

Ващук С.П., Ивойлов Е.В., Слободян С.М., Цупин А.А., Деева В.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ С ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМОЙ ДЛЯ ОРИЕНТИРОВАНИЯ И ВСТРЕЧ НАНОСПУТНИКОВ

Освоение космического пространства, модернизация и разработка космической техники для многих отраслей промышленности важны и являются приоритетными. Ввиду большой плотности потока движения на орбитах космических аппаратов (КА) процедура обнаружения и измерения координат малых нанообъектов (спутников и их нанофрагментов) в космическом пространстве широко распространена. Она жизненно необходима на этапе выполнения операций ориентирования, взаимного наведения и стыковки наноКА, обеспечения безопасности и долговечности их полетов на орбите. Снижение массы и габаритов КА до класса нанообъектов требуют повышения точности ориентирования и взаимного наведения в процессе их взаимного сближения и, особенно, для безопасности при их стыковке. Радиотехнические системы имеют большую массу и габариты, кроме того, они чувствительны к явлениям переотражения и интерференции сигналов опорных для ориентирования.

Для ориентирования объектов, в том числе, сближением и стыковкой КА, кроме радиотехнических используются лазерные системы [1–12]. Лазерные системы в сравнении с радиосистемами имеют меньшую массу и габариты, большую точность и разрешающую способность, лучшую помехозащищенность ввиду значительно меньшей длины волны, высокой монохроматичности и узкой диаграммы направленности лазерного излучения. Но наличие узкой диаграммы направленности лазерного излучения в полномасштабной сфере пространства ориентирования КА является сильным и весомым фактором, существенно затрудняющим быстрое вступление во взаимный контакт, для встречи и стыковки КА [1–10].

Оптические и лазерные автоматические системы, выполняющие сначала сканирование пространства наблюдения для обнаружения в нем искомого нанообъекта с последующим переходом в режим слежения за его перемещением, в наибольшей мере соответствуют решению таких задач [2–9]. Особенность автоматических систем [3–5]: необходимость обнаружения искомого объекта на начальном этапе работы. Это определяет их способность к переходу в режим слежения, контроля и управления объектом и процессом наведения и стыковки КА. Поэтому для прецизионных лазерных и светодиодных систем важно обеспечение наибольшей эффективности на начальном этапе работы, именуемом режимом поиска и обнаружения. Режим поиска и обнаружения

характеризуется [3–10] достижением наилучших вероятностных показателей обнаружения при наивысших чувствительности, помехозащищенности, точности, быстродействию. В конечном итоге, эффективность лазерных систем ориентирования определяется качеством их реализации и степенью оптимизации их параметров. Для увеличения размеров поля наблюдения КА при их поиске лазерные системы устанавливают на динамические платформы [2–5]. Такие платформы могут быть выполнены на элементах, использующих разные физические принципы. Как силовые узлы, платформы для перемещения в пространстве технических устройств, часто выполняют на элементах, в основу работы которых кладут базовые принципы пьезоэлектричества, электромагнетизма и других физических явлений. Обычно используют явления, связанные с действием электрического и магнитного полей при протекании электрического тока управления состоянием отдельных приводов.

Для оценки способности программного подхода как имитатора решения такой задачи, использующей обобщенное представление структурных схем компоновки известных типов, в том числе отечественных, динамических платформ, ниже исследована возможность применения для грубого наведения лазерной системы на объект (КА) многокоординатной динамической платформы [3, 5–7].

Цель исследования включала разработку микропроцессорной (МП) системы управления платформой с лазерной системой наведения на базе рекомендованных операционной средой известных средств разработки встроенного программного обеспечения процессоров. При этом средства Simulink использованы как основа для проектирования и имитации работы динамических лазерных систем ориентирования.

Важнейшим направлением развития имитационных средств и устройств является разработка новых принципиальных решений построения программных, алгоритмических и компьютерных средств имитации того или иного процесса в системе, позволяющих более рационально решать задачи, связанные с имитацией и представлением этого информационного или физического процесса.

Задача сильно усложняется, когда в комплексе имитации приходится использовать виртуальное представление первичной информации разной физической природы. Это усложнение объясняется тем, что первичные преобразователи с разными принципами действия информационный сигнал о состоянии объекта наблюдения преобразуют в разные значения существенно отличающихся друг от друга параметров идентификации состояния объекта. По этой причине вопрос создания простых и надёжных средств и алгоритмов имитации процессов и работы систем, обладающих достаточной точностью отражения реальности при высоком быстродействии формирования, имитирующего процесс или систему, сигнала, до сих пор остаётся актуальным.

В качестве фактора, комплексно объединяющего разнородные преобразователи информации и системы, используется их математическое описание, учитывающее со всей полнотой действие всех физических принципов, используемых для получения, объединяемых в имитируемом средстве, информационных сигналов и систем. Другими словами, для качественной программно-аппаратной имитации необходимо наличие адекватных реальности математических моделей процессов и систем [3–13].

