

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шебзуховой Мадины Азметовны  
«Поверхностные явления и фазовые равновесия в одно- и  
двухкомпонентных нано- и макросистемах»,  
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук  
по специальности 01.04.15 - Физика и технология наноструктур, атомная и  
молекулярная физика

Диссертация Шебзуховой М.А. посвящена теоретическому исследованию фазовых равновесий и поверхностных явлений в одно- и двухкомпонентных системах. Особое внимание уделяется системам, содержащим наноразмерные выделения вторых фаз, формирование которых может приводить к существенной модификации электрических, оптических, прочностных и других свойств материалов. Это позволяет сделать вывод об актуальности темы диссертационного исследования, результаты которого представляют интерес в связи с развитием технологий микро- и нанoeлектроники, технологий композитных материалов и др. Важное значение тематика исследования имеет для развития теории поверхностных явлений и фазовых равновесий.

В диссертационной работе Шебзуховой М.А. поставлен ряд важных задач по получению новых соотношений, позволяющих согласованно описать влияние наноразмерных эффектов на поверхностные и объемные свойства в одно- и двухкомпонентных системах. Для теоретического рассмотрения размерных эффектов в работе использован классический метод Гиббса, опирающийся на представления о разделяющих поверхностях и поверхностном натяжении. В целом автор диссертации с поставленными задачами справился.

В ходе выполнения диссертационной работы установлены новые соотношения по размерной зависимости основных энергетических характеристик поверхностей и границ раздела (натяжение, энергия, свободная энергия), а также основных параметров состояния (температура, составы объемных фаз и межфазного слоя) в одно- и двухкомпонентных системах. Они являются достаточно общими и в частных случаях согласуются с известными в литературе соотношениями.

Полученные в работе соотношения в достаточной мере апробированы, проведены многочисленные расчеты с участием большого числа металлов (~40 металлов). С использованием этих соотношений, автору удалось решить ряд интересных и важных задач, относящихся к высокодисперсным системам, в том числе разработаны новые критерии, позволяющие выявлять особенности распределения малых добавок в гетерогенной системе, устанавливать характер их влияния на адгезию, смачивание и растекание. Важным результатом является построение размерно-зависимых фазовых диаграмм состояния для ряда бинарных систем.

В отношении содержания автореферата может быть сформулирован ряд вопросов и замечаний:

1. Не вполне удачным представляется использование термина «однокомпонентного нанобъекта» в положении 2, выносимом на защиту. К данной категории можно, например, отнести кластеры собственных междоузельных атомов или других дефектов, которые в диссертационной работе не рассматриваются. По всей видимости, следовало использовать термин «кластер» или «выделение вторых фаз».
2. На странице 13 в формуле (1) используются параметры  $a, b, c$ , физический смысл которых в автореферате не поясняется. Требуют также пояснения и обоснования

- значения параметра  $d$ , использованные для построения графиков на рис. 1 и 2 автореферата. Также необходимо более детально обсудить результаты расчета размерной зависимости поверхностного натяжения, а также более четко сформулировать физические причины, приводящие к резкому росту поверхностного натяжения для некоторых значений размеров.
3. Более широким могло бы быть представление в автореферате использованной методики по расчету параметра Толмена на границах раздела фаз, а также рекомендаций по практическому использованию предложенного в работе графического представления, позволяющего учитывать влияние малых поправок на характеристики фаз и межфазных границ.
  4. Одной из базовых задач, рассмотренных в работе, является расчет размерных зависимостей поверхностного натяжения. Вместе с тем, принципиальное значение для теории фазовых переходов имеет расчет скорости нуклеации, инкубационного времени, а также характеристик зародышей критического размера. Автору диссертации необходимо уточнить, как установленные размерные зависимости поверхностного натяжения влияют на величину работы и скорости нуклеации.

Диссертационная работа «Поверхностные явления и фазовые равновесия в одно- и двухкомпонентных нано- и макросистемах» соответствует требованиям, предъявляемым в Положении о присуждении ученых степеней к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Шебзухова Мадина Азметовна, заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.15 - Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика.

Львов Павел Евгеньевич

Старший научный сотрудник, доктор физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, Научно-исследовательский технологический институт им. С.П. Капицы Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный университет»

Адрес: 432017 г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, д.42. ФГБОУ ВО УлГУ

Сайт организации: [www.ulsu.ru](http://www.ulsu.ru)

E-mail: [contact@ulsu.ru](mailto:contact@ulsu.ru)

Тел.: (8422) 41-29-97

Подпись П.Е. Львова заверяю:

Ученый секретарь  
ФГБОУ ВО «Ульяновский  
государственный университет»



О.А. Литвинко