УДК 378. 164.5

Мааткеримов Н.О., Мамыров Ж., Сартпаев Э.К.
ЫГУ им. К. Тыныстанова

НОРМАЛИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ

В статье раскрыто значение осуществления межпредметной связи курса физики с математикой. На конкретных примерах решения физических задач различного уровня сложности, показаны пути активизации самостоятельной деятельности студентов.

В настоящее время межпредметные связи рассматриваются как условие повышения научно-теоретического уровня обучения, развития творческих способностей обучающихся, оптимизации и нормализации процесса усвоения знаний и, в конечном итоге, как условие совершенствования всего учебного процесса [1, 4].

Принимая во внимание многофункциональность межпредметных связей, следует установить такие виды связей, которые позволят осуществлять ближний и дальний, внутрисистемный и межсистемный перенос знаний в ближние и дальние внутрисистемные и межсистемные ситуации; комбинировать и преобразовывать известные способы деятельности при решении новой проблемы; видеть новую проблему в традиционной ситуации; учитывать альтернативы при решении проблемы; создавать принципиально новый подход к ее решению при выполнении самостоятельной работы.

В данной статье приведем разработанную нами на основе межпредметных связей с математикой систему самостоятельных работ по механике из курса общей физики, которая позволит нормализовать характер познавательной и практической деятельности студентов при их выполнении.

В курсе общей физики самостоятельные работы по образцу выполняются на основе образцов рассуждений «конкретных алгоритмов» заданий. Речь идет о самостоятельном решении примеров и задач по способу, практически усвоенному с помощью преподавателя или освоенному при работе с учебным пособием.

Показательным является пример изучения первокурсниками темы «Прямолинейное движение». Предварительно, на практическом занятии, ими решались задачи такого характера, исходящие из уравнения движения: $x=f(t)$:

I. I. Уравнение движения точки по прямой имеет вид: $x=4+2t+t^2+0,2t^3$. В данном случае необходимо найти положение точки в момент времени $t_1=2$ *с* и $t_2=5$ *с*.

При определении положения точки в соответствующие моменты времени давался образец рассуждения и оформления решения.

Образец: Положение точки определяется значением X в указанные моменты времени, для нахождения этих расстояний в уравнение движения следует подставить вместо времени t значения моментов времени:

$$x_2=(4+2\cdot 2+2^2+0,2\cdot 2^3)\text{м}=13,6\,\text{м}$$

$$x_5=(4+2\cdot 5+5^2+0,2\cdot 5^3)\text{м}=64\,\text{м}.$$

Теперь студентам предлагается самостоятельно решить аналогичный *пример:* При движения материальной точки ее координаты изменяются во времени: $x=6+3t$. Определить траекторию движения в моменты времени $t_1=1$ *с* и $t_2=3$ *с*.

Следовательно, студенту необходимо сделать прямой перенос известного способа деятельности – изменения координаты движущейся материальной точки во времени, т.е. координаты точек как функции времени $x=x|t|$, в аналогичную внутрипредметную ситуацию.

Решение выглядело так:

$$X_1=(6+3\cdot 1)\text{м}=9\,\text{м}.$$

$$X_2=(6+3\cdot 3)\text{м}=15\,\text{м}.$$

Таким образом, выполняя самостоятельные работы этого вида, студенты совершили прямой перенос известного способа решения.

При воспроизводящем типе самостоятельных работ по образцу студенты могут выполнять работы, требующие переноса известного способа решения задач в межпредметную ситуацию. Обратимся к задачам, в которых необходимо применить известные студентам из курса высшей математики правила дифференцирования и интегрирования.

I. 2. Даны координатные уравнения движения материальной точки: $x=4+2t$; $y=2t$; $z=0$. Определить ее скорость.

Для решения этой задачи студенту необходимо вспомнить, что в прямоугольной системе координат проекции вектора скорости на координатные оси равны первой производной от одноименной координаты по времени, и следовательно

$$V_x = \frac{dx}{dt} = 2\frac{m}{c}; \quad V_y = \frac{dy}{dt} = 2\frac{m}{c}; \quad V_z = \frac{dz}{dt} = 0.$$

Проблема в задаче сформулирована, и в самом определении скорости имеется прямое указание на путь ее решения. Для этого студенту необходимо воспроизвести правило дифференцирования степенной функции из курса математического анализа. В данном случае происходит воспроизведение и прямое применение знаний в межпредметной ситуации.

