

8. Casadei D., Serra G., Tani A, Zarri L., “Theoretical and experimental analysis of an induction motor drive based on stator flux vector control”, *Electromotion Journal* 1999. 6 (1–2), pp. 43–48 p.

9. Direct torque control – the world’s most advanced AC drive technology. Technicalguide №1. ABB. [Elektronniy dokument]. Rejim dostupa: https://library.e.abb.com/public/14f3a3ad8f3362bac12578a70041e728/ABB_Technical_guide_№_1_REVC.pdf. – 1.03.2016.

УДК 622.83.023.4:624.121

ДИСТОРТНОСТЬ В ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Зюзин Б.Ф., Миронов В.А.

Тверской государственный технический университет

Приведены основные результаты развития теории дистортности на протяжении 25 лет со дня введения нового научного понятия.

Представлена универсальная таблица предельных инвариантов дистортности.

Как связаны друг с другом явления, происходящие в геотехнологических системах? Каким образом можно более достоверно отразить зависимости между определяющими величинами, описывающими эти явления?

Классический аппарат естествознания был создан, прежде всего, на линейной основе равным изменениям. Изменение одной независимой величины должно непременно отвечать пропорциональной связи с другой зависимой величиной. И хотя примеров линейности нашего мира множество, вся природа, не укладывается в рамки пусть и строгой, но, увы, далеко не идеальной схемы. Вне этих рамок – но ближе к реальности властвует нелинейность. В последние десятилетия, и особенно в последние годы сильно возрос интерес к оценке нелинейных явлений в различных областях знаний. Достижения современной науки и техники невозможны без прочно вошедших в них нелинейных представлений. На них базируется теория нелинейных колебаний и волн, теория динамических систем, теория катастроф, синергетика, современные представления об эволюции в диссипативных структурах. Работы в этом направлении вызвали в науке настоящую революцию, а в терминологии философов появились выражения «нелинейное мышление» и «нелинейная

парадигма». По утверждению профессора И.Р. Шена [11], «... физика была бы скучна, а жизнь совершенно невозможна, если бы все физические явления вокруг нас были линейными. К счастью, мы живем в нелинейном мире, и если линеаризация украшает физику, то нелинейность делает ее захватывающей». Современную физику, наряду со многими отличающими ее от физики прошлого эпитетами, несомненно, можно именовать и нелинейной. Причем это название отмечает не столько черту, одну из характеристик науки, сколько отражает ее переход на новую – нелинейную ступень познания. Понятие нелинейности в естественные науки пришло из математики. В XVII – XVIII веках сформировались основные понятия о свойствах нелинейных функций. В дальнейшем число достижений математиков увеличивалось как снежный ком. Чаще всего методы анализа нелинейных систем и методы решения модельных уравнений разрабатывались применительно к решению целого ряда практических задач геомеханики, физики и естествознания в целом.

Пропорции в нашей жизни играют главенствующее значение: в технологиях, метрологии, медицине, черчении, кулинарии, сельском хозяйстве, географии, русском языке, изобразительном искусстве, физике, биологии и др. Все во Вселенной подчинено математическим законам и пропорциям. По своему существу, мы с Вами всегда стремимся соизмерить наши поступки (действия). Такие понятия: как «лучше» и «хуже» то же относятся к категории – «пропорция». Стремление оценить эти события приводит нас к необходимости введения различных оценочных шкал (метрических, температурных, давлений, волновых и др.), в пределах которых появляется возможность количественного определения реальных качественных изменений в рассматриваемых структурных системах.

Вспомните сказку: «О двух жадных медвежатах», когда мудрая лиса делила сыр: «... она откусила добрый кусок от большей части и проглотила его, теперь большим стал меньший кусок». Тем самым, показано, что неоднородность пропорций (по сравнению с 50:50) порождает действие – поступки и, как результат, определяет развитие – эволюцию самой структурной системы.

Если мы изучим и проанализируем два набора данных, относящихся к причинам и результатам, то скорее всего получим картину несбалансированности. Численно этот дисбаланс может составлять следующие пропорции 66/33, 70/30, 80/20 или принимать любые другие значения. При этом сумма двух чисел в

подобных соотношениях не обязательно должна быть равна 100. Нелинейность лежит в основе реструктуризации геотехнологических объектов, в том числе, искусственного интеллекта.

