

ЮБИЛЕЙ УЧЕНОГО ANNIVERSARY OF THE SCIENTIST

**К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В. С. ВИХРЕНКО,
РУКОВОДИТЕЛЯ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ В ОБЛАСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ
ТЕРМОДИНАМИКИ И МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД**

**TO THE 80-TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF V. S. VIKHRENKO,
DIRECTOR OF THE SCIENTIFIC SCHOOL IN THE FIELD OF STATISTICAL
THERMODYNAMICS AND MECHANICS OF CONTINUOUS MEDIUMS**



**Вячеслав Степанович Вихренко
(1943–2020)**

Доктор физико-математических наук профессор, заведующий кафедрой теоретической механики (2001–2010), профессор (с 1997), руководитель *Научной школы в области статистической термодинамики и механики сплошных сред* (2005–2020)

Вячеслав Степанович работал в Белорусском технологическом институте (ныне Белорусский государственный технологический университет – БГТУ) с января 1966 г. в должности ассистента, старшего преподавателя, доцента, профессора кафедры теоретической механики. С 2001 г. по 2010 г. заведовал вышеуказанной кафедрой, с 2011 по 2017 г. являлся профессором кафедры теоретической механики, а с 2018 г. по 2020 г. – профессором кафедры механики и конструирования в БГТУ.

В. С. Вихренко родился 30 мая 1943 г. в деревне Голицино Мичуринского (в то время Юрловского) района Тамбовской области. В 1951 г. родители переехали на Украину в село Покотилово Подвысоцкого района Кировоградской области. Отец работал бухгалтером в колхозе, а мать – швеей. После окончания Покотилловской средней школы в 1960 г. будущий ученый поступил на лесоинженерный факультет Белорусского лесотехнического института, который окончил с отличием в 1965 г. Во время учебы в институте В. С. Вихренко прошел систему факультативных курсов, организованных профессором Л. А. Роттом, изучил основные физико-математические дисциплины, читаемые на физическом факультете вуза, сдал по ним экзамены и зачеты.

После окончания института В. С. Вихренко был распределен на кафедру теоретической механики и с января 1966 г. стал работать ассистентом. С ноября 1966 г. по декабрь 1967 г. служил в армии, затем продолжил работать ассистентом. Еще в годы учебы в институте начал заниматься под руководством профессора Л. А. Ротта научно-исследовательской работой и в 1970 г. в БГУ защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по статистической теории кинетических характеристик молекулярных систем. Звание доцента Вячеславу Степановичу было присвоено в 1974 г., звание профессора – в 1997 г. В Институте физики АН Беларуси в 1994 г. им была защищена диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по статистической теории динамических и кинетических свойств молекулярных и ионных конденсированных систем.

Многие научные работы В. С. Вихренко посвящены развитию статистико-механического

метода условных распределений, предложенного Л. А. Роттом. В 1975 г. в журнале *Fortschritte der Physik* совместно с Л. А. Роттом была опубликована обзорная статья, посвященная этому методу. С его помощью исследованы равновесные и кинетические свойства молекулярных систем, в частности особенности релеевского рассеяния света системой несферических молекул. Обзор по деполяризованному молекулярному рассеянию света был опубликован В. С. Вихренко в 1974 г. в журнале «Успехи физических наук» – одном из наиболее авторитетных советских научных журналов. В 1976/1977 г. Вячеслав Степанович проходил стажировку в отделе физической химии Брюссельского свободного университета, который возглавлял будущий лауреат Нобелевской премии профессор Илья Пригожин.

В дальнейшем Вячеславом Степановичем были установлены творческие контакты с сотрудниками Института атомной энергии имени И. В. Курчатова в Москве и Института высокотемпературной электрохимии в Екатеринбурге (в то время г. Свердловск), которые изучали возможности использования твердых электролитов в энергетических устройствах. В результате был выполнен цикл работ по исследованию механизмов массо- и электропереноса в твердых электролитах.

