

ОТЗЫВ
на автореферат кандидатской диссертации
Игоря Александровича Шепелева
«Бегущие волны и сложные пространственные структуры
в активных распределенных системах
с периодическими граничными условиями»
(специальность 01.04.03 – Радиофизика)

Само название диссертации «Бегущие волны и сложные пространственные структуры в активных распределенных системах с периодическими граничными условиями» побуждает предположить, что её автор замахнулся сразу на широкий комплекс нетривиальных научных задач, выдвинутых логикой развития нелинейной динамики в разряд весьма актуальных. Знакомство с авторефератом диссертации отнюдь не разочаровывает, а убеждает в творческой продуктивности И.А. Шепелева и многообразии полученных им впервые результатов. Так, соискатель ставит и положительно отвечает на вопрос, «могут ли существовать бегущие волны в бистабильной среде при диффузионном взаимодействии элементов, какими свойствами обладает такая среда и какими свойствами обладают бегущие волны в бистабильном режиме»?

Между тем, вопрос этот уже давно интригует радиофизиков и оптиков. Насколько можно судить, к случаю бистабильной среды при диффузионном взаимодействии её элементов правомерно отнести, например, – для должных значений параметров – нелинейный кольцевой интерферометр с двумерной обратной связью. С.А. Ахманов и М.А. Воронцов изучали процессы в нём экспериментально и теоретически¹. В частности, в нём наблюдалась ротационная неустойчивость, приводившая к вращению структур в поперечной плоскости лазерного пучка в интерферометре². Явление это, по-видимому, правомерно интерпретировать как возникновение волн, бегущих по кольцу осцилляторов. Усложнённый (двухконтурный) нелинейный кольцевой интерферометр позволяет добавить ещё и нелокальные связи между бистабильными диффузионно связанными осцилляторами³.

Диссертант продолжает эту линию исследований на новом уровне понимания и объяснения феноменов – применительно к другим эталонным моделям осцилляторов, – углубляя анализ механизмов возникновения бегущих волн и химер, влияния внешнего воздействия *etc.* И в этом, несомненно, состоит один из компонентов **научной ценности** результатов диссертации И.А. Шепелева.

Чтение автореферата убеждает в том, что диссертант обладает широкой научной эрудицией, натренирован в выборе методологии исследований, что выражается в содержании серии поставленных им задач. Таков, скажем, курс, взятый на подробное изучение химер и химероподобных состояний применительно к новым научным сюжетам. Они касаются трёх типов пространственно-распределённых материальных сред с переменными граничными условиями и предусматривают выявление условий наступления синхронизации. Примечательно в этой связи, что диссертация И.А. Шепелева имеет объём выше среднего – 228 страниц и 91 рисунок. А библиография составляет 157 источников. Пожалуй, это уже черновик будущей монографии на **актуальную тему** радиофизики.

Содержание научных положений, выносимых на защиту автором, и других его результатов демонстрирует, на наш взгляд, их **новизну**, а в ряде случаев – **приоритет соискателя** в обнаружении новых фактов. Так, диссертантом обнаружены химерные состояния в ансамбле связанных гиперболических осцилляторов Лоренца и режим

¹ Ахманов А.С., Воронцов М.А. // Новые физические принципы оптической обработки информации. М.: Наука, 1990. С. 280–303.

² Ахманов А.С., Воронцов М.А. // Новые физические принципы оптической обработки информации. М.: Наука, 1990. С. 303–308.; Ахманов А.С., Воронцов М.А. // Нелинейные волны: Динамика и эволюция. М.: Наука, 1989. С. 204–206.

³ Измайлов И.В., Лячин А.В., Пойзнер Б.Н. Детерминированный хаос в моделях нелинейного кольцевого интерферометра. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. С. 206–207, 222–223.

уединённых состояний в двумерной решетке бистабильных кубических отображений при глобальном и близком к глобальному характере взаимодействия элементов (с. 7–8 автореферата).

Достоверность выдвигаемых автором положений и выводов не вызывает сомнений. Следует отметить, что они прошли строгую экспертизу в ходе рецензирования перед публикацией в ряде высокорейтинговых научных журналов (с. 20–22) и в аудиториях международных конференций (с. 8–9).

Показателем **прикладного значения** результатов диссертации мы полагаем, например, тот факт, что материалы её частично используются в курсах лекций по теории колебаний и волн, а также при постановке курсовых и дипломных работ студентов.

