

PERSONALIA

Евгений Алексеевич Новиков

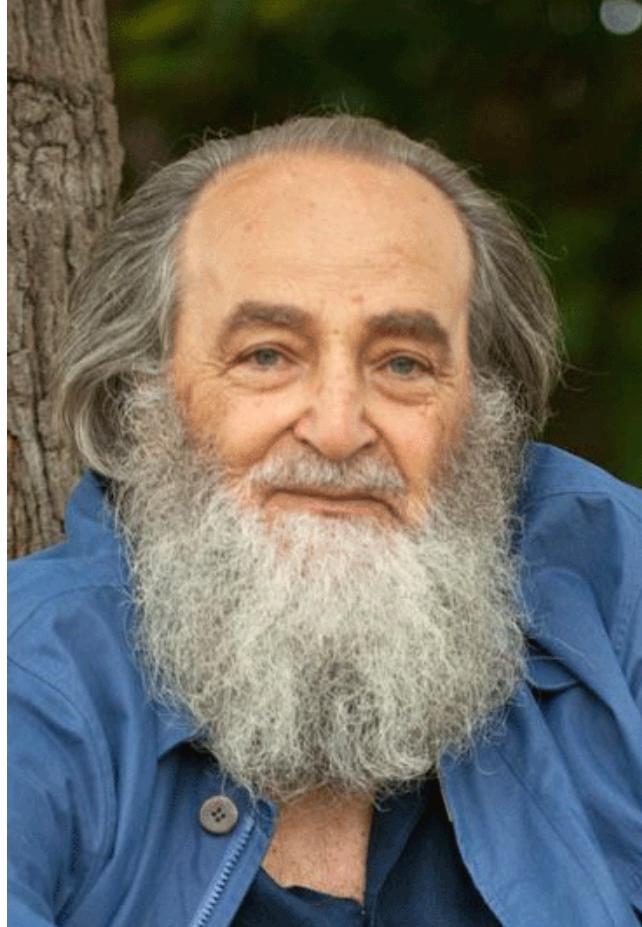
(к 90-летию со дня рождения)

PACS number: 01.60.+q

23 апреля 2021 года исполняется 90 лет доктору физико-математических наук Евгению Алексеевичу Новикову, выдающемуся физику-теоретику, одному из основоположников современной теории турбулентности. В недавнем авторитетном обзоре по теории турбулентности¹ работы Е.А. Новикова поставлены в одном ряду с работами Л.Д. Ландау, А.Н. Колмогорова и А.М. Обухова. Отмечено, что работы Евгения Алексеевича являются пионерскими по ряду ключевых направлений развития теории турбулентности — таким, например, как метод случайных сил при лагранжевом описании турбулентности и моделирование эффектов перемежаемости турбулентности. Приведена на стр. 12 обзора и выдержка из архива Дж. Бэтчелора: "По мнению Джорджа К. Бэтчелора, Новиков — "первоклассный учёный и математик, внесший важный вклад в теорию турбулентности и другие области механики жидкости" (телеграмма Джорджа К. Бэтчелора Стивену А. Орзагу в Массачусетский технологический институт от 14 сентября 1983 года, архив Бэтчелора, библиотека Рена, Тринити-колледж, Кембридж, Великобритания)².

Евгений Алексеевич Новиков родился 23 апреля 1931 г. в Ленинграде. Окончил московскую среднюю школу № 59 и поступил в Московский государственный университет (МГУ) на недавно созданный физико-технический факультет (позднее реорганизованный в Московский физико-технический институт — МФТИ) по специальности "строительство вещества". Эту специальность потом перевели на физический факультет МГУ.

