

УДК: 37.022

DOI: 10.25629/НС.2023.12.13

РОЛЬ ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОЙ И ОБЪЯСНИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Половникова Л.Б.

Тюменский индустриальный университет

АННОТАЦИЯ

Применение законов сохранения для решения основной задачи динамики позволяет уже в средней школе продемонстрировать учащимся их практическую значимость. Следует заметить, что недостаточность математической подготовки учащихся ограничивает возможность использования метода, связанного с первыми интегралами движения. В статье рассматривается технология применения метода закона сохранения энергии для вывода формул периода собственных колебаний системы. Также проиллюстрирована значимость закона сохранения энергии в реализации функций классической механики, вопрос о построении теоретических моделей физических систем, о взаимосвязи эмпирии и теории. Предсказать состояние механической системы в любой момент времени и в любой точке пространства можно на основе динамического уравнения движения совместно с принципом независимости взаимодействий. В статье показано как решается данная функция на основе закона сохранения энергии. Важно для студентов технического вуза показать, как решается достаточно строго с применением закона сохранения основная задача динамики. В ходе проведенного исследования проверена гипотеза: демонстрация значения законов сохранения в реализации познавательной и предсказательной функций классической механики позволит сформировать базу к изучению дисциплин профессионального цикла. Достоверность исходного утверждения подтверждает использованный нами комплекс методов исследования: теоретические (изучение состояния проблемы исследования в практике преподавания физики; системный анализ и синтез; математико-статистические методы) и эмпирические (педагогический эксперимент, статистическая обработка данных педагогического эксперимента). Предлагаемое в статье методическое решение может быть полезным учителям средней школы для курсов повышенного уровня, преподавателям учреждений среднего профессионального и высшего образования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Физика, профессиональная подготовка инженера, физическая теория, законы сохранения, теория колебаний.

ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМУ

Основополагающим базисом при изучении дисциплин профессионального цикла, а также основой для дальнейшей профессиональной деятельности инженера являются системные научные знания физических теорий.

В связи с этим особенно важно, чтобы у обучающихся при изучении физики были сформированы правильные представления о роли физики в дальнейшем обучении, значении в формировании общепрофессиональных компетенций выпускника технического вуза [8].

В материале статьи мы предлагаем рассмотреть вопрос о значении законов сохранения механики, так как классическая механика – это раздел с которого начинается вузовский курс физики [1, 3, 4]. Можно уверенно утверждать, что именно механика, как физическая теория – это «язык» физики. Мы не раз обращались к вопросу рассмотрения структуры физической теории как системы научного знания. Как и любая другая физическая теория она представлена тремя

составляющими: эмпирическим основанием, концептуальным теоретическим ядром и дедуктивными следствиями. Место законов сохранения импульса и механической энергии определяется в теоретическом ядре физической теории совместно с основными теоретическими объектами, физическими величинами, законами Ньютона и законами сил, принципами независимости взаимодействий, динамическими переменными и др. [6, 13].

Очень важно показать взаимосвязь компонентов концептуального теоретического ядра физической теории, сделав обобщение после изучения раздела механики. Отметим, что на основе изучения механики и ее структуры формируется системность мышления студентов и дальнейший переход к изучению других физических теорий, структура которых представлена такими же логическими компонентами.

Гипотеза исследования: демонстрация значения законов сохранения в реализации предсказательной и объяснительной функций классической механики позволит сформировать системное физическое мышление и как следствие базу к изучению дисциплин профессионального цикла.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Показать методический подход в формировании представлений о значении законов сохранения в структуре механики и проиллюстрировать на примере рассмотрения собственных колебаний одномерных физических систем различной природы, как применяется метод закона сохранения энергии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Предсказать состояние механической системы в любой момент времени и в любой точке пространства можно на основе динамического уравнения движения совместно с принципом независимости взаимодействий. Возникает такой проблемный вопрос: *а каково значение законов сохранения в решении данной задачи?*

Первый аргумент о значении законов сохранения, чтобы воспользоваться вторым законом Ньютона $\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$ для определения состояния механической системы необходимо знать все силы, действующие в этой системе. Даже если силы известны, можно с помощью законов сохранения более просто решить основную динамическую задачу. Роль законов сохранения в их предсказательной и объяснительной функции.

