

# Торсиметрия как новое направление в диагностике торсионных полей. Управляемый электродинамический торсионный затвор УТЗ-01

В.Т. Шкатов<sup>1</sup>

**Аннотация**—В предложенной работе сделан краткий анализ подходов к созданию первого приборного, управляемого током, торсионного затвора (УТЗ) в целях встраивания его в действующие и перспективные измерители торсионных полей, например ТСМ-021 [1], ТСМ-030 [2], Египет-А1, Египет-В1 и другие, а также для автономного применения. Приведены его функциональная и принципиальная электрические схемы, описание принципа действия, показан внешний вид УТЗ для ТСМ-021. Описана конструкция УТЗ-01 в оптически прозрачном варианте, а также указаны возможные способы калибровки характеристик управляемости.

## I. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Академик А.Е. Акимов в работе [3, с. 57] указывал на возможность создания эффективного экрана для блокировки торсионных потоков, основанного на свойствах спиновых полей, в [3, с. 56] перечислил имена учёных, имеющих отношение к проблеме защиты населения от негативных полей геопатогенных зон (ГПЗ).

Так, М. Меттлер (ФРГ) [4] предлагал использовать матрицы с металлизированной фольгой, текстильные материалы с включением прессованной травы и других волокон, а также покрывала из овечьей и кошачьей шерсти.

В 1990 г. австрийский инженер Э. Кёбраер [5] упоминал специальное покрывало на кровать.

Тогда же, на совещании в Москве, О.А. Исаевой [6] приведена классификация приборов, средств и способов уменьшения действия излучения ГПЗ на основе более 100 изобретений, зарегистрированных в международных патентных бюро.

Однако та же О.А.Исаева, а также К. Бахлер [7] считают перечисленные средства не очень надёжными и советуют перемещать спальные места в нормальную зону.

Защитными устройствами разного типа (Форпост-1, Вернада-Гео и др.) успешно занимался А.Р. Павленко в Киеве [8].

В Москве (МНТЦ ВЕНТ), под руководством А.Е. Акимова, были разработаны защитные экраны, “гарантированно” обеспечивающие защиту населения от воздействия торсионных излучений кинескопов и ГПЗ. Такие экраны состоят как минимум из двух слоёв полимерной плёнки с взаимно перпендикулярной спиновой ориентацией. Структура представляет собой спиновый поляризатор и изготавливается путём обработки плёнки излучением торсионного генератора.

Большая часть из перечисленных способов и устройств защиты не обеспечивает переключательного режима “вкл./выкл.”, к тому же не гарантируют длительной работы из-за, так называемого, “спинового насыщения” изолированных диэлектрических структур.

В известном большом торсионном генераторе Акимова (БГА), фото его приведено, например, в [3], в качестве регулятора интенсивности выходного излучения используется пара обычных стеклянных оптических поляризаторов, один из которых поворачивается. Поскольку просматривается определённая идеологическая связь торсионной коммутации с коммутацией оптической, целесообразно рассмотреть последнюю чуть подробнее.

Для этого из практики управляемых оптических коммутаторов отберём несколько известных направлений.

1. Затворы с использованием полного внутреннего отражения (ПВО) света [9].

2. Затворы быстрой коммутации света на основе электрооптических эффектов в жидкости (Керра) и твёрдом теле (Поккельса) [10].

3. Затворы для чуть менее быстрой коммутации света на основе магнитооптического эффекта Фарадея [10].

На рис. 1 приведена оптическая схема затвора-модулятора с использованием нарушаемого ПВО.

<sup>1</sup> v.shkatov@gmail.com

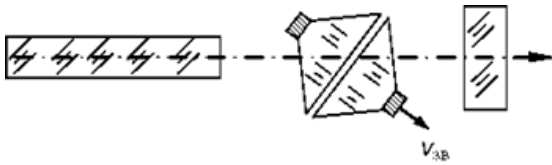


Рис. 1. Слева поляризатор, в центре блок ПВО, справа анализатор.

На рис. 2 приведены электрооптические схемы затворов с использованием поперечного эффекта Керра и продольного эффекта Поккельса. Здесь П-поляризатор, А-анализатор, МС-модулятор света, U-приложенное напряжение управления.

