



**Some trends in solid state physics researches conducted  
in Saint-Petersburg University**

**Mikhail Smirnov, Saint-Petersburg State University, invited professor in UNÎMES (\*)**



Founded in 1724, St. Petersburg State University is the oldest institution of higher education in Russia. At present, there are more than 32,000 students in University, receiving education in more than 323 specialties in 20 faculties. Physical department is the biggest one. It is combined with the Fock Institute of Physics. Such symbiosis of educational and research institutions provides students with a solid educational basis and enables them to take part in fundamental high level research in line with modern standards. Chair of Physics of Condensed Matter is the biggest scientific division of the Fock Institute of Physics. Scientific researches carried out there can be divided in three main directions: optics, acoustics and spectroscopy. The main objects are semiconductors.

Many graduates of the chair (including the Nobel Prize winner Jaures Alferov) work now in the Ioffe Physico-Technical Institute, the leading research centre of Russian Academy of Sciences. Study of structural phase transitions is an old tradition of the institute. In the beginning, these studies were aimed to search for the high refractive materials. So, the main attention was focused on ferroelectric phase transitions. Later it was displaced towards the high-temperature superconductors. Gradually, field of the researches was enlarged, and now it covers all kinds of the solid state phase transitions and related critical phenomena.

Next part of the report represents main results obtained by the author in theoretical studies of critical phenomena related to the structural phase transitions in insulating and semi-conducting crystals. This includes a brief presentation of main ideas in modern lattice dynamics. The most attention is paid to explanation of microscopic origin of the soft-mode behavior.

Pressure-induced SPT in  $\text{TeO}_2$  and  $\text{ReO}_3$ , temperature-induced SPT in quartz and  $\text{FePO}_4$ , charge-transfer mechanism of SPT in  $\text{ZrO}_2$  and bond-switching mechanism of irreversible SPT in  $\text{ZrSiO}_4$  will be briefly exposed as examples.

---

**Tendances des recherche en physique des solides menées  
à l'Université de Saint-Pétersbourg**

**Mikhail Smirnov, Université d'Etat de Saint-Pétersbourg, professeur invité à UNÎMES (\*)**

Fondée en 1724, l'Université d'Etat de St. Petersburg est la plus ancienne institution d'enseignement supérieur en Russie. À l'heure actuelle, il y a plus de 32000 étudiants à l'université, qui reçoivent un enseignement dans plus de 323 spécialités au sein de 20 facultés. Le département de physique est le plus grand. Il est associé à l'Institut de physique Fock. Une telle symbiose des établissements d'enseignement et de recherche offre aux étudiants une base solide d'enseignement et leur permet de participer à une recherche fondamentale de haut niveau conformément aux normes modernes. La Chaire de Physique de la Matière Condensée est la plus grande division scientifique de l'Institut de physique Fock. Les recherches scientifiques qui y sont menées peuvent être divisées en trois directions principales : l'optique, l'acoustique et la spectroscopie. Les principaux objets sont des semi-conducteurs.

De nombreux diplômés de la présidence (y compris le prix Nobel Jaurès Alferov) travaillent actuellement à l'Institut physico-technique Ioffe, le principal centre de recherche de l'Académie russe des sciences. L'étude des transitions de phase structurales est une vieille tradition de l'Institut. Au début, ces études avaient pour but de rechercher des matériaux ayant un indice de réfraction élevé. Ainsi, l'attention principale a porté sur les transitions de phase ferroélectriques. Plus tard, il a été déplacé vers les supraconducteurs à haute température. Peu à peu, le champ des recherches a été élargi, et maintenant il couvre toutes sortes de transitions entre phases solides en relation avec les phénomènes critiques.

La partie suivante du séminaire présente les principaux résultats obtenus par l'auteur dans les études théoriques des phénomènes critiques liés aux transitions de phase structurales dans les isolants et les cristaux semi-conducteurs. Cela comprend une brève présentation des idées principales dans les approches modernes de dynamique des réseaux. La plus grande attention est accordée à l'explication de l'origine microscopique du comportement des modes mous.

La transition de phase structurale induite sous pression dans  $\text{TeO}_2$  et  $\text{ReO}_3$ , celles se produisant en température dans le quartz et  $\text{FePO}_4$ , le mécanisme de transfert de charge de la transition de phase dans  $\text{ZrO}_2$  et le mécanisme de commutation de lien dans la transition irréversible de  $\text{ZrSiO}_4$  seront brièvement exposés à titre d'exemples.