В середине 90-х гг. прошлого столетия появилась возможность установления тесных научных контактов с авторитетными западными научными центрами. В 1996 г. В. С. Вихренко возглавил группу сотрудников кафедры теоретической механики, получивших трехгодичный грант по программе INTAS, в котором, помимо БГТУ, участвовали Институт математики НАН Беларуси, Институт физики НАН Украины, Институт исследования стали имени Макса Планка (г. Дюссельдорф, Германия) и Университет имени Аристотеля (г. Салоники, Греция). В рамках этого гранта, а также в последующих работах была создана статистико-механическая теория процессов переноса в решеточных флюидах, используемых в качестве моделей многих технологически важных систем. К ним относятся интеркаляционные соединения, ионные кристаллы, мономолекулярные слои и др. В дальнейшем в развитие этой тематики совместно с профессором Х. Бискертом (Университет Жауме, Кастилло, Испания) исследованы кинетические процессы в электронных подсистемах твердых тел, которые, в частности, используются в солнечных элементах.

В 1998–2000 гг. совместно с профессором В. Б. Немцовым и сотрудниками Института биофизической химии имени Макса Планка (г. Геттинген, Германия) выполнялись работы по исследованию колебательной релаксации молекул в жидкостях в рамках гранта Фольксвагеновского фонда. Информация о характере протекания

колебательной релаксации необходима для понимания механизмов химических реакций. В. С. Вихренко разработал широко используемую методику анализа внутри- и межмолекулярных каналов передачи энергии на основе анализа работы и мощности соответствующих силовых взаимодействий, обусловленных эволюцией обобщенных координат, в частности колебательных мод молекул. В этот период и впоследствии были получены принципиально важные результаты по выяснению механизмов колебательной релаксации молекул, причин сверхбыстрой релаксации на пико- и субпикосекундных (например, в молекулах воды) интервалах времени.

В период руководства В. С. Вихренко *Научной школой в области статистической термодинамики и механики сплошных сред* (2005–2020) наряду с дальнейшим развитием статистического метода условных распределений Л. А. Ротта произошло значительное расширение тематики научных исследований за счет перехода к изучению новых физических объектов и систем с более сложными межчастичными взаимодействиями.

В. С. Вихренко совместно с Г. С. Бокуном разработали новую процедуру статистико-механического описания твердотельной системы, взаимодействие частиц в которой описывается как коротко-, так и дальнедействующим потенциалами. Для этого использовано разложение конфигурационного интеграла системы по обобщенным (модифицированным) майеровским функциям, включающим в себя (помимо короткодействующего потенциала) потенциалы средних сил. В базисное распределение включено дальнедействие на фоне среднего поля, создаваемого потенциалами средних сил. Характеристики базисной системы определены с помощью результатов метода коллективных переменных. Теория использована для описывающих керамические ионные материалы моделей, в которых рассматривается подвижность катионов в поле неподвижных анионов, обеспечивающих компенсацию электрического заряда в объеме исследуемых моделей.

М. И. Кулак построил статистическую теорию описания структуры и упруго-прочностных свойств фрактальных дисперсных систем. Им развита самосогласованная теория эффективного модуля упругости дисперсно-армированных композитов стохастической структуры. На основе фрактальных подходов исследованы микроструктура и физико-механические свойства полиграфических материалов и технологии печатных процессов.

В. С. Вихренко совместно с Д. В. Гапанюком разработали новый приближенный метод вычисления и анализа равновесных характеристик решеточных газов, сочетающий в себе точность получаемых результатов с относительной простотой используемых вычислительных алгоритмов.

В результате получены формально строгие статистико-механические выражения для коэффициентов диффузии, которые использованы для количественных расчетов, в том числе электрофизических характеристик ионных кристаллов и интеркаляционных соединений. Построена статистико-механическая теория неравновесных процессов (диффузии, термодиффузии, структурной релаксации) в решеточных системах. Рассмотрена кинетика захвата электронов на ловушках, их диффузии и межфазных переходов в солнечных элементах на основе красителей, дано объяснение наблюдающихся особенностей в зависимости от времени жизни электронов и их концентрации.