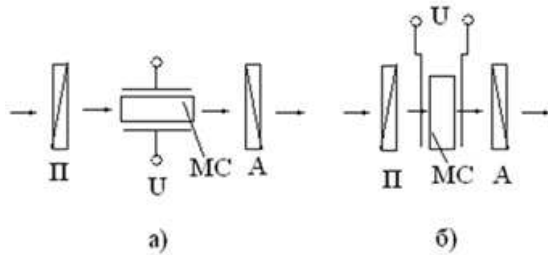


Рис. 2. Электрооптические схемы затворов с использованием: а) поперечного эффекта Керра, б) продольного эффекта Поккельса.

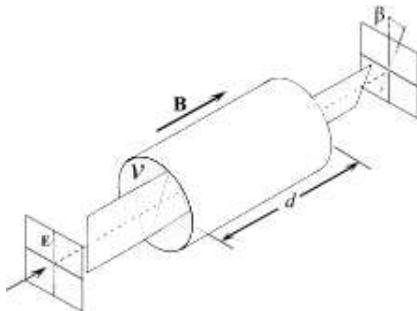


Рис. 3. Электрооптическая схема затвора с использованием продольного эффекта Фарадея.

На рис. 3 показана электрооптическая схема затвора с использованием продольного эффекта Фарадея.  $B$  - индукция поля управления. Для ячейки Керра  $\Delta n_0 = n_e - n_o = k_k E^2$ , для ячейки Поккельса  $\Delta n_0 = n_e - n_o = k_p E$ , для ячейки Фарадея  $\beta = \gamma B d$ . Здесь  $\Delta n_0$ ,  $n_e$ ,  $n_o$ ,  $k_k$ ,  $k_p$ ,  $E$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $B$ ,  $d$  соответственно - разность показателей двойного лучепреломления и сами показатели для необыкновенного и обыкновенного лучей, коэффициенты Керра и Поккельса, напряжённость электрического поля, угол поворота плоскости поляризации луча, постоянная Фарадея, индукция магнитного поля, длина хода луча. В затворах Керра, питаемых электрическим полем, используется, как правило, нитробензол, в затворах Поккельса часто применяют ниобат лития и арсенид галлия. В магнитоуправляемых элементах используют ортоферриты  $MnBi$ ,  $EuO$ ,  $CdFe_3O_{12}$ ,

ферритмагнетики  $Y_3Fe_5O_{12}$  (YIG),  $CdFe_3O_{12}$  и двойные фториды  $RbNiF_3$ ,  $CsNiF_3$ .

Для работы затворов Керри, Поккельса, Фарадея требуются довольно интенсивные электромагнитные управляющие воздействия - от сотен до тысяч вольт и от тысяч до сотен тысяч эрстед. Быстродействие первых двух до  $10^{-12}$  с, последнего до  $10^{-9}$  с.

Данная подборка может быть полезной для определения места заявляемого торсионного затвора среди имеющихся наработок-аналогов из соседней области.

## II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Впервые вопрос о разработке УТЗ применительно к торсимеру ТСМ-021 был поставлен ещё в 2000 году автором данного текста. Особенно актуальным он оказался в процессе проведения рутинных измерительных работ высокой интенсивности, когда "фантомы" предыдущих измерений неизбежно накладывались на текущие измерения и искажали их.

Почти сразу автор отказался от устройств, управляемых электрическим полем, так как они не предполагали перенос (унос из рабочей области) носителей заряда и спина.

Внимание было обращено на динамические устройства, питаемые током. Причём, геометрия тока предполагалась ленточной, а устройство - состоящим из двух плоских компонентов, скрещенных по отношению друг к другу.

## III. КОНСТРУКЦИЯ

Подходящие комплектующие были заимствованы из телевизионных камер устаревшей промышленной телевизионной шестиканальной установки ПТУ-6. Они представляли собой квадратные блоки из оптического стекла размером  $70 \times 70 \times 6$  мм, на одной из сторон которых был нанесён тонкий и прозрачный для света токопроводящий слой с сопротивлением 500 Ом на пластину, а также два ленточных токоподвода. Упомянутые стеклоблоки складывались в стопку рабочими (с проводящим слоем) сторонами друг к другу, через разделительную бумажную прокладку толщиной 0,2 мм, с поворотом одного из них на  $90^\circ$  относительно другого. Электрически проводящие слои соединялись последовательно и могли подключаться к источнику 12 вольт, при этом рабочий ток составлял 12 мА. Описанная сборка вставлялась в пластиковую рамку и соединялась с торсимером ТСМ-021 отрезком экранированного провода с разъёмом типа Тюльпан. Общий вид УТЗ данной конструкции показан на рис. 5а и 5б.

