должны быть, конечно, выражены либо в градусах, либо в радианах, смотря по тому, какими таблицами приходится пользоваться); на клавиатуре устанавливаем $1/e$, а на счетчике оборотов получаем исходное значение E_0. На результативном счетчике тогда получится некоторое значение $\sin E_1$. Найдя по таблицам соответствующее ему значение E_1, не совпадающее, вообще говоря, с E_0, изменяем показание счетчика оборотов до тех пор, пока значение E, стоящее на счетчике оборотов, не будет согласно с $\sin E$, стоящим на результативном счетчике.

На других, весьма многочисленных, способах решения уравнения Кеплера здесь нет надобности останавливаться, так как указанные способы вполне обеспечивают это решение во всех тех случаях, когда пользуются эксцентрической аномалией для получения орбитальных координат*).

§ 2. Орбитальные координаты в случае эллиптического движения

Для вычисления прямоугольных орбитальных координат служат формулы

$$\xi = a(\cos E - e); \quad \eta = a\sqrt{1-e^2}\sin E = a\cos\varphi\sin E, \qquad (2.1)$$

где $\varphi = \arcsin e$.

Если вычисления ведутся с небольшим числом знаков, то эти координаты могут быть найдены без предварительного вычисления эксцентрической аномалии, при помощи специальных таблиц, дающих величины (их обозначают также через X и Y)

$$C = \cos E - e; \quad S = \sqrt{1-e^2}\sin E \qquad (2.2)$$

по аргументам e и M.

Таблицы Иннеса [1927] дают C и S с пятью десятичными знаками для $M = 0°(1°)180°$ и для $e = 0{,}00(0{,}01)0{,}99$. Таблицы Штракке [1928] дают эти величины с четырьмя десятичными знаками для $M = 0°(1°)180°$ и для $e = 0°(0°10')25°$.

Для вычисления полярных орбитальных координат r и v чаще всего пользуются формулами

$$r\sin v = a\sqrt{1-e^2}\sin E; \quad r\cos v = a(\cos E - e), \qquad (2.3)$$

или, если употребляется угол эксцентриситета φ,

$$r\sin v = a\cos\varphi\sin E; \quad r\cos v = a(\cos E - \sin\varphi). \qquad (2.4)$$

---

*) Наиболее полный перечень работ, посвященных решению уравнения Кеплера, содержит статья Вуда [1950]. В ней не упомянута статья А. П. Тяхта [1944], в которой рассматривается вопрос о решении уравнения Кеплера с особенно большой точностью.

Иногда бывают удобны формулы:

$$r = a(1 - e\cos E); \quad \operatorname{tg}\frac{v}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\operatorname{tg}\frac{E}{2} = \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)\operatorname{tg}\frac{E}{2}. \quad (2.5)$$

Вторую из этих формул можно, для получения бо́льшей точности при том же числе знаков, заменить такой:

$$\sin\frac{1}{2}(v - E) = \sqrt{\frac{a}{r}}\sin\frac{\varphi}{2}\sin E. \quad (2.6)$$

При небольшой точности вычислений (например, при изучении движения двойных звезд, или при составлении поисковых эфемерид планет и комет) можно пользоваться таблицами, позволяющими находить радиус-вектор и истинную аномалию непосредственно по средней аномалии, минуя вычисление эксцентрической аномалии.

Таблицы Титьена [1892] дают $v - M$ с точностью до $0^\circ{,}01$ для всех значений M через 1° и $\varphi = 0^\circ(0^\circ 20')20^\circ 20'$. После нахождения v радиус-вектор вычисляется по формуле

$$r = p/(1 + e\cos v).$$

Таблицы Петерса [1912] дают разность $v - M$ с точностью до $0^\circ{,}01$ и $\lg(r/a)$ с четырьмя знаками для $M = 0^\circ(1^\circ)180^\circ$ и $\varphi = 0^\circ(0^\circ 20')24^\circ$.

Предназначенные для двойных звезд таблицы Шлезингера и Удикк [1912] дают v с точностью до $0^\circ{,}01$ для $M = 0^\circ(1^\circ)180^\circ$ и $e = 0{,}00(0{,}01)0{,}77$.

В таблицах Боке [1920] по аргументам $v = 0^\circ(1^\circ)180^\circ$ и $e = 0{,}00(0{,}01)0{,}49$ даются значения средней аномалии M с точностью до $0^\circ{,}001$ и значения $\lg(r/a)$ с пятью десятичными знаками. Таблицы для вычисления эфемерид искусственных спутников Земли, составленные И. Д. Жонголовичем и В. М. Амелиным [1960], дают $v - M$ с точностью до $0^\circ{,}01$, а отношение r/a с четырьмя знаками для $M = 0^\circ(1^\circ)360^\circ$ и $e = 0{,}01(0{,}01)0{,}76$.

§ 3. Орбитальные координаты в случае параболического движения

Если движение происходит по параболе, то орбита определяется пятью элементами: q, T, Ω, i, ω.

Вычисление орбитальных координат для заданного момента t начинается с нахождения параболического аргумента

$$B = q^{-3/2}(t - T). \quad (3.1)$$

Тут можно воспользоваться таблицей XI, которая дает $q^{-3/2}$ по аргументу q. Уравнение (§ 7 гл. III)

$$\sigma + \frac{1}{3}\sigma^3 = \frac{k}{\sqrt{2}}B \quad (3.2)$$