Его дипломная работа, обобщающая статистическую теорию Ферми множественного рождения частиц, обратила на себя внимание и получила поддержку от Л.Д. Ландау, И.М. Халатникова и Л.П. Горькова. В ней был предложен закон сохранения К-заряда, который объяснял аномально большое наблюдаемое число рождающихся тяжёлых лямбда-частиц в экспериментах на ускорителях и в космических лучах. В дальнейшем оказалось, что этот закон эквивалентен закону сохранения странности элементарных частиц, независимо полученному в работах М. Гелл-Манна (1952), а также К. Нисидзимы и Т. Наканы (1953). Руководителем дипломной



Евгений Алексеевич Новиков

работы Е. А. Новикова был Семён Захарович Беленький (14.06.1916–21.09.1956)³, бывший аспирант И.Е. Тамма, входивший наряду с А.Д. Сахаровым и В.Л. Гинзбургом в группу И.Е. Тамма по созданию водородной бомбы, испытанной в 1953 году.

После окончания МГУ в 1954 г., имея приглашение от И.М. Халатникова на работу в Математическом отделе Института физических проблем АН СССР, Евгений Алексеевич сделал всё же свой выбор в пользу работы в Институте прикладной геофизики. Затем, имея от Л.П. Горькова рекомендацию в аспирантуру, стал аспирантом А.С. Монина в Институте физики атмосферы

¹ John Z. Shi, Physics of Fluids, 34 (4), 2021 <https://doi.org/10.1063/5.0043566>; www.arxiv.org/abs/2101.00368 2 Jan 2021

² As a historical note, in George Keith Batchelor's view, Novikov is "a first rate scientist and mathematician who has made important contributions to turbulence and other areas of fluid mechanics" [George Keith Batchelor's Telegram to Steven A. Orzag at MIT dated 14 September 1983, The Batchelor Archive, The Wren Library, Trinity College Cambridge, U.K.].

³ См. Гейликман Б Т, Гинзбург В Л "Памяти С.З. Беленького" УФН **61** 129–132 (1957)



Фото 1. Е.А. Новиков (снимок сделан Валерианом Ильичом Татарским в Боулдер в 2005 или 2006 году)

(ИФА) АН СССР, возглавляемом А.М. Обуховым. В 1961 году Е.А. Новиков защитил кандидатскую диссертацию на тему "Гидромагнитная турбулентность в ионосфере" и остался работать в ИФА в Отделе атмосферной турбулентности под руководством А.М. Яглома. В 1970 г. Евгений Алексеевич защитил докторскую диссертацию на тему "Статистические модели в теории турбулентности". В 1981–1983 г. Е.А. Новиков руководил теоретической группой в ИФА и общемосковским семинаром по нелинейной динамике.

После переезда в США Евгений Алексеевич в 1983–1984 г. работал в Математическом отделе Массачусетского технологического института в Бостоне.

Затем, в 1984–1986 г., он работал в Национальном центре атмосферных исследований в Боулдер (Колорадо). С 1986 г. по настоящее время работает в Калифорнийском университете (Сан Диего) в Институте нелинейных наук, который затем был преобразован в Институт биологических цепей. Параллельно сотрудничал со Стенфордским университетом и с Калифорнийским технологическим институтом в качестве ведущего теоретика в совместных проектах.

Основные направления исследований Евгения Алексеевича Новикова

1. Теория турбулентности.

Спектр энергии с диссипативным интервалом (1959) [2]. В этой работе дано обобщение классической работы А.А. Таунсенда (1951), позволившей рассчитывать влияние мелкомасштабной конвекции на диффузию пассивной примеси и тепловых пятен в изотропном турбулентном потоке. В результате отказа от ряда ограничитель-



Фото 2. Советско-американский симпозиум в Киеве в 1979 году.



Фото 3. Е.А. Новиков и В.Е. Захаров (20 апреля 2016 года в Калифорнийском университете, Сан Диего).
Фото сделано Львом Цимрингом.

ных предположений теории Таунсенда, при допущении изменчивости скорости деформации вдоль главных осей жидкой частицы, была получена асимптотика спектра энергии турбулентности в области сколь угодно больших волновых чисел. При этом в инерционном интервале масштабов полученный спектр энергии совпадает с законом $-5/3$ Колмогорова–Обухова и обобщает его на область масштабов вязкой диссипации.