I. 3. Как изменяется со временем координата прямолинейной движущейся материальной точки, если $V=At+Bt^2$, где $A = 0{,}1\frac{м}{c^2}$, $B = 1{,}2\frac{м}{c^3}$.

Для решения этой задачи студенту необходимо воспроизвести правило, согласно которому производная от пройденного пути движущейся материальной точки по времени t есть скорость, т.е. $V = \frac{dx}{dt}$, отсюда $dx=Vdt$ (I). Интегрируя уравнение (I), находят: $\int dx = \int V dt$, или $x = \int V dt$ (2). Подставляя значение V в уравнение (2), производят вычисление:

$$x = \int V dt = \int (At + Bt^2)dt = \int At dt + \int Bt^2 dt \quad \text{или} \quad x = A\frac{t^2}{2} + C_1 + B\frac{t^3}{3} + C_2 \quad (3),$$ где

C_1, C_2 - постоянные интегрирования. При помощи переноса правила интегрирования в аналогичную межпредметную ситуацию, студенты определяют, что изменение координаты со временем движущейся материальной точки выражается формулой (3). Правильность формулы (3) студенты проверяют путем дифференцирования, т.е. устанавливают, что производные от правых частей формулы (3) будут равны ответственно подынтегральным функциям.

При решении таких задач студенты выполняют следующие самостоятельные действия:

- на основе анализа условия задачи выясняют, какие знания необходимо привлечь для ее решения;
- воспроизводят необходимые знания и припоминают образцы их применения;
- самостоятельно решают задачу по образцу, используя знания и способы решения из других смежных дисциплин;
- самостоятельность обучаемых не выходит за рамки воспроизведения.

Анализ познавательных действий позволяет выделить признаки задач, включаемых в воспроизводящие самостоятельные работы по образцу:

- проблема в задаче сформулирована;
- условие задачи ясно указывает, какие знания или способы решения следует применить;
- перенос образцов решения осуществляется в пределах одной темы.

В соответствии с этими признаками выделяются следующие задачи

1) задачи, требующие для решения прямого применения знаний;

2) задачи, требующие применения образцов решения без их реконструкции;

3) задачи, требующие переноса образца решения в знакомую межпредметную или внутрипредметную ситуацию.

Этот опыт начинает формироваться только тогда, когда студент выполняет уже реконструктивно-вариативные самостоятельные работы, осуществляя перенос способа с некоторой его модификацией в необычную внутрипредметную или межпредметную проблемную ситуацию.

Для работ реконструктивно-вариативного типа характерен более высокий уровень самостоятельности. Условия задачи для этого типа самостоятельной работы формулируют так, чтобы общая идея решения была ясна, в то же время для выполнения данной работы студент должен проявить самостоятельность, выражающуюся не только в воспроизведении наличных знаний, но и в их анализе, обобщении с целью выбора путей преобразования и реконструкции способов решения.

Например: 2.1. Точка движется вдоль прямой по закону $S = At^2 + B\sin t$, где $A = 3\frac{м}{с^2}$, $B = 2\frac{м}{с}$. Найти ускорение движения точки при $t = \frac{\pi}{2}$. Чтобы решить задачу, студент должен воспроизвести, что ускорение – это векторная величина, равная второй производной пройденного пути по времени. Привлекаются ранее известные способы решения с установлением внутрипредметных связей. Действительно, для вычисления ускорения студенты, пользуясь определением производной, находят значение скорости из условия задачи:

$$V = S'_t = 2At + B\cos t,$$

затем, согласно определению, находят искомую величину:

$$a = \frac{dV}{dt} = S''_t = 2A - B\sin t.$$

Итак, в ходе вычисления студенты преобразовывали производную синуса на косинус и обратно косинуса на синус.

Приведем в качестве иллюстрации идентичный пример, отражающий перенос способа решения с некоторой его модификацией в необычную внутрипредметную ситуацию.

2.2. Колесо вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon = 3{,}14\frac{рад}{с^2}$. Следует найти угловую скорость для точек на ободе колеса к концу первой секунды после начала движения.

Проблема в задаче сформулирована. Обучаемые воспроизводят механический смысл второй производной. Но в задаче речь идет об угловом ускорении вращательного движения точек. Поэтому студентам необходимо несколько варьировать способы применения известного метода решения для криволинейного движения точек.

Предполагаемое решение примера: значение углового ускорения точки равно первой производной от угловой скорости по времени или же второй производной от угла поворота по времени.

