

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мигдала Кирилла Петровича «Термодинамические и кинетические свойства металлов с возбуждённой электронной подсистемой» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

*Актуальность работы.* Современное развитие лазерной техники позволяет генерировать импульсы умеренной интенсивности не только пикосекундной, но и субпикосекундной (порядка сотен фемтосекунд) длительности, широко используемые в научных и технологических целях. Известно, что поглощение энергии лазерного излучения электронами металла происходит в результате обратного тормозного эффекта, а его решетка нагревается в результате электрон-фононного взаимодействия. Поскольку время установления термодинамического равновесия в каждой из подсистем металла  $\sim 10^{-14}$  с, а время электрон-фононного обмена  $\sim 10^{-12} - 10^{-11}$  с, возможно использование для описания процессов в металлах, происходящих при облучении лазерным излучением субпикосекундной длительности одножидкостное двухтемпературное приближение. В этом приближении динамика металла минимум тремя уравнениями. Одно из них – уравнение баланса импульса требует для своего замыкания двухтемпературное выражение для давления, а два других – уравнений баланса внутренних энергий решетки и электронов, требуют для своего замыкания знания решеточной и электронной внутренних энергий, а также, в общем случае, – электронной и фононной теплопроводностей. В силу сказанного тема диссертационной работы Мигдала К. П., направленной на теоретическое исследование термодинамических и кинетических свойств металлов с возбужденной электронной подсистемой, несомненно актуальна.

*Научная новизна работы* заключается в ее результатах, главные из которых:

1. Разработана аналитическая двухпараболическая модель термодинамики и кинетики возбужденной электронной подсистемы металлов с различной зонной структурой. На примере тантала показана возможность обобщения двухпараболической модели на случай расщепления d-зоны валентных электронов и/или наличия вблизи двух валентных зон сильно локализованной зоны f-электронов.
2. С помощью двухпараболической модели исследован вклад электронов различных валентных зон в термодинамические и кинетические характеристики простых, благородных и переходных металлов.
3. Методом функционала плотности рассчитаны вклады возбужденной электронной подсистемы в двухтемпературные уравнения состояния простых, благородных и переходных металлов.
4. Установлено влияние изменения электронной структуры при электронном нагреве и гидростатическом деформировании на электрон-фононный теплообмен и вклад электрон-электронных столкновений в теплопроводность меди и золота.

*Достоверность* полученных результатов подтверждается согласием с экспериментальными данными и с результатами численного моделирования, в том числе других авторов, опубликованных в ведущих научных журналах.



*Практическая ценность* результатов работы заключается в том, что они могут быть использованы в качестве необходимых данных для двухтемпературного моделирования субпикосекундной лазерной абляции; постановки экспериментов, так как показана зависимость их результатов от точности описания двухтемпературной стадии. Предложенная двухпараболическая модель может быть использована для оценки электронных характеристик металлов. По моему мнению, результаты диссертационной работы могут быть, также, использованы при подготовке специалистов в физике конденсированного состояния, теплофизике и физике плазмы.

По автореферату диссертации можно сделать следующее замечание:

Существенным недостатком автореферата, по моему мнению, является отсутствие в нем описания существа предложенных диссертантом физических моделей, в частности, двухпараболической модели металла и ее обобщения на переходные и редкоземельные металлы. Если бы не существовала возможность копирования диссертации с сайта диссертационного совета, понять детали указанной модели из текста автореферата было бы невозможно.

Данное замечание следует воспринимать в качестве пожелания более тщательного отношения к представлению полученных научных результатов. Оно не снизит общей положительной оценки диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне.

Считаю, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., а ее автор Мигдал Кирилл Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Отзыв составил главный научный сотрудник Лаборатории нелинейной динамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук",  
д.ф.-м.н.

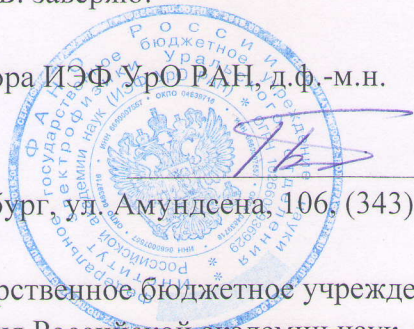


Волков Николай Борисович.

620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 106, (343) 267-86-60, nbv@iep.uran.ru

Подпись Волкова Н.Б. заверяю:

Заместитель директора ИЭФ УрО РАН, д.ф.-м.н.



Болтачев Грей Шамилевич.

620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 106, (343) 267-88-20, grey@iep.uran.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, 620016, г. Екатеринбург,  
ул. Амундсена, д.106, (343) 267-87-96, secretar@iep.uran.ru