## IV. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМЫ УТЗ

На рис. 4 представлена функциональная схема УТЗ-01.

Активные элементы УТЗ-01 можно питать током как параллельно, так и последовательно. Во втором случае проще контролировать наличие общего рабочего тока

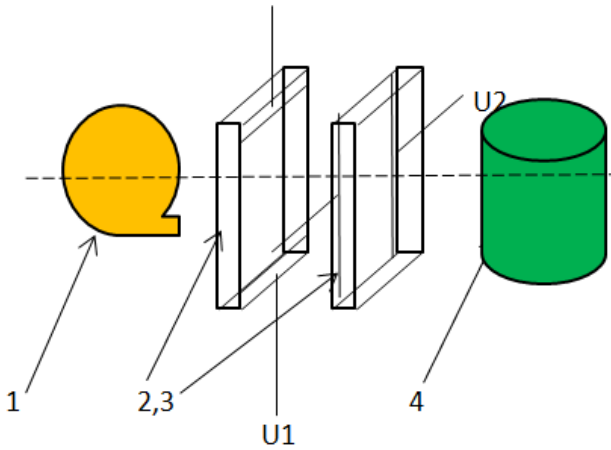


Рис. 4. Функциональная схема УТЗ-01. 1 - объект, 2 и 3 - активные элементы затвора, 4 - датчик ТСМ-021 в ЭМП-экране, U1 и U2 - питающие напряжения в активном режиме “закрыто”.

но выполнение затвора с непрозрачными для света компонентами (ТСМ-030).

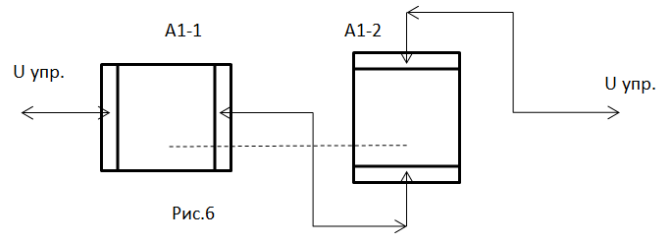


Рис. 6. Электрическая схема УТЗ-1.

Питание затвора УТЗ-01 может осуществляться как постоянным током, так и импульсным с разной скважностью. Быстродействие его ограничивается в основном собственной ёмкостью конструкции и сопротивлением токонесящих слоёв. Вполне реальна величина  $10^{-5}$  с.

V. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК

Исследованию подлежали два параметра УТЗ-01.

1. Статическая регулировочная характеристика.
2. Частотная характеристика.

Первая испытывалась на специальном стенде, рис. 7.



(a)



(b)

Рис. 5. (a) Затвор УТЗ-01 плашмя на фоне статьи в “Комсомольской правде” о конце существования советской орбитальной КС “МИР”; (b) Торсионный затвор в торец на фоне той же статьи.

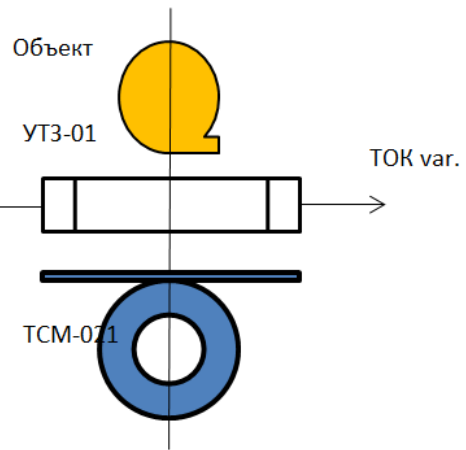


Рис. 7. Схема стенда для испытаний регулировочной характеристики УТЗ-01. Направление север-юг перпендикулярно плоскости рисунка.

Работа производилась в период с 30.01 по 10.03.2000. В качестве источника статического торсионного поля (ТП) использовался контрастный в таких полях объект – кольцо из феррита М2000НМ с размерами 38\*24\*7 мм. Оно укладывалось на верхнюю полку УТЗ-01 в её геометрическом центре. При этом учитывалась циклическая зависимость относительного торсионного контраста (ТК) системы ферритовый объект - датчик ТСМ-021 (тоже включающий в себя ферритовый элемент) от времени суток. Феррит М2000НМ ведёт себя примерно так же, как “аморфное” железо в работе [11], т.е. утром его ТК условно положительный, а вечером отрицательный. Кстате, ТК здорового человека имеет похожий перекося.

