

2-й Международный семинар по физике низких температур в условиях микрогравитации (CWS-99)

(Россия, п. Черноголовка, Московская обл., 28 июля–2 августа 1999 г.)

Л. П. Межов-Деглин

Институт физики твердого тела РАН, Россия, 142432, Московская обл., п. Черноголовка

Статья поступила в редакцию 13 октября 1999 г.

PACS: 01.10.Fv

С 28 июля по 2 августа 1999 г. в Научном центре Российской академии наук, расположенном в п. Черноголовка Московской обл. (ИЦЧ РАН), состоялся Международный семинар CWS-99, посвященный обсуждению современного состояния и перспектив развития фундаментальных исследований в области физики низких температур в условиях микрогравитации. Семинар был организован Институтом физики твердого тела и секцией «Космическое материаловедение» Совета по космосу РАН при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Министерства науки и технологий РФ, Российского авиационно-космического агентства и Совета по физике низких температур РАН. Семинар CWS-99 предшествовал Международной конференции по физике низких температур LT-22 и в качестве одного из спутных мероприятий LT-22, проводимых в рамках международного научного сотрудничества, получил существенную поддержку со стороны оргкомитета этой конференции и отдела OLSMA Национальной аэрокосмической администрации США (NASA USA).

Тематика физических исследований, проводимых или планируемых на борту космических аппаратов в ближайшие несколько лет, заметно расширяется. Связано это как с накоплением опыта работы космонавтов и расширением технологической базы, необходимой для постановки фундаментальных научных экспериментов в условиях невесомости, так и с яркими достижениями в современной физике, возникновением новых научных направлений, где переход от наземных опытов к измерениям в условиях микрогравитации может оказаться принципиально важным.

Примером является лазерное охлаждение паров металлов, которое позволило существенно расширить область низкотемпературных исследований и проводить измерения вблизи абсолютного нуля при 10^{-9} – 10^{-10} К. Постановка подобного эксперимента на борту космической станции позволила бы многократно увеличить время существования холодного облака, что особенно важно как при углубленных исследованиях фазовых переходов и явлений бозе-эйнштейновской конденсации в разреженном паре при проведении волновых экспериментов в атомной физике и т.д., так и для практической реализации важного технического проекта — создания макета атомных часов с разрешением на уровне 10^{-15} – 10^{-16} с, что на 3–4 порядка выше существующего. Последнее открывает принципиально новые возможности для реализации проектов фундаментальных разработок в области релятивистской физики, космологии и астрономии.

Научные работы последних двух десятилетий продемонстрировали тесную связь физики конденсированного состояния с явлениями, происходящими в космических масштабах (например, с пересечением вихрей в сверхтекучем гелии и пересечением и рекомбинацией космических струн). Поэтому представляется важным продолжение на борту будущей Международной космической станции (МКС) начатых ранее исследований критических явлений в конденсированных средах, в частности термодинамических и транспортных явлений в сверхтекучем и нормальном гелии вблизи критической точки, постановка новых экспериментов по изучению критических явлений в объеме и на поверхности квантовых

жидкостей и кристаллов (фазовые переходы в трехмерных и двумерных системах, равновесная огранка кристаллов, а также особенности кипения жидкого гелия в условиях микрогравитации).

Одной из основных целей семинара CWS-99 было создание условий для представления и обсуждения результатов исследований в области физики низких температур, выполненных в последние годы, а также планов и возможностей новых наземных экспериментов, которые послужили бы базой для выбора наиболее значимых и хорошо подготовленных исследований на борту МКС. В соответствии с предложениями членов Консультативного комитета в качестве основных тем для обсуждений на семинаре были названы равновесные и критические явления в жидком гелии, левитирующие капли, примесные молекулы и кластеры в сверхтекучем He II, лазерное охлаждение и явления бозе-эйнштейновской конденсации при сверхнизких температурах, оборудование и технические возможности для проведения низкотемпературных измерений на борту МКС.

