

Отзыв официального оппонента на диссертацию Матвеева Леонида Владимировича, "Неклассические процессы переноса в сильно неоднородных средах",

представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.14 "Теплофизика и теоретическая теплотехника".

Диссертация Л.В. Матвеева посвящена очень сложному кругу вопросов из мира аномальных транспортных явлений в неоднородных средах. Проблемы из этого мира являются сложными много-параметрическими и зависящими не только от состояния исследуемой системы, но также и от предистории. На первый взгляд это далеко выходит за рамки определенной специализации, как например, теоретической физики конденсированных сред. Поэтому я считаю главным достижением автора диссертации то, что ему удалось из этих все еще плохо сформулированных проблем (как в старых Русских сказках, "пойди туда не знаю куда, найди то не знаю что") выделить и теорфизически четко сформулировать задачи, которые далее могут быть решены современными методами теоретической физики и численного моделирования. Причем не просто абстрактных (академических) задач, интересных как упражнение для применения математических методов, но задач, решение которых необходимо для понимания и дальнейшего изучения актуальной проблемы защитных искусственных или естественных геологических барьеров для радиоактивных элементов.

Конкретно, в диссертации Леонида Владимировича Матвеева, предложены 7 физически обоснованных и интересных с точки зрения приложений

моделей сильно неоднородных сред, для которых четко сформулированы важные задачи переноса, и они же решены количественно на хорошем теорфизическом уровне в 7 результативных главах диссертации.

В первой главе рассмотрена простейшая (но вполне учитывающая некоторые важные аспекты неоднородных искусственных сред или фильтров) модель регулярно неоднородной и резко контрастной (то есть сильно и слабо проницаемой) среды. В зависимости от степени контраста сред и геометрии областей, в хорошо проницаемой среде возможно доминирование либо диффузионного переноса (но с другим, чем в плохо проницаемой среде коэффициентом диффузии), либо механизма гидродинамической адвекции. Очень интересным результатом, полученным Л.В.Матвеевым в работах, описанных в этой главе, является наличие большого числа различных режимов переноса, включающих классическую диффузию, комбинацию диффузии и адвекции, а также заранее совсем не очевидных режимов квазидиффузии, или степенной и логарифмической субдиффузии. Очень интересны (а также красивы и трудны в теорфизическом смысле) результаты о поведении концентрации примесей в асимптотически далеких от источника областях (задача о так называемых хвостах распределения примесей).

Мое замечание к этой главе - это скорее не замечание, а пожелание на будущее. Характеристики среды в моделях рассмотренных в этой главе диссертации, предполагаются заданными, в то время как и сами неоднородные среды могут меняться со временем, так и примеси и их диффузия или адвекция могут менять эти характеристики. Хорошо бы иметь какой-либо комментарий на эту тему.

Мне очень понравились работы диссертанта представленные во 2-ой главе диссертации. Во 1-ых потому что исследуемая в этой главе ситуация (адвективный перенос во фрактальной среде) является хорошей стартовой точкой для изучения переноса в реальных геологических средах. Во 2-ых потому, что в этой главе Л.В.Матвеев продемонстрировал совершенное и элегантное владение современным аппаратом теоретической физики (диаграммой техники, кумулянтными разложениями, ТФКП анализом и т.п.). В 3-их многие результаты этой главы обобщаются в последующих главах диссертации, позволяя включать более тонкие дополнительные эффекты (например, анизотропию). Диссертанту также удалось проанализировать поведение в наиболее трудной (кроссоверной) области параметров (когда имеет место переход от адвекционного переноса к различным вариантам диффузионного транспорта). Я считаю эту главу центральной в диссертации, и не имею никаких существенных замечаний по этой главе.

3-ья глава естественным образом обобщает результаты 2-ой главы на случай анизотропных фрактальных сред. Причем анизотропия задается внешним воздействием, например, гравитационным полем. Все результаты этой главы достоверны и выполнены на хорошем (и главное контролируемом) уровне надежности методов теоретической физики.

Мое замечание к этой главе (опять же скорее пожелание на продолжение исследований) таково. В неупорядоченных системах (не обязательно геологических) анизотропия может быть связана с характеристиками самой среды (а не с внешним воздействием). Более того эта анизотропия может быть разной на разных масштабах. Хотелось бы понимать насколько результаты этой главы могут быть применимы и для таких систем. Смысл

этих замечаний не в том, что что-то не правильно сделано в диссертации. Смысл замечаний в том, что начатое исследование интересно и перспективно и было бы целесообразно его продолжить.

