

Вероятностные модели в архитектурных расчетах

Мороз О.А.

Белорусский национальный технический университет

В работе рассматриваются вопросы изучения темы «Теория вероятностей и математическая статистика» на архитектурном факультете технического вуза, а также построение и использование вероятностных моделей при решении задач строительной механики.

Одной из важных задач при преподавании математики студентам-архитекторам является ознакомление с основными разделами этой дисциплины, развитие логического мышления и расширение научного кругозора. Небольшой по объему курс математики (34 часа лекций и 34 часа практических занятий) можно охарактеризовать с философской точки зрения как упорядоченный, детерминированный. При разработке новой учебной программы курса появилась мысль ознакомить студентов и со случайными явлениями (с философской точки зрения с хаотичностью), т.е., некоторое количество учебного времени посвятить рассмотрению теории вероятностей. Необходимость изучения хотя бы азов комбинаторики и теории вероятностей связано с тем, что в современных условиях мы непременно и постоянно сталкиваемся с решением нестандартных задач, носящих проблемный характер. Вероятностный стиль восприятия и описания исследуемых объектов, явлений окружающего мира, умение находить верное решение в неопределенных ситуациях – все это формируется при изучении этой дисциплины. Вероятностный стиль мышления предполагает вариативность принятия решений, положительное отношение к случайному как создателю новых возможностей.

Комбинаторные методы получили развитие в средневековой Европе, поскольку они имели наглядный прикладной характер, интересующий человека (игра в кости, в карты и т.д.). Решение задач на комбинаторику и сегодня увлекательно для студентов. О зарождении теории вероятностей как науки можно говорить с 17-ого века,

когда были введены два фундаментальных понятия: числовая мера вероятности события и понятие математического ожидания случайной величины. В 18-ом веке было предложено систематическое изложение теории вероятностей в работах Якоба Бернулли. Лаплас, Гаусс, Пуассон в 19-ом веке определили общие тенденции, развилась теория ошибок. В 20-ом веке А.Н.Колмогоров дал классическую аксиоматику теории вероятностей. Вероятностные методы начали проникать в самые различные прикладные науки. В настоящее время на вероятностных методах построены теория микромира в физике, теория наследственности в биологии, К.Пирсоном разработаны алгоритмы математической статистики, изучение которой стало обязательным элементом образования практически по всем специальностям.

В архитектурном образовании и проектной практике применение теории вероятностей только зарождается. Представляется, что в недалеком будущем оно станет необходимым компонентом современного подхода к проектированию. Поэтому вероятностные методы в архитектурных расчетах необходимо применять уже сейчас. Ведь на стадии проектирования архитектором рассматривается идеализированная расчетная модель, которая отличается от реального сооружения. Случайный характер внешних воздействий влияет на фактические деформации, перемещения, напряжения, которые становятся случайными величинами. Поэтому, в итоге, надежность конструкции может быть определена лишь с помощью вероятностных методов строительной механики с привлечением методов теории вероятностей.

Так, например, для характеристики здания большое значение имеет соотношение размеров, которое в той или иной степени меняет параметры обтекания сооружения воздушным потоком. Исследования аэродинамики – весомая часть в общем объеме проектных работ.

Известно, что нормативное значение ветрового давления

$$\omega_0 = \frac{\rho \cdot V^2}{2},$$

где ρ – плотность воздуха ($\rho = f(p, t) \approx const$, p – давление, t – температура), V – скорость ветра.

Скорость ветра представляет собой случайную функцию времени, являющуюся пространственным вектором с координатами $V_x(t)$, $V_y(t)$, $V_z(t)$.

Распределение горизонтальных составляющих скорости ветра $V_x(t)$ и $V_y(t)$ определяют розу ветров. В качестве функции распределения скоростей ветра используют распределение Вейбулла

$$P(\omega) = 1 - \exp(-c\omega^b), \quad c > 0, \quad b > 0, \quad 0 < \omega < \infty.$$

Данный пример свидетельствует, что владение методами построения вероятностных моделей профессиональных задач является необходимым элементом подготовки современного конкурентоспособного архитектора, которому в своей проектной практике придется сталкиваться с самыми разнообразными и неожиданными задачами, требующими разрешения с применением теории вероятностей.

Ирако-британский архитектор Заха Хадид вывела поэтическую формулу архитектурного образования: «Я не думаю, что людей можно научить архитектуре. Людей можно только вдохновлять...». Этот тезис только подчеркивает многообразие мира, где архитектура как искусство и математика как наука взаимно дополняют друг друга.