

# ТЕОРИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СФЕРОИДНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОБЛИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

## THE THEORY OF THE PERIODICITY OF THE GEOMETRICAL SPHEROID TRANSFORMATIONS IN MODELING OF SHAPE OF AIRCRAFT AND SIMULATORS

L. Ponyaev

*Summary.* This article is devoted to the search for the Periodic Regularities in the space-group set and 3D variation of the any Geometric Transformations of the Spheroid shells models and Adaptive Simulation of the Synthesis of integral-differential layouts of the Aircraft (A) or Aerostatic Aircraft (AA) and their Full Flight or Processing Training Simulations (TS).

*Keywords:* geometric transformations, modeling, design, synthesis of layouts, aircraft, training complexes.

**Поняев Леонид Петрович**

К.т.н., с.н.с., доцент, МАИ (НИУ)

ponyaev@yandex.ru

*Аннотация.* Данная статья посвящена поиску периодических закономерностей при пространственно-групповом множестве и 3D многообразии геометрических преобразований трансформации сфероидных оболочек и вопросам адаптивного моделирования синтеза интегрально-дифференциальных компоновок летательных аппаратов (ЛА) или аэростатических ЛА (АЛА) и их полно пилотажных и процедурных тренажерных комплексов (ТК).

*Ключевые слова:* геометрические преобразования, моделирование, проектирование, синтез компоновок, летательные аппараты, тренажерные комплексы.

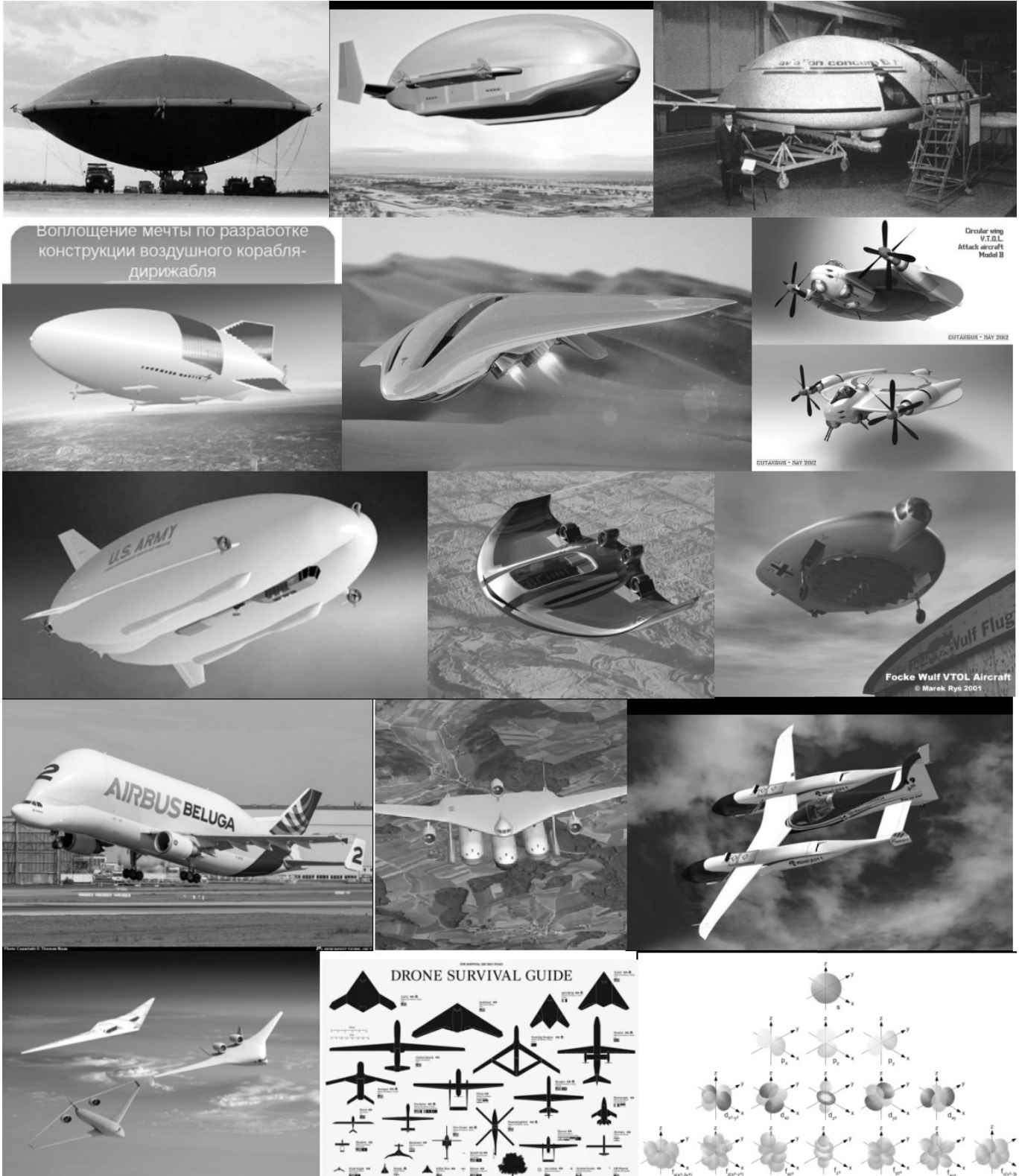
**М**ировой процесс развития и создания новых летательных аппаратов (ЛА) поражает своим трансформируемым многообразием, которое логично сосредоточено в периодически стабильные группы-множества, где структурным дизайнерским ядром является интегральное геометрическое подобие по уже отработанным и компромиссным «мини-макс-ным» классическим формам моделирования объектов при заданной функциональности и потребной эффективности. Современные инновационные разработки и процессы генерирования новых идей неминуемо сопряжены с появлением либо новых компьютерных методов (виртуальной и дополненной реальности), либо развития теорий графической интерпретации и геометрического моделирования (по ключевым координирующим точкам и эластичным «резино»-деформируемым поверхностям) любых сложных технических систем или комплексов [7].