$\varepsilon = \frac{dw}{dt}$ (I), где $w = \frac{d\varphi}{dt}$ или $\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$ (2). Из (I) $dw = \varepsilon \cdot dt$ (3) Интегрируя это уравнение: $w = \int \varepsilon dt$ по условию задачи $\varepsilon = const$, откуда $w = \varepsilon t + c_1$, постоянную интегрирования c_1 определяют из начального условия: при $t=0$, $w=w_0$: $c_1= w_0$, но по условию задачи $w_0=0$. Итак, $w = \varepsilon t$, $w = 3{,}14\frac{рад}{с}$.

Правильность решения студенты проверяют методом размерности: $[w]=\left[\frac{рад}{c^2}\cdot c\right]=\left[\frac{рад}{c}\right]$.

При выполнении самостоятельной работы реконструктивно-вариативного типа студентам также можно рекомендовать задачи, требующие переноса известного способа с некоторой его модификацией в межпредметную ситуацию.

Так, например, задачи по физике решаются с помощью переноса знаний из курса математики с некоторой их реконструкцией. Рассмотрим решение такой задачи.

2.3. Тело массой m=0,5 кг движется так, что зависимость пройденного телом пути S от времени движения t дается уравнением $S = A \sin wt$, где A = 0,05 м и $w=\pi\frac{рад}{c}$. Необходимо найти силу, действующую на тело через $t=\frac{1}{6}c$ после начала движения. Для определения действующей силы студенты использовали основное уравнение динамики, т.е. второй закон Ньютона $\vec{F}=m\vec{a}$ и знания ранее изученного курса математического анализа. Механический смысл второй производной: $a=S_t''$ или $\vec{a}=\frac{d\vec{V}}{dt}$. Условия задачи позволяют студентам легко установить, что функциональная зависимость между скоростью и пройденным путем выражается формулой: $V=\frac{dS}{dt}$.

Дифференцируя пройденный путь по времени, находят, что $V=\frac{dS}{dt}=Aw\cos wt$, следовательно, $a=\frac{d^2S}{dt^2}=\frac{dV}{dt}$, затем с помощью дифференцирования скорости по времени определяют ускорение: $a=-Aw^2\sin wt$. Таким образом, устанавливается, что действующая сила на тело $-F=-mAw^2\sin wt$. Правильность решения проверяют методом размерности:

$$[F]=\left[кг\frac{м}{c^2}\right]=[H].$$

Для решения сформулированной в данной задаче проблемы студент подвергает некоторому преобразованию образец, привлекая знания из других тем и смежных дисциплин.

Выполняя задачи подобного вида, перенося способы их решения и модифицируя в межпредметную ситуацию, первокурсники вырабатывают умения отбирать из прошлого формализованного опыта необходимые способы и приемы деятельности.

Выполняя самостоятельные работы реконструктивно-вариативного типа, студент должен анализировать характерные признаки задач, искать всевозможные способы их решения, используя их во внутрипредметной и межпредметной ситуации. Самостоятельные работы этого типа заставляют обучающихся применять усвоенные ранее знания и опыт познавательной деятельности (по данному предмету и по другим смежным дисциплинам). Тем самым углубляются знания будущего специалиста, расширяется сфера их применения. Они становятся более гибкими, вариативными [4].

Выполняемые студентами самостоятельные действия при решении таких задач следующие:

- устанавливают явление или круг явлений, рассматриваемых в задаче;
- вспоминают и воспроизводят знания, необходимые для описания данных явлений;
- выбирают из серии возможных взаимосвязей наиболее приемлемые для решения данной задачи;
- получают решение в виде формулы и проверяют правильность решения по методу

размерности.

Из совокупности самостоятельных действий вытекают признаки видов задач, включаемых в самостоятельные работы реконструктивно-вариативного типа:

- проблема в задаче сформулирована;
- для решения требуется реконструкция актуализированных знаний и установление частных взаимосвязей;
- для решения требуется реконструкция образца;
- решение требует вариативного применения знаний или образцов их применения.

На основе этих признаков выделяются следующие виды задач:

1) задачи, требующие применения и реконструкции знаний ситуациях, охватывающих материалы не более чем по двум-трем видам;
2) задачи, требующие переноса образцов решения во внутрипредметную и межпредметную ситуацию и незначительной реконструкции образцов или их преобразования;
3) задачи, требующие переноса образцов решения с незначительной их реконструкцией в отдаленно-аналогичную внутрипредметную и межпредметную ситуацию.

