

15. Витте С.Ю. Воспоминания / С.Ю. Витте. – Берлин : Слово, 1923. – Т.1 – 510 с.

16. Мартынов С.Д. Путь С.Ю. Витте / С.Д. Мартынов // С.Ю. Витте. Собрание сочинений и документальных материалов. Т.1, Кн. 1. Пути сообщения и экономическое развитие России. – Москва : Наука, 2002. – С. 78–108.

*Петрученко А.А. Сергей Юльевич Витте (1849–1915) – жизнь и деятельность. В статье освещается жизнь и деятельность С.Ю. Витте – выдающегося финансиста, политика, дипломата и железнодорожного администратора. Статья доносит к нам аромат эпохи, которая давно отошла, но все-таки близкая для нас, потому что во многом созвучная из нашим временем.*

**Ключевые слова:** С.Ю. Витте, реформатор, железнодорожное дело, наука, экономика, техника.

*Petruchenko A.A. Serhei Yuliiyevych Vitte (1849–1915) – life and work activity. The article highlights the life and work activity of the prominent financier, politician, diplomat and railway administrator S. Yu.Vitte. The article brings to us the epoch flavor that moved away, but nevertheless is close to us, because in many ways it is still consonant with of our time.*

**Keywords:** S. Yu.Vitte, reformer, railway engineering, science, economics, technology.

УДК 378.011.3-057.175 : 539.1(092) Шиманська О. Т. (045)

### ПРЕДСТАВНИК КИЇВСЬКОЇ НАУКОВОЇ ШКОЛИ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ОЛЕНА ТРОХИМІВНА ШИМАНСЬКА (до 90-річчя від дня народження)

**Баталкіна В. І., Андрєєва К. О., Андрєєв С. О.**

*(Запоріжський музей-галерея кераміки та живопису Іллі й Алексія Бурлай)*

*В статті коротко висвітлюються важливі питання історії досліджень в області фізики фазових перетворень в Україні та вклад в її розвиток відомого українського фізика О.Т. Шиманської, викладені факти її біографії, наукової і педагогічної діяльності.*

**Ключові слова:** оптичний метод Теплера, критичний стан рідин, критична точка, гравітаційний ефект, крива співіснування, критична ізотерма, критичні індекси.

Знаменита Київська наукова школа фазових перетворень та критичних явищ бере свій початок з Київської фізичної лабораторії, заснованої в 1861 році проф. Авенаріусом М.П. в Київському університеті Святого Володимира [1]. Численні результати експериментальних і теоретичних дослі-

джень минулого і нині становлять наукову цінність. Традиції цієї першої в Україні фізичної школи були відроджені в середині ХХ століття, а саме в 1952 р., коли ректором Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка (КДУ) Голиком О.З. була створена кафедра молекулярної фізики.

Наукові інтереси завідуючого кафедри Голика О.З. були пов'язані з актуальними дослідженнями рідкого стану речовин, метою яких було встановити взаємозв'язок властивостей рідин з їх молекулярною структурою та критичними параметрами. Творчий колектив, створений Голиком О. З. на кафедрі молекулярної фізики для проведення експериментальних і теоретичних фундаментальних досліджень, складався із декількох співробітників Академії наук УРСР та аспірантів, які були випускниками фізичного факультету КДУ. Одним із представників Київської наукової школи фазових перетворень та критичних явищ є відомий український вчений Шиманська О.Т.



Шиманська О.Т. (1927 р. н.) закінчила в 1951 році фізичний факультет Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка за спеціальністю фізика (кваліфікація фізик-оптик). Після закінчення КДУ працювала (за розподілом молодих спеціалістів) інженером в Льотно-дослідницькому інституті (ЛДІ) в м. Жуковському Московської області. Займалась розробкою бортової оптичної (теплеровської) установки для візуалізації стрибків густини повітря при обтіканні крила літака. Над розробкою цього оптичного приладу вона працювала разом з інженером-аеродинаміком Рафаелянц А.А. В

1953 р. за допомогою створеного ними приладу були проведені перші дослідження перфорованого крила на літаючій лабораторії МіГ-15 (разом із інженером Грачовим В.С.) [2].

В 1954 р. Олена Трохимівна поступила до аспірантури на кафедру молекулярної фізики фізичного факультету КДУ. На той час в тематику наукових робіт кафедри молекулярної фізики входило дослідження залежності властивостей рідин від їх молекулярної будови, визначення величин критичних параметрів. Науковий керівник проф. Олександр Захарович Голик запропонував Олені Трохимівні тему кандидатської дисертації, пов'язану з експериментальним вивченням критичного стану рідин.