В. С. Вихренко совместно с Г. С. Бокуном, Я. Г. Гродой и Р. Н. Ласовским разработаны методы исследования сложных систем с различными типами конкурирующих взаимодействий, включающих межчастичное притяжение на малых расстояниях и отталкивание на больших (т. е. SALR-системы или, наоборот, – SRLA-системы). Эти взаимодействия в системах многих частиц приводят к образованию четко определенных структур, таких как мицеллы, кластеры, слои, сети, многокомпонентные самосборные бислои, в частности биологические мембраны, белки, или более слабых микрогетерогенностей в сложных жидкостях, особенно ионных жидкостях и их смесях с различными растворителями, а также твердых электролитах и в интеркалированных соединениях. Исследованы равновесные свойства и структура монослоев таких систем на поверхностях, моделирующих подложки, и влияние на изучаемые характеристики ограничивающих поверхностей. Установлены разительные различия между процессами адсорбции на стенках простых и сложных жидкостей, состоящие в том, что адсорбция в сложных системах немонотонно изменяется с изменением объемной концентрации и сопровождается структурными особенностями строения приповерхностных слоев, что может иметь важное значение при изготовлении периодических матриц посредством самосборки. Изучены кинетические особенности процесса адсорбции систем с конкурирующими взаимодействиями.

И. И. Наркевич в рамках научной школы модифицировал статистический метод условных распределений Л. А. Ротта и разработал двухуровневый статистический метод описания структуры и равновесных характеристик неоднородных молекулярных систем, позволивший получить единое уравнение состояния для разных агрегатных состояний вещества (кристалл, жидкость, сильно сжатый газ). В кристаллическом состоянии вещества имеется возможность статистического описания свойств кристаллов с учетом деформации кристаллических решеток.

С помощью двухуровневого молекулярно-статистического подхода И. И. Наркевичем,

А. В. Жаркевичем и Е. В. Фарафоновой разработана статистическая модель одноосного деформирования линейных кристаллических образцов. В первом приближении по малому параметру с помощью нелинейного интегрального уравнения в статистической теории упругости получены аналитические выражения для младших коррелятивных функций и свободной энергии деформированной молекулярной цепочки с занятыми и свободными (вакантными) узлами, построена теоретическая диаграмма напряжение – деформация. В рамках разработанного взаимосвязанного микро- и макроскопического представления для деформированного кристалла с вакансиями получено интегральное уравнение, решение которого определяет унарную и бинарную коррелятивные функции, а также функционал свободной энергии, учитывающий наличие полей деформации и неоднородностей в распределении плотности и концентраций различных сортов частиц системы. В дальнейшем осуществлено статистическое изучение микроструктуры и термодинамических характеристик одиночных сферических кристаллических наночастиц, уникальные свойства которых приводят к необычному поведению новых модифицированных наноструктурных материалов, получаемых на их основе.

Г. С. Бокун и И. И. Наркевич в рамках двухуровневого молекулярно-статистического подхода установили, что если при использовании условия экстремальности функционала свободной энергии неоднородной системы привлечь уравнение диффузии для отыскания равновесного поля плотности, то полученное решение указывает на возможность реализации устойчивых состояний системы с наноразмерными неоднородностями плотности. Дальнейшие численные исследования функционала свободной энергии коллоидных растворов с использованием потенциала SALR показывают, что функционал таких систем может иметь несколько минимумов для пространственных волн плотности с разными значениями длин волн, для которых свободная энергия меньше энергии однородного состояния.

На основании созданной В. С. Вихренко и С. А. Борисевичем модели деформирования упругого стержня в рамках теории упругих стержней Коссера и последующих численного и натурального экспериментов по свободному падению дерева впервые разработана методика определения коэффициентов сопротивления крон деревьев при обтекании их воздухом. В результате определены диапазоны изменения значений коэффициентов сопротивления крон сосны как наиболее распространенной породы деревьев.

Под руководством В. С. Вихренко построена статистическая теория описания структуры и

упруго-прочностных характеристик фрактальных дисперсных систем. Развита самосогласованная теория эффективного модуля упругости дисперсно-армированных композитов стохастической структуры. На основе фрактальных подходов исследованы микроструктура и физико-механические свойства полиграфических материалов и технологии печатных процессов.