Корреляция функционалов (1964) [3]. Результаты этой работы широко используются во многих областях науки. При этом развивается известный подход Хопфа (1952), когда основная проблема турбулентности сформулирована в виде замкнутого уравнения для характеристического функционала поля скорости. При этом получен метод расцепления корреляций гауссовых случайных полей, получивший потом название формулы Фуруцу–Новикова, широко используемой в статистических задачах физики⁴.

⁴ См. обзор Кляцкин В.И., Татарский В.И. "Приближение диффузионного случайного процесса в некоторых нестационарных статистических задачах физики" УФН **110** 499–536 (1973); Klyatskin V.I., Tatarskii V.I. "Diffusive random process approximation in certain non-stationary statistical problems of physics" Sov. Phys. Usp. **16** 494–511 (1974).

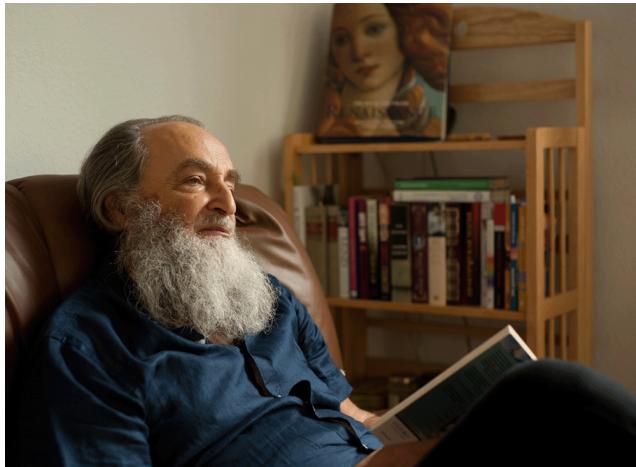


Фото 4 и 5. Фотографии сделаны Львом Цимрингом.

Масштабное подобие и перемежаемость: модель Новикова – Стюарта (1964) [4] и дальнейшее развитие (1966) [5], (1969) [7], (1971) [8], (1990) [15], (1994) [17]. В [4] была предложена модель пространственного распределения скорости диссипации кинетической энергии турбулентности, учитывающая эффект перемежаемости турбулентности, которая впервые позволила описать наблюдаемый в эксперименте спектр флюктуаций скорости диссипации энергии. Эта модель основана на масштабно-инвариантной схеме описания наблюдаемого неравномерного распределения относительно небольших областей, в которых сосредоточена основная доля диссипации энергии турбулентности. Математическое описание "перемежающихся" случайных функций, сходное со схемой, рассмотренной Новиковым и Стюартом (1964), как и соответствующая идея рассмотрения масштабной инвариантности в системе с сильным взаимодействием между модами разных масштабов, были примерно в это же время независимо развиты в работах Мандельброта (1965) и Каданова (1966). В дальнейшем эти работы стали основой для развития теории фракталов и теории фазовых переходов второго рода соответственно, а работа Новикова и Стюарта (1964) дала импульс для формирования современной теории мелкомасштабной перемежаемости турбулентности. При этом впервые исследована логарифмически-периодическая модуляция в стохастических системах (1966) [5], (1990) [15].

Кинетические уравнения для турбулентного поля вихря (1967) [6] в дальнейшем известны в теории турбулентности как иерархия кинетических уравнений Лундгрена – Монина – Новикова. Это уравнение имеет широкое применение в теории турбулентности, например, в связи с анализом локальной конформной инвариантности вихревых полей в двумерной турбулентности (M. Frewer and G. Khuadze, 2020).

