МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА» НА ФАКУЛЬТЕТЕ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БГУ

Л.Л. Березкина, А.Г. Гутор, А.А. Егоров

На факультетах университетов, готовящих студентов по физическим специальностям, в программу по высшей математике обязательно включается раздел «Элементы тензорного исчисления». На факультете радиофизики и компьютерных технологий этот раздел входит в программу курса «Аналитическая геометрия и линейная алгебра». Изучение тензорного исчисления, как правило, начинается с повторения отдельных тем линейной алгебры в новых, так называемых «тензорных» обозначениях. Переход к другим обозначениям по времени занимает одну лекцию, в течение которой новая информация не излагается. Это вызывает определенные сложности у студентов, в результате чего большинство из них к изучению тензоров так и не приступают. В связи с этим авторам показалось целесообразным перестроить курс линейной алгебры, начиная изложение материала с раздела «Линейные пространства» на основе индексной записи.

При введении понятия базиса линейного пространства условимся обозначать номера базисных векторов нижними индексами, а номера координат – верхними. Причина этого становится ясной после рассмотрения основного примера матрицы перехода – матрицы Якоби.

Предположим, что в области G трехмерного пространства задана криволинейная система координат (x^1, x^2, x^3). В каждой точке M_0 области G векторы $\vec{e}_i = \dfrac{\partial \vec{r}}{\partial x^i}(M_0)$ образуют базис. Если задана криволинейная система координат $(x^{1'}, x^{2'}, x^{3'})$, то возникает еще один базис $\vec{e}_{i'} = \dfrac{\partial \vec{r}}{\partial x^{i'}}(M_0)$, причем

$$\vec{e}_{i'} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^{i'}} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1}\,\frac{\partial x^1}{\partial x^{i'}} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2}\,\frac{\partial x^2}{\partial x^{i'}} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^3}\,\frac{\partial x^3}{\partial x^{i'}} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i}\,\frac{\partial x^i}{\partial x^{i'}} = \frac{\partial x^i}{\partial x^{i'}}\,\vec{e}_i.$$

Таким образом, матрицей перехода от базиса $(\vec{e}_i)$ к базису $(\vec{e}_{i'})$ является матрица Якоби $T = (t^i_{i'})$, где $t^i_{i'} = \dfrac{\partial x^i}{\partial x^{i'}}$. Заметим, что индекс i', номер базисного вектора, автоматически оказался внизу, под чертой, а индекс i, номер координаты, оказался над чертой, т. е. вверху.

При таком изложении основные формулы выводятся одним способом, логически вытекающим из определений и не требующим каких-либо искусственных приемов. Эти формулы также легко записываются без формального заучивания, а переход от записи основных законов в индексной форме к традиционной матричной осуществляется на основании «правила цепочки». Естественным образом возникают примеры тензоров, что объясняет необходимость введения этого понятия.

Начиная с 1998 года мы начали перестраивать изложение курса на основе использования индексной формы записи. В 2012 году в издательстве РИВШ вышло учебное пособие Л. Л. Березкиной «Аналитическая геометрия и линейная алгебра» с грифом Министерства образования Республики Беларусь. Основной целью пособия была идея перехода к изложению линейной алгебры в тензорных обозначениях, что особенно важно для физических и радиофизических факультетов. В настоящее время готовится четвертое издание этой книги.

В своем докладе авторы планируют рассказать и о других особенностях преподавания вышеназванного курса. Так, например, при изложении теории кривых и поверхностей второго порядка приводится определение канонического уравнения второй степени, которое отсутствует в классических учебниках по аналитической геометрии. Это определение позволяет корректно обосновать классификацию кривых и поверхностей второго порядка. Для решения многих задач приведены четкие алгоритмы. В частности, при изложении темы «Собственные векторы» с полным обоснованием приводится метод алгебраических дополнений, который позволяет в случае простых корней легко находить собственные векторы, а для матриц третьего порядка – практически устно.

Для большей доступности изложения приводятся многочисленные примеры, причем многие из них являются нестандартными. Например, в теории линейных операторов предлагается вычисление интегралов вида

$$\int e^{\alpha t}\sin\beta t\,dt = \frac{1}{\alpha^2+\beta^2}(\alpha e^{\alpha t}\sin\beta t - \beta e^{\alpha t}\cos\beta t) + C_1,$$

$$\int e^{\alpha t}\cos\beta t\,dt = \frac{1}{\alpha^2+\beta^2}(\beta e^{\alpha t}\sin\beta t + \alpha e^{\alpha t}\cos\beta t) + C_2,$$

а также решение некоторых интегральных уравнений.

Будут обсуждены актуальные вопросы, связанные с особенностями чтения лекций и проведения практических занятий на факультете радиофизики и компьютерных технологий с использованием ИКТ в условиях дистанционного обучения.

ОБ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ» ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ФАКУЛЬТЕТА РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЕЛГОСУНИВЕРСИТЕТА

Л.Л. Березкина, А.А. Егоров

Дисциплина «Методы математической физики» традиционно преподается на факультете радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета и является последней в перечне общих математических дисциплин, читаемых на факультете. В связи с изменениями в учебных планах в следующем учебном году планируется существенное увеличение количества часов, отводимых как на лекции, так и на проведение практических занятий. Это дает возможность включить в программу дисциплины некоторые дополнительные темы. В частности, в работе [1] было указано на целесообразность рассмотрения на практических занятиях ряда математических моделей, связанных с явлением резонанса в задачах колебаний струн и стержней. В развитии этой идеи в настоящем сообщении обсуждается возможность