Теория геометрического преобразования и графического инженерного дизайна различной линейки создаваемой новой продукции авиационной индустрии постоянно совершенствуется под возможности высокопроизводительных нейро-технологий компьютерных мульти-интерактивных комплексов и поисковые дата-центричные архитектуры. Современные компании работают в мире быстроразвивающихся приложений, когда дальнейший успех основывается на извлечении из данных полезной информации и знаний с целью получения

конкурентных преимуществ и обеспечения роста бизнеса [8].

Современный технологический фундамент позволяет дизайнерским коллективам крупных корпораций ставить амбициозные бизнес-задачи и реализовывать конкурентоспособные идеи в направлениях улучшения и геометрической модификации семейств облого-подобных ЛА при обеспечении неотъемлемых элементов генерации творческого процесса в инновационных разработках с расширением возможностей проектантов за счет:

- ♦ оптимального сверхобъемного хранения, независимого доступа и зависимой обработки визуально-графической проектной информации, массива переменных данных, аэродинамических нагрузок и напряженно-деформируемых состояний тонкостенных гибких конструкций и достижимых технико-эксплуатационных характеристик,
- ♦ высоким быстродействием и многоуровневым неограниченным использованием-изменением под контрольно-фиксированными во времени процедурами технологии блокчейна с приоритетом (адресностью) авторства вносимых ключевых прогрессивных идей и их последующих преобразований, и
- ♦ комплексным системным проектно-конструкторским анализом решений по базовым сравнимым



компетенциям (включая аутсорсинг) для синтеза-фиксации («заморозки») наиболее оптимальных геометрических проектных решений в среде мультиоблачного корпоративного безопасного информационного пространства.

И именно эта новая информационно развитая среда открывает широкомасштабный потенциал использования закономерной периодичности образов и формообразований ЛА в теории активных геометрических преобразований выпукло-вогнутых деформируемых

сфероидов на основе технологий машинного или робот-компьютерного искусственного интеллекта (ИИ) с расширением и постоянным накоплением базы данных и знаний, более точного всеракурсного гомеоморфного геометрического моделирования объектов для интегральной интерпретации искусственного видения (ИВ), распознавания и построения новых более лучших по функциональной эффективности и дизайну технически сложных моделируемых объектов, например по алгоритмам SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) для вычисления гомографии (степени искаженности изображений) [1]. Причем ИИ открывает возможности по оптимизации (сокращению времени) этапов проектно-цифровой (безбумажной) сквозной деятельности, улучшению и гибкости обслуживания и повышению эффективности реализации бизнес-процессов при создании, производстве, сертификации и глобальной эксплуатации современной инновационной продукции в передовой наукоемкой авиационной индустрии.

