УДК 511/519:378.147.88

РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ПРИКЛАДНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Сидоренко-Николашина Е.Л., к.пед.н., зав. кафедрой прикладной механики, физики и математики ЮФ НУБиП Украины «Кримский агротехнологический университет»

В данной статье сформулирована проблема профессиональной подготовки студентов инженерных специальностей, аргументирована целесообразность рассмотрения для них задач прикладной направленности. Решены некоторые задачи механики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

***Ключевые слова**: высшая математика, прикладная направленность, задачи механики, обыкновенные дифференциальные уравнения.*

Введение. Начало образования единого европейского пространства высшего образования было заложено в июне 1999 года в Болонье представителями 29 стран, подписавшими соглашение о добровольном участии в данном процессе. Украина присоединилась к Болонскому процессу в 2005 году, после подписания декларации министром образования страны.

С этого момента система образования в Украине усилила акцент на подготовке высоко квалифицированных специалистов, личностные качества которых должны отвечать современным требованиям науки и производства. В частности, сегодняшние выпускники вузов должны уметь решать профессиональные задачи различного уровня сложности, выдерживать жесткую конкуренцию, как на отечественном рынке труда, так и на общеевропейском уровне.

Глубокое реформирование агропромышленного комплекса, осуществляемое на принципах частной собственности на землю и имущество, обуславливает современные стратегические направления аграрной политики в стране. Существенное расширение номенклатуры технологического оборудования, использование прогрессивных наукоемких технологий пищевых и перерабатывающих производств, скачок возрастания сложности сельскохозяйственной техники изменили требования к знаниям, умениям и навыкам будущих инженеров, в том числе по высшей математике.

Абитуриенты агротехнологических факультетов, пополняющие ряды студенчества, преимущественно являются выпускниками сельских школ. Этот факт влечет за собой зачастую их слабую математическую подготовку и лежит в основе ***главной проблемы профессиональной подготовки*** будущих специалистов-аграриев. Специфика обучения студентов агротехнологических специальностей состоит также в том, что большая доля учебных часов отводится на профессиональные дисциплины, в том числе на производственную практику. Однако с падением производства все труднее стало осуществлять интеграцию образования, науки и производства. При этом значительная часть учебного материала выносится на самостоятельное изучение. Учитывая сложность теоретических основ и прикладного аппарата высшей математики, все выше изложенные факты отнюдь не способствуют эффективному усвоению студентами математических знаний. В связи с этим ***актуальным*** является анализ существующих методов преподавания высшей математики и на его основе разработка инновационных педагогических методов.

Одним из важнейших дидактических принципов, позиционируемым учеными, является принцип связи теории с практикой. Он служит фундаментом метода изложения учебного материала, при котором демонстрация и закрепление основных моментов теории, рассмотренных во время лекций, осуществляется посредством решения прикладных задач на практических занятиях. Особенно ***актуально*** говорить о необходимости решения задач профессиональной направленности для студентов инженерных специальностей: механиков, технологов, землеустроителей, факультетов садово-паркового и лесного хозяйства. Данный принцип разрабатывался ранее такими учеными, как Л.В. Васяк [1], Г.М. Возняк [2], Т.В. Крылова [3], Н.И. Лазарев [4], В.М. Олексенко [5], Н.С. Пискунов [6] и другими. Однако данный принцип обучения недостаточно разработан применительно к подготовке будущих инженеров агропромышленного комплекса.

Одним из разделов высшей математики, к которым приводят прикладные задачи, является теория обыкновенных дифференциальных уравнений (ДУ).

Цель – рассмотреть некоторые задачи прикладной направленности, решаемые в курсе высшей математики для студентов различных инженерных специальностей и приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

Основная часть. Многие процессы в природе можно описать с помощью функции. При решении многих прикладных задач по заданным свойствам функции требуется найти эту функцию. Для нахождения неизвестной функции по данным ее свойствам составляют математическую модель, связывающую неизвестную величину с величинами, задающими эти свойства. Поскольку свойства зачастую выражаются через производные или дифференциалы того или иного порядка, то приходят к уравнениям, которые связывают независимую переменную, искомую функцию и ее производные. Такие уравнения называются дифференциальными (термин принадлежит Г.Лейбницу, 1676 г.). Рассмотрим задачу, приводящую к понятию дифференциального уравнения. С целью четкости изложения окончание решения каждой задачи будем отмечать символом $\bullet$.