В основе оценки состояния геотехнологических систем лежит функциональный анализ, главной задачей которого является изучение бесконечномерных пространств и их отображений. При этом для функционального анализа характерно сочетание методов классического анализа, топологии, геометрии пространства и времени. Абстрагируясь от конкретных ситуаций, удастся выделить основные принципы и на их основе построить теории, включающие в себя классические задачи как частный случай и дающие возможность решать новые более сложные задачи, возникающие на рубеже XXI века в машиностроении, строительном деле, экономике, оборонном комплексе и социальной сфере. Сам процесс абстрагирования имеет самостоятельное значение, проясняя ситуацию, отбрасывая лишнее и открывая неожиданные структурные связи.

В результате удастся глубже проникнуть в сущность физических явлений в геотехнологических процессах и предложить новые пути их исследования. Функциональный анализ, рассматривая отображения (необязательно линейные) одного пространства в другое (часть в исходное), определяет функционалы. В общем понимании функционалы – это функции, в которых роль независимого переменного играют кривые на плоскости или поверхности в трехмерном отображении. Пространства, элементами которых являются эти функции, называются функциональными. Многие законы механики сводятся к утверждению, что некоторые функционалы в рассматриваемых задачах должны достичь максимума или минимума. К числу таких принципов относятся известные законы сохранения энергии, сохранения количества движения, момента количества движения и др. Для нелинейных отображений (в частности, нелинейных функционалов) можно различными способами определить дифференциал, производную по направлению и т.д., аналогично соответствующим понятиям классического анализа. С развитием функционального анализа термин функционал стал пониматься в более широком смысле, а именно: как числовая функция, определенная на некотором пространстве заданной мерности.

Каким образом можно сформулировать новую научную концепцию? Прежде всего, нужно начать с точного определения. Наука начинается, когда значения слов четко разграничены.

Слова могут быть выбраны из существующего словаря либо созданы новые слова, но все они должны получить новое определение, исключающее недоразумения и двусмысленность в пределах того раздела науки, где они применяются. В науке часто бывает так, что ученые длительное время применяют в неявном виде некоторое понятие. Однако из-за отсутствия названия оно встречается под разными терминами. И лишь когда оно получает определенное название, все замечают, что уже давно применяли его. Введение нового термина приводит к уточнению соответствующего понятия, освобождению его от всего случайного и несущественного, к выяснению общности рассуждений, приводящихся независимо друг от друга в различных отраслях науки.

В основе рассмотрения широкого класса физических явлений в геотехнологических процессах лежит научная гипотеза, которая исходя из особенностей причинно-следственных связей, определяет наличие вне пространственно-временной закономерности функционирования различных структурных систем в критических ситуациях. С учетом реальной мерности пространственно-временных характеристик геотехнологических систем (например, сплошных сред, математических множеств, информационных систем и т.д.) данная закономерность проявляется как свойство дистортности.

Смысловое значение данного термина в переводе с английского языка (*distortion*) представлено семантическим полем таких понятий, как: искажение, искривление, неправильная форма, извращение, искажение мнений или фактов, судорожные движения (флуктуационные процессы, резонансные явления), растяжение (в медицине), деформация, коробление, перекашивание (в технике), эластичность (в экономике).

Для раскрытия вводимого понятия дистортность следует применить дефиницию – это логическое определение слов, придание фиксированного смысла определенным терминам. Ежедневно люди используют свой словарный запас на интуитивном уровне, у каждого человека своя интуиция и понимание определенных слов, поэтому в повседневной практике так часто возникают недоразумения и недопонимания между собеседниками. По этой причине существует словарь дефиниций, позволяющий узнать значение того или иного слова. Чаще всего он используется в научных кругах. Так в информационных системах дистортность проявляется как нежелательное изменение формы сигнала при его передаче между двумя коммуникационными точками.

Значение термина может быть выражено посредством рассмотрения (указания) его денотатов – явлений (или ситуаций), которые обозначаются этим понятием. С физической точки зрения все критерии связаны с описанием предельного состояния структурной системы и оценкой характера ее отклонения от устойчивого равновесия, оценкой неопределенности системы. Совокупность смысловых признаков, соотносимых с дистортностью, определяется ее концептом. С концептуальной точки зрения данное понятие отражается интегро-дифференциальными параметрами состояния нелинейных диссипативных систем.

В философском представлении меняется сущность практики (эксперимента как такового), которая уже не является критерием истинности, а признана только установить степень искажения (проявления дистортности) вне пространственно-временной связи (в общем плане являющейся отображением истинности функционирования структурной системы) в конкретных условиях ее материального отображения.