Во - вторых, законы сохранения энергии обладают универсальностью, те есть применимы не только для механических систем, но и к любым другим физическим системам: термодинамическим, электромагнитным, квантовым и другим.

Рассмотрим структуру изучения закона сохранения энергии.

Энергия – универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. Изменение механического движения тела вызывается силами, действующими со стороны других тел. Для количественного описания процесса обмена энергией между взаимодействующими телами, вводится понятие работы. Изменяя свое положение в пространстве, материальные объекты описывают траектории. Таким образом, процесс изменения состояния механической системы можно описать изменением двух динамических переменных: силы F и перемещения l .

Механическая работа – это функция процесса в системе и не является динамической переменной состояния механической системы и определяется криволинейным интегралом:

$A = \int F dl$, взятым по траектории движения материальной точки. Работа представляет собой процесс изменения энергии.

Закон же сохранения энергии представляет собой следствие из теоремы об изменении кинетической энергии: $dT = \delta A$ или $A = \int \delta A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$. Для центральных сил работа выражается убылью потенциальной энергии взаимодействия $U = U(x, y, z)$. Центральные силы, поэтому

называют потенциальными силами. Потенциальная энергия взаимодействия, определяется выбором нулевого уровня и задается с точностью до произвольной постоянной. При условии, что, центральное силовое поле стационарное работа на замкнутой траектории равна нулю.

В консервативном поле (в стационарном потенциальном силовом) теорема об изменении кинетической энергии выглядит так : $U_1 - U_2 = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$ или $A_{\text{консерват}} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$, при этом $A_{\text{консерват}} = \int_{(L)} F dl$ – работа результирующих консервативных сил, действующих на материальную точку. При отсутствии диссипативных сил $F=F(v)$ механическая энергия материальной точки сохраняется: $E=U+T=const$. Закон для механической систем состоящей из одной материальной точки имеет обобщение и на случай консервативных систем, состоящих из нескольких частиц, которые находятся во внешнем консервативном поле [10].

Важно для студентов технического вуза показать, как решается достаточно строго с применением закона сохранения основная задача динамики. Обращаем внимание на важный вопрос о построении соответствующих теоретических моделей физических систем, о взаимосвязи эмпирии и теории. На основе предложенного ниже метода закона сохранения энергии можно найти решение основной задачи динамики применительно к частным случаям физических систем [14, 15].

Состояние физической системы с одной степенью свободы определяется одной обобщенной координатой-физическим параметром и скоростью его изменяя во времени. Например: φ – угол отклонения нити от вертикали; x - декартова координата; q -величина заряда. Когда происходит изменение состояния системы совершается переход физической системы из одного состояния в другое. Уравнение процесса $X = X(t)$, где X – параметр состояния ($X \equiv \varphi; q; x$ и т. д.).

Закон сохранения энергии $E=const$ означает, что при любых изменениях системы энергия есть величина постоянная во времени: $E = E_0 = const$, где E – энергия в произвольный момент времени, а E_0 – в произвольный момент времени.

Тогда соотношению E (ЧИСЛО) $\equiv E_0$ (ЧИСЛО) с количественной точки зрения тривиальное тождество. Однако если E записана как функция от параметра X и его производной во времени $X' \equiv \frac{dX}{dt}$, т.е. $E = E(X, X')$, то величина E_0 – есть ее численное значение в фиксированный момент времени $t = t_0$, тогда уравнение

$$E = E(X, X'^2) = E_0 = const \quad (1) \text{ оказывается уравнением энергии.}$$

Решая уравнение (1) относительно $X' \equiv \frac{dX}{dt}$, разделяя переменные, проведя интегрирование мы определяем закон движения системы : $X = X(t)$.