Задача 1. Материальная точка массы m замедляет свое движение под действием силы сопротивления среды, пропорциональной квадрату скорости v. Найти зависимость скорости от времени.

Решение. Пусть независимая переменная t – время, отсчитываемое от начала замедления движения материальной точки. Тогда скорость точки V является функцией аргумента t, то есть $V = V(t)$. Для нахождения $V(t)$ воспользуемся вторым законом Ньютона (основным законом механики):

$$m \cdot a = F\ , \tag{1}$$

где $a = V'(t)$ – ускорение движущегося тела,

$F = -k \cdot V^2$ – результирующая сила, действующая на тело в процессе движения ($k > 0$ – коэффициент пропорциональности, знак минус указывает на то, что скорость тела уменьшается). Следовательно, функция $V = V(t)$ является решением уравнения (1), которое записывается в виде:

$m \cdot V' = -k \cdot V^2$ или $V' = -\dfrac{k}{m}V^2$.

Полученное уравнение является обыкновенным дифференциальным первого порядка. Заметим, что в качестве вязкой среды может выступать любое масло растительного происхождения, глицерин, смазочные масла•

Можно показать, что подобные уравнения играют исключительно важную роль при решении самых разнообразных задач:

– «радиоактивный распад» – закон изменения массы радия в зависимости от времени описывается дифференциальным уравнением $\dfrac{dm}{dt} = -k \cdot m$, где $k > 0$ – коэффициент пропорциональности, $m(t)$ – масса радия в момент t;

– «закон охлаждения тел» – закон изменения температуры тела X в зависимости от времени (в различных технологических процессах, связанных с понятием теплоты - пастеризация молока и др.) описывается уравнением $\dfrac{dX}{dt} = k(X - t_0)$, где $k > 0$ – коэффициент пропорциональности, $X(t)$ – температура тела в момент времени t, X_0 – температура воздуха (среды охлаждения);

– «закон размножения бактерий» – зависимость массы m бактерий от времени t описывается уравнением $\dfrac{dm}{dt} = k \cdot m$, где $k > 0$ – коэффициент пропорциональности (например, пищевых бактерий, образующихся в процессе брожения в виноделии и др.);

– закон изменения давления воздуха в зависимости от высоты над уровнем моря описывается уравнением $\dfrac{dp}{dh} = -k \cdot p$, где $k > 0$ – коэффициент пропорциональности, $p(h)$ – атмосферное давление воздуха на высоте h …

Выделим ряд задач профессиональной направленности, которые также целесообразно рассмотреть при изложении курса высшей математики студентам инженерных специальностей, непосредственно при изучении обыкновенных дифференциальных уравнений.

Задача 2. В резервуар, содержащий 10 кг соли на 100 литров смеси, каждую минуту поступает 30 литров воды и вытекает 20 литров смеси. Определить, какое количество соли останется в резервуаре через t минут, в предположении, что смесь мгновенно перемешивается.

Решение. Пусть x – количество соли в резервуаре в момент времени t, тогда скорость изменения количества соли в смеси с течением времени равна $\frac{dx}{dt}$.

Объем смеси в резервуаре в момент времени t: $v = 100 + 30t - 20t = 100 + 10t$. Поэтому концентрация соли (т.е. количество соли, содержащейся в единице объема смеси) в момент времени t будет равна

$$\frac{x}{100 + 10t}. \tag{2}$$

Так как объем вытекшей за этот промежуток времени смеси 20 литров, то умножив ее на концентрацию соли (2), получим дифференциальное уравнение

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{20 \cdot x}{100 + 10t}, \text{ или } dx = -\frac{2x}{10 + t}dt. \tag{3}$$

Разделяя в (3) переменные и интегрируя, последовательно получаем:

$\frac{dx}{x} = -\frac{2}{10 + t}dt$ или $\int \frac{dx}{x} = -2\int \frac{dt}{10 + t}$, то есть $\ln x = -2\ln(10 + t) + \ln C$.

$$\text{Отсюда } x = \frac{C}{(10 + t)^2}. \tag{4}$$

По условию задачи начальное условие $x(0) = 10$. Подставим его в (4), получим $\frac{C}{100} = 10$, т.е. C=1000. Поэтому закон изменения количества соли x в килограммах, находящейся в резервуаре, в зависимости от протекшего времени t в минутах дается формулой

$$x = \frac{1000}{(10 + t)^2}. \tag{5}$$

Заметим, что из формулы (5), зная количество соли, оставшейся в резервуаре (последнее легко установить, измеряя объем резервуара и концентрацию соли в нем), можно определить, сколько времени прошло от начала процесса. Задачу на вычисление концентрации соли в растворе можно применить в технологическом процессе производства брынзы •

Задача 3. Согласно закону Ньютона, скорость охлаждения тела пропорциональна разности температур тела и окружающей среды. Известно, что в течение 20 мин тело охлаждается от 100^0 до 60^0. Через сколько времени с момента начала охлаждения температура тела понизится до 30^0, если температура окружающей среды составляет 20^0?