с помощью, например, светодиода. На рис. 6 приведена соответствующая электрическая схема. Возмож-

## VI. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ 1

Методика измерений объектов с помощью торсимера TCM-021 [1] содержит следующие основные позиции:

1. Прибор устанавливается в уединённом помещении без доступа посторонних лиц и отсутствии средств проводной и беспроводной телефонной связи.

2. Прибор ориентируется на север от оператора с помощью любого компаса.

3. Прибор включается на прогрев, продолжительность его от собственного тепловыделения 1-1,5 часа. Критерий работоспособности прибора - на индикаторе мигают показания ноль/величина, в правой части дисплея высвечивается "R" и отсчёты медленно растут.

4. При прогреве Прибора готовятся образцы и эталоны, а также журнал наблюдений для записи данных, а при необходимости включается ПК с установленной в нём программой пользователя Прибора.

5. Выходная величина - торсионный контраст (ТК) вычисляется как разница в отсчётах при измерении рабочего объекта и выбранного объекта сравнения. Как вариант в качестве объекта сравнения может быть использован "фон" при неустановленном рабочем объекте.

6. Продолжительность измерения в каждой позиции: образец/фон не менее 2 и не более 4 минут.

Во всех случаях, в том числе и здесь, используется сравнение с эталоном, в качестве которого используется пустой столик прибора (фоновый режим).

## VII. РЕЗУЛЬТАТ 1

На рис. 8 представлена характеристика управляемости УТЗ-01.

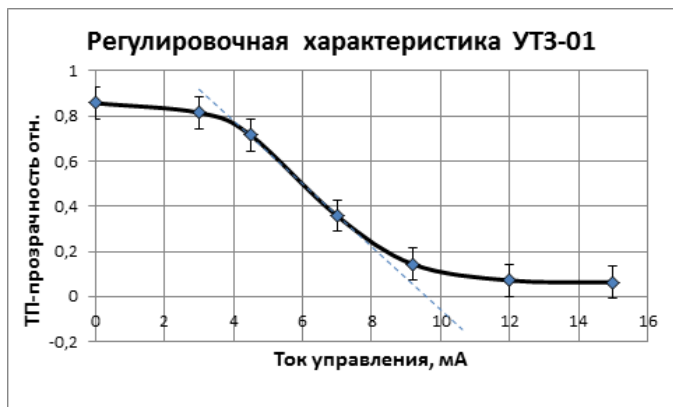


Рис. 8. Кривая управления затвора УТЗ-01.

Каждая точка на кривой получена путём усреднения 10 измерений, которые делались в узком интервале 20-22 часа местного времени в течение недели. Т.е. каждый день при фиксированном токе управления из ряда: 0; 3; 4,5; 7,0; 9,2; 12; 15 мА производилось 10 пар измерений при чередовании фон-образец-фон и т.д.

Регулировочная характеристика имеет длинные "хвосты" насыщения, особенно в запирающей области.

Средняя рабочая точка управляющего фактора расположена при токе 5 мА, ток начала запираения около 3 мА, ток на уровне 0,1 прозрачности около 10 мА. Диапазон изменения ТП-прозрачности равен 13,6 при вариации тока управления от 3 до 12 мА.

Частотная характеристика УТЗ-01 измерялась на том же стенде, только вместо статического источника на ферритовом кольце М2000НМ на площадку УТЗ-01 устанавливался конический излучатель, питаемый от торсионного генератора А.Е. Акимова (БГА), рис. 9. Затвор УТЗ-01 и вход усилителя БГА велись от ведущего генератора ГЗ-36,  $F = 20$  Гц - 200 кГц. Согласующее устройство для УТЗ-01 показано на рис. 10.

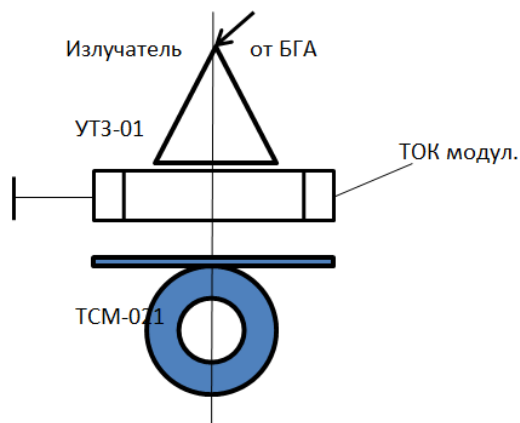


Рис. 9. Схема стенда для измерения частотной характеристики УТЗ-01. Направление север-юг перпендикулярно плоскости рисунка.