По сути дела, истина как бы проектируется в окружающий нас мир, проявляя образы взаимного отображения пространства-времени, которые предстают перед исследователем во всем многообразии своих форм, образов и объектов, вещественное существование которых обусловлено предельностью динамических процессов и общностью проявления критических свойств реального мира.

Таким образом, дистортность – это универсальный научный метод оценки инвариантов предельных состояний в механике деформированных тел и горных пород, а также в геотехнологических системах.

В таблице 1 приведен фрагмент универсальной классификационной таблицы предельных инвариантов в геотехнологических системах, в основе которой лежат обычные пропорции – соотношения величин или, так называемых, инвариантов – безразмерных параметров.

Многолетние научные исследования и анализ имеющихся экспериментальных данных и установленных фактов в области оценки инвариантов предельных состояний в геотехнологических системах позволяют авторам сделать следующие выводы и рекомендации, а также изложить полученные научные результаты и положения:

Таблица 1 – Классификационная таблица предельных инвариантов дистортов

Параметры и инварианты	Напряженно-деформированные состояния (НДС) структурной системы							
	Покой	→	Предельный цикл	Скольжение	Золотое сечение	Качение	Верчение	
b	0	0,15	0,20	0,25	0,30	0,33	0,5	
a	1	0,85	0,80	0,75	0,70	0,66	0,5	
$b:a$	0:100	15:85	20:80	25:75	30:70	33:66	50:50	
$П_{кл(а)} = b/a$	0	0,171	1/4	1/3	$\sqrt{2}-1$	1/2	1	
$П_{кл(а)} = n/m = a \operatorname{ctg} \beta$	0	0,41	1/2	1/√3	2/π	1/√2	1	
β°	0	22,5	26,56	30	32,48	35,26	45	
γ°	90	67,5	63,44	60	57,5	54,74	45	
$\varphi^\circ = \gamma^\circ - \beta^\circ$	90	45	36,8	30	23	19,47	0	
X_1	0	0,295	0,333	0,366	0,389	0,414	0,5	
N	∞	8	6,77	6	5,54	5,1	4	
L	→	8000	6770	6000	5540	5100	4000	
Критерии:	$\tau \rightarrow \max$	0	0,25	0,24	0,216	0,183	0,157	0
	$S_\tau \rightarrow \max$	0	0,133	0,150	0,144	0,131	0,117	0
	$СЖ \rightarrow \max$	1	←	3,82	5,196	4,795	4,2	1
	$С_0 K_\tau \rightarrow \max$	0	0,016	0,0225	0,024	0,0224	0,0194	0
	$K_\tau \rightarrow \max$	0	0,123	0,150	0,166	0,171	0,166	0
	$W_\tau \rightarrow \max$	0	←	←	0,5	←	0,513	0,471
Коэффициент Пуассона, μ	0	0,15	0,2	0,25	0,3	0,333	0,5	
Материал:	Хрусткий		Бетон	Иридий	Сталь Титан	Алюминий	Каучук	
В механике – законы:			Трещка	Гука	Зюлика - Миронюва	Мизеса	←	
Пределы состояния:			Сцепления	Упругости	Прочности	Устойчивости	←	
В экономике – законы:			Парето	Социал. управление	Лаффера	Самуэльсона	←	
В музыке – ноты:			До Ре		Ми	Фа	Си	
Влияние музыки на эмоциональное состояние человека:			Волевое усилие Агрессивность Возбуждение Достижение успеха		Активность Веселость Надежды Мечты	Уверенность Настойчивость Упрямство	Спокойствие Успокоительный полин	
Спектр:	Инфракрасный	Красный	Оранжевый	Желтый	Зеленый	Фиолетовый		
Физиологическое влияние цветности:			Сосуды	Зрение	Зрение	Память	Клетки моза	
Светофор, уровни безопасности:								
Цветность планеты:			Юпитер	Марс	Солнце	Венера	Сатурн	
Траектория:	Точка	Линия, диагональ	Ветвь	Ветвь	Ветвь	Дуга	Точка	
Потенциал:			$S_\tau \rightarrow \max$	$F \rightarrow \max$ $S_0 K_\tau \rightarrow \max$ $СЖ \rightarrow \max$	$\epsilon \rightarrow \min$ $K_\tau \rightarrow \max$	$\mathcal{E} \rightarrow \min$ $W_\tau \rightarrow \max$	←	