Проведенные научные исследования и полученные новые результаты создали предпосылки для участия коллектива *Научной школы в области статистической термодинамики и механики сплошных сред* в международном конкурсе и последующем выполнении в 2017–2021 гг. проекта MSCA RISE No 734276 “Effects of confinement on inhomogeneous systems” (CONIN) по научной программе Евросоюза HORIZON-2020, руководителем которого от Беларуси был В. С. Вихренко.

Результаты исследований последних двух десятилетий, проведенных профессором В. С. Вихренко и руководимой им научной школой, широко известны научной общественности, они докладывались на многих научных конференциях в Республике Беларусь, а также в ближнем и дальнем зарубежье. Итоги исследований представлены более чем в 300 научных работах, среди которых монография «Равновесные и диффузионные характеристики интеркаляционных систем на основе решеточных моделей», подготовленная В. С. Вихренко совместно с Г. С. Бокуном и Я. Г. Гродой (Минск, 2008 г.) и монография И. И. Наркевича «Двухуровневый статистический метод описания неоднородных систем» (Beau Bassin, Mauritius, Lambert AP, 2019 г.).

Свыше 50 работ В. С. Вихренко опубликовано в наиболее авторитетных международных научных журналах, информация о которых содержится в базе данных Scientific Citation Index. В научных статьях, которые публиковались в широко известных международных научных изданиях, ежегодно появлялось 30–40 ссылок на работы профессора В. С. Вихренко. Вячеслав Степанович – соавтор трех изобретений, одно из которых внедрено в производство на белорусском автомобильном заводе.

Научная деятельность В. С. Вихренко успешно сочеталась с педагогической работой в университете. Он читал курсы лекций и вел практические занятия по теоретической, прикладной и технической механике. Разработал и читал курс прикладной теории колебаний для студентов БГТУ и курс статистической физики для студентов физического факультета БГУ.

Вячеслав Степанович много внимания уделял работе с талантливой студенческой молодежью нашего университета. Его студенты неоднократно занимали призовые места на Республиканской олимпиаде по теоретической механике. Под его руководством регулярно выполнялись

студенческие научные работы, которые впоследствии получали высокую оценку на республиканских смотрах. Многие будущие сотрудники технических кафедр университета, когда проходили под руководством В. С. Вихренко обучение на кафедре теоретической механики, приобщались к научной работе в студенческие годы и сохраняли в дальнейшем творческие связи с ним. Он консультировал многих студентов при подготовке ими курсовых и дипломных проектов на выпускающих кафедрах, а после поступления некоторых из них в аспирантуру давал консультации по вопросам физико-математической направленности при подготовке кандидатских диссертаций.

В. С. Вихренко принимал участие в разработке оригинальных курсов теоретической механики для студентов-химиков и студентов механических специальностей, важными особенностями которых являлись учет межпредметных связей и внедрение проблемного метода обучения. В 1995 и 1996 гг. Вячеславу Степановичу были присуждены гранты Соросовского доцента. Под его руководством на основе компьютерного моделирования движения механических систем разработан лабораторный практикум по теоретической механике.

С 1970 по 1980 г. В. С. Вихренко являлся секретарем Белорусского республиканского объединения преподавателей теоретической механики, а также секретарем вышедшего в шести выпусках республиканского сборника научно-методических статей по теоретической механике. В течение многих лет состоял в редакционно-издательском совете университета, а с 1996 по 2020 г. являлся его председателем.

В описываемый период, когда В. С. Вихренко руководил работой научной школы, он одновременно являлся членом Европейского физического общества, а также научным руководителем и исполнителем четырех заданий по государственным научно-техническим программам, двух отдельных заданий Министерства образования Республики Беларусь.

За все время плодотворной научно-педагогической работы В. С. Вихренко подготовил пять кандидатов физико-математических наук (М. И. Кулак – 1982, Я. Г. Грода – 2002, Д. В. Гапанюк – 2009, Р. Н. Ласовский – 2011, С. А. Борисевич – 2016).

Награжден Почетными грамотами Минвуза БССР и ЦК ЛКСМБ (1973), Министерства народного образования БССР (1989), Министерства образования Республики Беларусь (1995 и 2000), ГКНТ Республики Беларусь (2005), нагрудным знаком «Изобретатель СССР».

***Благодарные коллеги и ученики
профессора Вихренко В. С.***