Про те, наскільки важливим було вивчення цієї проблеми, свідчила активна наукова дискусія, яка велась на той час у світовій фізичній літературі стосовно того, що саме спостерігається на діаграмі станів індивідуальних речовин  $\square$  критична точка чи критична область. Вирішення цього питання мало принципове значення для правильного запису рівняння стану рідин та для формулювання закону відповідних станів.

Задача була цікава і актуальна, але на кафедрі молекулярної фізики не було обладнання для її вирішення. Маючи набутий на попередній роботі досвід у створенні експериментальних установок, Олена Трохимівна взялась за вирішення цієї задачі і запропонувала використати оптичний метод Теплера, за допомогою якого можна візуалізувати та вимірювати градієнти показника заломлення речовини в критичному стані при умові встановлення рівноважного стану.

Навчаючись в аспірантурі Шиманська О.Т. створила унікальну установку на основі оптичного методу

Теплера, за допомогою якої вперше в світі продемонструвала наявність гравітаційного ефекту поблизу критичної точки (КТ) у високотемпературних молекулярних рідинах і провела прецизійні експериментальні вимірювання градієнтів показників заломлення і густини [3-26]. Ці результати стали вагомим внеском у вирішення проблеми визначення критичних параметрів і фізичних властивостей речовин в широкому okolí критичної точки.

Із спогадів Олени Трохимівни про далекий 1957 рік: «У 1957 році почались випробування сконструйованої за власними розробками та кресленнями установки для дослідження критичного стану рідин. Запрацювала вона не одразу, були і вибухи, і розтріскування оптичних скелець камери. А коли вперше вдалося візуалізувати градієнт густини вздовж висоти камери (тобто спостерігати гравітаційний ефект) і протримати критичний стан етилового ефіру декілька годин, радості не було меж, це була довгоочікувана перемога. Це було щастя. В душі грали оркестри».

Перші ж одержані результати показали ефективність застосування оптичного методу Теплера для дослідження критичного стану речовин. У той час за ініціативою Олександра Захаровича Голика, який приділяв багато уваги методичним, методологічним і філософським питанням фізики, раз на два роки в КДУ проводились Всесоюзні наради з питань фізики рідин (всього їх було 10), в яких брали участь представники різних наукових шкіл Радянського Союзу. На одній з таких нарад по вивченню рідкого стану речовин Юрій Іванович запропонував «запустити» нову установку, щоб після доповідей продемонструвати колегам з інших міст роботу установки, критичний стан рідини і гравіта-

ційний ефект. Після доповідей запросили учасників наради до лабораторії і показали їм діючу установку, критичний стан в умовах термостатування з градієнтом густини досліджуваної рідини вздовж висоти камери з опалесценцією на місці зникаючого меніску, з «висячими» поплавцями в камері, що зайняли своє місце згідно із значенням їх середньої густини.

Нарада тривала ще декілька днів, і весь час установка працювала, підтримуючи критичний стан рідини, і весь час на перервах між засіданнями учасники конференції бігали подивитись на це чудо. Всі були вражені, а професор Семенченко В.К. (із Московського університету) подарував примірник своєї праці «Основні проблеми сучасної теорії розчинів» з написом: «Шиманським від В. Семенченка на подяку за задоволення, одержане від показу чудової установки».

Після закінчення аспірантури в 1958 р. О.Т. Шиманська працювала на кафедрі експериментальної фізики КДУ, читала лекції та продовжувала наукові дослідження по темі дисертації в лабораторії фазових перетворень та критичних явищ кафедри молекулярної фізики. Нею були поставлені надзвичайно тонкі експерименти світового рівня. Вона дослідила в okolí критичної точки (КТ) температурну залежність показника заломлення та густини низки індивідуальних речовин (гексан, гептан, бензол) та їх розчинів.

Кандидатську дисертацію на тему «Дослідження критичного стану індивідуальних речовин та розчинів за допомогою методу Теплера» захистила в 1962 р. [3], а в 1969 р. отримала вчене звання доцента. На основі одержаних експериментальних результатів Шиманська О.Т. спростувала тогочасні уявлення про існування критичної області та довела, що існує єдина

критична точка на трьохмірній діаграмі стану речовин, а критичний стан реалізується при критичній температурі не у всьому об'ємі камери, а лише на рівні зникаючого меніску. Вздовж висоти камери спостерігається градієнт фізичних властивостей речовини, тобто, має місце гравітаційний ефект.

