

П. Н. КОСТЮКОВИЧ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В процессе инженерно-геологической диагностики геосистем, а также при геотехнических прогнозах геодинамических явлений (горного давления, обрушения сводов, движения оползней, гравитационной фильтрации в вертикальных колоннах и т.д.) объективный учет динамики и величины силы тяжести имеет важное значение. Поэтому анализ известных опытов по свободному падению тел был выполнен с позиции существования трех фундаментальных скоростей (рис. 1). Исследования привели к следующим выводам.

1. При экспериментальном изучении гравитации следует различать три расчетные скорости движения: разностную или интервальную $V_i(t) = \Delta S_i(t) / \Delta t_i$, не связанную формулами с законом движения $S(t)$ и равную средней скорости движения тела за одинаковые промежутки времени $\Delta t_i = \text{const} \neq f(t)$ (в опытах $\Delta t_i = (1/30)c$), и две аналитические, вытекающие из закона движения тела $S(t)$ и определяемые им: мгновенную $V_i(t) = S'(t) = ds/dt$, равную первой производной от пути $S(t)$ по времени t , и интегральную $V_s(t) = S(t)/t$, вычисляемую как отношение пройденного пути $S(t)$ ко времени t , за которое этот путь преодолен.

2. Установлено, что каждая из названных расчетных скоростей $V_i(t)$, $V_i(t)$ и $V_s(t)$ в координатах «скорость движения – время» представляется отдельной прямой со своим угловым коэффициентом (ускорением) и, таким образом, растет во времени с постоянной быстротой. Данный факт говорит о том, что свободному падению тел присущи три вида гравитационных скоростей

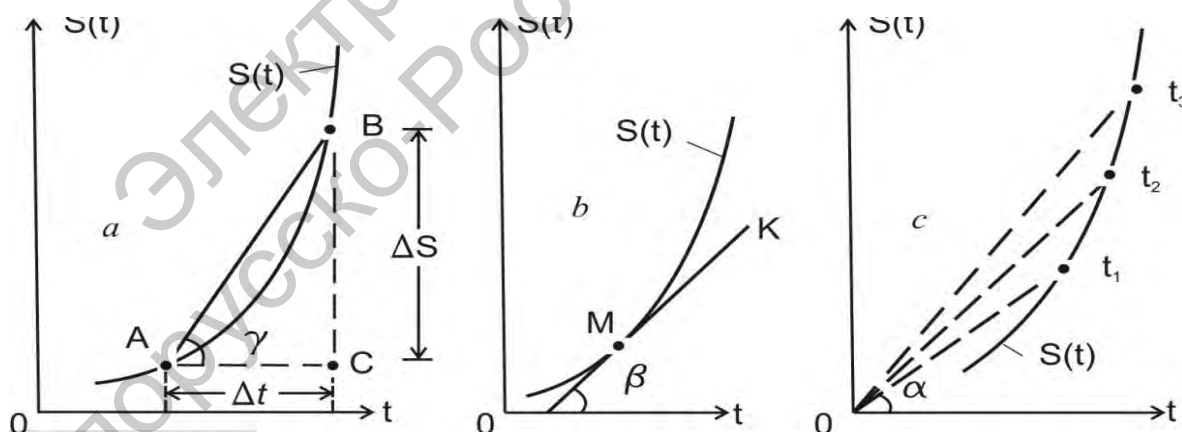


Рис. 1. Схема расчетов трех типовых скоростей и соответствующих им ускорений свободного падения тел: *a* – средней скорости $V = \Delta S / \Delta t$ и, в частности, интервальной $V_i(t) = \Delta S_i(t) / \Delta t_i = \text{tg } \gamma(t)$; *b* – мгновенной $V_i = S'(t) = dS/dt = \text{tg } \beta(t)$, где $\text{tg } \beta(t)$ – угловой коэффициент касательной МК в точке М кривой $S(t)$; *c* – интегральной $V_s(t) = S(t)/t = \text{tg } \alpha(t)$, где $\text{tg } \alpha(t)$ – угловой коэффициент радиус-вектора, исходящего из начала координат $S=t=0$ и секущего график расстояний $S(t)$ в момент времени t

$$\left. \begin{aligned} V_i(t) &= \Delta S_i(t) / \Delta t_i = V_{i0} + g_i t; \\ V_t(t) &= S'(t) = V_{s0} + g_t t; \\ V_s(t) &= S(t) / t = V_{s0} + g_s t \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

и соответственно три вида ускорений силы тяжести:

$$\left. \begin{aligned} g_i &= [V_i(t) - V_{i0}] / t = \operatorname{tg} \eta = \operatorname{const} ; \\ g_t &= [V_t(t) - V_{s0}] / t = 2 \operatorname{tg} \psi = \operatorname{tg} \lambda = \operatorname{const} ; \\ g_s &= [V_s(t) - V_{s0}] / t = \operatorname{tg} \psi = (\operatorname{tg} \lambda) / 2 = \operatorname{const} . \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

В этом аспекте известное ускорение силы тяжести $g_i=9,81 \text{ м/с}^2$ в соответствии с (1-2) характеризует быстроту изменения интервальной скорости свободного падения тел $V_i(t)$ и численно равно угловому коэффициенту $\operatorname{tg} \eta$ прямой $V_i(t)=f(t)$ (рис. 2). Отсюда следует, что прогнозы гравитационных движений и проявлений силы тяжести в геодинاميке необходимо выполнять с учетом существования всех трех расчетных скоростей (1) и присущих им ускорений (2), между которыми существуют строго определенные соотношения:

$$g_i = 9,81 \text{ м/с}^2 > g_t = 2g_s = 9,68 \text{ м/с}^2 > g_s = 4,84 \text{ м/с}^2. \quad (3)$$

Таким образом, ускорения гравитационного движения являются функцией как быстроты изменения (или угловых коэффициентов прямых $V(t)$) трех типовых скоростей этого движения $V_i(t)$, $V_t(t)$ и $V_s(t)$, так и абсолютной величины этих скоростей.

3. Использование интервального ускорения $g_i=9,81 \text{ м/с}^2$ вместо интегрального $g_s=4,84 \text{ м/с}^2$ для прогноза падения тел $S(t)=f(t)$ приводит к существенным погрешностям, возрастающим во времени. Отсюда следует, что при абсолютных измерениях ускорения силы тяжести предпочтение необходимо отдавать эмпирическим закономерностям $S(t)$ так как применение теоретических функций $S(t)$ может приводить к некорректностям, сопряженным с недостатками касательного дифференцирования, придающего константам физических законов нулевые значения. Поэтому необходимы дальнейшие исследования этой «неожиданной» и исключительно важной проблемы.