В докладе на примере действия платформы по одной ($[x; y; z; v; t]$ или по углу места, азимуту, скорости движения и т.п.) из координат измерительной системы пространства наблюдения лазерной системой ориентирования объекта проведён анализ возможности практического функционирования программного имитатора обобщённого типа динамической платформы с лазерной системой. На базе стандартных программных средств (Simulink, MatLab, протоколов обмена Ethernet, среды разработки встроенного программного обеспечения для процессоров) в среде Windows разработаны математические модели отдельных типов приводов, включая модели оригинальных пьезопроводов многомерного управления [4–5], для программной имитации работы динамической платформы. В части оригинальных наработок выполнено имитационное моделирование функционирования платформы в разных режимах действия.

Современные имитаторы поведения динамических процессов и объектов обладают сложной структурой. Структурно для лазерных систем ориентирования они [3–5, 11–13] многоуровневый программно-аппаратный комплекс. Их совершенствование ведёт к заметному ужесточению требований к качественным показателям лазерных систем, таким, как точность, быстродействие и т.п. Для оценки эффективности выполнения поставленных требований к лазерным системам подход имитационного моделирования с использованием программных методов часто оказывается наиболее привлекательным.

Подобного рода система может быть реализована на основе привода для имитации влияния среды на деформирование волнового фронта излучения от подвижного объекта во время его движения. Другой вариант исполнения имитационного моделирования – с использованием принципа частотного управления действием привода слежения за траекторией движения объекта на малой, с меньшей инерционностью, платформе с учетом вариаций динамических режимов движения объекта наблюдения. Во многих случаях реализация принципа разделения движений [4–7] приводит к улучшению качества таких систем более простым, иногда, и единственно возможным способом.

При проведении исследований методом имитационного моделирования желательно, чтобы лазерная система ориентирования и стыковки КА как управляющее устройство могло активно изменять параметры системы и поддерживать её

характеристики на требуемом качественном уровне. Этот уровень должен быть максимально приближен к теоретически предельно возможному или оптимальному.

Библиографический список

1. Романов, А.А. Малоразмерные космические аппараты мониторинга подвижных объектов ОАО «Российские космические системы»: состояние и перспективы [Текст]/А.А. Романов, А.Е. Тюлин // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2015. – Т. 2. № 1. – С. 3–10.

2. Старовойтов, В.С. Деева, С.М. Слободян Е.И. Использование лазерных систем в решении задачи встречи КА на орбите Луны [Текст]/Е. И. Старовойтов // Авиакосмическое приборостроение. – 2010. – № 11. – С.12–17.

3. Слободян, С.М. Лазерные навигационные системы автономных транспортных средств [Текст] / С.М. Слободян, А.А. Цупин // Успехи современной радиоэлектроники. – 1988. – № 6. – С.13–20.

4. Слободян, С.М. Телевизионная диагностика лазерных пучков [Текст] / С.М. Слободян. – Барнаул: Азбука, 2006. – 224 с.

5. Цупин, А.А. Лазерные средства навигационного оборудования для ориентирования подвижных объектов[Текст]/А.А. Цупин, С.М. Слободян. –М.: Мэйлер, 2013. – 166 с.

6. Деева, В.С. Метод покрытия кластерного пространства наблюдения [Текст] / В.С. Деева // Доклады ТУСУРа. – 2012. – № 1, Ч.1. – С. 253–258.

7. Слободян, С.М. Многофункциональные визуально-инструментальные лазерные навигационные комплексы морского применения [Текст] / С.М. Слободян, А.А. Цупин // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 5-3. – С. 102–103.

8. Деева, В.С. Метод безопасного восприятия визуальной лазерной навигации [Текст] / В.С. Деева, С.М. Слободян // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций.– 2013. – № 5. – С. 64–70.

9. Слободян, С.М. Интеллектуализация лазерного створа [Текст] / С.М. Слободян, А.А. Цупин // Навигация и гидрография. – 2013. – № 36. – С. 38–44.

10. Деева, В.С. Метод повышения точности МП–датчиков [Текст]/В.С. Деева, С.М. Слободян//Электроника и электрооборудование транспорта. – 2014. – № 2.–С. 46–47.

11. Черкесов, Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов [Текст]/Г.Н. Черкесов. – СПб.: Питер, 2005. – 479 с.

12. Дьяконов, В.П. Simulink: Самоучитель [Текст]/В.П. Дьяконов. – М.: ДМК-Пресс, 2013. – 784 с.

13. Морозов, В.К. Моделирование информационных и динамических систем [Текст]/ В.К. Морозов, Г.Н. Рогачёв. – М.: Академия, 2011. – 384 с.