Условно-усреднённые уравнения Навье – Стокса и их решения (1993) [16]. При этом предложен новый подход к замкнутому описанию локальных характеристик движения, которые обладают механизмом самоусиления, известного, например, как механизм растяжения вихревых линий в трёхмерной турбулентности. Это даёт количественную информацию о структурах турбулентного потока, которые могут быть исследованы в лабораторных и численных экспериментах, и позволяет усовер-

шенствовать известный метод больших вихрей для численного моделирования мелкомасштабной турбулентности.

Впервые исследовано взаимодействие вихрей со свободной поверхностью (1981) [12], что дало новый пример гидродинамической аналогии с эффектом Вавилова – Черенкова.

Дан импульс к исследованию динамического взаимодействия сингулярных вихревых зарядов в связи с представлением о вихревом монополе или вортоне Саффмана (1983). Сформулирована динамика трёхмерных вихревых сингулярностей — вортонов Новикова (1983) [13], (1985) [14]. В результате установлена тенденция к невязкой диссипации энергии, которая может поддерживать реализацию закона $-5/3$ Колмогорова – Обухова в инерционном интервале масштабов. При этом по аналогии с диссипацией энергии в ударных волнах энергия трёхмерного вихревого потока идеальной жидкости может уходить в сингулярности. Этот вывод соответствует известной диссипативной аномалии в теории турбулентности, предложенной Л. Онзагером (1949) в связи с законом $-5/3$ и имеет аналогию в квантовой теории поля (А.М. Поляков, 1995). Последующее развитие этого направления показало, что вихревой монополь может быть представлен в виде комбинации вортонов Новикова и вортонов Блаха (1976), введённого для описания сингулярности в А-фазе сверхтекущего Нэз (S. Blaha, 1976; Г.Е. Воловик и В.П. Минеев, 1976). При этом вихревой монополь имеет такие же свойства, как и известный магнитный монополь Дирака. Соответственно, проблема 3D вихревого монополя оказывается релевантной известному в математике представлению о многозначных функционалах, как и для монополя Дирака (С.П. Новиков, 1981).

Многие результаты работ Евгения Алексеевича вошли в энциклопедический двухтомник *Статистическая гидромеханика. Механика турбулентности*. А.С. Монина и А.М. Яглома (1967, 1992), охватывающий основные направления экспериментальных и теоретических исследований явления турбулентности.

2. Стохастизация линейных вихрей (1975) [9], (1979) [10], (1980) [11].

Эти работы открывают новую область исследований моделирования нелинейной динамики вихревых систем,

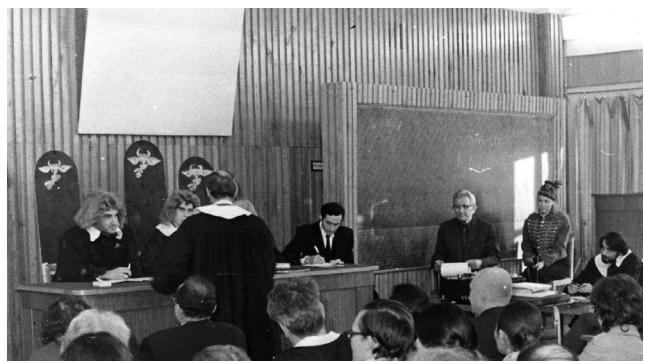


Фото 6 и 7. Капустник в ИФА в 1975 году.

На фото: судьи — Е.А. Новиков, М.А. Каллистратов, И.П. Малков, секретарь суда — М.З. Холмянский, прокурор — О.Г. Налбандян, адвокат — А.И. Кон, подсудимый — юбиляр В.М. Бовшеверов, охранник — Т.И. Макарова, свидетель — В.И. Дианов-Клоков.

которые имеют широкую область применимости, от атмосферных и океанических вихрей до вихрей в сверхтекучей жидкости и магнитных вихрей в сверхпроводниках.