В процессе самостоятельного решения задач реконструктивно-вариативного типа обучаемые сталкиваются с необходимостью рассмотрения достаточно большого числа случаев применения данного знания. Скажем, в рассмотренных нами примерах понятия «скорость», «ускорение» используются для решения задач по кинематике и по динамике, т.е. при выполнении реконструктивно-вариативных самостоятельных работ студенты не располагают готовым способом решения.

Самостоятельность связана с формированием умений объяснять и обосновывать свои действия по варьированию знаний, реконструкции и преобразованию способов решения. Познавательные действия при этом становится значительно продуктивнее.

Переход к более творческой деятельности студентов начинается в частично-поисковом (эвристическом) типе самостоятельных работ. В этих работах требуются перенос нескольких известных способов и их комбинирование во внутрипредметных и межпредметных ситуациях. В процессе выполнения частично-поисковых работ познавательная и практическая деятельность студентов направлена на разрешение проблемы, рекомендуемой преподавателем.

Например, 3.1. Мяч бросили со скоростью $V_0 = 10\frac{м}{с}$ под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Найти: а) траекторию движения; б) высоту взлета мяча; в) расстояние от места броска мяча до места приземления мяча. Сопротивление воздуха не учитывается.

Первый вопрос указывает обучаемым на необходимость составить координатные уравнения движения тела, принимая его за материальную точку, с использованием правил нахождения уравнения траектории методом исключения: *x=f(t), y=f(t)* (1). Это первый образец решения.

Анализируя условия задачи, студент устанавливает, что движение совершается под действием силы тяжести, а значит, согласно основному уравнению динамики материальной точки, с постоянным ускорением, равным ускорению свободного падения.

В результате анализа студент привлекает второй образец решения: все кинематические характеристики равнопеременного движения находятся посредством решения системы уравнений:

$$S = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \quad (2) \quad и \quad \vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t \quad (3).$$

Согласно условию задачи, студент варьирует образец и приводит его в соответствие с выбранной системой отсчета к виду:

$$\left.\begin{aligned} V_x &= V_0 \cdot \cos\alpha \\ V_y &= V_0 \cdot \sin\alpha - gt \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

$$\left.\begin{aligned} S_x &= (V_0 \cdot \cos\alpha)t \\ S_y &= (V_0 \cdot \sin\alpha)t - \frac{gt^2}{2} \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

(4) – Система уравнений проекции скорости на оси координат.

(5) – Уравнения координаты движущегося тела как функция времени.

Для осуществления такой реконструкции студент должен хорошо представлять рассматриваемые в задаче явления и знать закономерности, которыми она может быть описана. Для дальнейшего решения студент принимает первый образец в системе (5) Исключив из этой системы время, он получает уравнение траектории тела.

$$y = \frac{(xtg\alpha - gx^2)}{(2V_0^2 \cdot \cos^2\alpha)} \quad (6).$$

Воспроизводя функциональную зависимость, студент устанавливает ее связь с уравнением параболы с осью симметрии, параллельной оси координат, которое можно записать в виде $y=ax-bx^2$. Из этого студент делает вывод: мяч, брошенный под углом к горизонту, движется по параболической траектории.

Анализ физической ситуации задачи позволяет студенту заключить, что в высшей точке траектории $V_y=0$ и тогда из первого уравнения системы (4) имеем:

$$V_0 \sin\alpha - gt = 0$$

Отсюда время, необходимое для поднятия тела на наибольшую высоту, равно $t' = \dfrac{(V_0 \sin\alpha)}{g}$. Используя эти данные и знания о законе независимости движения для совместного решения систем (4) и (5), студент получает решение в виде $S_{y_{\max}} = \dfrac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$ $S_{x_{\max}} = \dfrac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ и приходит к выводу, что наибольшая дальность полета тела будет при $\sin 2\alpha = 1$, т.е. при $\alpha=45^\circ$.

В данной задаче проблема сформулирована, но она имеет ряд подпроблем, пути решения которых студент наметит в процессе анализа условий задачи. При этом студент не только актуализирует знания, но и выделяет из условия задачи необходимые данные, реконструирует образцы решения, а затем комбинирует способы решения для получения общего результата.

Выполняя подобные работы, обучающийся накапливает опыт познавательной самостоятельности. Это накопление происходит на уровне, на котором студент овладевает методом решения задач по отдельно взятой учебной дисциплине. У него закладываются основы умений переноса этих методов и на более широкий круг родственных учебных дисциплин. Но еще продуктивнее деятельность студента становится тогда, когда он переносит несколько известных способов и комбинирует их, решая межпредметные проблемные задачи.