В отношении уравнения (1) Д. В. Сивухин отмечает: «При рассмотрении колебаний механических систем с одной степенью свободы за исходное удобно брать не уравнение Ньютона, уравнение энергии. Его обычно легче составлять. Кроме того, оно в известном смысле проще уравнения Ньютона, так как является дифференциальным уравнением первого, а не второго порядка во времени» [12].

Энергия системы $E(X, X'^2) = E_0 = const$ складывается из кинетической энергии – функция квадрата скорости $E_k(X'^2)$ и потенциальной энергии $E_n(X)$ функция ее параметра состояния: $E(X, X'^2) = E_k(X'^2) + E_n(X)$ (2).

Отметим, что $E_k(X'^2) \geq 0$, при этом $E_n(X) \leq 0$. Поэтому из выражения (2) следует: движение системы может происходить лишь в области значения параметра X для которой $E_n(X) < E$ (3). Условие $E_n(X) = E$ (4) определяет значение параметра X_0 , при котором $E_k(X'^2) = 0$, т.е. $X_0^1 = 0$. Их называют точками остановки (поворота).

Если уравнение (4) имеет 2 корня: X_0 и $(-X_0)$ и движение системы происходит в ограниченной области значений параметра X , а именно $[X_0, -X_0]$, то оно представляет собой собственные колебания системы. Тогда согласно закону сохранения энергии (1) и соотношениям (2), (4) имеем уравнение энергии в следующем виде:

$$E_k(X^2) + E_n(X) = E_n(X_0) \quad (5).$$

Считая функцию $E_k(X^2)$ линейной, запишем ее в виде: $E_k(X^2) = AX^2$, где $A = \text{const} > 0$.

Теперь из уравнения (5) выразим $X^2 = \frac{dx}{dt} = \frac{1}{\sqrt{A}} \sqrt{E_n(X_0) - E_n(X)}$. (6).

Далее разделяя переменные X и t получаем:

$$\int dt = \sqrt{A} \int \frac{dx}{\sqrt{E_n(X_0) - E_n(X)}} + \text{const} \quad (7).$$

Если принять начальный момент времени $t_0 \equiv 0$, то из равенства (7) следует:

$$t = \sqrt{A} \int \frac{dx}{\sqrt{E_n(X_0) - E_n(X)}} \quad (8)$$

Выражение (8) при заданном значении $E_n(X_0)$ представляет собой интегральный закон движения: $X = X(t)$. Итак, основная задача динамики решена.

Период собственных колебаний системы (совершающей одномерное движение или процесс) определяется так:

$$T = 4 \int_0^{T/4} dt = 4\sqrt{A} \int_0^{x_0} \frac{dx}{\sqrt{E_n(X_0) - E_n(X)}} \quad (9)$$

Применим изложенный выше метод решения основной задачи динамики на основе закона сохранения энергии к частным случаям.

Математический маятник. Эмпирический прообраз математического маятника – тело, подвешенное на достаточно длинной нити. Полагая нить идеально жесткой, а силу тяжести постоянной, абстрагируясь от многих реальных факторов и объектов, получаем теоретическую модель: математический маятник – материальная точка (массы m), находящаяся в постоянном потенциальном поле силы тяжести, пространственное положение и движение которой ограничено связью в форме идеальной нити достаточно большей длины l . В качестве параметра, определяющая однозначно положение маятника, выбираем угол φ , отсчитываемые от вертикали до нити (рис. 1).

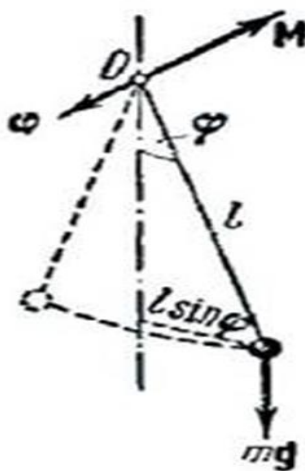


Рисунок 1 – Математический маятник

За нулевой уровень потенциальной энергии, определяемой силой тяжести, примем горизонтальный уровень точки подвеса О. Тогда $E_{\text{п}} = mgl\cos\varphi$. Так как линейная скорость материальной точки