О.Т. Шиманська також вперше виявила наявність гістерезису при дослідженнях температурної залежності показника заломлення та густини рідин при послідовних нагріванні та охолодженні досліджуваного об'єкту та інтерпретувала його як наслідок повільного встановлення рівноважного стану [4, 5]. В роботі також був відкритий і досліджений раніше невідомий аналогічний гравітаційний ефект у розчинах рідин біля їх критичних точок рідина–пара та рідина–рідина [6].

Одержані результати отримали високу оцінку фахівців в області молекулярної фізики, проведені досліди були названі класичними. Про їх важливе фундаментальне значення свідчить те, що результати наукових досліджень О.Т. Шиманської увійшли до Фізичної енциклопедії [7], до вузівських підручників із загальної фізики [8, 9] та були цитовані в монографіях [10-12].

Після захисту дисертації Олена Трохимівна продовжила свої експериментальні дослідження в лабораторії фазових перетворень в КДУ, науковим керівником яких був проф. Юрій Іванович Шиманський. Цей період роботи був дуже плідним. Разом зі своїми аспірантами Артюховською Л.М., Баском Б.І., Олейніковою А.В., Вороною Л.А., і аспірантами Юрія Івановича Заваліним І.В. та Грековою І.Г., а також співробітниками Безручко І.В. та Шаровським Б.В. Олена Трохимівна удосконалила установку, доповнивши тіньовий метод Теплера методом призм, флотаційним методом

мікроплавків. Було також введено прецизійне подвійне термостатування.

Вперше експериментально в широкому околі критичної точки були досліджені температурні залежності показників заломлення та густин пентану [13], гептану [14, 15], фреону  $\text{C}_2\text{F}_6$  [16, 17],  $\text{CCl}_4$ , низки спиртів та розчинів цих речовин. Вивчені граничні закони поведінки кривої співіснування (КС), ізотермічної стисливості та критичної ізотерми. Експериментальним даним по показникам заломлення, густині, значенням критичних параметрів  $T_c$ ,  $\rho_c$  гексану була присвоєна категорія Рекомендованих Довідкових Даних [18]. Був розроблений новий підхід до обробки експериментальних даних, який дозволив визначити критичні індекси і амплітуди в скейлінг рівняннях кривих співіснування, критичних ізотерм і ізотермічної стисливості безпосередньо із експерименту, не прив'язуючись до теоретичних значень степенів в цих рівняннях.

Вперше експериментально було досліджено криву співіснування бензолу у всій області співіснування рідини та пари від потрійної точки до критичної ( $\Delta T = T - T_c \approx 300 \text{ K}$ ) і одержано рівняння для адекватного опису параметра порядку тричленним скейлінг-рівнянням в усій двофазній області з експериментальними значеннями  $\beta_0 = 0,352 \pm 0,003$  та  $\Delta = 1,3 \pm 0,2$ , які не відповідають моделі Ізінга ( $\beta_0 = 0,325$ ) та показнику Вегнера ( $\Delta = 0,5$ ), відповідно [19, 20]. Показано також, що рівняння з фіксованими класичними індексами не описує адекватно експериментальні дані навіть далеко від КТ. Це означає, що вся область співіснування рідина-пара бензолу може розглядатись як флуктуаційна область.

Грунтуючись на наявних літературних даних по температурній залежності густин співіснуючих фаз поблизу КТ для Ne, HD, N<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>, та декількох альтернативних фреонів О.Т. Шиманська та її учні продемонстрували недопустимість використання для цих речовин розширеного скейлінг-рівняння КС з ізинговськими показниками, яке містило значну кількість поправочних членів [21-25].

У 1998 р. О.Т. Шиманська одержала запрошення з Національного університету «Києво-Могилянська академія» (НаУКМА) викладати на кафедрі фізико-математичних наук, де вона почала працювати доцентом, а з 2004 р. – професором кафедри фізико-математичних наук. Шиманська О.Т. – автор і співавтор більше 180 наукових публікацій у вітчизняних і зарубіжних наукових журналах. Основні результати наукових досліджень доповідались та обговорювались на багатьох наукових конференціях (повний список робіт Шиманської О.Т. можна знайти в книзі «Відданість науці» [26]).

Вона підготувала трьох кандидатів наук, керувала виконанням багатьох дипломних та курсових робіт студентів, є автором і співавтором шести навчальних посібників для фізичних спеціальностей університетів. Її книги «Молекулярна фізика» та «Молекулярна фізика. Фізичний практикум» рекомендовані Міністерством

освіти і науки України як навчальні посібники для студентів фізичних спеціальностей і відзначені премією імені Петра Могили у 2010 році.

