

Некоторые математические методы в дорожном строительстве

Мороз О.А.

Белорусский национальный технический университет

В статье разбираются некоторые задачи, связанные с вопросами проектирования и строительства автомобильных дорог, содержащие учебный математический контент.

Математике в техническом вузе отводится роль общеобразовательной дисциплины. Являясь основным инструментом инженерных исследований, математика помогает решать инженеру профессиональные задачи. Поэтому важно понимать и отслеживать тесную связь преподавания этой дисциплины с потребностями конкретной профессии, а именно, в данном случае, с вопросами, связанными с дорожным проектированием и строительством.

Студент-первокурсник слабо представляет себе роль математики в будущей профессии, что свидетельствует об отсутствии преемственности между курсами высшей математики и специальными дисциплинами, о слабой профессиональной направленности в преподавании фундаментальных разделов математики. Даже можно говорить о некоторой автономности существования математики и профильных дисциплин. Поэтому при изложении курса высшей математики для студентов факультета транспортных коммуникаций видится два основных направления:

во-первых, это ознакомление с новыми узловыми понятиями курса – матрицы, векторы, кривые и поверхности 2-го порядка, производные, интегралы, дифференциальные уравнения, ряды, вероятность, элементы математической статистики.

во-вторых, разбор прикладных направлений этих понятий на конкретных примерах, связанных с проектированием и строительством автомобильных дорог.

Вспоминая известного «первого инженера» Архимеда, убеждаемся, что полученные абстрактные математические понятия часто непосредственно применяются при решении вполне конкретных практических задач.

Рассмотрим задачу исследования рисков при производстве дорожно-строительных материалов для обеспечения качества дорожного строительства [1]. Определение оптимальных составов щебеночно-мастичного асфальтобетона с применением трехфакторного плана эксперимента начина-

ется с построения матрицы, описывающей пределы варьирования для получения адекватной модели зависимости прочности асфальтобетонной смеси от расхода наполнителя, гранитного отсева и отношения битумного связующего к целлюлозной добавке.

Таблица 1.

N п/п	Наименование варьируемого фактора	Математ. символ	Значение фактора на нуле- вом уровне X	Интервал варьи-ро- вания	Область измене- ния фактора -1	Область измене- ния фак- тора + 1
1	Битум/целлю- лозная добавка	X_1	11,40	0,50	10,90	11,90
2	Содержание шлакового за- полнителя, %	X_2	69,70	10	59,70	79,70
3	Содержание гранитного от- сева, %	X_3	11,70	1	10,70	12,70

Таким образом, студенты должны быть ознакомлены с таким понятием как матрица, уметь с ним работать. Далее, по результатам расчетов было получено уравнение регрессии, а проверку значимости коэффициентов и адекватности модели проводили с помощью t - критерия Стьюдента и F – критерию Фишера. Отсюда следует необходимость знания уравнения регрессии, критериев Стьюдента и Фишера, доверительных интервалов, т.е. изучить теорию вероятностей и математическую статистику. Методы теории вероятностей и математической статистики можно использовать для оценки качества прочности дорожно-строительных материалов, в частности для их исследования на водонасыщение, износ и деформацию.

Известно, что распределение температуры в асфальтобетонном покрытии во времени описывается известным уравнением Фурье-Кирхгофа:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \operatorname{div}(\lambda \nabla T).$$

А в общем случае закон теплопроводности в дифференциальной форме выражается зависимостью

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial z} dF d\tau .$$

Значит, нужно изучать и обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных.

В построении системы «Дорожная конструкция – Транспортное средство» используются структурные матрицы

$$B_F = \begin{pmatrix} b_a & 0 & 0 \\ 0 & b_k & 0 \\ 0 & 0 & b_d \end{pmatrix}, \text{ где } b_a - \text{коэффициент демпфирования элементов под-}$$

вески транспортного средства, b_k – коэффициент демпфирования шины, b_d – коэффициент демпфирования дорожной конструкции;

$$X_F = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Тогда матрица демпфирования имеет вид $B = X_F B_F X_F^T$.

Таким образом, нужно не только представлять себе такой математический объект как матрица, но и уметь проводить с ними различные операции.

Рассматривая подобные примеры на лекциях и практических занятиях, мы не только обучаем математике, но и вовлекаем студентов в специфическую профессиональную тематику.

Глубоко познать специальные дисциплины можно лишь имея высокий уровень математического мышления и овладения соответствующими терминами и понятиями. Поэтому факт изучения курса высшей математики на факультете транспортных коммуникаций на протяжении двух лет обучения является очень важным. Желательно было бы добавить в учебный процесс комплексы лабораторных работ.

Литература

1. Штефан Ю.В., Зорин В.А. Методы выявления и оценки рисков в дорожном строительстве и машиностроении. Монография. – М: МАДИ, 2017. – С. 17.