Решение. Пусть x – температура тела в момент времени t. Охлаждение – процесс неравномерный. С изменением разности температур в течение процесса меняется также и скорость охлаждения тела. Поэтому переменная величина x зависит от переменной величины t. Скорость изменения величины x есть производная $\frac{dx}{dt}$.

Согласно условию задачи уравнение, описывающее рассматриваемый процесс охлаждения, имеет вид: $\frac{dx}{dt} = k(x - 20)$, коэффициент пропорциональности $k > 0$. Решим полученное уравнение с разделяющимися переменными:

$$\frac{dx}{x - 20} = kdt \ ; \ \int \frac{dx}{x - 20} = k \int dt \ ; \ \ln\left|x - 20\right| = kt + \ln C \ ; \ x - 20 = C \cdot e^{kt} \ \text{или}$$

$$x = C \cdot e^{kt} + 20 \ - \tag{6}$$

общее решение данного уравнения.

Определим значение произвольной постоянной, исходя из начальных условий задачи $x(0) = 100$, подставим их в (6), получим: $100 = C \cdot e^{k \cdot 0} + 20$, откуда $100 = C \cdot 1 + 20$, $C = 80$. Значит, частное решение данного уравнения, удовлетворяющее заданным начальным условиям, имеет вид:

$$x = 80 \cdot e^{kt} + 20 \ . \tag{7}$$

Осталось вычислить коэффициент k. Из условия задачи также известно, что $x(20) = 60$, значит после подстановки в (7) получим: $60 = 80 \cdot e^{k \cdot 20} + 20$, откуда $80 \cdot e^{k \cdot 20} = 40$, $e^{k \cdot 20} = \frac{1}{2}$, $e^{k} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{20}}$. Окончательно получим зависимость температуры тела от времени:

$$x(t) = 80 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{20}} + 20 \ . \tag{8}$$

Ответим на вопрос задачи: через сколько времени с момента начала охлаждения температура тела понизится до 30^0, если температура окружающей среды составляет 20^0? Полагая в (8) величину $x(t) = 30$, имеем

$$30 = 80 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{20}} + 20 \text{, откуда находим } \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{20}} ; \ 3 = \frac{t}{20} ; \ t = 60 \ .$$

Таким образом, температура тела понизится до 30^0 через 60 мин (или 1 час) после начала охлаждения. Идея решения данной задачи применима в технологических процессах пастеризации молока и производства кефира, основанных на подогреве и охлаждении продукта •

Задача 4. С некоторой высоты начинает падать тело массы m. Необходимо установить, по какому закону изменяется скорость падения этого тела V, если на него помимо силы притяжения действует сила сопротивления воздуха, пропорциональная скорости движения (с коэффициентом пропорциональности $k > 0$). Решить полученное уравнение.

Решение. Согласно второму закону Ньютона:

$$m \frac{dV}{dt} = F \ , \tag{9}$$

где $\frac{dV}{dt}$ – ускорение движущегося тела, F – сила, действующая на тело в направлении движения, состоящая из силы притяжения mg и силы сопротивления воздуха kV. С учетом равнодействующих сил, уравнение (9) принимает вид $m\frac{dV}{dt} = mg - kV$ – линейное неоднородное ДУ 1-го порядка. Перепишем его в виде:

$$\frac{dV}{dt} + \frac{kV}{m} = g. \tag{10}$$

Решим данное уравнение методом вариации произвольной постоянной – методом Лагранжа. Найдем общее решение соответствующего однородного уравнения – уравнения с разделяющимися переменными:

$$\frac{dV}{dt} + \frac{kV}{m} = 0;\ \frac{dV}{dt} = -\frac{kV}{m};\ \frac{dV}{V} = -\frac{k}{m};\ \ln|V| = -\frac{kt}{m} + \ln C;\ V = C \cdot e^{-\frac{kt}{m}}.$$

Применим вариацию произвольной постоянной $C = C(t)$.