В этих работах впервые доказана возможность стохастизации системы из четырёх точечных вихрей на плоскости (линейных в трёхмерном пространстве). Это, наряду с известной системой Лоренца, даёт новый пример системы с малым числом степеней свободы, имеющей стохастическое поведение. Кроме того, эти результаты свидетельствуют о неинтегрируемости уравнений двумерной динамики идеальной несжимаемой жидкости в классе слабых решений этих уравнений. Результаты указанных работ вошли в известную монографию В.И. Арнольда "Топологические методы в гидродинамике" (М., 2013).

Полученный вывод о стохастическом поведении как самих вихрей, так и жидких частиц, находящихся в их поле, даёт основу для понимания проблемы предсказуемости и устойчивости динамики нелинейных систем. Например, применение этой теории является актуальным для задач прогноза аномальных погодных явлений и природных катастроф.

3. Масштабное подобие в динамике мозга (1997) [18] входит в учебник L.M. Ward "Dynamical Cognitive Science" (MIT Press, 2002, Chapter 17).

Представлен спектральный анализ многоканальных магнито-энцефалографических данных. Этот анализ выявил локальный режим подобия в мозговой активности и установил новые параметры для неинвазивной диагностики и экспериментальных исследований мозга.

4. Моделирование сознания с учётом тёмной материи (особого рода гравитонов) (2005) [19], (2016) [23].

Представлен подход к нелинейному динамическому моделированию взаимодействия автоматических и сознательных процессов в головном мозге. Идея состоит в том, чтобы использовать поле кватернионов с реальными и мнимыми компонентами, представляющими эти процессы. Поскольку из модификации общей теории относительности (2010) [21] (2011) [22], следует вывод о повсеместном и постоянном рождении из вакуума сверхлёгких бозонов (частиц тёмной материи), то рассмотрена возможность их коммуникации с обычной материией, включая наш мозг. Представлена модель такого интерфейса и рассмотрены некоторые новые

экспериментально проверяемые аспекты естественных нейронных систем.

5. Общее точное решение для гравитации в (1+1)-размерном мире (1959) [1], послужившее основой для многочисленных исследований формирования галактик.

Квантовая модификация общей теории относительности (2006) [20], (2010) [21], (2011) [22], (2016) [24], (2018) [26], (2019) [27], которая хорошо согласуется с данными наблюдений ускоренного расширения Вселенной (без подгоночных параметров) и устраниет гипотезу сингулярного "Большого взрыва" и связанные с ней противоречия. Теория основана на установлении соответствия между точным решением гидродинамической модели (типа источников-стоков) ускоренного расширения Вселенной и обобщением известного точного решения А.А. Старобинского (1978) в квантовой теории гравитации, учитывающим ненулевую космологическую постоянную Эйнштейна. При этом из результатов теории следует, что рождение материи из вакуума происходило неограниченное время назад в прошлом и будет продолжаться до тех пор, пока Вселенная расширяется. Точно определена масса рождающихся при этом скалярных бозонов (особого рода гравитонов или прототипов фотонных пар, имеющих суммарную нулевую спиральность). Эта масса имеет величину порядка 10^{-66} грамм и сопоставима разве что с массой самых лёгких известных гипотетических частиц — аксионов. При этом в магнитном поле возможно расщепление фотонных пар и рождение обычных видимых фотонов, имеющих энергию, зависящую от величины магнитного поля, вызвавшего нарушение симметрии и соответствующее рождение реальных частиц. Имеются указания на возможность проявления предложенного механизма рождения частиц из вакуума, следующие из данных наблюдений известных особенностей излучения солнечной короны в рентгеновском диапазоне (Мирзоева И.К. и др., 2019).

Отличительной особенностью теоретических работ Евгения Алексеевича является их непосредственная связь с экспериментом. Полученные при этом результаты, часто являются стимулом для проведения экспериментальных работ. В этом отношении можно отметить плодотворное сотрудничество Е.А. Новикова с Б.М. Бовшеверовым, А.С. Гурвичем, С.Л. Зубковским, М.З. Холмянским, Б.М. Копровым, М.А. Каллистратовой, Н.С. Тиме и другими экспериментаторами ИФА.