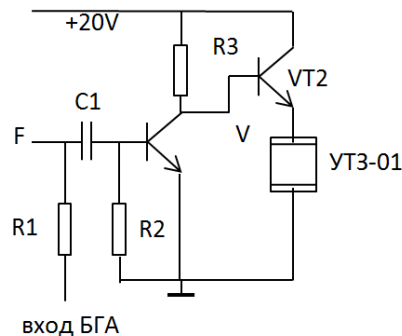


Рис. 10. Принципиальная схема согласующего устройства.

Синхронное управление входами БГА и усилителя УТЗ-01 позволило применить принцип синхронного детектирования (СД). Результат работы СД выделяется торсимером TCM-021.

## VIII. МЕТОДИКА 2

Измерения амплитудно-частотной характеристики затвора УТЗ-01 производились по модифицированной методике эталонирования. На рабочий столик прибора

ТСМ-021 устанавливался конусный согласующий элемент из латуни, вершина элемента с помощью провода соединялась с выходом генератора ТП Акимова, рис. 9. Этот элемент обязательно должен находиться на столике ТСМ-021, как в режиме сравнения, так и в рабочем режиме. На генераторе ТП устанавливалось правое вращение "R" и полностью открывался регулятор интенсивности ТП.

Напряжение модуляции от управляющего генератора ГЗ-36 с частотой 20 Гц - 200 кГц одновременно подавалось на вход генератора Акимова, имеющего свой внутренний усилитель сигнала, и на специальную схему управления затвором, рис. 10. Базовая цепь первого транзистора в данной схеме работает без смещения, поэтому при отсутствии управляющего сигнала этот транзистор заперт и на выходе схемы напряжение имеет высокий уровень, запирающий ТЗ. В этих же условиях на цилиндрическом конденсаторе генератора Акимова напряжение незначительно и ТП-выход его минимален (режим эталона).

При подаче сигнала управления амплитудой более 3 вольт, в диапазоне частот 20 Гц - 200 кГц, начинает коммутировать ТЗ и в фазе с ним появляются импульсы ТП на столике ТСМ-021 (режим образца).

## IX. РЕЗУЛЬТАТ 2

Амплитудно-частотная характеристика затвора УТЗ-01 показана на рис. 11. По оси ординат рис. 11 отложен выход ТСМ-021 в относительных единицах. По оси абсцисс отложен логарифм отношения рабочей частоты  $f = 20 - 20000$  Гц к частоте  $f = 1$  Гц.



Рис. 11. АЧХ затвора УТЗ-01. Каждая точка получена усреднением 6 измерений с включением управления затвором и по сравнению с 7 значениями фона при его выключении. Видны осцилляции амплитуды, вероятно связанные с пространственно-частотными резонансами в системе связи БГА и ТСМ-021 через УТЗ-01. Неравномерность АЧХ равна 18%.

## X. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И МЕХАНИЗМОВ РАБОТЫ УТЗ-01

Экспериментальные результаты при испытании первого затвора УТЗ-01 можно считать вполне удовлетворительными:

1. Получено токовое управление относительным ослаблением ТП-потока между объектом и торсимером ТСМ-021 на уровне размаха 13,6 раз (22,7 дБ)/единицу конструкции затвора УТЗ-01. Это для большинства применений достаточно, а при необходимости, число каскадов коммутации может быть удвоено. В линейном случае может получиться 45 дБ.

2. Амплитудно-частотная характеристика затвора не отличается особой равномерностью в исследуемом диапазоне частот 20 Гц - 200 кГц. Хотя предрасположенности к существенному завалу на концах диапазона не видно. И это несмотря на то, что в усилительном тракте УТЗ-01 и БГА есть разделительные конденсаторы, которые с неизбежностью должны заваливать АЧХ на нижних частотах.

3. С начала разработки УТЗ в 2000 году по настоящее время у автора не появилось принципиально новых предложений по механизму торсионной, управляемой током, коммутации. Осталась первоначальная идея, основанная на "выносе" наружу большей части спинового потока между объектом и торсимером за счёт скрещенного движения электронов проводимости вдоль ленточных элементов затвора, расположенного между ними.

