УДК 51-74

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ПРОФЕССИИ ИНЖЕНЕРА-СТРОИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

***Шершнева Екатерина Александровна**, студент 1-го курса*
кафедры «Автомобильные дороги»
(Научный руководитель – Забавская А.В., старший преподаватель)

Я учусь на инженера-строителя автомобильных дорог. Моя будущая профессия будет связана с проектированием, строительством и ремонтом автомобильных дорог. Инженер-строитель создает дорожные сооружения, мосты и дорожные покрытия. Инженер-строитель мне видится специалистом, который готов постоянно развиваться и познавать новое в своей профессиональной деятельности. Как говорил М. Горький: «Всегда учиться, всё – знать! Чем больше узнаешь, тем сильнее станешь!»

Формирование математического аппарата является важной составляющей в подготовке инженера-строителя. Математика – чрезвычайно мощный и гибкий инструмент при изучении специальных и общетехнических дисциплин дорожного профиля. Например, в ВУЗе первые занятия по математике посвящены изучению матриц, которые играют немаловажную роль в инженерной деятельности. Так, метод конечных элементов и система двухмерного и трехмерного проектирования и черчения основаны на матричных вычислениях; метод наименьших квадратов данных съемки на местности, размещенных в программе AutoCAD и Civil 3D также использует матричное исчисление.

В настоящее время немаловажную роль одним из важнейших навыков для инженера любого профиля, в том числе специалиста-дорожника, является умение решать и применять дифференциальные уравнения, которые изучаются в курсе математики. Математические знания, полученные при изучении «Обыкновенных дифференциальных уравнений» широко используются при построении моделей реальных ситуаций и решении практико-ориентированных задач в содержании специальных дисциплин дорожного профиля. Так, дифференциальные уравнения применяются в таких дисциплинах, как «Сопротивление материалов» (дифференциальное уравнение движения массы и балки, дифференциальные уравнения равновесия изгибаемой цилиндрической оболочки при осесимметричном нагружении), «Теоретическая механика» (дифференциальные уравнения движения точки) и др. Приведем Пример 1 применения дифференциальных уравнений в специальной дисциплине «Производственные предприятия дорожного хозяйства»

Пример 1. Если исследуемый процесс $y = f(x)$ протекает так, что его скорость относительно независимой переменной x пропорциональна текущему значению самого процесса y, то он может быть описан уравнением

$$\frac{dy}{dx} = ky,\; y = Ce^{kx}.$$

Если коэффициент пропорциональности $k > 0$, то с возрастанием x процесс y нарастает. Если $k < 0$, то с возрастанием x процесс y убывает. Процесс перемешивания автодорожных смесей осуществляется на базе общей теории перемешивания, основным параметром которой является концентрация C одного из компонентов смеси или поверхность раздела S между перемешиваемыми веществами. Закон развития процесса перемешивания состоит в том, что изменение основного параметра в единицу времени пропорционально величине самого параметра. В дифференциальной форме запишется

$$\frac{dc}{dt} = -mC$$

здесь t – время перемешивания; m – коэффициент, характеризующий интенсивность протекания процесса в данных условиях. Интегрирование с учетом начальных и конечных условий приводит к закономерностям:

$$C = C_0\left(1 - e^{-mt}\right),$$

где C_0 – концентрация вещества при абсолютно однородном распределении его (начальная концентрация равна нулю) [1].

На занятиях математикой нами рассматривалась следующая задача.

Задача 1.

Найти зависимость растворившегося вещества x от времени, если количество вещества, дающего насыщенный раствор, равно P.

Решение.

Пусть скорость растворения твердого тела в жидкости пропорциональна количеству этого вещества, еще могущего раствориться в жидкости до насыщения последней. Тогда дифференциальное уравнение растворения твердого тела имеет вид

$$\frac{dx}{dt} = k\left(P - x\right)$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Разделяя переменные и интегрируя, получим

$$\frac{dx}{P - x} = kdt,\ x = P + Ce^{-kt}.$$

При $t = 0$, т.е. в начальный момент времени $x = 0$. Отсюда $C = -P$, и окончательно получим

$$x = P\left(1 - e^{-kt}\right).$$

Широкое применение дифференциальные уравнения получили в описании переноса примесей в атмосфере по Г.И. Марчуку, которое рассматривается при изучении дисциплины «Дорожная климатология». Соответствующее уравнение имеет вид

$$\frac{\partial\varphi}{\partial t} + u\frac{\partial\varphi}{\partial x} + v\frac{\partial\varphi}{\partial y} + \omega\frac{\partial\varphi}{\partial z} = 0,$$

где $\varphi\left(x, y, z, t\right)$– интенсивность мигрирущей в атмосфере аэрозольной субстанции; x, y, z – пространственные координаты; t – время; u, v, ω – коэффициенты переноса [2].

Кроме того, дифференциальные уравнения применяются при решении задач, связанных с: выделением тепла в результате трения шин транспортных средств о дорожные одежды; оптимизацией управления производственным процессом при организации дорожного строительства.

В настоящее время важную роль в развитии теории дифференциальных уравнений играет применение современных электронных вычислительных машин. Исследование дифференциальных уравнений часто облегчает возможность провести вычислительный эксперимент для выявления тех или иных свойств их решений, которые потом могут быть теоретически обоснованы и послужат фундаментом для дальнейших теоретических исследований. При построении математической модели можно изучать явление в целом, предсказать его развитие, совершать количественные оценки изменений, происходящих в нем с течением времени.

Таким образом, изучение дифференциальных уравнений в курсе математики является неотъемлемой составляющей в формирования базовых понятий при освоении общетехнических и специальных дисциплин при подготовке инженеров-строителей автомобильных дорог.

Литература:

1. Миронов, А.А. Автомобильные дороги и охрана окружающей среды / под ред. В.М.Могилевича. – Томск : Изд-во Том. Ун-та, 1986. – 280 с.
2. Производственные предприятия дорожной отрасли / Я.Н. Ковалев и др.] – Минск: АртДизайн, 2009 – Ч. 1: Теоретический курс. 2009. – 239 с.