3.2. Найти работу, которую надо совершить, чтобы сжать пружину на x_2=0,2 м. если известно, что сила пропорциональна деформации и под действием силы в 29,4 Н пружина сжимается на x_1=0,01 м.

Эта задача используется как на занятиях по общей физике, так и по математическому анализу. В первом случае математические знания применяются в физической ситуации задачи, во втором – на примере рассмотрения физических ситуаций практикуется применение теоремы Ньютона–Лейбница, которая есть сущность определенного интеграла.

Действительно, в первую очередь, студент должен вспомнить определение механической работы и дать его математическую запись:

$$dA = \vec{F}dr \qquad (1).$$

Студент преобразует уравнения (1) для случая прямолинейного сжатия пружины, т.е. записывает в виде $dA = Fdx$ (2).

Далее необходимо выразить величины, входящие в (2) через данные в условии задачи, используя закон Гука в виде $F=-kx$ (3), где k – жесткость пружины.

Подставляя закон Гука (3) в формулу для вычисления элементарной работы (2) имеем:

$$dA = kxdx \qquad (4)$$

Последнюю формулу интегрируем от 0 до x_2:

$$A = k\int_0^x xdx = \frac{1}{2}kx_2^2\Big|_0^{x_2} = \frac{1}{2}kx_2^2 \qquad (5)$$

Жесткость пружины определим, используя данные условия задачи:

$$k = \frac{F}{x_1} = \frac{29{,}4Н}{0{,}01м} = 2940\frac{Н}{м}$$

Остается вычислить работу A по формуле (5):

$$A = \frac{1}{2}kx_2^2 = \frac{1}{2}\cdot 2940\frac{Н}{м}\cdot(0{,}2м)^2 = 58{,}8Дж.$$

Использование межпредметных связей при решении таких видов задач позволяет сформировать у студентов следующие знания и умения:

- знания назначения понятия и величины;
- умения дать определение и символическую запись понятия или величины;
- знания единиц измерения физических величин и умения проводить действия по их нахождению;
- умения дать словесную формулировку и символическую запись закона, закономерности, правила, теоремы;
- знания границ применимости и области применимости законов и правил;
- умения выделить из совокупности знаний главные, основополагающие;
- видения различных вариативных ситуаций применения данного знания и владения им;
- владения способами решения задач.

Деятельность студента на этом уровне самостоятельности характеризуется тем, что знания и способы решения из предмета познавательной деятельности становятся средством познания. Студент овладевает умениями получать и доказывать правильность путей применения знаний, полученных на основе комбинирования в новых условиях ранее усвоенных методов решения.

Самый высокий уровень самостоятельности – творческий. Он достигается в ходе выполнения студентами внутрипредметных и межпредметных исследовательских самостоятельных работ.

Внутрипредметные исследовательские самостоятельные работы приучают студента к новому способу решения внутрипредметной проблемной задачи.

В ходе их решения деятельность обучающегося складывается из таких умственных действий, которые в реальном процессе мышления выступают как совокупность суждений, умозаключений и практических операций при подготовке, нахождении и разработке существенно новых способов решений задач, при формировании и постановке новых проблем.

Как показывает анализ дидактической литературы, в работах известных педагогов обоснован вывод о том, что межпредметные связи являются одним из важных психолого-педагогических условий повышения научности обучения, активизации познавательной деятельности и совершенствования процесса формирования знаний и умений студентов [2, 3].

Установление и использование межпредметных связей усиливает преемственность в обучении, расширяет область применения приобретенных знаний; способствует приобретению студентами глубоких теоретических, общенаучных и специальных профессиональных знаний; дает возможность устранить ненужное дублирование учебного материала, т.е. экономить учебное время на его изучение. Выполнение всех этих условий способствует подготовке конкурентоспособного специалиста, могущего умело применять полученные в вузе знания в дальнейшей будущей деятельности.

Литература

1. Максимова В.Н. Межпредметные связи в процессе обучения. –М.: Педагогика. -1988. -192 с.

2. Мамбетакунов Э. Формирование естественнонаучных понятий у школьников на основе межпредметных связей. –Бишкек: Илим. 1991. -240 с.

3. Хомутский В.Д. Межпредметные связи в преподавании основ физики и математики в школе. –Челябинск, 1981.

4. Мааткеримов Н.О. Теоретические основы нормирования учебного процесса по молекулярной физике. –Каракол: Педагогика, 2002. -210 с.