$$v = \omega l = \varphi' l \text{ (поскольку } \omega = \varphi' \equiv \frac{d\varphi}{dt}\text{)}, \text{ то кинетическая энергия материальной точки есть}$$

$$E_{\text{к}} = \frac{ml^2}{2} \varphi'^2.$$

Если φ_0 – максимальный угол отклонения нити, то $\varphi_0 = 0$ (точка остановки) и $E_{\text{к}}(0)=0$. Поэтому в точке остановки энергия материальной точки:

$$E_0 = E(\varphi = \varphi_0) = -mgl\cos\varphi_0.$$

Таким образом, согласно закону сохранения энергии, запишем:

$$\frac{ml^2}{2} \varphi'^2 - mgl\cos\varphi = -mgl\cos\varphi_0.$$

Отсюда

$$\frac{d\varphi}{dt} = \sqrt{\frac{2g}{l}} \sqrt{\cos\varphi - \cos\varphi_0}. \quad (10)$$

В соответствии с известными формулами тригонометрии:

$$\cos\varphi - \cos\varphi_0 = 2 \left(\sin^2 \frac{\varphi_0}{2} - \sin^2 \frac{\varphi}{2} \right). \quad (11)$$

Полагая что угол φ_0 столь мал, что $\sin \frac{\varphi_0}{2} \approx \frac{\varphi_0}{2}$ (соответственно $\sin \frac{\varphi}{2} \approx \frac{\varphi}{2}$, так как $\varphi \leq \varphi_0$). Это условие определяет случай малых колебаний маятника.

Тогда из соотношения (11) следует:

$$\cos\varphi - \cos\varphi_0 = \frac{1}{2}(\varphi_0^2 - \varphi^2).$$

Теперь выражение (10) запишем:

$$\frac{d\varphi}{dt} = \sqrt{\frac{g}{l}} \sqrt{\varphi_0^2 - \varphi^2}. \quad (12).$$

Используя соотношение (12) запишем формулу для периода собственных колебаний математического маятника используя формулу (9):

$$T = 4 \int_0^{\varphi_0} \frac{l}{g} \frac{d\varphi}{\sqrt{\varphi_0^2 - \varphi^2}} \quad (13).$$

Значение интеграла заменим на $\frac{\pi}{2}$, как величина определяющая значение изменения угла φ и получаем:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (14).$$

Формула (14) точно выражает период собственных колебаний теоретической физической модели физической системы – маятника на нити.

Рассмотрим данный метод для эмпирической модели – колебательный контур, проиллюстрируем универсальность предлагаемого метода вывода формул периода колебаний системы на основе закона сохранения энергии, но уже для электромагнитных систем.

В эмпирическом смысле *колебательный контур* (Рис. 2) представляет последовательно соединенные проводом катушку индуктивности и конденсатор. В теоретической модели все элементы считаются идеальными: полное отсутствие потерь электромагнитной энергии, отсутствие зависимости от окружающей среды, от физических свойств материалов провода, катушки, конденсатора, их размеров, формы и т.д.

Физическим параметром контура считается величина заряда q .

Тогда скорость изменения параметра $q' = \frac{dq}{dt} = I$ есть сила тока.

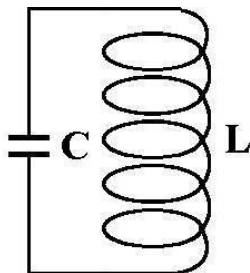


Рисунок 2 – Колебательный контур

Энергия электрического поля (конденсатора) и магнитного поля (катушки) соответственно определены формулами: $W_э = \frac{q^2}{2C}$ и $W_м = \frac{L}{2} I^2 = \frac{L}{2} (q')^2$. Роль «потенциальной» энергии $E_п \equiv W_э$ выполняет энергия электрического поля, а роль «кинетической» – энергия магнитного поля $E_к \equiv W_м$. В определенный момент времени вся энергия контура сосредоточена в конденсаторе: $E_0 = \frac{q_0^2}{2C}$, закон сохранения энергии запишем: $\frac{L}{2} (q')^2 + \frac{q^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C}$. Отсюда находим: $q' \equiv \frac{dq}{dt} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{q_0^2 - q^2}$.

