), содержащий пример приземного звукового волновода, образующегося у быстро остывающей поверхности земли, «Видение» (1829), «Бессонница» (1829), «Сны» (1829), «Последний катаклизм» (1829). Не могу не привести эти гениальные четыре строки:

Когда пробьет последний час природы,  
Состав частей разрушится земных:  
Всё зримое опять покроют воды,  
И Божий лик изобразится в них!

По поводу этого стиха Н. А. Некрасов писал (цитирую по памяти): «Не знаю, какая тут физика, но поэзия изумительна!»

ОБЩЕСТВО,  
КУЛЬТУРА, НАУКА,  
ОБРАЗОВАНИЕ

Наука и общество

