

**Отзыв на автореферат диссертации М.А. Семиной
“Теория кулоновских комплексов в полупроводниках и наноструктурах”,
представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – теоретическая физика**

Диссертация Марины Александровны Семиной является детальным теоретическим исследованием экситонов и экситонных комплексов в полупроводниковых наноструктурах. В ней рассматриваются несколько типов структур, которые находятся в фокусе научных интересов большого количества теоретических и экспериментальных групп в мире. Среди них, квантовые точки, коллоидные нанокристаллы и двумерные материалы. Кроме того, представлено детальное исследование структуры ридберговских экситонов в объёмном кристалле Cu_2O . Смоделированы и рассчитаны экситонные параметры определяющие оптические свойства этих структур и имеющих важное значение для их практических применений. Среди них: энергия связи и тонкая структура экситонов, трионов и биэкситонов. Автором развиты (i) вариационный подход для расчета электрон-дырочных комплексов в наноструктурах, (ii) теория связанных состояний дырок с учетом сложной валентной зоны и эффекта Зеемана, (iii) теория кулоновских комплексов в эпитаксиальных и коллоидных квантовых точках, (iv) теория экситонов и трионов в двумерных кристаллах на основе дихалькогенидов переходных металлов, и (v) теория ридберговских экситонов в объёмных кристаллах. В целом, выполненный цикл работ представляется очень серьезным исследованием кулоновских комплексов с небольшим количеством частиц.

Сильной стороной диссертационной работы и её важной особенностью является тот факт, что большинство расчётов прямо сопоставляется с экспериментальными данными. Реализации этого способствовало тесное сотрудничество М.А. Семиной с несколькими экспериментальными группами из разных стран. Это позволило не только получить достоверное модельное описание эксперимента, но и убедиться в адекватности используемых модельных подходов и удостовериться в их применимости. Наша экспериментальная группа в Техническом университете Дортмунда имеет давнюю историю плодотворного сотрудничества с М.А. Семиной, которое включает в себя несколько тем: эпитаксиальные квантовые точки, коллоидные нанокристаллы, ридберговские экситоны в Cu_2O , а также нелинейные свойства экситонов. Последняя тема не была включена в данную диссертацию.

Выполненные исследования докладывались на многочисленных российских и международных конференциях, а также опубликованы в серии статей и обзоров в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах. Научные результаты, полученные в диссертации М.А. Семиной, широко известны научной общественности.

Работа выполнена на высоком научном уровне, а автор несомненно заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Доктор физ.-мат. наук,
профессор Технического университета Дортмунда
тел. (+49)231 755-3534
эл. почта dmitri.yakovlev@tu-dortmund.de

/Д.Р. Яковлев/

Профессор Технического университета Дортмунда
Назначенный ректор Технического университета Дортмунда
тел. (+49)231 755-3532
эл. почта manfred.bayer@tu-dortmund.de

/М. Байер/

Report on the abstract of the dissertation of M.A. Semina
“Theory of Coulomb complexes in semiconductors and nanostructures”
submitted for the degree of Doctor of Physics and Mathematics
specialty 01.04.02 - theoretical physics

The Doctor of Science dissertation of Marina Aleksandrovna Semina represents a comprehensive theoretical study of excitons and their complexes in semiconductor nanostructures. It covers several types of structures which are in the focus of current interest of theoretical and experimental groups all over the world. Among them are quantum dots, colloidal nanocrystals and two-dimensional materials. Additionally, the details of the exciton fine structure are modeled for Rydberg excitons in Cu₂O bulk crystals. Theoretical calculations are provided for the exciton parameters which are controlling the optical properties of these structures and are of key importance for their applications. Among these quantities are the internal structure, binding energies, fine structure of excitons, trions, and biexcitons. The author has developed (i) a variational approach for calculating electron-hole complexes in nanostructures, (ii) a theory of bound hole states taking into account the complex valence band structure and the Zeeman effect, (iii) a theory of Coulomb complexes in epitaxial and colloidal quantum dots, (iv) a theory of excitons and trions in two-dimensional transition metal dichalcogenides, and (v) a theory of Rydberg excitons in bulk crystals. In summary, the dissertation contains a very thorough study of Coulomb complexes with a small number of particles.

A strong and remarkable aspect of this dissertation is that most of the calculations are directly compared with experimental data, which are provided by direct and close collaborations of M.A. Semina with several experimental groups worldwide. It allowed M.A. Semina not only to give the correct interpretation of the observed phenomena and to obtain reliable confirmation of the developed theories, but also get specific data on Coulomb complexes in the systems under study. Our experimental team at the TU Dortmund University have had the great pleasure to collaborate with Dr. Semina during a long period. The collaboration comprises several topics: epitaxial quantum dots, colloidal nanocrystals, Rydberg excitons in Cu₂O as well as nonlinear exciton properties in optical harmonics generation, which have been left out of this dissertation, likely for length restriction.

The research results of this dissertation were extensively presented at numerous Russian and international conferences. They are published in a series of articles and reviews in leading Russian and international scientific journals. These results are well known and widely cited by the scientific community. We are absolutely convinced that the author deserves the award of the degree of Doctor of Physics and Mathematics, specialty 01.04.02 - Theoretical Physics.

Doctor Phys.-Math. Sciences
Professor, TU Dortmund University
tel. (+49) 231 755-3534
email mail dmitri.yakovlev@tu-dortmund.de

/ Dmitri R. Yakovlev /

Professor, TU Dortmund University
Rector Designatus, TU Dortmund University
tel. (+49) 231 755-3532
email mail manfred.bayer@tu-dortmund.de

/ Manfred Bayer /