

## ПРИМЕНЕНИЕ БИКВАТЕРНИОНОВ В ЗАДАЧАХ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ

**Афанасьева А.М.** (АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Университет ИТМО)  
**Научный руководитель – к.т.н., доцент-практик Драницына Е.В.**  
(АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Университет ИТМО)

*Рассмотрена возможность применения бикватернионов  
в решении задач ориентации и навигации.*

**Введение.** В настоящее время в связи с бурным развитием микроэлектроники процессорной техники все более широкое распространение получают платформенные инерциальные навигационные системы (БИНС). В БИНС блок чувствительных элементов жестко крепится к корпусу, задача определения навигационного базиса решается алгоритмически и реализуется математически в бортовом вычислителе. В связи с этим, отличительной особенностью этих систем является большой объем вычислений, проводимых в режимах реального времени. Поэтому одной из проблем, возникающей при разработке БИНС, является построение оптимальных алгоритмов работы бортового вычислителя. В данной работе рассматривается возможность применения бикватернионов в задачах ориентации и навигации.

**Основная часть.** Бикватернион - гиперкомплексное число, состоящее из восьми компонентов. Если говорить об геометрической интерпретации бикватерниона, то с его помощью можно задать не только ориентацию объекта, по аналогии с кватернионом, а также и его положение в пространстве. Это означает, что бикватернион задает сразу две величины - положение и ориентацию объекта в пространстве. Если их рассматривать в динамике, то бикватернион определяет две величины - линейную скорость перемещения и угловую скорость вращения объекта.

В последние годы стали рассматриваться кинематические задачи управления общим пространственным движением свободного твердого тела в бикватернионной постановке. В них в качестве математической модели движения используется бикватернионное кинематическое уравнение движения свободного твердого тела, впервые предложенное Челноковым Ю.Н. Это уравнение связывает дуальные параметры Эйлера (Родрига-Гамильтона) с их первыми производными и проекциями кинематического винта скоростей на связанный базис. Бикватернионное уравнение имеет наглядную компактную форму и эквивалентно четырем уравнениям в дуальных параметрах Эйлера (Родрига-Гамильтона), или восьми скалярным вещественным дифференциальным уравнениям (линейным, если векторы угловой и линейной скоростей твердого тела являются известными функциями времени и нелинейными, если эти векторы рассматриваются как управления).

Бикватернион можно определить через углы ориентации и вектор положения. Для этого необходимо определить системы координат, в которых будет рассматриваться ориентация и положение объекта в пространстве. Это необходимо сделать для задания действительной части бикватериона, последовательность поворотов которого влияет на получаемый кватернион из углов ориентации.

Основное предназначение дуальных бикватернионов - это математическая формулировка и решение задач механики твердого тела в трехмерном пространстве. Бикватернионы помогают определять и складывать перемещения тела, выполнять преобразования координат, описывать скорость движения тела. Собственный бикватернион позволяет складывать конечные перемещения твердого тела и выполнять преобразования координат при переходе из неподвижной системы координат в подвижную систему и наоборот.

**Выводы.** Бикватернионное кинематическое уравнение движения свободного твердого тела является дуальным аналогом кватернионного кинематического уравнения вращательного движения твердого тела. Он позволяет по заданным начальным условиям движения и проекциям угловой и линейной скорости на связанный базис находить параметры винтового движения твердого тела, тем самым обеспечивая возможность применения бикватернионов в задачах ориентации и навигации.

**Автор:**

**А.М. Афанасьева**

**Научный руководитель:**

**Е.В. Драницына**