Предполагался вполне дееспособным процесс "разбавления" исходного спинового потока взаимодействия объекта с торсимером, своего рода, спиновым "разтворителем" - электронным потоком от протекающего через затвор тока. Электроны, как известно, имеют собственный спин, особенно это касается электронов проводимости. При этом большая часть спиновой информации из области взаимодействия с затвором уносится током (в том числе, спиновым) в цепи питания, где может временно складываться.

Магнитное поле от протекающего через УТЗ максимального тока  $15 \cdot 10^{-3}$  А составляет по оценкам, на основе закона полного тока, величину примерно 0,107 А/м на рабочей поверхности каждого активного элемента, что составляет 0,003 от магнитного поля Земли на широте 60°. Поэтому, возможный второй механизм коммутации, основанный на выносе спинов по направлениям силовых линий совокупного магнитного поля затвора, представляется тоже возможным, но менее вероятным.

Можно обсуждать и такой механизм. Затвор УТЗ-01 представляет собой систему с переменной токовой конфигурацией и, соответственно, переменными спин-торсионными характеристиками. Их изменения при коммутации могут на какое-то время "разрывать" систему тонко-полевых связей между торсимером и объектом, что и требуется. При этом наличие токов и непрерывных спиновых потоков не дают затвору насытиться.

Чем же управляет затвор, полем или излучением? Описываемый управляемый торсионный затвор (УТЗ-01) создавался в 2000 году по господствовавшей тогда идеологии торсионных полей (ТП), хотя были известны публикации с использованием гибридного терми-

на “спин-торсионные поля и взаимодействия” (СТВ). Например, тематический сборник томских авторов [12].

Конкретная конструкция УТЗ-01 разрабатывалась для работ в “ближней зоне” СТВ-взаимодействий (для компактных комплексов: торсимер и объект, непосредственно с ним сопрягаемый). Для такой ограниченной пространственной области использование понятия “излучение” не было столь необходимым, хотя А.Е. Акимов задолго до этого описывал характеристики статических и динамических Т-полей, возникающих при вращении тел. Причём, статические поля сопутствовали (по Акимову) равномерному центральному вращению тел, а динамические, соответственно, неравномерному и нецентральному варианту вращения.

Методика измерения регулировочной характеристики УТЗ-01 близка к варианту статического ТП, а методика измерения АЧХ УТЗ – к варианту динамического ТП. Но в обоих случаях имеют место реверсивные спин-торсионные потоки (СТП) между торсимером ТСМ-021 и объектом через систему УТЗ-01. В первом случае объектом являлся образец вещества – феррит, а во втором случае – поток спин-ориентированной среды Физического Вакуума. Получается, что в обоих случаях режим УТЗ-01 влияет на эти СТП.

При всём этом нельзя забывать о наличии базовых, постоянно действующих, вертикально-реверсивных потоков аналогичной природы в системе Земля-Космос, днём сверху вниз, ночью наоборот. Эти потоки определённым образом взаимодействуют с измерительной структурой, в том числе с УТЗ-01.

Оптические аналогии при описании работы УТЗ-01 требуют разъяснения. Скрещенная структура с токовым управлением в УТЗ-01 не только внешне похожа на структуры с электрическим или магнитным управлением, используемые в оптике. Но подобие это простирается гораздо глубже. Известно, что ТП вращающихся тел имеют признаки правого и левого, т.е. дополнительную симметрию. Существующие модели электромагнитной волны с круговой (циркулярной) поляризацией также включают в себя подобную симметрию. Особенно интересно использование так называемых “вращающихся волн”, осваиваемых сейчас в радиотехнике. Кое-что из таких свойств наличествует и в оптике. Очевидна возможность разложения любого вращения на два ортогональных направления, движения вдоль которых сдвинуты по фазе на  $\pi/2$ , а затем заблокировать каждое из них простыми средствами с управляемой линейной структурой. В УТЗ, видимо, работает подобный механизм.

Интересно также рассмотреть возможный механизм работы УТЗ-01 с учётом идей И.М. Шахпаронова и др. (например, [13]) об особом поведении неориентированных структур типа лент Мёбиуса, обтекаемых током. Действительно, структура УТЗ похожа на сплюсненную ленту Мёбиуса. Поэтому, если представления И.М. Шахпаронова с коллегами не являются грубо ошибочными, то можно пытаться рассуждать о возможном управлении топологией пространства внутри УТЗ и о

следствиях такого управления.