Период собственных колебаний в контуре: $T = \sqrt{LC} \int_0^{q_0} \frac{dq}{\sqrt{q_0^2 - q^2}}$ и по аналогии как для математического запишем

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (15).$$

Итак, получили уравнение период колебательного контура.

Таким образом, мы показываем, как применяется метод закона сохранения энергии для получения периода собственных колебаний для разных физических систем, еще раз демонстрируя универсальность закона сохранения энергии и взаимосвязь эмпирии и теории. Также отметим, что универсальность закона сохранения энергии придает ему фундаментальный характер и возводит его в ранг основного закона и тем самым обосновывает его место в ядре ньютоновской механики, как физической теории.

В методической литературе мы можем найти примеры демонстрации универсальности законов сохранения, как можно применить закон сохранения энергии и импульса для решения основной задач механики. В частности, предсказательной и объяснительной функции классической механики, как физической теории [2, 5,7,9,11].

При использовании *метода законов сохранения* общим является утверждение о сохранении какой-либо величины при определенных условиях.

На примере следующей задачи покажем применение этого метода:

α - частица, имеющая массу m , летящая со скоростью v_0 , испытывает упругое соударение с неподвижным ядром массы M и летит под углом $\varphi = 90^\circ$ к первоначальному направлению движения. Определить скорость α - частицы v и ядра V после столкновения. Определить также угол между направлением скорости вылетающего ядра и первоначальным направлением движения α - частицы.

Решение:

Систему α - частица - ядро можно считать замкнутой, поэтому для нее справедливы законы сохранения импульса и энергии (удар упругий). В результате удара импульс и энергия, которыми обладала α - частица, перераспределяются между двумя частицами:

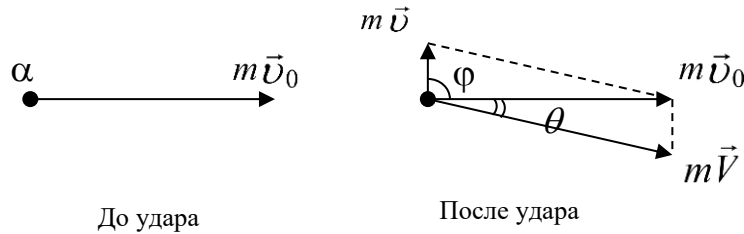


Рисунок 3 – Замкнутая система α - частица – ядро

$$m\vec{U}_0 = m\vec{U} + M\vec{V}, \quad (1)$$

$$\frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU^2}{2} + \frac{MV^2}{2}. \quad (2)$$

Для нахождения неизвестных величин воспользуемся векторным треугольником импульсов, изображенным на рисунке 3. Из треугольника следует:

$$(MV)^2 = (mU)^2 + (mU_0)^2. \quad (3)$$

Разделим почленно обе части уравнения (3) на m^2 , а уравнения (2) - на m . Получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \left(\frac{M}{m}\right)^2 V^2 = U^2 + U_0^2 \\ U_0^2 = U^2 + \frac{M}{m} V^2 \end{cases}$$

Из нее определим искомые величины:

$$V = \frac{U_0 m}{M} \sqrt{\frac{2M}{M+m}}, \quad U = U_0 \sqrt{\frac{M-m}{M+m}}.$$

Из векторного треугольника (Рис. 3) найдем угол θ :

$$\theta = \arctg \sqrt{\frac{M-m}{2M}}.$$

Таким образом, демонстрируется универсальность законов сохранения, что позволяет показать их фундаментальный характер и роль в реализации предсказательной и объяснительной функции классической механики. Это возводит законы сохранения в ранг основных законов и обосновывает место в ядре ньютоновской механики, как физической теории.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проверка гипотезы проходила с применением аппаратов исследования: теоретических и эмпирических.

