

В. Ф. Чуб

— ОСНОВЫ —
ИНЕРЦИАЛЬНОЙ
НАВИГАЦИИ



URSS

В. Ф. Чуб

ОСНОВЫ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ



URSS

МОСКВА

Чуб Василий Филиппович

Основы инерциальной навигации. — М.: ЛЕНАНД, 2014. — 200 с.

Настоящая книга состоит из трех частей. Вводная часть представляет собой текст доклада, в котором сжато излагаются ключевые идеи, лежащие в основе инерциальной навигации и связанных с ней разделов математики и физики. Основную часть составляет подробный конспект лекций по физико-математическим основам теории инерциальной навигации. Заключительная часть «Методика преподавания студентам физико-технического института основ инерциальной навигации» ранее была опубликована как отдельная статья в журнале «Физическое образование в вузах»; она не содержит математических формул, давая при этом развернутое представление о содержании и особенностях лекций.

Издание предназначено для студентов и преподавателей, инженеров и научных работников; будет полезно широкому кругу лиц, интересующихся гиперкомплексными числами и специальной теорией относительности.

Формат 60×90/16. Печ. л. 12,5. Зак. № 3У-78.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД».

117312, Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, 11А, стр. 11.

ISBN 978-5-9710-1125-5

© ЛЕНАНД, 2014

15624 ID 183712



Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельца.

Оглавление

Предисловие	6
I Физико-математические основы инерциальной навигации	8
Введение	9
1 Числа	11
2 Группы	17
3 Задачи	21
Заключение	24
Литература	25
II Гиперкомплексные и теоретико-групповые методы в теории инерциальной навигации	28
1 Кватернионы и бикватернионы	29
1.1 Гиперкомплексные числа	29
1.2 Комплексные, дуальные и двойные числа	33
1.3 Кватернионы	35
1.4 Дуальные кватернионы	38
1.5 Комплексные кватернионы	39
1.6 Комплексно-дуальные кватернионы	40

2	Группы преобразований	44
2.1	Теория групп, эрлангенская программа	44
2.2	Группа вращений твёрдого тела	47
2.3	Группа перемещений твёрдого тела	52
2.4	Группа Лоренца	55
2.5	Кватернионная группа и группа Пуанкаре	57
3	Каноническая постановка задачи	63
3.1	Методы навигации	63
3.2	Инерциальные датчики	65
3.3	Гравитационное поле	69
3.4	Начальное положение (вектор состояния)	72
3.5	Каноническая формулировка задачи	74
4	Групповая постановка задачи	76
4.1	Символическое уравнение	76
4.2	Часы как навигационная система	78
4.3	Задача инерциальной ориентации	81
4.4	Инерциальная навигация без гравитации	83
4.5	Нерелятивистская инерциальная навигация	85
4.6	Релятивистская инерциальная навигация	87
5	Уравнения без учёта гравитации	90
5.1	Вывод для группы Галилея	90
5.2	Вывод для группы Пуанкаре	98
5.3	Вывод для кватернионной группы	103
6	Уравнения с учётом гравитации	107
6.1	Вывод для расширенной группы Галилея	107
6.2	Вывод для конформной группы	114
7	Точные решения уравнений	125
7.1	Равноускоренное движение	125
7.2	Движение с орбитальной ориентацией	131
7.3	Движение инерциальной платформы	137
7.4	Движение неповорачивающейся платформы	137
7.5	Гиросtabilизированная платформа	138
7.6	Эксперимент Gravity Probe-B	141

8	Задача n тел	143
8.1	Задача n тел и её частные случаи	143
8.2	Задача одного тела	146
8.3	Формулировка в параметрах группы	150
9	Часто используемые формулы	154
9.1	Формула перепроектирования векторов	154
9.2	Формулы сложения поворотов	156
9.3	Формулы сложения перемещений	160
9.4	Связь кватерниона и матрицы поворота	162
9.5	Уравнения для радиус-вектора	166
9.6	Уравнения для вектора скорости	168
9.7	Уравнения для кватерниона поворота	169
 III Методика преподавания студентам физико-технического института основ инерциальной навигации		 171
	Введение. Система Физтеха	172
	Тематика спецкурса и методика преподавания	173
	Заключение. Место спецкурса в учебном плане	179
	Литература	180
	 Именной указатель	 183
	 Предметный указатель	 187