Еще одно естественное обобщение представленных в главе 2 результатов, проведено в главе 4. В этой главе изучены фрактальные среды с двумя типами пористости. Рассмотренные в этой главе модели уже совсем реалистические. Несомненно имеется обширная экспериментальная литература на эту тему. Было бы очень полезно провести подробный анализ экспериментальных данных и их систематическое сравнение с теоретическими предсказаниями. В диссертации сравнению с экспериментом как мне кажется уделено не слишком большое внимание.

Очень важный тип двух-пористых сред (статистически однородная среда) рассмотрен и изучен в 5-ой главе диссертации.

Неожиданный и далеко не тривиальный результат о коллоидном усилении переноса в двух-пористых средах предсказан и обоснован в 6-ой главе.

Мое замечание к этой главе заключается в следующем. При размерах частиц в интервале от нано-метра до микрона, существенную роль могут играть тепловые флуктуации, то есть температура среды. Почему в таком случае можно пренебречь Броуновской диффузией, которая именно от температуры и зависит? Какой-либо комментарий на эту тему был бы весьма полезен.

И 2-ое замечание (отчасти применимое и к другим главам диссертации). Все результаты приведенные в диссертации получены строго (в духе лучших традиций школы теоретической физики Ландау с использованием тех

или иных малых параметров) и потому они надежные и достоверные. Однако для понимания этих результатов было бы очень полезно хоть иногда приводить какие-либо качественные (эвристические) аргументы или пояснения для найденных эффектов.

Хотя результаты собранные в 7-ой главе стоят немного обособленно от остальных глав диссертации, для меня лично они весьма интересны. Дело в том, что математически очень похожие задачи возникают при анализе электро-конвективных неустойчивостей в жидких кристаллах, которыми я сам занимаюсь.

В этой главе диссертант изучает особенности транспорта в условиях Рейлей - Бенаровской конвективной неустойчивости. Конкретно, Л.В.Матвеев исследовал процессы переноса при некоторых первых бифуркациях гидродинамического течения (образование роллов и гексагональных ячеек). Результаты этой главы полезны и интересны не только для задачи, которую анонсировал сам диссертант (изучение жидких слоев примыкающих к областям захоронения радио-нуклеотидов), но и для многих важных процессов в физике жидких кристаллов или биофизики, где роль градиента температуры может играть другое внешнее воздействие, например, электрическое поле.

Мое замечание к этой главе это опять скорее пожелание к дальнейшему развитию этого направления исследований. Прежде всего я имею в виду изучение сильно над-порогового поведения, когда следует ожидать полностью хаотического движения жидкости (типа развитой турбулентности, но при небольших числах Рейнольдса).

Резюмируя, у меня нет никаких сомнений, что все основные результаты диссертации новые, оригинальные и правильные. Они своевременно опубликованы и известны специалистам. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 31 научной работе, из которых 18 опубликованных статей в уважаемых научных изданиях, а также две монографии. Материал диссертации в полной мере изложен в этих статьях. Количество (а главное, качество) публикаций по теме диссертации удовлетворяет необходимым требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Диссертация (и автореферат) правильно отражает все результаты вынесенные на защиту. Я считаю, что диссертация Матвеева Л.В. соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, установленным в разделе II (пп. 9-14) "Положения о порядке присуждения ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2013 года, паспорту специальности 01.04.14 "Теплофизика и теоретическая теплотехника" (области исследований 1) и отрасли науки "физико-математические науки", а сам Леонид Владимирович Матвеев безусловно заслуживает присуждения ему искомой ученой степени доктора физико-математических наук.

дфмн, главный научный сотрудник ИТФ им. Л.Д.Ландау,

Е.И.Кац



142432, МО., г. Черноголовка, просп. Академика Семенова, д. 1-А

Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук

Телефон: (+7 495)702-93-17

E-mail: kats@landau.ac.ru

Подпись Е.И.Каца заверяю,

ученый секретарь ИТФ им. Л.Д.Ландау, к.х.н.

С.А. Крашаков



12.05.2016.