Евгений Алексеевич — потомственный интеллигент, человек высочайшей культуры. Его талант проявился не только в научном творчестве. В период своего обучения в аспирантуре Евгений Алексеевич успешно выступал в спектаклях Студенческого театра МГУ, руководимого в 1950-е годы Роланом Быковым, когда там начинали свою театральную карьеру Алла Демидова и Ия Савина. Его тоже приглашали на работу в театр им. Е.Б. Вахтангова.

Проявлял свой артистизм Евгений Алексеевич и в стенах Института физики атмосферы, где все, кто с ним работал и общался, по-прежнему его любят и ценят. В ИФА был очень дружный и весёлый коллектив, и Евгений Алексеевич с удовольствием участвовал в празднованиях и розыгрышах, например, в костюмированных представлениях, посвящённых "дню метеоролога" — 1 апреля.

Снимки 6 и 7 сделаны в 1975 году во время Институтского "капустника", посвящённого 70-летию Виктора Марковича Бовшеверова. Был организован "суд" над Виктором Марковичем, где ему в шуточной форме вменялись в вину все его научные достижения.

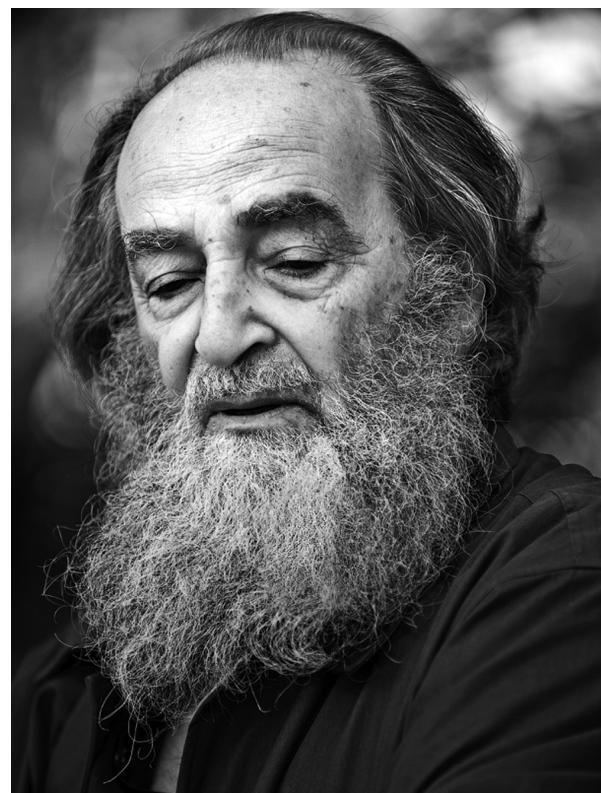
Евгений Алексеевич, в полной мере реализуя свои артистические способности, изображал (в мантии и парике) одного из судей.

Поздравляем Евгения Алексеевича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья и дальнейших успехов в научной работе.

Е.Б. Гледзер, Г.С. Голицын, В.М. Граник, В.Н. Деснянский, Т.Н. Доронина, В.У. Заворотный, В.Е. Захаров, Л.Х. Ингель, М.А. Каллистратова, А.И. Кон, Е.Б. Кудашев, Е.А. Кузнецов, В.П. Маслов, И.К. Мирзоева, Л.А. Островский, Е.Н. Пелиновский, Л.П. Питаевский, М.И. Рабинович, Я.Г. Синай, А.А. Старобинский, Н.С. Тиме, Г.Е. Фалькович, М.И. Фортус, М.З. Холмянский, Л. Цимлинг, С.Г. Чефранов, John Z. Zhi, Л.Н. Юрганов, И.Г. Якушин.

Избранные публикации Е.А. Новикова.