Тогда $V = C(t) \cdot e^{-\frac{kt}{m}}$ – (11)

общее решение исходного линейного неоднородного уравнения (10). Продифференцируем функцию (11):

$\frac{dV}{dt} = \frac{dC}{dt} \cdot e^{-\frac{kt}{m}} + C \cdot e^{-\frac{kt}{m}} \cdot \left(-\frac{k}{m}\right)$. Подставляя в решаемое неоднородное уравнение (10), получаем:

$$\frac{dC}{dt} \cdot e^{-\frac{kt}{m}} + C \cdot e^{-\frac{kt}{m}} \cdot \left(-\frac{k}{m}\right) + \frac{k}{m} \cdot C \cdot e^{-\frac{kt}{m}} = g \text{ или } \frac{dC}{dt} \cdot e^{-\frac{kt}{m}} = g. \tag{12}$$

Разделяем переменные в уравнении (12): $dC = g \cdot e^{\frac{kt}{m}} dt$.

Интегрируем обе части полученного равенства: $C(t) = \int g \cdot e^{\frac{kt}{m}} dt = \frac{gm}{k} e^{\frac{kt}{m}} + C_1$. Данное выражение для константы интегрирования подставим в (11). Получим искомое решение линейного неоднородного уравнения:

$$V = C(t) \cdot e^{-\frac{kt}{m}} = \left(\frac{gm}{k} e^{\frac{kt}{m}} + C_1\right) \cdot e^{-\frac{kt}{m}} = C_1 \cdot e^{-\frac{kt}{m}} + \frac{gm}{k}. \tag{13}$$

В данном случае C_1 – это произвольная постоянная, которую находят, используя начальное условие: $V(0) = V_0$, подставляя их в (13). Тогда $V_0 = C_1 + \frac{gm}{k}$, откуда $C_1 = V_0 - \frac{gm}{k}$. При подстановке данного значения в (13) получаем искомую скорость свободно падающего тела, вычисляемую по формуле:

$$V(t)=\left(V_0-\frac{gm}{k}\right)\cdot e^{-\frac{kt}{m}}+\frac{gm}{k}\ \bullet$$

Задача 5. Два одинаковых груза подвешены к концу пружины. Найти уравнение движения, которое будет совершать один из этих грузов, если другой оборвется.

Решение. Пусть изменение (увеличение) длины пружины под действием одного груза в состоянии покоя равно a и масса груза m. Обозначим через x координату груза, отсчитываемую по вертикали от положения равновесия при наличии одного груза (ось координат $0x$ выбираем направленной вертикально вниз). Тогда на основании второго закона Ньютона $m\cdot a=F$ и с учетом механического смысла второй производной функции одной переменной, получим:

$$m\frac{d^2x}{dt^2}=mg-k(x+a), \tag{14}$$

где коэффициент $k=\dfrac{mg}{a}$. Сократим уравнение на $m\neq 0$ (груз ненулевой массы). Тогда

$$\frac{d^2x}{dt^2}=-\frac{g}{a}x \text{ или } \frac{d^2x}{dt^2}+\frac{g}{a}x=0. \tag{15}$$

В более привычном виде уравнение (15) запишем:

$$x''+\frac{g}{a}x=0 \tag{16}$$

линейное однородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение $\lambda^2+\frac{g}{a}=0$ или $\lambda^2=\frac{g}{a}\mathrm{i}^2$ имеет комплексно-сопряженные корни $\lambda_{1,2}=\pm\sqrt{\frac{g}{a}}i$, поэтому общее решение уравнения (16) имеет вид

$$x=C_1\cos\sqrt{\frac{g}{a}}t+C_2\sin\sqrt{\frac{g}{a}}t. \tag{17}$$

Из начальных условий следует, что при $t=0$: $x(0)=a$ и $\frac{dx}{dt}=0$. Подставим их в (17) – найдем произвольные постоянные: $x(0)=C_1\cos 0+C_2\sin 0 \quad\Rightarrow\quad C_1=a$.