Было изучено состояние проблемы исследования в практике преподавания физики в школе и вузе. Нами применялись теоретические методы: системный анализ и синтез; математико-статистические методы и эмпирические методы: педагогический эксперимент, статистическая обработка данных педагогического эксперимента. Обучение по предложенной методике в период с 2019 по 2023 годы прошли студенты первого курса 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов по профилю Сервис транспортных и транспортно-тех-

нологических машин и оборудования (нефтегазодобыча), программа прикладного бакалавриата, а также учащиеся индустриальных классов в ходе курсов повышенного уровня, которые реализуются в филиале Тюменского индустриального университета в г. Тобольске в рамках проекта «Школа-ВУЗ-производство». Теоретические и практические результаты обсуждались на международных научно-практических конференциях.

Согласно статистической оценке, проведённой с помощью математико-статистического метода – критерия Пирсона χ^2 , предложенная методика с помощью метода закона сохранения энергии оказывает существенное влияние на подготовку обучающихся к продолжению изучения дисциплин профессионального цикла. Освоение дисциплины «Физика» является необходимым элементом при изучении дисциплин: «Прикладная механика», «Гидравлика и гидротехника», «Метрология, стандартизация, сертификация», «Общая электротехника и электроника», «Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования», «Эксплуатационные материалы». Диагностические контрольные работы, электронное тестирование показывают качественней уровень освоения физики. В ходе анкетирования большая часть оппонентов (76%) выделяет значение системных знаний фундаментальных физических теорий и соответствующих методов научного познания природы в формировании навыков физического моделирования прикладных задач специальности, необходимых при изучении дисциплин профессионального цикла.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования мы установили, что формирование представлений о значении законов сохранения как одного из важных компонентов ядра классической механики определяет основу для изучения дисциплин профессионального цикла. Классическая механика имеет как любая физическая теория содержательный состав: эмпирическое основание теории, теоретическое ядро, дедуктивные теоретические следствия. Законы сохранения демонстрируют предсказательную и объяснительную функции ньютоновской механики. В статье мы показываем применения метода закона сохранения для колебательного движения, представляющего пример дедуктивного следствия ядра ньютоновской механики.

Экспериментальные данные подтверждают эффективность методического предложения об использовании метода закона сохранения энергии для описания собственных колебаний одномерных физических систем. Универсальность метода проиллюстрирована примером применения для вывода периода колебаний физических систем различной природы.

Качественная физико-математическая подготовка определяет правильное восприятие дисциплин профессионального цикла, дальнейшую профессиональную деятельность инженера. Достоверность гипотезы исследования подтверждает использованный нами комплекс методов исследования: теоретические (изучение состояния проблемы исследования в практике преподавания физики; системный анализ и синтез; математико-статистические методы) и эмпирические (педагогический эксперимент, статистическая обработка данных педагогического эксперимента).

Предлагаемое методическое решение может быть полезным учителям средней школы для курсов повышенного уровня, преподавателям учреждений среднего профессионального и высшего образования.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Бабецкий, В. И. Механика : учебное пособие для вузов / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 178 с. – ISBN 978-5-534-11229-0.
2. Горлач, В. В. Физика. Задачи, тесты. Методы решения : учебное пособие для вузов / В. В. Горлач. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 343 с. – ISBN 978-5-534-12350-0.
3. Давыдов, В. В. Физика: механика, электричество и магнетизм : учебное пособие для вузов / В. В. Давыдов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 169 с. – ISBN 978-5-534-05013-4.