Положения, выносимые соискателем на защиту (с. 6–7), и выводы, сформулированные в Заключение (с. 18–20), по нашему мнению, послужат **теоретическим трамплином**. Он позволяет научному сообществу радиофизиков и специалистов в области нелинейной динамики перейти к решению ещё более сложных задач. Таким образом, в плане научного содержания диссертация И.А. Шепелева производит самое благоприятное впечатление. Она показывает прогресс в моделировании и толковании симультанных полимодальных явлений, возникающих в активных нелинейных пространственно-распределённых системах.

Однако в плане выражения полученных результатов соискатель даёт, как нам кажется, поводы для **критики**.

1. Формулируя положения 1–4, выносимые на защиту (с. 6–7), автор выбирает так называемую *слабую форму* утверждения, прибегая к модальным глаголам: «может», «могут», «могут быть», «можно». Вообще говоря, жанр защищаемого положения допускает подобную модальность. Без неё не обойтись, например, если диссертант открыл принципиальную и объективно неожиданную возможность какого-то явления, процесса и т.п. как таковую. А условия осуществления этого явления, процесса и т.п. ему неизвестны либо определение этих условий составляет вполне самостоятельную и далеко не тривиальную проблему.

Но таков ли случай в диссертации И.А. Шепелева? На наш взгляд, в большинстве научных сюжетов, описываемых защищаемыми положениями 1–4 (или даже во всех сюжетах), условия реализации сложных феноменов, изученных соискателем, ему *известны*. Но диссертант почему-то (не из боязни ли того, что положение станет многословным?) предпочёл сделать логическое ударение **не** на обнаруженных им факторах и условиях наступления феноменов (что придало бы содержанию научного положения статус *сильного* утверждения), а всего лишь на их потенциальной возможности⁴.

Однако авторы отзыва не исключают, что у соискателя были на то свои резоны. И.А. Шепелев вправе поделиться ими, отвечая на замечания в отзыве на автореферат.

2. В защищаемом положении 1 нет указаний на размерность бистабильной диффузионной среды. Кроме того, в положении упомянуты как периодические граничные условия, так и внешнее периодическое воздействие. Возникает вопрос: в каком отношении стоят эти условия и это воздействие? Скажем, как соотносятся их частоты (пространственные или временные), фазы, амплитуды в различных точках границы, как соотносятся они с параметрами внешнего воздействия?

Далее в положении 1 раскрыты свойства бегущих волн «с различной длиной волны». По нашему мнению, употребление прилагательного «различный» в тексте научного положения нежелательно, поскольку автору-то его смысл ясен полностью, читатель же способен воспринимать слово «различный» неоднозначно. В данном случае идёт ли речь о

⁴ Анализ подобных ошибок приведён, например, в: Аникин В.М., Усанов Д.А. Диссертация в зеркале автореферата: методическое пособие для аспирантов и соискателей учёной степени естественнонаучных специальностей. М.: ИНФРА-М, 2013. С. 35–38.; Соснин Э.А., Пойзнер Б.Н. Осмысленная научная деятельность: диссертанту – о жизни знаний, защищаемых в форме положений. М.: ИНФРА-М, 2015. С. 78–102.; Аникин В.М., Пойзнер Б.Н. Диссертация: грани творчества и... Серия «След вдохновений и трудов упорных...» Вып. 8 / под ред. и с предисл. Д.И. Трубецкова. Саратов: ООО ИЦ «Наука», 2017. С. 57–102.

том, что *одновременно* распространяются несколько волн с $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, и т.д.? Или длина бегущей волны будет изменяться в зависимости от значений тех или иных параметров граничных условий? Вероятно, диссертант даст исчерпывающие пояснения в своём докладе.

На наш взгляд, несколько более удачную редакцию положения 1 соискатель поставил в п. 1 Заключения (с. 18). Он гласит: «В активной среде из диффузионно-связанных осцилляторов ФитцХью-Нагумо в бистабильном режиме образуются бегущие волны, подобные волнам возбуждения при возбудимой динамике элементов среды. Переход от режима бистабильности в область возбудимой динамики не сопровождается бифуркацией бегущей волны, которая плавно изменяет свой профиль при изменении параметров. В тоже время, переход из режима возбудимой среды в область автоколебаний носит различный характер и сопровождается бифуркацией».

По норме правописания правильнее было бы не «в тоже время», а «в **то же** время».