Продифференцировав решение (17) и подставив в полученное начальные условия, можем записать:

$$x'=\left(-C_1\sin\sqrt{\frac{g}{a}}t+C_2\cos\sqrt{\frac{g}{a}}t\right)\cdot\sqrt{\frac{g}{a}}\ \Rightarrow\ x'(0)=C_2\cdot\sqrt{\frac{g}{a}}=0\ \Rightarrow\ C_2=0.$$

Найденные значения констант $C_1=a$ и $C_2=0$ обуславливают окончательный вид искомого частного решения уравнения (16) – уравнения движения одного из грузов при обрыве другого: $x=a\cdot\cos\sqrt{\frac{g}{a}}t\ \bullet$

Одним из распространенных в механике видов движения являются свободные колебания. Колебания – это движения или процессы, обладающие той или иной степенью повторяемости во времени.

Колебания свойственны всем явлениям природы: пульсирует излучение звёзд, внутри которых происходят циклические ядерные реакции; с высокой степенью периодичности вращаются планеты Солнечной системы; движение Луны вызывает приливы и отливы на Земле; в земной ионосфере и атмосфере циркулируют потоки заряженных частиц; ветры возбуждают колебания и волны на поверхности водоёмов и т.д. Природа звука – это распространяющиеся механические колебания плотности и давления воздуха, а свет – очень быстрые колебания электрических и магнитных полей, воспринимаемых нами. Так мы получаем прямую информацию об окружающем мире.

Свободные, или собственные, колебания являются движением системы, предоставленной самой себе, в отсутствии внешних воздействий. При малых отклонениях от состояния равновесия движения системы удовлетворяют принципу суперпозиции, согласно которому сумма двух произвольных движений также составляет допустимое движение системы; такие движения описываются линейными уравнениями (в частности, дифференциальными). Если система ещё и консервативна (т. е. в ней нет потерь или притока энергии извне), а её параметры не изменяются во времени, то любое собственное колебание может быть однозначно представлено как сумма нормальных колебаний, синусоидально изменяющихся во времени с определёнными собственными частотами.

В технике колебания либо выполняют определённые функции, обязанности (маятник, колебательный контур, генератор колебаний и др.), либо возникают как неизбежное проявление физических свойств (вибрации машин и сооружений, неустойчивости и вихревые потоки при движении тел в газах и т. д.). В связи с этим целесообразно рассмотреть задачу о свободных колебаниях, которые еще раз приведут нас к решению дифференциального уравнения.

Задача 6. Частица движется вдоль оси под действием квазиупругой силы, направленной к положению равновесия и пропорциональной смещению. Найти зависимость координаты частицы от времени.

Решение. Пусть частица движется вдоль оси Ox. Квазиупругая сила направлена к положению равновесия (центру O) и пропорциональна смещению (расстоянию от центра O до точки приложения силы) с некоторым постоянным коэффициентом k, численно равным силе, действующей на единице расстояния.

Заметим, что для материальной точки, находящейся под действием квазиупругой силы, центр O является положением её устойчивого равновесия. Выведенная из этого положения точка будет в зависимости от начальных условий или совершать около точки O прямолинейные гармонические колебания, или описывать эллипс (в частности, окружность).

Пусть абсцисса положения равновесия совпадает с началом координат, тогда проекция силы на ось *Ox* равна

$$F_x = -kx \ , \qquad (18)$$

где k – положительная константа.

Из основного закона динамики $m\frac{d^2x}{dt^2} = -kx$ или

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0 \ . \qquad (19)$$

Покажем, что любая функция вида

$$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi_0) \qquad (20)$$

является решением уравнения (19). Действительно, продифференцируем (20) дважды и найденные производные подставим в исходное уравнение (19):

$$\frac{dx}{dt} = A\omega\cos(\omega t + \varphi_0), \quad \frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega^2\sin(\omega t + \varphi_0),$$ тогда

$$-A\omega^2\sin(\omega t + \varphi_0) + \frac{k}{m}A\sin(\omega t + \varphi_0) = 0 \ .$$

Постоянная $\omega^2 = \frac{k}{m}$ или $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, квадрат которой есть возвращающая сила на единицу смещения и единицу массы, называется *круговой частотой*. A и φ_0 – произвольные константы: A называют *амплитудой*, а φ_0 – *начальной фазой* колебаний. Амплитуда и начальная фаза определяются положением и скоростью частицы в начальный момент времени. Зависимость (20) изображена на рисунке 1.