- Нелинейное развитие возмущений в одномерном мире, *ЖЭТФ*, **57** (3), 938–940 (1959).
- О спектре энергии турбулентного потока несжимаемой жидкости, *Доклады АН СССР*, **139** (2), 331–334 (1961) — Представлена А.Н. Колмогоровым
- Функционалы и метод случайных сил в теории турбулентности, *ЖЭТФ*, **47**, 1919–1926 (1964).
- Перемежаемость турбулентности и спектр флюктуаций диссипации энергии (соавтор Р.У. Стюарт), *Изв. АН СССР, сер. геофиз.* **3**, 408–413 (1964).
- Математическая модель перемежаемости турбулентного потока, *Доклады АН СССР*, **168** (6), 1279–1282 (1966) — Представлена М.Д. Миллионщиковым
- Кинетические уравнения для поля вихря, *Доклады АН СССР*, **177** (2), 299–302 (1967).
- Масштабное подобие для случайных полей, *Доклады АН СССР*, **184** (5), 1072–1075 (1969) — Представлена А.Н. Колмогоровым
- Перемежаемость и масштабное подобие в структуре турбулентного потока, *Прикл. Мат. и Мех.* **35** (2), 266–277 (1971).
- Динамика и статистика системы вихрей, *ЖЭТФ*, **68** (5), 1868–1882 (1975).
- Стохастизация вихрей (соавтор Ю. Б. Седов), *Письма в ЖЭТФ*, **29** (12), 737–740 (1979).
- Stochasticization and collapse of vortex system, *Ann. NY Academy of Science*, **357**, 47–54 (1980).



Евгений Алексеевич Новиков

- Возбуждение поверхностных волн дискретными вихрями, *Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана*, **17** (9), 956–964 (1981)
- Обобщенная динамика трехмерных вихревых сингулярностей (вортонов), *ЖЭТФ*, **84**, 975 (1983)
- Vortons methods in three-dimensional hydrodynamics (coauthors M.J. Aksman and S.A. Orszag), *Phys. Rev. Lett.*, **54**, 2410 (1985)
- The Effects of Intermittency on Statistical Characteristics of Turbulence and Scale Similarity of Breakdown Coefficients, *Phys. Fluids, A* **2** (5), 814–820 (1990)
- A new approach to the problem of turbulence, based on the conditionally averaged Navier-Stokes equations, *Fluid Dyn. Res.* **12**, 107–126 (1993)
- Infinitely Divisible Distribution in Turbulence, *Phys. Rev. E* **50** (5), R3303–R3309 (1994)
- A Scale-similar activity in the brain (coauthors A. Novikov, D. Shannahoff-Khalsa, B. Schwartz and J. Wright), *Phys. Rev. E*, **56**, R2387–R2389 (1997)
- Modeling of consciousness, *Chaos, Solitons & Fractals*, **25**, 1–5 (2005)
- Vacuum response to cosmic stretching: accelerated universe and prevention of singularity, *arXiv:nlm/06080050* (2006)
- Гидродинамические вакуумные источники самозарождения темной материи в ускоренно расширяющейся Вселенной без "Большого Взрыва" (соавтор С.Г. Чефранов), *ЖЭТФ* **138** (5), 830–843 (2010)
- A quiet universe without Big Bang, (coauthor S.G. Chefranov), *J. Cosmology*, **16**, 6884 (2011)
- Gravicomunication, subjectivity and quantum entanglement, *NeuroQuantology*, **14** (4), 677–682 (2016)
- Ultralight gravitons with tiny electric dipole moment are seeping from the vacuum, *Modern Phys. Lett. A*, **31** (15), 1650092 (2016)
- Quantum modification of general relativity, *Electr. J. Theor. Phys.*, **13** (35), 79–90 (2016)
- Emergence of the laws of nature in the developing entangled universe, *American Research J. of Physics*, **4** (1), 1–9 (2018)
- Gravitational angels, *Bulletin of the American Physical Society*, **64**, Number 3, Session S01: Abstract: S01.00026, (2019).