Как и в первом варианте положения 1, нашу придирку вызывает слишком широкое по смыслу прилагательное «различный» в обороте «различный» характер».

3. В конце защищаемого положения 1 (с. 7) читаем: «Особенности синхронизации бегущих волн в случае бистабильного режима среды аналогичны случаю синхронизации волн возбуждения».

На наш взгляд, это важное утверждение было бы гораздо более информативным, если бы соискатель подробно указал: *а) какие именно* особенности он подразумевает (или хотя бы привёл в качестве примера одну – ключевую – особенность); *б) в каких конкретно* аспектах (либо в одном аспекте) имеет место аналогия; *в) каковы диапазоны значений* параметров модели, где такая аналогия явно сохраняется.

4. В защищаемом положении 2 (с. 7) читаем: «Химерные состояния могут быть получены в кольце диссипативных осцилляторов с локальной однонаправленной нелинейной связью при определённой форме нелинейности».

Судя по грамматическим характеристикам высказывания, это **не** защищаемый тезис, а некое ценное *know-how*. По нашему мнению, утверждение в положении 2 является *закрытым* по содержанию. В самом деле, соискатель **не** предъявляет всех условий осуществления химерных состояний. Вместо этого он многозначительно говорит об «определённой форме нелинейности» и о том, что «химерные состояния могут быть получены в кольце...». Но для читателя-то, «определённая форма» остаётся в высшей степени **неопределённой**. И, кроме того, читателю **не** сообщается, при какой именно комбинации значений параметров модели для данной формы нелинейности в модели «могут быть получены» химерные состояния.

Надо думать, что диссертант на защите раскроет все эти утаённые условия.

5. В первой фразе положения 3 (с. 7) утверждается: «В ансамблях нелокально-связанных бистабильных осцилляторов реализуется особый тип химерных структур... нерегулярным распределением соседних осцилляторов».

По нашему мнению, для полноты защищаемого положения соискателю стоило бы указать: *а) структуру связей осцилляторов – пространственную либо логическую;*

б) принцип установления соседства: он неясен из-за отсутствия расшифровки в п. а.

в) здесь глагол «реализуется» по своему смыслу подобен обороту «могут быть получены». Поэтому остаётся в силе наше замечание № 4.

Во второй фразе положения 3 указывается, что «элементы ансамблей могут как совершать колебания (регулярные либо хаотические), так и быть неподвижными».

С нашей точки зрения, сделанное замечание № 4 и здесь справедливо. Другими словами, более выигрышной для соискателя была бы более определённая формулировка, сообщающая читателю три комплекса условий, при которых реализуются три типа поведения элементов. Разве не для нахождения этих трёх условий И.А. Шепелев предпринял исследования, завершившиеся научным положением 3?

6. В первой фразе научного положения 4 (с. 7) описан интересный эффект «локализованного внешнего гармонического воздействия на элементы ансамбля...».

Нам представляется, что было бы полезно привести критерий локализованности. То есть написать, подразумевает ли диссертант воздействие на *один-единственный* элемент ансамбля либо *группу* соседних элементов, либо некоторую *конфигурацию* этих групп?

Из третьей фразы положения 4 читатель узнаёт существенный факт: «Характеристиками индуцированного некогерентного кластера легко управлять, меняя параметры воздействия».

Опыт общения с соискателями убеждает, что наречие «легко» в любом защищаемом положении неуместно, так как вне контекста читатель воспринимает его исключительно субъективно. Означает ли наречие «легко», что автор оценил пороги воздействий, причём они оказались малыми относительно порога, принятого за некий «стандарт»? Каков же этот «стандарт», если он выбран диссертантом? Или диссертант имеет в виду нечто иное? Сделаны ли им оценки тех пределов, в которых можно (либо нельзя) манипулировать характеристиками, «меняя параметры воздействия»? Вероятно, ответы на подобные вопросы имеются в тексте диссертации. Но, казалось бы, их присутствие необходимо и в составе научного положения.

7. Возможно, мы ошибаемся, но возникает подозрение, что И.А. Шепелев имеет основания выдвинуть на защиту *ещё три* научных положения. Обратимся к содержанию п. 1, 4 и 5 в рубрике «Научная новизна» (с. 7–8):

«1. Впервые проведено сопоставление бифуркационной диаграммы, построенной для отдельно взятого осциллятора ФитцХью-Нагумо с картой режимов в модели активной среды, представляющей собой кольцо осцилляторов ФитцХью-Нагумо с диффузионным взаимодействием.