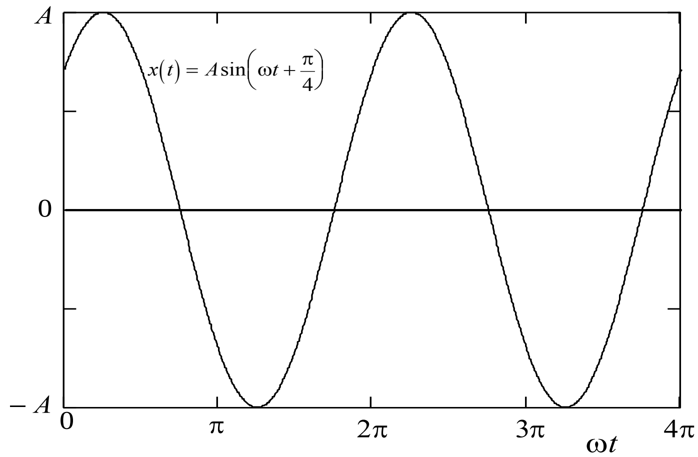

Рис.1. Зависимость координаты частицы от времени при свободных колебаниях

Выводы

1. Существенное расширение номенклатуры технологического оборудования, использование прогрессивных наукоемких технологий пищевых и перерабатывающих производств, скачок возрастания сложности

сельскохозяйственной техники изменили требования к знаниям, умениям и навыкам будущих инженеров, в том числе по высшей математике.

2. Проблема профессиональной подготовки будущих инженеров обусловлена: сложностью осуществления интеграции образования, науки и производства; зачастую слабой подготовкой абитуриентов, поступающих в вузы аграрного профиля; сложностью теоретических основ и прикладного аппарата высшей математики; большой долей учебного материала, предлагаемого студентам на самостоятельное изучение.

3. Одним из путей преодоления обозначенной проблемы является связь основных положений теории высшей математики с решением задач прикладной направленности в процессе преподавания дисциплины будущим инженерам.

4. Многие прикладные задачи механики, связывающие искомую функцию (скорости или ускорения), ее производную и независимую переменную, приводят к обыкновенным дифференциальным уравнениям и требуют от студентов умения их решать.

Список использованных источников:

1. Васяк Л.В. Профессионально ориентированные задачи по математике для студентов инженерных специальностей: учебное пособие [Текст] / В. А. Далингер, Л.В. Васяк. – Омск: Изд-во «Сфера», 2007. – 60 с.
2. Возняк Г.М. Взаємозв’язок теорії з практикою в процесі вивчення математики: Посібник для вчителя / Г.М.Возняк, М.П.Маланюк. – К.: Рад.шк., 1989. – 128с.
3. Крилова Т.В. Початки математичного моделювання / Т.В.Крилова // Наукові основи навчання математики студентів технічних спеціальностей. – К.: інститут змісту і методів навчання МО України, 1997. - Ч. 1. - 278 с.
4. Лазарєв М.І. Моделі представлення змісту предметних областей інженерних дисциплін // Нові технології навчання: Науково-метод. зб. – К.: Науково-метод. центр вищої освіти, 2002. – Вип.32. – С.38-49.
5. Олексенко В.М. Модернізація педагогічного процесу під час підготовки майбутніх інженерів / В.М. Олексенко // Професіоналізм педагога у контексті Європейського вибору України: міжнар. наук.-практ. конф.: 20-22 вер. 2007 р.: тези доп. – Ялта, 2007. – С. 71-78.
6. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление: В 2 т. / Н.С.Пискунов– М.: Интеграл-Пресс, 2002. – Т. 1-2. – 1032 с.

Сидоренко-Ніколашина О.Л. ня диференціальних рівнянь в задачах прикладної спрямованості для студентів інженерних спеціальностей

У даній статті сформульована проблема професійної підготовки студентів інженерних спеціальностей,

Sidorenko-Nikolashina E.L. The solution of differential equations in the problems of applied orientation for the engineering's students

This article contains the formulation of the problem of training the students of the engineer specialities, justification of the appropriateness of consideration for аргументована доцільність розгляду для них завдань прикладної спрямованості. Вирішені деякі задачі механіки, що призводять до звичайних диференціальних рівнянь.

Ключові слова: вища математика, прикладна спрямованість, задачі механіки, звичайні диференціальні рівняння.

their problems of applied orientation. Some problems of mechanics, leading to ordinary differential equations, are soluted in this article.

Keywords: higher mathematics, applied orientation, problems of mechanics, ordinary differential equations.