

Уральский государственный архитектурно-художественный университет
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРУКТУР

**МАТЕРИАЛЫ
ОДИННАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
6–10 июня 2016 г.**

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2016

3. Болтянский В.Г. Оптимальное управление дискретным объектом. М. : Наука, 1973. 448 с.
4. Булаев В.В., Горанов А.Ю. Формулировка задачи оптимального управления и моделирование динамики упругого механического объекта в фазовом пространстве // Вестник ЮУрГУ. 2015. Т. 15, № 4. С. 90–100.
5. Игдалов И.М., Кучма Н.В. [и др.]. Ракета как объект управления. Днепропетровск : АРТ-ПРЕСС, 2004. 544 с.
6. Красовский Н.Н. Теория управления движением (линейные системы). М. : Наука, 1968. 476 с.
7. Медич Дж. Статистически оптимальный линейные оценки и управление. М. : Энергия, 1973. 440 с.
8. Тюлюкин В.А., Шориков А.Ф. Алгоритм решения задачи терминального управления для линейной дискретной системы // Автоматика и телемеханика. 1993. № 4. С. 115–127.
9. Шориков А.Ф. Минимаксное оценивание и управление в дискретных динамических системах. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 1997. 242 с.
10. Khalil H.K. Nonlinear systems. 2nd ed. New Jersey : Prentice Hall, 1996. 734 p.

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ В СИСТЕМАХ ВИДЕНИЯ ЧЕРЕЗ ОБЛАЧНУЮ СФЕРИЧЕСКУЮ АТМОСФЕРУ

И.Ю. Гендрина, М.А. Алексеенко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
igendrina@bk.ru

Целью данной работы является исследование зависимости углового распределения яркости (интенсивности) излучения на границах атмосферы от геометрических и оптических условий наблюдения, включая наблюдение в условиях наличия облачности.

Под системой видения понимают схему наблюдения, включающую в себя подстилающую поверхность, «мутную среду» (атмосферу) и оптическое устройство, осуществляющее регистрацию приходящего излучения. Для изучения переноса излучения в таких системах традиционно используются теория систем и теория переноса излучения [1]. Нами предпринята попытка применить корреляционно-регрессионный анализ для изучения и последующего прогнозирования закономерностей переноса излучения в таких системах, так же как это делают при построении радиационных моделей атмосферы [2]. Ранее эта работа была проведена для плоскопараллельной модели атмосферы. Предлагаемые результаты получены для сферической модели, что является актуальным для направлений наблюдения, близких к горизонтальным.

Угловое распределение яркости было получено методом Монте-Карло (метод сопряженных траекторий). Рассмотренные длины волн указаны в таблице. Атмосфера предполагалась аэрозольно-молекулярной [3]. Слой сплошной облачности (модель дымка Н [4]) располагался на высоте 1 км над подстилающей поверхностью.

По результатам имитационного моделирования было построено уравнение регрессии для каждой длины волны в рассмотренных окнах прозрачности. Регрессионные коэффициенты и коэффициент детерминации для уравнения регрессии, имеющего вид $y = e^{b_0} x^{b_1}$, представлены в таблице.

λ , мкм	b_0	b_1	R_2
0,374	-9,68	-2,56	0,904
0,53	-10,00	-2,44	0,949
0,694	-9,42	-2,70	0,913
0,86	-9,54	-2,68	0,945
1,06	-9,58	-2,73	0,948
3,39	-8,85	-3,28	0,940
10,6	-8,81	-3,38	0,921

Статистическая оценка полученных уравнений регрессии на значимость была проведена на основе F -критерия и t -критерия Стьюдента. С уверенностью не менее 90% можно утверждать, что рассмотренные зависимости являются статистически значимыми.

Литература

1. Зуев В.Е., Белов В.В., Веретенников В.В. Теория систем в оптике дисперсных сред. Томск : Изд-во СО РАН, 1997. 402 с.
2. Khayer M.M. [et al.]. Evaluation of a 5-Year Cloud and Radiative Property Dataset Derived from GOES-8 Data Over the Southern Great Plains // Twelfth ARM Science Team Meeting Proceedings. St. Peterburg, Florida, April 8–12, 2002. P. 1–14.