В своє 90-річчя Олена Трохимівна Шиманська – професор кафедри фізико-математичних наук природничого факультету Національного університету «Києво-Могилянська академія», член Вченої ради НаУКМА, член редколегії збірника «Наукові записки НаУКМА», член Українського фізичного товариства. Вона читає лекції студентам НаУКМА, веде семінарські та лабораторні заняття з фізики, виступає на наукових конференціях, публікує наукові статті. Її енергія та ентузіазм викликають повагу у співробітників.

Завдяки своєму обдаруванню, наполегливості і твердому характеру Олена Трохимівна Шиманська стала відомим вченим-дослідником в області молекулярної фізики, в області досліджень критичного стану речовин та гравітаційного ефекту. За вагомих особистий внесок у розвиток національної освіти, підготовку висококваліфікованих спеціалістів, багаторічну плідну науково-педагогічну діяльність Шиманській О.Т. присвоєно почесне звання "Заслужений працівник освіти України" (2015).

### ЛІТЕРАТУРА

1. Шиманська О.Т. Київська наукова школа фазових перетворень та критичних явищ // Питання історії науки і техніки. – №3, 2011. – С.67-70.
2. Летные исследования и испытания. Фрагменты истории и современное состояние. – М., «Машиностроение», – 1993. – С. 71. Грачев В. С., Лапоногова Е. Т. (Шиманская) Экспериментальное исследование влияния перфорированной поверхности на характер срыва потока на крыле: Техн.Отчет ЛИИ № 547. – 1954).
3. Шиманская Е.Т. Исследование критического состояния индивидуальных веществ и растворов при помощи метода Теплера: Дис. ... канд. физ.-мат. наук / Науч. руководитель А.З. Голук; М-во высш. образования СССР. Киев. гос. ун-т им. Т.Г.

Шевченка. – К., 1962.- 236 с. Автореферат кандидатской диссертации. – Днепропетровск, 1962. – 18 с.

4. Шиманська О.Т. Дослідження критичного стану речовини за допомогою методу Теплера. I. Методика експерименту // Український фізичний журнал. – 1958. – Т. 3. – №4. – С. 542-551.

5. Шиманська О.Т., Голик О.З. Дослідження критичного стану речовин за допомогою методу Теплера. II. Залежність густини гексану від температури поблизу критичної точки // Український фізичний журнал. – 1959.– Т.4.– № 6.– С.769-788

6. Шиманська О.Т. Дослідження критичного стану речовин методом Теплера. III.Залежність густини розчину октану в гексані від температури поблизу критичної точки рідина – пара // Український фізичний журнал. – 1960.– Т.5.– № 4.– С.549-559.

7. Физическая энциклопедия. – Т.2. – М., 1990. – С. 525.

8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. – Т.2. Термодинамика и молекулярная физика / Д.В. Сивухин – М. 1990. – С. 419-421.

9. Радченко И.В. Молекулярная физика / И.В. Радченко. – М., 1965. – С. 424-427.

10. Кирилин В.А. Исследование термодинамических свойств веществ / В.А. Кирилин, Ф.Е. Шейдлин. – М., 1965. – С. 547.

11. Паташинский А.З. Флуктуационная теория фазовых переходов / А.З. Паташинский, В.Л. Покровский. – М., 1982. – С. 117.

12. Анисимов М. А. Критические явления в жидкостях и жидких кристаллах / М.А. Анисимов – М., 1987. – С. 108, 115.

13. Шиманская Е.Т., Шиманский Ю.И., Артюховская Л.М. Исследование термодинамических свойств пентана вблизи критической точки жидкость-пар // Журн. эксперимент. и теорет. физики. –1970. –Т. 59. –Вып. 3(9). – С. 688-695.

14. Шиманская Е.Т., Шиманский Ю.И., Артюховская Л.М. Кривая сосуществования гептана вблизи критической точки // Журн. эксперимент. и теорет. физики.– 1972. – Т. 63. – Вып. 6 (12). – С. 2159-2164.

15. Шиманская Е.Т., Шиманский Ю.И., Артюховская Л.М. Экспериментальное исследование особенностей уравнения состояния гептана вблизи критической точки. // Журн. эксперимент. и теорет. физики. – 1973. – Т. 64.– Вып. 5.– С. 1679-1687.