Следует привести пример, как вроде бы простая задача по улучшению и геометрическому преобразованию аэродинамического корпуса скоростного средства с использованием технологий нейросети ИИ в лаборатории компьютерного зрения политехнического университета EPFL Лозанны [8], позволила получить новое концептуальное решение через систему Neural Concept, улучшив аэродинамику формы на 5–20%, когда обычные методы геометрического проектирования не дают такого эффективного результата. Причем данные подходы развивают принципы интегральной геометрии на многообразиях переменной кривизны Ю.В. Опаленова [5], а также позволяют выполнять вычислительные задачи анализа изображений в оптических системах ИИ D2NN [3] со скоростью света

Известны возможные действия над геометрическими телами и виды интегрального геометрического моделирования с использованием деформации сфероидов: от начальной сферы путем соосного и межосного растяжения-сжатия по одной, двум и трем осям и кручением-поворотом, разнесением и объединением объемов (фюзеляжей, мотогондол, баков, шасси ЛА) или несущих поверхностей (крыльев и оперений ЛА) с их частичным отсечением, сопряжением или дополнением (винглеты, ребра жесткости, наплывы), что заложено и в SolidWorks, CATIA 5. При этом можно проследить периодичность преобразования сфероидных форм, как в таблице химических элементов Менделеева: слева в первом ряду, где достаточен лишь один параметр (радиус) для формообразования и ключевая точка по толщине наполнения (как оболочка) — сфера полая (прообраз тонкостенных воздушных мыльных пузырей или аэростатических шаров с водородом/гелием), как основа аэростатического принципа полета ЛА, а справа — сфера наполненная (как

пушечное ядро), как основа для баллистического принципа движения в воздухе.

Во втором ряду, где нужны двухпараметрическое определение при деформации сферы с изменяемой плотностью внутреннего наполнения — имеем различные одноосные деформируемые интерпретации сферы или их усечения: тонкостенный диск (сжатие по вертикальной оси) — прообраз инновационного аэростатического летательного аппарата (АЛА) типа «Термоплан» МАИ [8], в разработке и испытаниях которого участвовал автор, правее — тонкостенный сегмент диска (усеченной сферы или сфероида) как парашют для парения-спуска или сфероидный экран виртуального изображения полетной обстановки для пилотажных тренажеров [6], и с боковым усечением — парашют-крыло. Далее — диск с крылом (самолет-блин США) и самолет с кольцевым ротором (проект «Фиалка») — это основа ЛА с аэродинамическим принципом полета. Правее — диск с деформацией-усечением по передней и задней частям и крыльями большого удлинения (проект «Экип» или проект МАИ проф. М.Ю. Куприкова самолета интегральной формы с несущим фюзеляжем) и далее — диск с симметричным усечением по бокам — самолет-экраноплан (проект «Динго» МАИ). И справа в ряду — вытянутый сфероид по вертикальной оси (прообраз пули) или форма однокорпусной ракеты (модели Циолковского).

В третьем ряду при трехпараметрическом ключевом градиенте изменения формы сферы и различной плотностью наполнения — имеем различные двухосные деформируемые объекты ЛА, начиная с тонкостенного гибкого эллипсоида вращения (как геометрические формы аэростатических дирижаблей), правее — приплюснутый сверху сфероид (проекты АЛА «Атлант» и Rosaero), правее — подрезанный по бокам сфероид (прямоугольный проект АЛА «Ш-2»). Далее вправо — эллипсоид жесткого фюзеляжа самолета (как у большинства самолетов), далее — повернутый в горизонтальной плоскости и сжатый по вертикали сфероид (получена несущая поверхность самолета) эллиптическое крыло ЛА. И крайняя вправо — форма вертикально вытянутого сфероида со сжатием по бокам (прообраз многоразового ЛА «Шаттл»).

Четвертый ряд (четыре параметрический определитель форм с переменной плотностью наполнения) — ряд делений и составлений (сопряжений) подобных преобразований форм, начиная с двух параллельных тонкостенных эллипсоидов вращения — проект спаренного дирижабля, далее — два жестких эллипсоида вращения, расположенных друг над другом и сопряженных (форма фюзеляжа 2-х палубного самолета А-380 с сечением «8» или проекта Crioplane). Далее вправо — два жестких эллипсоида вращения, разнесенных параллельно в го-

ризонгальной плоскости (проекты бифюзеляжных самолетов и самолетов-амфибий типа «Морской разведчик») и прикрепленных к несущей поверхности. Далее — две подобные несущие поверхности, разнесенные по продольной оси и закрепленные на эллипсоиде вращения (прообраз самолета с тандемной схемой крыльев). И крайняя справа схема — вертикально стоящие два эллипсоида вращения — прообраз двухступенчатой ракеты.