В работе семинара приняло участие около 150 человек из различных научных центров России, Украины, Казахстана, США, Японии, Англии и Германии, в том числе 25 студентов и аспирантов московских вузов, проходящих практику в институтах НЦЧ РАН. На устных и постерных сессиях было представлено 49 докладов из 50 организаций (список докладов см. ниже). Краткое содержание практически всех принятых докладов опубликовано в сборнике тезисов CWS-99, изданном к открытию семинара. Представленные авторами окончательные версии большинства сообщений планируется опубликовать в специальном выпуске журнала «Journal of Low Temperature Physics» в июне 2000 г.

Список докладов, представленных на CWS-99

I. Common topics, low temperature facilities

1. Long-term research program for the Russian segment of International Space Station (RSISS) M. Tsybaljuk (TSNIMASH).

2. Microgravity fundamental physics program for the new millenium. M. C. Lee (National Aeronautic and Space Administration, Washington, USA).

3. Ukrainian cryogenic facility for ISS and project of HERUBIM experiment. S. Bondarenko (B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NASU, Kharkov, Ukraine).

4. Fundamental low temperature researches under space flight conditions: achievements and perspectives of Ukrainian science. S. Bondarenko (B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NASU, Kharkov, Ukraine).

5. NASA roadmap for fundamental physics research in space. U. Israelsson (Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA, USA)

6. Optical characterization of C₆₀ single crystals grown in microgravity conditions. E. Steinman et al. (Institute of Solid State Physics, RAS, Chernogolovka, Russia; RCC «Energy»; Cosmonaut treating center).

7. Research opportunities on low temperature microgravity physics facility. F.-C. Liu (Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA, USA).

8. Desirable conditions and narrow restrictions: the concept of liquid helium boiling experiment in microgravity. N. Scherbakova (B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NASU, Kharkov, Ukraine).

II. Heat and mass transfer in helium

9. Some models of heat transfer at film boiling of superfluid helium near critical point. A. Kryukov (Moscow Power Engineering Institute, Department of Low Temperatures, Moscow, Russia).

10. The vapor film evolution at superfluid helium boiling in microgravity. A. Kryukov (Moscow Power Engineering Institute, Department of Low Temperatures, Moscow, Russia).

11. Precision experiment to study cryosorption of He isotopes in the terrestrial conditions and at low gravity. S. Nesterov (Moscow Power Engineering Institute, Department of Low Temperatures, Moscow, Russia).

12. The superfluid ³He collective mode study: current situation in experiment and theory. P. Brusov (Physical Research Institute, Rostov-on-Don, Russia).

13. On a theory of multi-gap superfluidity based on the fermi-liquid approach. A. Isaev (Kharkov Institute of Physics and Technology, Kharkov, Ukraine).

III. Material science and Universe

14. Universe as condensed matter. G. Volovik (Helsinki University of Technology, Helsinki, Finland; Landau Institute for Theoretical Physics, RAS, Moscow, Russia).

15. Does the Kibble mechanism operate in He II? P. McClintock (Lancaster University, Lancaster, United Kingdom)

IV. Phenomena in superfluid He II

16. Onset of superfluidity far from equilibrium: dynamical effects on the correlation volume. R. Duncan (University of New Mexico, Albuquerque, USA).

17. Finite-size scaling for the specific heat of confined liquid ^4He . R. Ferrell (University of Maryland, Maryland, USA).

18. Dissipation and phase slip in confined superfluid He II. S. Mukhin (Moscow Institute for Steel and Alloys, Moscow, Russia).

19. Generation of the second and first sound waves by a pulse heater in fluid helium. V. Efimov (Institute of Solid State Physics, RAS, Chernogolovka, Russia).

20. Interaction of intense heat pulses and vortices in He II. L. Kondaurova (Institute of Thermophysics, Novosibirsk, Russia).

21. Stochastic dynamics of vortex filament induced by a random force with a power like correlator. S. Nemirovskii (Institute of Thermophysics, Novosibirsk, Russia).

22. Numerical simulation of vortex dynamics in superfluid helium. M. Tsubota (Osaka City University, Osaka, Japan).

23. Dimensional crossover and non-linear phenomena in dc superflow; experiment on thin He films formed in 3D connected porous glass. M. Kubota (Institute of Solid State Physics, University, Tokyo, Japan).

