и представляя силу реакции в виде

$$\mathbf{R}=\lambda_1 \operatorname{grad} f_1+\lambda_2 \operatorname{grad} f_2.$$

Эффективнее другой путь. Зададим кривую параметрически: $\mathbf{r}=\bar{\mathbf{r}}(q)$, введем натуральный параметр

$$s=\int_{q_0}^{q}\sqrt{\left(\frac{d\bar{x}}{dq}\right)^2+\left(\frac{d\bar{y}}{dq}\right)^2+\left(\frac{d\bar{z}}{dq}\right)^2}\,dq,$$

перепишем уравнение кривой в виде $\mathbf{r}=\mathbf{r}^*(s)$ и воспользуемся репером Френе (зависящим от s):

$$\mathbf{e}_\tau=\frac{d\mathbf{r}}{ds},\quad \mathbf{e}_\nu=\left|\frac{d^2\mathbf{r}}{ds^2}\right|^{-1}\frac{d^2\mathbf{r}}{ds^2},\quad \mathbf{e}_\beta=[\mathbf{e}_\tau\times\mathbf{e}_\nu].$$

Величина (функция s)

$$\rho=\left|\frac{d^2\mathbf{r}}{ds^2}\right|^{-1}=\rho(s).$$

называется радиусом кривизны кривой. Ускорение (если формула, задающая движение, имеет вид $s=s(t)$) будет

$$\ddot{\mathbf{r}}=\ddot{s}\,\mathbf{e}_\tau+\frac{\dot{s}^2}{\rho}\mathbf{e}_\nu,$$

так что векторное уравнение Ньютона $m\ddot{\mathbf{r}}=\mathbf{R}+\mathbf{F}$, $\mathbf{R}\perp\mathbf{e}_\tau$, примет форму равносильной системы скалярных уравнений:

$$\begin{cases} m\ddot{s}=F_\tau,\\ m\dfrac{\dot{s}^2}{\rho}=F_\nu+R_\nu,\\ 0=F_\beta+R_\beta. \end{cases}\tag{5.4}$$

Компонента F_τ в силу $\mathbf{r}=\mathbf{r}^*(s)$, $\dot{\mathbf{r}}=(d\mathbf{r}^*/ds)\,\dot{s}$ есть функция $\dot{s}$, s, t. Поэтому для вычисления движения по кривой надо решить одно дифференциальное уравнение второго порядка:

$$m\ddot{s}=F_\tau(\dot{s},\ s,\ t),\tag{5.5}$$

а остальные уравнения из системы (4) позволят узнать силу $\mathbf{R}$ как функцию времени. Как функция $\dot{s}$, s она уже известна:

$$R_\nu=\frac{m\dot{s}^2}{\rho}-F_\nu,\quad R_\beta=-F_\beta.\tag{5.6}$$

Интеграл энергии (2) в случае, когда поле сил $\mathbf{F}$ консервативно, снова имеет место. Пользуясь параметрическим заданием кривой, мы можем записать этот интеграл короче:

$$H=\frac{m\dot{s}^2}{2}+V(s).\tag{5.7}$$

Это выражение отличается от (2) тем, что в нем полностью ис-