4. Обнаружены химерные состояния в ансамбле связанных гиперболических осцилляторов Лоренца, аналогичные двухъямным химерам в ансамбле бистабильных кубических отображений.

5. Обнаружен режим уединённых состояний в двумерной (NB! – *авторы отзыва*) решетке бистабильных кубических отображений при глобальном и близком к глобальному характере взаимодействия элементов».

Или эти факты *случайно выпали* из защищаемых положений 1–4?

Неужели творческий результат сопоставления «бифуркационной диаграммы, построенной для отдельно взятого осциллятора ФитцХью-Нагумо, с картой режимов в модели активной среды...» банален? Но тогда зачем ставить его первым пунктом в рубрике? А если проведённое сравнение имеет *методологическую* ценность (и мы это вполне допускаем!), то почему оно не стало предметом положения? Или всё дело в использовании несопоставимых – по степени общности – терминов в защищаемых положениях и в других рубриках?

Здесь желательно услышать авторитетный комментарий диссертанта.

8. Позволим себе ещё одну придирку. На с. 8 автореферата заявлено: «Практическую важность имеют разработанные при проведении диссертационных исследований специальные компьютерные программы».

На наш взгляд, такой лаконизм неубедителен. Думается, что более выгодным для соискателя и более правильным *по существу* было бы *развёрнутое* сравнение с уже известными аналогами, указание на конкретные преимущества «специальных компьютерных программ» в конкретных аспектах, допустим, их повышенная точность, увеличенная скорость обработки данных, особые опции интерфейсов. Либо – заявление, что у программ этих *не имеется* аналогов.

9. Нет ли опечатки (в указании на издание) на с. 3 в сноске 5: «Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Основы теории сложных систем // Москва. — 2007. — Vol. 612. — P. 612»? Вероятно, соискатель имел в виду книгу: *Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Основы теории сложных систем. М.–Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2007. 620 с.*

Авторы отзыва считают своим долгом подчеркнуть два обстоятельства. Во-первых, обилие сделанных ими замечаний – по форме представления итогов диссертации –

обусловлено повышенным вниманием к её неординарному содержанию. В свою очередь, внимание это вызвано бесспорной своевременностью, значительностью и оригинальностью творческой продукции И.А. Шепелева. По-видимому, его ожидает продолжение научной карьеры, столь удачно начатой. А потому надлежит обратить внимание молодого и даровитого исследователя на обязанность тщательно продумывать научные высказывания. Без этого, как известно, невозможна эффективная коммуникация в сообществе учёных.

Во-вторых, судя по автореферату диссертации И.А. Шепелева, в ней аккумулирован весьма большой массив новых данных, касающихся сложных по своему строению и поведению объектов исследования. Вероятно, такому многообразному материалу релевантны не четыре научных положения, а большее их число. Причём для *полноценного* описания причин, сценариев, факторов наступления обнаруженных явлений в этих объектах, естественно, требуются более «длинные», т.е. более многословные, а потому более точные и корректные формулировки защищаемых положений.

Сделанные нами замечания **не** ставят под сомнение ни плодотворного замысла, ни современного научного уровня решения проблем, ни новизны богатых итогов квалификационной работы соискателя, отражённой в автореферате.

С учётом сказанного выше полагаем, что диссертация Игоря Александровича Шепелева на тему «Бегущие волны и сложные пространственные структуры в активных распределённых системах с периодическими граничными условиями» (специальность 01.04.03 – Радиофизика) соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук (пунктам 9–11, 13 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а её автор **Игорь Александрович Шепелев** заслуживает присуждения ему искомой степени.

Профессор кафедры квантовой электроники и фотоники
радиофизического факультета
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский государственный университет»
кандидат физ.-мат. наук
(специальность 01.04.03 – радиофизика)
профессор



Борис Николаевич Пойзнер

634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, НИ ТГУ,
тел. 8(3822)563-722
pznr@mail.tsu.ru

Доцент кафедры квантовой электроники и фотоники
радиофизического факультета
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский государственный университет»
кандидат физ.-мат. наук
(специальность 01.04.05 – оптика)
доцент



Игорь Валерьевич Измайлов

634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, НИ ТГУ,
тел. 8-905-992-5976
izmil@mail.ru

Зам. Начальника Управления делами
М.Б. Удалова

25.09.2018

5