

**ОТЗЫВ**  
**официального оппонента**

на диссертацию Вервейко Дарьи Вячеславовны  
«Математическое моделирование эффектов конечного объёма при  
автоволновых процессах в химическом реакторе»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое  
моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа Вервейко Д.В. посвящена теоретическому и вычислительному исследованию автоволн в модели гликолиза. В частности, в задачи работы входило развитие аналитических методов исследования математических моделей гликолитической реакции в открытом пространственном реакторе и исследования по ряду проблем, связанных с ролью диффузионных механизмов в сочетании с геометрическими характеристиками химического реактора конечного объёма.

Следует отметить, что как локальное модельное описание процесса гликолиза в виде систем обыкновенных дифференциальных уравнений, так и расширение этого описания на пространственно протяжённую среду регулярно привлекали к себе внимание исследователей в течение последних десятилетий. Многие из полученных в этом направлении результатов находятся в русле накопленной суммы знаний по типичном механизмам самоорганизации и формирования структур в системах типа реакции-диффузии. В то же время, крайне немного может быть найдено систематических исследований роли пространственной неоднородности и анизотропии таких систем. Причину этого нетрудно понять - исследование пространственной динамики в двумерных средах сложной геометрии, да еще и с анизотропной диффузией с одной стороны, требует обоснованного

выбора конкретных параметров модельных систем, адекватных условиям эксперимента (что затрудняет либо вовсе исключает применение некоторых теоретических подходов), а с другой стороны - существенно осложняет вычислительную реализацию моделей. Диссертационная работа Вервейко Д.В. явным образом нацелена на решение указанных выше проблем и именно это определяет ее (работы) **высокую степень актуальности**, а во многом - и новизну полученных результатов.

Во **Введении** к работе достаточно кратко и по деловому (в стиле автореферата) даны необходимые сведения по основным параметрам диссертационной работы. Актуальность и постановка задачи охарактеризованы здесь достаточно скупно, однако вопросы по этому поводу снимаются при прочтении следующей главы.

**Первая глава** диссертации содержит основные теоретические сведения по решаемым вопросам, обзор современного состояния исследований в соответствующей области науки, а также детальное обоснование актуальности тех конкретных задач, которые решались в рамках диссертационного исследования. Традиционно, при оценке диссертации выделяют главы, содержащие оригинальные, полученные исследователем результаты, поскольку обзорная часть зачастую носит достаточно формальный характер. Однако в данном конкретном случае я бы особо подчеркнул высокое качество и смысловую "заряженность" первой главы. Ее текст читается с неослабевающим интересом и дает исчерпывающую информацию по особенностям решаемых проблем и подходам, на которых основаны результаты, которые описаны во второй и третьей главах.

**Вторая глава** диссертационной работы содержит обоснование и описание разработанной математической модели процессов в открытом пространственном реакторе. Ключевым моментом здесь является обоснованная "привязка" модельных уравнений к пространственной структуре, реализуемой в натурном эксперименте. Результаты

вычислительного эксперимента на основе сформулированной модели позволили автору сделать вывод об определяющей роли вертикальной составляющей диффузии и, как следствие, о "кинематическом" характере наблюдаемых в экспериментах волновых структур.

**Третья глава** диссертационной работы посвящена анализу влияния диффузии на процессы синхронизации и десинхронизации в распределённой системе Селькова. Здесь можно выделить два важных аспекта. Во-первых, предложен и реализован нетривиальный метод численного исследования бифуркаций распределенных систем, основанный на параллельном применении алгоритмов численного интегрирования уравнений и техники вейвлет-анализа получаемых при этом результатов. Во-вторых, интересны сами полученные результаты и их интерпретация на основе чувствительности модельной системы к возмущению в зависимости от текущего значения фазу колебаний.

В целом диссертационная работа хорошо оформлена и грамотно написана. По всем основным "внешним" параметрам текст диссертации соответствует ожиданиям от кандидатской диссертации в данной области науки: 127 страниц работы не препятствуют ее полному и детальному прочтению, 88 ссылок на литературу по теме умело используются автором по тексту и представляются адекватным набором.

Достоверность представленных результатов вычислительного эксперимента, с учетом детального обоснования как модели, так и методов, не вызывает сомнений.

Выводы, которые автор делает по итогам каждой из глав представляются вполне обоснованными. Видно, что автор владеет литературой по проблемам, рассматриваемым в диссертации. Ряд полученных в рамках диссертации результатов являются новыми и имеют как научное (механизмы формирования структур), так и прикладное

(реальная связь геометрии химического реактора и наблюдаемых волновых режимов) значение.

На основе анализа диссертационной работы Вервейко Д.В. можно заключить, что автором выполнено завершённое научное исследование, в итоге которого решена задача, важная в области теоретического и вычислительного исследования пространственно-временной динамики моделей биохимических процессов. Количество и качество публикаций по теме работы ( всего 12, из них -- 6 статей в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК ), представляется более чем удовлетворяющим всем требованиям. Содержание автореферата адекватно отражает содержание диссертационной работы.

Как и всякая содержательная работа, данное диссертационное исследование не может быть полностью свободно от недостатков. Однако, считаю необходимым заявить, что очевидных и существенных огрехов в выполненной работе, интерпретации и описании полученных результатов, при прочтении и анализе текста мне выявить не удалось. Из менее существенных замечаний могу отметить следующее:

- на странице 47, в таблице приведен список параметров модели, которые, судя по их названиям, имеют различную размерность. Однако, в таблице таковая не указана. Если модель (как предполагается) безразмерна, то следовало уточнить формулировки смысла величин (например, на что нормированы, и т.д.).

- на стр. 69 читаем: "стационарная точка меняет свой тип сначала на неустойчивый узел, а затем -- на седло, в результате чего предельный цикл исчезает." Высказывание некорректно. Не ясно, каким именно образом изменение устойчивости состояния равновесия (локальная бифуркация) "убивает" предельный цикл. Эти события могут быть связаны, но не так однозначно, как утверждает автор.

- детали интерпретации полученных численно результатов по образованию структур (стр. 73 и далее) вызывают вопросы. На Рис. 3.7, не

очевидно что при показанном времени счета формирование структур уже завершилось и дальнейшего упрощения не будет. Непонятно, как усложнение структур при уменьшении степени диффузии стыкуется с отсутствием структурообразования при нулевой диффузии.

Однако, отмеченные выше недостатки не сказываются на общем, весьма и весьма положительном впечатлении от работы.

Считаю, что диссертация «Математическое моделирование эффектов конечного объёма при автоволновых процессах в химическом реакторе» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Вервейко Дарья Вячеславовна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

  
17.10.2014

Официальный оппонент

Постнов Дмитрий Энгелевич  
проф., д.ф.-м.н.,  
нач. отдела научных исследований №2  
Управления научной деятельности  
Саратовского госуниверситета;  
профессор кафедры оптики и биофотоники

410012, Саратов, Астраханская 83, Саратовский госуниверситет.

кафедра оптики и биофотоники: +7 (8452) 21-07-22

Управление научной деятельности СГУ: +7 (8452) 51 - 63 - 05

science@info.sgu.ru