Обозначения: b, a – линейные параметры при условии $b+a=1$; $b:a$ – определяющая пропорция; $П_{кл(а)}=b/a$ – инвариант состояния в линейной геометрии; β, γ – угловые параметры состояния взаимодействия структурных систем, углы площади разрушения n и m ; N – число сторон вписанного в круг Мора многоугольника (полигона); L – длина волны спектра света; $П_{кл(а)}=П_{кл(а)}$ – инвариант состояния в нелинейной геометрии; X_1 – уровень нелинейности (инвариант нелинейности); φ – угол внутреннего трения (инвариант угла связности структурной системы); τ – инвариант касательных напряжений; S_τ – инвариант сцепления структурной системы; $СЖ$ – степень сжатия структурной системы (инвариант сжатия); $S_0 K_\tau$ – инвариант упругости; K_τ – критерий предельного состояния (инвариант прочности); W_τ – инвариант момента сопротивления сечения балки при изгибе (задача Парала); «Спектр» – цветовая гамма; «Потенциал» – условия максимума инвариантного предельного состояния; F – логичность силы взаимодействия; ϵ – логичность времени переходного процесса; \mathcal{E} – энергетический потенциал.

- Предложена новая парадигма научного познания, обусловленная наличием особой вероятностно-статистической вне пространственно- временной закономерности функционирования различных геотехнологических систем (в том числе искусственного интеллекта) в их предельных состояниях, связанных с максимальной скоростью (плотностью) изменения энтропии. Эта закономерность проявляется как свойство дистортности [1].

- Введен новый термин и научное понятие – дистортность, характеризующее нелинейное состояние структурной системы в геотехнологических процессах ее преобразования (приоритет – 22 декабря 1994 года [1]).

- Дистортность представляется, как универсальный метод оценки инвариантов предельных состояний в геотехнологических средах и в системах искусственного интеллекта [4, 11]. При этом теория дистортности проявляет себя, как универсальное знание – естественнонаучная теория [12].

- Разработана методика обоснования выбора предельных инвариантов состояний геотехнологических систем в различных геотехнологических средах, системах искусственного интеллекта, информационных потоках, экономических процессах и социальных явлениях [8].

- Предложены эффективные геометрические модели отображения предельных состояний в системе приведенного единичного квадрата с использованием энтропийных координат; модели Ленгмюра; теоремы Ферма; эллипса пластичности в механике сплошных сред; круговой диаграммы Мора при моделировании и анализе линейной, поверхностной и объемной задач с учетом определения уровня функциональной нелинейности детерминированных и стохастических закономерностей [6].

- Предложен энтропийный критерий (инвариант) оценки (количественного и качественного) предельного равновесного состояния структурной системы (среды, материала), характеризующий подобие напряженно-деформированных состояний, который обладает инвариантностью и является отношением двух противоположных начал: растяжения – сжатия, разрушения – упрочнения, притяжения – отталкивания, нагревания – охлаждения, порядка – хаоса и т.д. Данный критерий представлен в качестве дополнительного инварианта в синтетической теории прочности академика РАН Е.И. Шемякина [10, 11].

- Составлена универсальная классификация (нормирования) предельной асимптотики нелинейных процессов, соответствующая состояниям геотехнологических систем в критических точках среды в напряженно-деформированном поле «покоя», «предельного цикла», «скольжения», «золотого сечения», «качения» и «верчения», с физической точки зрения аналогичной изменениям условий контактного взаимодействия структурных образований с позиций их инвариантов внутреннего сцепления и трения с учетом закона Кулона-Мора [1 – 3]. Определены основные теоремы и инварианты дистортности [11].

- Применен информационно-энергетический подход в построении общей теории инвариантов предельных состояний, обеспечивающий количественный и качественный подход в оценке структурных параметров геотехнологических систем в объектах природных сред и искусственного интеллекта [8].

- На основании компьютерного 3D моделирования получено геометрическое отображение предельной поверхности прочности структурных систем, представленной в виде сферооктаэдра [11].

- Разработаны и формализованы оригинальные алгоритмы и вычислительные программы по статистическому анализу функциональной нелинейности, устойчивости экосистем, техногенной безопасности и оценке степени технологических рисков в природных, информационных, экономических и социальных процессах, а также объектов искусственного интеллекта [3, 5, 9, 10].

- Составлена классификационная таблица предельных состояний в геотехнологических системах (табл. 1), которая связывает основные закономерности их проявления в различных геотехнологических системах, информационных потоках, экономических процессах и социальных явлениях [11].

- Постановлением президиума ВАК от 10 октября 2001 года (№132, Минск, Республика Беларусь) монография «Дистортность в механике горных пород» (1995) включена в перечень обязательной литературы Паспорта программы «25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых».