V. Charged droplets and surfaces

24. Levitation of He II drops charged with positive ions. J. Niemela (University of Oregon, Eugene, USA).

25. Static and dynamic phenomena at the charged liquid hydrogen surface. G. Kolmakov (Institute of Solid State Physics, RAS, Chernogolovka, Russia).

VI. Foreign particles and clusters in liquid helium

26. Ultrasonic investigations of impurity-helium porous solids. V. Khmelenko (Laboratory of Atomic and Solid State Physics, Cornell University, Ithaca, USA)

27. Cryogenic applications of impurity-helium solid phase. E. Popov (Institute of Energy Problems of Chemical Physics, RAS, Chernogolovka, Russia)

28. Gravitational effects in the guest atoms behavior in liquid ^3He - ^4He mixtures. A. Shestakov (Institute of Energy Problems of Chemical Physics, RAS, Chernogolovka, Russia)

29. Condensed water in superfluid He II: irreversible gel formation? L. Mezhev-Deglin (Institute of Solid State Physics, RAS, Chernogolovka, Russia)

30. Phonon bands associated with the inner shell electronic absorption lines of Eu atoms in bulk liquid helium. M. Takami (ILS, University of Electrocommunication, Tokyo, Japan).

31. Laser spectroscopy of molecules in ultracold helium droplets. N. Poertner (Max-Planck Institut für Strömungsforschung, Göttingen, Germany).

32. Cryocrystal thin layers influence on optical properties of reflecting surfaces. A. Drobyshv (Research Institute of Experimental and Theoretical Physics, Alma-Ata, Kazakhstan)

VII. Laser cooling, atomic physics and Bose-Einstein condensation

33. Laser cooling, atomic physics and BEC in space. N. Bigelow (University of Rochester, Rochester, USA).

34. Gravity and light in trapped bose-condensate. V. Yarunin (Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia).

35. Bose-Einstein condensation in quasi-2D trapped gases. G. Shlyapnikov (Kurchatov Institute, Moscow, Russia)

36. Studying the properties of supercooled strongly-coupled plasma created by artificial injection into space. Yu. Dumin (Institute of Earth Magnetism and Ion-Sphere, RAS, Troitsk, Russia).

37. A possibility of life origin at small bodies soon after our supernova explosion. A. Byalko (Landau Institute for Theoretical Physics, RAS, Moscow, Russia).

VIII. Poster reports

38. Anti-gravitational instability of neutral helium films. V. Shikin (Institute of Solid State Physics, RAS, Chernogolovka, Russia).

39. Deformation phenomena at the charged helium film in presence of cyclotron pumping. V. Shikin (Institute of Solid State Physics, RAS, Chernogolovka, Russia).

40. Nucleation and new phase growth during phase separation of liquid ^3He - ^4He solutions. V. Chagovets (B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NASU, Kharkov, Ukraine).

41. Phonon spectra, atomic dynamics and oscillatory thermodynamic characteristics of «superhomogeneous» solid solutions. E. Syrkin (B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NASU, Kharkov, Ukraine).

42. Oscillations, waves localized near the surface of layered crystal, and their application for creation of highly sensitive sensors. S. Feodosiyev (B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NASU, Kharkov, Ukraine).

43. Thermal expansion in strongly anisotropic systems at low temperatures. E. Salamatov (Physico-Technical Institute, Ural Branch, RAS, Izhevsk, Russia).

44. Thin-film Al microstructure as a hot-electron microwave radiation detector. I. Borisenko (Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials, RAS, Chernogolovka, Russia).

45. Geometry of microgravity excited in the structure of amorphous metal. A. Gurin (B. Verkin

Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NASU, Kharkov, Ukraine).

46. Formation of periodic structures under crystallization in conditions of microgravity. A. Gus'kov (Institute of Solid State Physics, RAS, Chernogolovka, Russia).

47. Heat transfer of solid parahydrogen with orthodeuterium impurity. B. Gorodilov (B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NASU, Kharkov, Ukraine).

48. A ^3He gas heat switch for the 0.5 K to 0.2 K temperature range. E. Smith (Laboratory of Atomic and Solid State Physics, Cornell University, Ithaca, USA)