4. Кузнецов, С. И. Курс лекций по физике. Классическая и релятивистская механика : учебное пособие для вузов / С. И. Кузнецов, Л. И. Семкина. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 183 с. – ISBN 978-5-9916-7056-2.
5. Ли-Орлов, В. К. Физика в задачах. Механика : учебное пособие / В. К. Ли-Орлов, Н. Г. Демьянцева, С. М. Кузьмин. – 2-е перераб. и доп. – Иваново : ИГЭУ, 2018. – 124 с.
6. Половникова, Л. Б. Дедуктивные следствия ядра классической механики как иллюстрация функций физической теории / Л. Б. Половникова // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 6-1. – С. 188-192. – EDN WCDVAL.
7. Половникова, Л. Б. Задачи и примеры решений по курсу физики : учебное пособие / Л. Б. Половникова. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. – 231 с. – ISBN 978-5-9961-1147-3.
8. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 916 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (с изменениями и дополнениями). Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 14 декабря 2015 г. № 1470.
9. Прошкин, С. С. Механика. Сборник задач : учебное пособие для вузов / С. С. Прошкин, В. А. Самолетов, Н. В. Нименский. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 293 с. – ISBN 978-5-534-04916-9.
10. Савельев, И. В. Основы теоретической физики : учебник для вузов / И. В. Савельев. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. – Том 1 : Механика. Электродинамика – 2022. – 496 с. – ISBN 978-5-8114-9042-4 (том 1), 978-5-8114-0618-0 (общий).
11. Сауров, Ю. А. Теория и методика обучения физике : учебное пособие для вузов / Ю. А. Сауров, М. П. Уварова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 290 с. – ISBN 978-5-534-16027-7.
12. Дмитрий Сивухин: Общий курс физики. В 5-ти томах. Том 1. Механика ; Издательство Физматлит, 2022. – 560 с.; ISBN 978-5-9221-1512-4.
13. Popkov, V. The role of models in the development of physics / V. Popkov // Science and innovation 2021: development directions and priorities. 21 August. Melbourn. Australia., Melbourne, 21 августа 2021 года. – Melbourne: AUS PUBLISHERS, 2021. – P. 178-187. – DOI 10.34660/INF.2021.97.23.024. – EDN VEYPHA.
14. Modelling Mathematical Reasoning in Physics Education / O. Uhden, R. Karam, M. Pietrocola, G. Pospiech // Science & Education. – 2012. – Vol. 21, No. 4. – P. 485-506. – DOI 10.1007/s11191-011-9396-6. – EDN EROIIS.
15. Lebedev, S. A. The Three Main Methods of Constructing Physical Theories / S. A. Lebedev // Journal of International Network Center for Fundamental and Applied Research. – 2014. – No. 1(1). – P. 49-61. – DOI 10.13187/jincfar.2014.1.49. – EDN TYCJAF.

THE ROLE OF CONSERVATION LAWS IN THE IMPLEMENTATION OF PREDICTIVE AND EXPLANATORY FUNCTIONS OF CLASSICAL MECHANICS

Polovnikova L.B.

Tyumen Industrial University

ABSTRACT

The application of conservation laws to solve the main problem of dynamics allows students to demonstrate their practical significance already in high school. It should be noted that the lack of mathematical preparation of students limits the possibility of using the method associated with the first integrals of motion. The article discusses the technology of using the method of the law of conservation of energy to derive formulas for the period of natural oscillations of the system. The importance of the law of conservation of energy in the implementation of the functions of classical mechanics, the issue of constructing theoretical models of physical systems, and the relationship between empirics and theory are also illustrated. It is possible to predict the state of a mechanical system at any moment in time and at any point in space on the basis of the dynamic equation of motion together with the principle of independence of interactions. The article shows how this function is solved based on the law of conservation of energy. It is important for students of a technical university to show how the main problem of dynamics is solved quite strictly using the conservation law.

In the course of the study, a hypothesis was tested: demonstrating the importance of conservation laws in the implementation of the cognitive and predictive functions of classical mechanics will form the basis for the study of disciplines of the professional cycle. The reliability of the initial statement is confirmed by the complex of research methods we used: theoretical (studying the state of the research problem in the practice of teaching physics; system analysis and synthesis; mathematical and statistical methods) and empirical (pedagogical experiment, statistical processing of data from a pedagogical experiment.)

The methodological solution proposed in the article can be useful for secondary school teachers for advanced courses, teachers of secondary vocational and higher education institutions.

KEY WORDS

Physics, professional training of an engineer, physical theory, conservation laws, theory of oscillations.