- Дистортность, как универсальная методика оценки инвариантов предельных состояний была использована для обоснования оптимальных концентраций металло-полимерных композиционных материалов, удостоенной «Премией Правительства Российской Федерации в области науки и техники» за разработку и создание новой техники (2012) [8].

• Накопленный теоретический и практический материал позволяет сформулировать научное открытие в области естествознания, механики сплошных сред, информационных потоков, экономических и социальных явлений как дистортность – универсальный метод оценки инвариантов предельных состояний в геотехнологических средах и объектах искусственного интеллекта [11].

• Решением Президиума Российской Академии Естествознания (Международная ассоциация ученых, преподавателей и специалистов, протокол № 727 от 10 декабря 2018 г., Москва) профессору Зюзину Б.Ф. присвоено Почетное звание: «Основатель научной школы – дистортность».

• Основные положения теории дистортности изложены в опубликованных 12 монографиях (1994 – 2019 гг.) суммарным объемом 248,4 печатно-издательских листов или 3975 страниц текста.

Теория дистортности в настоящее время применяется в следующих областях знания: математика и геометрия, физика, естествознание, механика грунтов и горных пород, геология, пищевая промышленность, экономика и менеджмент, трибология, эзотерика, горное и торфяное дело, техника и технология, музыка, физиология и медицина, биология и химия, педагогика, философия, экология, архитектура и строительство, искусство, космология, теория сложности, комплексная безопасность, качество образования.

Библиографический список

1. Зюзин, Б.Ф. *Введение в дистортность* / В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин, В.Н. Лотов // *Монография. Тверь: ТвГТУ, 1994, 160 с.*
2. Зюзин, Б.Ф. *Дистортность в механике горных пород* / В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин, В.Н. Лотов // *Монография. Тверь: ТвГТУ, 1995, 196 с.*
3. Зюзин, Б.Ф. *Дистортность в естествознании* / В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин, В.Н. Лотов // *Монография. Тверь: ТвГТУ, 1996, 160 с.*
4. Зюзин, Б.Ф. *Дистортность в природных системах* / В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин, В.Н. Лотов, А.А. Терентьев // *Монография. Минск: Беларуская навука, 1997, 415 с.*
5. Зюзин, Б.Ф. *Дистортность – единство предельности Мироздания* / В.А. Миронов, Б.А. Богатов, Б.Ф. Зюзин, В.Н. Лотов // *Монография. Тверь: ТвГТУ, 1999, 192 с.*

6. Богатов, Б.А. Прогнозирование предельных состояний в нелинейной геомеханике / Б.А. Богатов, В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин, В.Н. Лотов // *Монография*. Минск: *ОО Белорусская горная академия*, 2000. – 340 с.

7. Фаринюк, Ю.Т. Основы мониторинга бизнеса агрофирмы / Ю.Т. Фаринюк, Б.Ф. Зюзин, С.Н. Гамаюнов // *Монография*. М.: *Изд-во РосАКО АПК*, 2004. – 248 с.

8. Миронов, В.А. Дистортность в сбалансированной системе показателей эффективности менеджмента / В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин // *Монография*. Тверь: *ТвГТУ*, 2009. – 240 с.

9. Зюзин, Б.Ф. Дистортность и сакральная геометрия. Избранное / В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин // *Монография*. Ч. I. Тверь: *ТвГТУ*, 2011. – 400 с.

10. Зюзин, Б.Ф. Дистортность и сакральная геометрия. Избранное / В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин // *Монография*. Ч. II. Тверь: *ТвГТУ*, 2011. – 416 с.

11. Зюзин, Б.Ф. Инварианты дистортности / В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин // *Монография*. Тверь: *ТвГТУ*, 2015. – 168 с.

12. Зюзин, Б.Ф. Дистортность – естественнонаучная теория / В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин // *Монография*. Тверь: *ТвГТУ*, 2019. – 166 с.

УДК 629.331

О БУКСОВАНИИ ДВИЖИТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Казаченко Г.В., Басалай Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрены некоторые задачи проектирования и эксплуатации мобильных технологических машин при линейной зависимости сопротивления движению от ширины захвата исполнительного органа. Предложена методика нахождения максимальной производительности подобной машины при заданной мощности энергетической установки.

Большинство мобильных машин при выполнении операций самых разных технологических процессов преодолевают значительные сопротивления их передвижению. Природа этих сопротивлений и их величина зависят от условий работы машин, их