16. Шиманская Е.Т., Безручко И.В., Басок Б.И., Шиманский Ю.И. Экспериментальное определение критических показателей, асимметричных и неасимптотических поправок в уравнении кривой сосуществования фреона-113 // Журн. эксперимент. и теорет. физики. – 1981. – Т. 80. –Вып. 1. – С. 274-292.

17. Шиманская Е.Т., Олейникова А.В., Безручко И.В., Шиманский Ю.И. Определение критического индекса удельной теплоемкости из данных по показателю преломления вдоль кривой сосуществования фреона-113 // Журн. эксперимент. и теорет. физики. – 1983. – Т. 85. – Вып. 4. – С.1277-1285.

18. Н-гексан. Показатель преломления, удельная рефракция, плотность жидкости и пара на линии насыщения в интервале температур от 293,15 К до критической. Критическая температура. Плотность, показатель преломления и удельная рефракция вещества в критической точке / Шиманская Е.Т., Шиманский Ю.И., Безручко И.В., Басок Б.И. // Библиогр. указатель ВИНТИ «Депонированные рукописи». – 1987. – № 8. – С. 131.

Решением Всесоюзного научно-исследовательского центра по материалам и веществам Госстандарта от 17 июля 1986 г. (протокол № 33) данным присвоена категория РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ. Таблицы РСД зарегистрированы

ны во ВНИИ МВ Госстандарта 22 июля 1986 г. под № ГСССД PI62-86.

19. Shimansky Yu.I., Shimanskaya E.T. Scaling, Crossover, and Classical Behavior in the Order Parameter Equation for Coexisting Phases of Benzene from Triple Point to Critical Point. // Intern. Journal of Thermophysics.– 1996.– Vol. 17.– N 3.– P. 651-662.

20. Shimanskaya E.T., Shimansky Yu.I. The Skaling Equation of  $C_6H_6$  Coexistence Curve from Triple to Critical Point. // High Temp.- High Pressures.– 1997.– Vol.29.– P. 505-518.

21. Шиманская Е.Т., Олейникова А.В., Шиманский Ю.И. Форма кривой сосуществования вблизи критической точки неона и дейтероводорода // Физика низких температур.– 1990.– Т.16.– №11.– С. 1377-1382.

22. Шиманская Е.Т., Шиманский Ю.И., Олейникова А.В. Сингулярность диаметра кривой сосуществования дейтероводорода вблизи критической точки и «квантовые эффекты». // Физика низких температур.– 1992.– Т.18.– № 10.– С. 1150-1158.

23. Shimanskaya E.T., Shimansky Yu.I., Oleinikova A.V.. Coexistence Curve Equation for Several One-Component Fluids in the Vicinity of the Critical Point. // Intern. Journal of Thermophysics.– 1996.– Vol. 17.– N 3.– P. 641-649.

24. Shimanskaya E.T., Shimansky Yu. I. Shape of the sulfur hexafluoride coexistence curve near the critical point. // High Temperatures – High Pressures. – 1998. – Vol. 30. – P. 635–643.

25. Shimanskaya E.T. and Danilenko E.G.. Coexistence Curve Scaling Equations of the Alternative Refrigerant HFC-125 and Refrigerant F-113 near the Critical Point. // Journal of Molecular Liquids. – 2001. – 93. – P. 135-138.

26. Баталкіна В.І. Відданість науці. Олена Трохимівна Шиманська / В.І. Баталкіна. – Д. □ Запоріжжя: АРТ-Пресс.. – 2012. □ 120 с.

*Баталкіна В.І., Андреева Е.А., Андреев С.О. Представитель Киевской научной школы фазовых превращений Е.Т. Шиманская (к 90-летию со дня рождения). В статье коротко описываются важные вопросы истории исследований в области физики фазовых превращений в Украине и вклад в ее развитие известного украинского физика Е.Т. Шиманской, изложены факты ее биографии, научной и педагогической деятельности.*

*Ключевые слова: оптический метод, критическое состояние жидкости, критическая точка, кривая сосуществования, критическая изотерма, критические индексы*

*Batalkina V., Andrieieva K., Andrieiev S. Representative of Kyiv scientific school of phase transitions – E.T. Shimanskaya (the 90th anniversary). The article briefly describes the history of the research in the field of the physics of phase transitions in Ukraine. The contribution to the field by the renowned Ukrainian physicist E.T. Shimanskaya, her biography, scientific and pedagogical activity are recounted.*

*Keywords: optical method, the critical state of the liquid, the critical point, the coexistence curve, the critical isotherm, the critical exponents.*