3. Gendrina I.Y., Kvach A.S. The Monte Carlo method for determining the vision system characteristics // J. of International Scientific Publication : Education Alternatives. 2013. Vol. 11, pt. 1. P. 236–244.

4. Дейрменджан Д. Рассеяние электромагнитного излучения сферическими полидисперсными частицами. М. : Мир, 1971. 300 с.

МЕТОДИКА ЛИНЕАРИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЫСОКОМАНЕВРЕННОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВДОЛЬ ОПОРНЫХ ТРАЕКТОРИЙ*

А.Ю. Горанов¹, А.Ф. Шориков²

¹ Научно-производственное объединение автоматики имени академика Н.А. Семихатова, Екатеринбург, Россия

² Уральский федеральный университет, Уральский энергетический институт, Екатеринбург, Россия

¹ goranovayu@mail.ru, ² afshorikov@mail.ru

Системы управления современных объектов ракетно-космической техники представляют собой сложную структуру из взаимосвязанных частей, каждая из которых решает соответствующие задачи. Системы управления движением таких объектов по определению должны решать три основные задачи: задачу навигации и идентификации (определение характеристик и параметров траектории), задачу наведения (формирование программной траектории движения центра масс) и задачу стабилизации, целью которой является формирование управления движением центра масс и относительно центра масс объекта.

Известно, что линейные динамические системы являются наиболее удобными для исследования, поэтому для решения задач стабилизации движения желательно располагать линейными или квазилинейными обыкновенными дифференциальными уравнениями, описывающими возмущенное движение объекта с позиции отклонений основных параметров движения от их опорных значений. Однако при проектировании автомата стабилизации необходимо учитывать, что исходные динамические уравнения объекта управления являются нелинейными, поэтому систему динамических уравнений, описывающих движение объекта управления, необходимо подвергнуть дополнительному упрощению и произвести ее линеаризацию.

Данная работа посвящена разработке линеаризованной вдоль опорной траектории исходной нелинейной динамической модели высокоманевренного летательного аппарата (ВЛА). Формирование линейной модели базируется на предположении существования некоторого опорного режима его полета, в окрестности которого происходят малые изменения кинематических параметров объекта [1, 2, 4, 5]. Для динамических уравнений пространственного движения объекта все кинематические параметры движения представляются в виде суммы их значений в программном движении и отклонений этих параметров от программных значений. Таким образом, полученная модель ВЛА принимает вид системы линейных однородных дифференциальных уравнений с коэффициентами, являющимися известными функциями времени, а вектор состояния сформированной модели представляет вектор отклонений кинематических параметров движения от их программных значений.

Для апробации полученных в работе результатов рассматривается численный пример, в котором использование сформированной линейной динамической модели ВЛА сравнивается с аналогичным использованием его исходной нелинейной динамической модели. В работе проведен анализ полученных численных результатов и делается вывод о приемлемой точности использования линейной динамической модели ВЛА вместо нелинейной динамической модели.

В заключение отметим, что предлагаемая в данной работе методика линеаризации нелинейных членов уравнений пространственного движения ВЛА значительно упрощает исследование его динамики и предполагает дальнейшую дискретизацию модели объекта, что позволит привлечь аппарат линейной алгебры и функционального анализа для построения областей достижимости фазовых состояний объекта при решении задачи оптимальной стабилизации его движения [3, 5, 7].

Литература

1. Абгарян К.А., Калязин Э.Л., Мишин В.П., Рапопорт И.М. Динамика ракет : учебник для студентов вузов. М. : Машиностроение, 1990. 464 с.

2. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. М. : Наука, 1975. 768 с.

3. Булаев В.В., Горанов А.Ю. Формулировка задачи оптимального управления и моделирование динамики упругого механического объекта в фазовом пространстве // Вестник ЮУрГУ. 2015. Т. 15, № 4. С. 90–100.

4. Игдалов И.В., Кучма Л.Д., Поляков Н.В., Шептун Ю.Д. Ракета как объект управления. Днепропетровск : АРТ-ПРЕСС, 2004. 544 с.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 15-01-02368.