Пятый ряд (указывает на количественный показатель градиента преобразования сферической или сфероидной формы с определенной плотностью заполнения объема формы) — ряд трехкратных делений и составлений, начиная с трех сопряженных тонкостенных эллипсоидов вращения (проект английского дирижабля), далее — проект трехкольцевого в сечении несущего фюзеляжа проекта транспортного самолета Т-111 Роберта Бартини, далее — три разнесенных фюзеляжа по несущей поверхности (проект «Геракл») или со сжатыми двумя крайними объемами (две мотогондолы классического самолета). Далее вправо — место для проекта самолет 3-планной схемы (самолет с передним и хвостовым горизонтальным оперением). И в крайнем справа месте — проект трех-ступенчатой ракеты или ракеты с двумя стартовыми двигателями.

Последующие ряды в таблице периодических преобразований будут отражать ключевое соответствие градиенту преобразований с повышением плотности наполнения формы, что соответственно дает процесс трансформации в виде четырех-, пяти- и далее кратных делений и сопряжений плавно деформируемых сфероидов.

Подобная таблично-матричная формализации геометрических адаптивных сфероидных преобразований

легко вносится в информационное проектное цифровое пространство и дополняет программное обеспечение в системах графического синтеза, компьютерного моделирования и визуализации. При этом использование инновационных подходов в цифровизации процессов создания геометрически сложных (при больших данных) и трансформируемых инженерных объектов позволяет интерпретировать инструментарий для разработчиков через «геометрически пластичные» или геоморфные «резино»-деформируемые «экзотические сферы» Джона Милнора [2], базовые точки «эполюлярной геометрии» Паскаля Фуа [1] или преобразования в растровой графике В. Гусятина [4]. Это ускоряет концептуальные решения синтеза образов ЛА в системах искусственного интеллекта (ИИ) через его потребные объемные тела фюзеляжа и несущих поверхностей летательных аппаратов, дискообразных АЛА, а также в моделировании сфероидных экранов для моделирования и визуализации виртуально-дополненной реальности на авиационных пилотажных тренажерах с системой подвижности.

Такой универсальный подход позволяет «навязывать целевые поиски скрытых резервов» в теории и практике геометрических преобразований облика объектов для генерирования творческих идей, осуществлять синтез новых образов и развития инновационных проектов ЛА и АЛА с новыми концептуальными системами: эффективными тяговыми электрическими двигателями и генераторами, комплексными пилотными-беспилотными вертикально взлетающими концептами (версии трансформации городского наземно-воздушного транспорта Airbus-Audi, Aston Martin, UBER) и использованием цифровых геометрически оптимальных 3D технологий при создании моделей прототипов для производства и сборки авиационных агрегатов, узлов и комплектующих изделий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гудошников С. Паскаль Фуа, EPFL, — о ключевых точках, глубоких нейросетях и эполюлярной геометрии// Сайт. URL: <http://www.cc.gatech.edu>
2. Гусятин В. М. Математическая модель геометрических преобразований для спецпроцессоров растровой графики// Сайт. URL: <http://vivliophica.com/img-png/10/183119/1.png>
3. Новая оптическая система обучила ИИ — теперь он может решать математические задачи со скоростью света./ Сайт CIO.ru. URL: <http://zen.yandex.ru/media>
4. Об узлах и экзотических сферах Джона Милнора// Сайт Peoples.ru. URL: <http://science/mathematics/john...milnor/>
5. Опаленов Ю.В. Интегральная геометрия на многообразиях переменной кривизны. Москва, 2012.
6. Поняев Л.П. и др. Обзор проектов: — тренажеры для самолетов S5J 100//Журнал «Вести ГСС», № 9 (3), Москва, 2011.
7. Проектирование будущего: искусственный интеллект и датацентричная архитектура// Сайт CIO.ru. URL: <http://zen.yandex.ru/media>
8. Сабитов О. Искусственный интеллект поможет ученым создать самый аэродинамичный велосипед//Перевод с сайта EPFL 12.07.18. URL: <https://actu.epfl.ch/news/>
9. Ponyaev L. THERMOPLANE Design Bureau MAI, Russia — Thermoplane ALA-40/ ALA-600// Brassey's World Aircraft & System Directory 1996–97, p.545.

© Поняев Леонид Петрович (ponyaev@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»