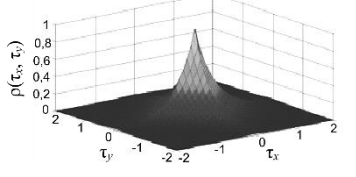
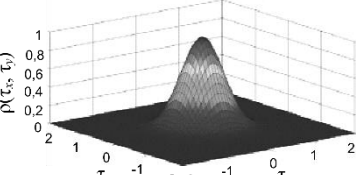
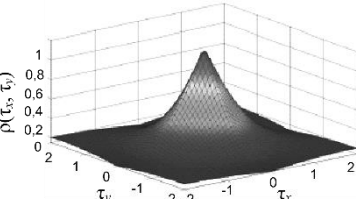
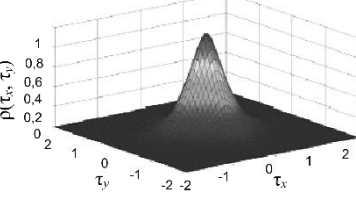
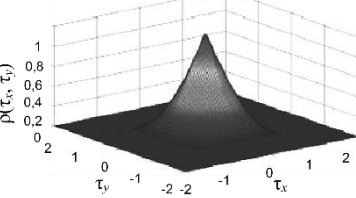


Автокорреляционные функции

Подобные функции используются для характеристики пространственной изменчивости грунта, где корреляция между двумя произвольными точками в грунте описывается функцией автокорреляции (Auto-Correlation Functions – ACF). В геотехнической практике структура функции автокорреляции для свойств грунта часто определяется на основе большого количества данных измерений и последующей обработки с использованием геостатистики (см., [вариограмма](#)) или теории случайных полей.

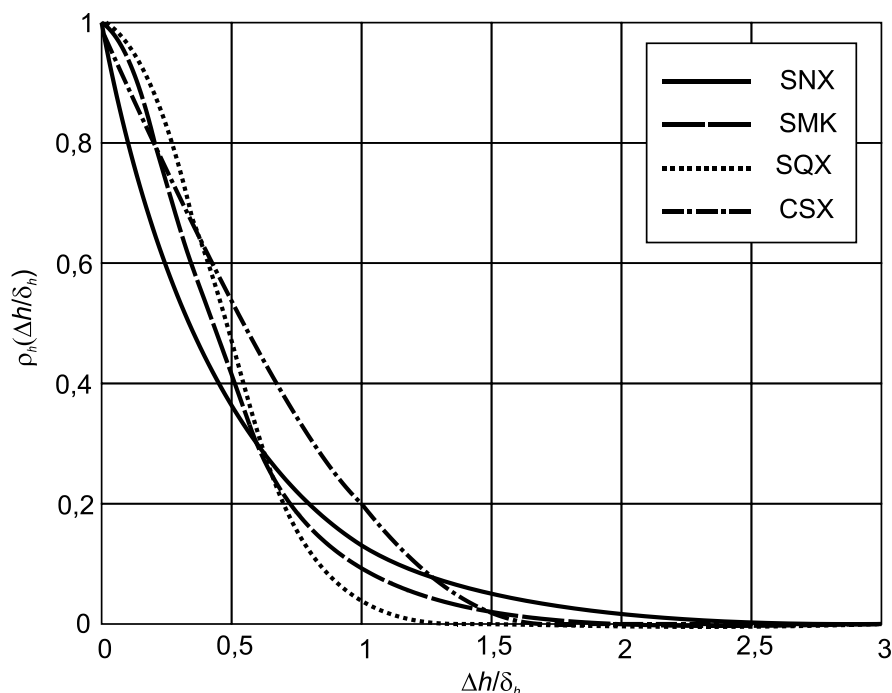
Таблица 1
Общие аналитические модели корреляционных функций

Тип функции	Выражение функции $\rho(\tau_x, \tau_y)$	График функции ($\theta_x=\theta_y=1$)
SNX	$\rho(\tau_x, \tau_y) = \exp\left[-2\left(\frac{\tau_x}{\theta_x} + \frac{\tau_y}{\theta_y}\right)\right]$	
SQX	$\rho(\tau_x, \tau_y) = \exp\left[-\pi\left(\frac{\tau_x^2}{\theta_x^2} + \frac{\tau_y^2}{\theta_y^2}\right)\right]$	
CSX	$\rho(\tau_x, \tau_y) = \exp\left[-\left(\frac{\tau_x}{\theta_x} + \frac{\tau_y}{\theta_y}\right)\right] \cos\left(\frac{\tau_x}{\theta_x}\right) \cos\left(\frac{\tau_y}{\theta_y}\right)$	
SMK	$\rho(\tau_x, \tau_y) = \exp\left[-4\left(\frac{\tau_x}{\theta_x} + \frac{\tau_y}{\theta_y}\right)\right] \left(1 + \frac{4\tau_x}{\theta_x}\right) \left(1 + \frac{4\tau_y}{\theta_y}\right)$	
BIN	$\rho(\tau_x, \tau_y) = \begin{cases} \left(1 - \frac{\tau_x}{\theta_x}\right) \left(1 - \frac{\tau_y}{\theta_y}\right) & \tau_x \leq \theta_x \\ & \tau_y \leq \theta_y \\ 0 & \text{else} \end{cases}$	

Примечание. τ_x, τ_y , соответственно, представляют собой относительное расстояние между горизонтальным и вертикальным направлениями любых двух точек; θ_x, θ_y , соответственно, представляют собой корреляционное расстояние в горизонтальном и вертикальном направлении.

Данные по исследованию площадок, как правило, ограничены и имеют низкую изученность, в основном, из-за сроков и стоимости изысканий. Следовательно, трудно достичь точной оценки структуры функции автокорреляции. С этой целью теоретические ACF с предполагаемыми значениями масштаба флуктуации часто используются в качестве замены для моделирования пространственной изменчивости грунтов в геотехническом вероятностном анализе, например анализе надежности оснований, склонов, подпорных стен и др.

В геотехнических приложениях обычно используются четыре автокорреляционные функции: одноэкспоненциальная (Single-Exponential – SNX), косинусно-экспоненциальная (Cosine Exponential – CSX), марковская второго порядка (Second-Order Markov – SOM) и квадратично-экспоненциальная Squared Exponential – SQX). В таблице 1 перечислены формулировки моделей автокорреляции, а на рисунке показаны четыре функции автокорреляции через нормализованное расстояние. На рисунке Δh представляет собой горизонтальное расстояние между точками, а θ_h – масштаб флуктуации в горизонтальном направлении. Функции на рисунке показывают, что для двух CPTU с горизонтальным расстоянием $2\theta_h$ автокорреляции малы.



Четыре автокорреляционные функции, нормализованные относительно горизонтального расстояния $\Delta h/\theta_h$