## ХІ. ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ РАБОТ

Автор получил работоспособное техническое решение для условий, которые были актуальны в начале 2000-х. И назвал его торсионным затвором, управляемым током. В дальнейшем ситуация изменилась, появились другие задачи, требующие резкого увеличения расстояния между измерителем и объектом. На этом пути удалось использовать скрытые возможности лазерно-торсионного зонда (ЛТЗ) в составе измерителей ТП, с одной стороны, а также фото- и иных изображений объекта вместо его самого, с другой стороны. В силу сказанного, применяемость описанного варианта УТЗ-01 в данной конфигурации заметно снизилась.

Планируется в ближайшее время испытать его модификацию в составе измерителя PZ-3DM1 с ЛТЗ в 3D-композиции. Вероятно, что после проведения таких работ модель работы УТЗ-01 станет прозрачнее.

## ХІІ. Выводы

1. Разработан и исследован первый торсионный затвор-коммутатор с токовым управлением УТЗ-01.
2. Глубина управления в пересчёте на конструктивную единицу составляет более 22 дБ.
3. Мощность управления при этом составляет 3,7 мВт/см<sup>2</sup> (37 Вт/м<sup>2</sup>) рабочей площади затвора. Эта величина может быть уменьшена за счёт увеличения проводимости токопроводящего слоя при равном значении тока.
4. Благодаря токовому управлению затвор УТЗ-01 свободен от эффекта насыщения работоспособности.
5. Затвор может встраиваться в системы торсионных измерений, а также торсимеры и эффективно улучшать их характеристики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] В.Т. Шкатов. Торсиметрия как новое направление в диагностике торсионных полей. Торсимер ТСМ-021. *ЖФНН*, 1(2):45–52, 2013.
- [2] В.Т. Шкатов. К оценке реальных возможностей торсимера ТСМ-030. В докладах БИЭТ-2001, т.1, ч.2. Под ред. П.И. Госькова - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2001, стр. 30-35.
- [3] А.Е. Акимов, В.П. Финогенов. *Экспериментальные проявления торсионных полей и торсионные технологии*. НТЦ 'Информтехника', Москва, 1996.
- [4] Mettler M. *Netzgitter-Handbuch Zurich Maser*. 1990.
- [5] Korbler E. . Endlich: Ein Bettuch gegen Erdstrahlen. Das Transformen Bettuch. *Raum und Zeit*, pages j9, n.35–39, j9, n.45–49, 1998.
- [6] Исаева О.А. Принципы разработки приборов для нейтрализации геопатогенных зон. Доклады Всесоюзного семинара 'Проблемы геопатогенных зон', под ред. Сочеванова Н.Н., М: Всесоюзное научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова. Орден милосердия и социальной защиты имени А.Д. Сахарова - 1990, стр.55-60.
- [7] Bachler K. *Erfahrung einer Rutengängerin - Geobiologische Einflüsse auf den Menschen*. Veritas-Verlag, Unz-Wien, 1984.
- [8] Павленко А.Р. *Компьютер, мобильный... и здоровье. Решение проблемы*. Изд. 5. Основа, Киев, 2007. стр.84-102.
- [9] Мустель Б.Р., Парыгин В. *Методы модуляции и сканирования света*. М., 1970.

- [10] Справочник по лазерам, пер. с англ. Под ред. А.М.Прохорова, т.2, М, 1978. Сверхкороткие световые импульсы, пер. с англ. под ред. Е.Шапира, М., 1981.
- [11] В.Т. Шкатов. О восприимчивости некоторых материалов к суточной вариации торсионного поля Земли в точке наблюдения. В докладах БЭИТ-2000, под ред. П.И.Госькова, т.3, ч.1, Барнаул, 2001, стр.11-16.
- [12] *Поисковые экспериментальные исследования в области спин-торсионных взаимодействий. Под ред. В.И.Лунёва.* Veritas-Verlag, Томск, 1995. 146 стр.
- [13] И.М. Шахпаронов, Н.М. Евстигнеев, Д.В. Колоколов, Т.Н. Протасов. Сборка из листов Мёбиуса - квантовый коммуникатор. *Квантовая Магия*, 9(4):4176-4185, 2012.