

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
**на диссертацию Лебо Александры Ивановны**  
**«Анализ лазер-плазменных экспериментов с помощью методов**  
**математического моделирования»,**  
**представленную на соискание ученой степени кандидата**  
**физико-математических наук по специальности 05.13.18 –**  
**математическое моделирование, численные методы и**  
**комплексы программ**

Диссертация А. И. Лебо посвящена актуальной теме математического моделирования физических явлений, происходящих в лазерной плазме, образуемой при воздействии мощных лазерных импульсов на твердые мишени. Ввиду сложности происходящих в плазме процессов, а также трудностям прямого измерения параметров плазмы, математическое моделирование является сейчас неотъемлемой частью работы по планированию и постановке эксперимента и анализу экспериментальных данных в физике высокотемпературной плазмы.

В рассматриваемой диссертации проведены расчеты ряда экспериментальных конфигураций (связанных с исследованиями распространения ударной волны вглубь твердой мишени, расчетом пористых мишеней, моделированием лазер-плазменного разряда). Во всех случаях по результатам серий расчетов получены упрощенные зависимости основных параметров плазмы от входных параметров (интенсивность и продолжительность лазерного импульса, длина волны и т. д.), т. е. скейлинги. Большинство рассчитанных конфигураций соответствует параметрам реально проводившихся экспериментов, проведено сравнение результатов.

Имеется довольно много замечаний к тексту диссертации:

1. На стр. 14: "Методы решения двумерных задач газовой динамики в лагранжевых координатах развивались в ИПМ РАН под руководством А. А. Самарского и А. П. Фаворского". Газовой динамикой в лагранжевых координатах в ИПМ занималось гораздо больше людей, и нельзя сказать, чтобы все они работали под руководством А. А. Самарского или А. П. Фаворского. Хотя, действительно, под их руководством такие исследования также велись.

2. На стр. 14 в конце: "Использование такой схемы (т. е. введение диагоналей) повышает упругость всей лагранжевой ячейки и препятствует "перехлесту" границ ячейки". Не очень понятно, как можно повышать упругость лагранжевой ячейки, не меняя при этом упругих свойств самой

среды, движение которой как раз и обуславливает деформацию ячейки и может со временем привести к ее перехлесту.

3. Стр. 24, говорится о модели QEOS уравнения состояния вещества, что эта модель использует большую базу данных, хранящуюся во внешней памяти, и потому расчеты с ней занимают очень много времени (из-за обращений к внешней памяти для каждой ячейки и на каждом временном слое). Между тем, статья, описывающая данную модель, относится к 1988 году, и представляется маловероятным, чтобы база данных, которая могла в те времена поместиться на диск, не помещалась бы в оперативную память современных компьютеров. Поэтому высокая вычислительная стоимость расчетов по этой модели - скорее всего чисто технические проблемы реализации.

4. Стр. 24: "В [9,16] описана модель уравнения состояния сильно сжатого вещества... Автором диссертации была разработана подпрограмма "ZRI"...". Судя по ссылке [16], эта модель уравнения состояния вещества использовалась в 2004 году в расчетах по коду Atlant-He, и, следовательно, существовала ее программная реализация. Возникает вопрос, в чем же тогда новизна вновь разработанного модуля ZRI в коде Atlant-C... Может быть, эти две версии Atlant настолько существенно различаются, что для Atlant-C потребовалось заново написать подпрограмму, реализующую такое уравнение состояния.

5. Стр. 61: "концептуальная схема мишени... предложенная автором диссертации". Насколько я помню, различные варианты "слоистых" конструкций мишеней с твердой оболочкой, пористым наполнителем (поглотителем лазерного излучения) и термоядерным горючим в середине предлагались уже очень давно. Следовало бы пояснить, что именно отличает предложенную автором схему мишени от других.

6. Стр. 69 и далее. По рисункам складывается такое впечатление, что степенная зависимость в данном случае плохо подходит, и следовало бы попробовать подобрать другую аппроксимирующую функцию. К сожалению, нигде не сказано, сколько точек (расчетных вариантов) там имеется. Если всего четыре, то какими кривыми они соединены?

Несмотря на эти замечания, работа в целом проделана большая - рассмотрен довольно широкий круг задач, предложены модификации модели для каждого типа задачи, выполнена программная реализация модифицированной модели, проведен ряд расчетов, проведено сравнение с экспериментом, и по результатам расчетов получены упрощенные зависимости. Диссертация А. И. Лебо является завершенным научным исследованием. Основные результаты диссертации достаточно полно отражены в публикациях автора, приведенных в автореферате,

докладывались и обсуждались на российских и международных конференциях. Основные положения автореферата соответствуют содержанию диссертации.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа «Анализ лазер-плазменных экспериментов с помощью методов математического моделирования» удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Лебо Александра Ивановна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент  
кандидат физ.-мат. наук

А. С. Болдарев

Подпись А. С. Болдарева удостоверяю:  
Ученый секретарь ИПМ РАН,  
кандидат физ.-мат. наук

А. И. Маслов

«\_\_\_» октября 2014 г.

докладывались и обсуждались на российских и международных конференциях. Основные положения автореферата соответствуют содержанию диссертации.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа «Анализ лазер-плазменных экспериментов с помощью методов математического моделирования» удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Лебо Александра Ивановна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент  
кандидат физ.-мат. наук

 А. С. Болдарев

Подпись А. С. Болдарева удостоверяю  
Ученый секретарь ИПМ РАН  
кандидат физ.-мат. наук



 А. И. Маслов

« 31 » октября 2014 г.

