

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала «НТИИМ»
ФКП «НИО «ГБИП России»



«_

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Федотова Алексея Юрьевича на тему: **«Многоуровневое математическое моделирование процессов формирования наноструктур в газовой среде»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Тематика работы, безусловно, актуальна, поскольку исследования посвящены индустрии нанотехнологий – одному из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники.

Математическое моделирование процессов формирования наноструктур является эффективным методом исследования синтеза наноразмерных объектов. Экспериментальные исследования структуры, оптических и физических свойств методами микроскопии, спектроскопии являются дорогостоящими и не всегда дают информацию о динамике процесса. Существующие подходы к моделированию систем на наноуровне имеют ряд ограничений. Поэтому задача, решаемая А.Ю. Федотовым в диссертации, посвященной созданию многоуровневой математической модели с применением методов квантовой механики, молекулярной динамики и мезодинамики частиц, описывающих процессы конденсации, формирования, роста и внедрения наноструктур в технических системах с газогенератором наночастиц, несомненно, актуальна. Она имеет не только

теоретическое значение, но и позволяет сформировать приоритетные практические мероприятия для управления технологическими процессами.

Автором предложена комплексная математическая модель, включающая метод мезодинамики частиц, особенностями которой является возможность увеличения пространственного и временного масштабов, а также отсутствие необходимости поиска дополнительных параметров силового взаимодействия, что выделяет данную модель среди существующих. Наличие актов внедрения результатов исследования в технологические процессы подчеркивает практическую значимость представленной работы. Разработанный автором программный комплекс может найти свое применение при разработке и исследовании новых технологических процессов, связанных с формированием, ростом и взаимодействием наноструктурированных объектов в газовой среде с учетом влияния внешних условий.

По теме диссертации опубликовано в открытой печати 94 научных работы, из них 12 – в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, 26 статей – в научных журналах, индексируемых в Web of Science, Scopus, Russian Science Citation Index, 49 статей – в сборниках научных трудов и материалов конференций, получено 2 патента и свидетельство о регистрации программного комплекса. Основные результаты, выводы работы прошли широкую апробацию на международных, всероссийских конференциях и научных семинарах.

По содержанию автореферата имеется ряд замечаний:

- из автореферата не понятно, каким образом определялось, прекратили ли объединяться свободные атомы и молекулы в наночастицы;
- в автореферате говорится, что были использованы адаптированные численные схемы интегрирования различного порядка точности для описания движения наноструктур в газовой среде, в том числе для уравнений вращательного движения,

однако не указано, какие именно численные алгоритмы были использованы при моделировании.

Отмеченные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе. Представленная А.Ю. Федотовым диссертация является законченным научным исследованием, ее содержание соответствует заявленной специальности. Автореферат дает представление о том, что автором проведены обширные комплексные исследования в области многоуровневого моделирования процессов формирования наноструктур в газовой среде.

Оценивая в целом, работа А.Ю. Федотова «Многоуровневое математическое моделирование процессов формирования наноструктур в газовой среде» является законченной научной квалифицированной работой, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (№ 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор Федотов Алексей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Я, Хмельников Е.А., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

_____ Е.А. Хмельников
дата, подпись

консультант по научной работе
филиала «НТИИМ» ФКП «НИО «ГБИП России»
Заведующий кафедрой «Специальное машиностроение»
Нижнетагильского технологического института
(филиал) УрФУ,

член-корреспондент РАН,
доктор технических наук

_____ Е.А.Хмельников

Хмельников Евгений Александрович, доктор технических наук по специальности 20.02.21 «Средства поражения и боеприпасы», консультант по научной работе, Филиал «Нижнетагильский институт испытания металлов» ФКП «Национальное испытательное объединение «Государственные боеприпасные испытательные полигоны России».

Раб. адрес: 622015, г Нижний Тагил, ул. Гагарина, д. 29,

тел. (3435) 42-09-18

e-mail: khmelnikov7@gmail.com