УДК 372.862
DOI 10.51955/2312-1327_2025_2_175

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРАХ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ)

Ирина Владимировна Богомаз,
orcid.org/0009-0008-5962-3014,
доктор педагогических наук, профессор
Красноярский государственный педагогический
университет имени В.П. Астафьева,
ул. А. Лебедевой, 89
Красноярск, 660049, Россия
i_bogomaz@mail.ru

Елена Анатольевна Чабан,
orcid.org/0009-0004-6288-4590,
кандидат технических наук, доцент
Красноярский институт железнодорожного
транспорта (филиал ИрГУПС),
ул. Л. Кецховели, 89
Красноярск, 660028, Россия
chaban_tm@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность повышения качества математической подготовки обучающихся в российских школах с применением новых подходов, связанных с прикладными аспектами изучаемого математического аппарата, которые основаны на принципах непрерывности в обучении, а также целевой, содержательной и технологической преемственностью с другими естественнонаучными учебными дисциплинами. В результате проведенного педагогического исследования было выявлено, что особую сложность у старшеклассников вызывает изучение функций и основ математического анализа, являющихся основой математического аппарата для изучения и освоения законов механики. В связи с этим в статье раздел механики «Кинематика» представлен как междисциплинарная основа между математическим аппаратом и механикой, сформулированной Л. Эйлером. Поскольку знания механики являются основой для освоения множества других специальных инженерных дисциплин, изучаемых в инженерно-технических вузах, то для решения проблемы преемственности стандартов школьного и вузовского образования сделаны предложения, связанные с содержательной частью Федеральных рабочих программ основного и среднего общего образования по математике и физике.

В работе использовалась совокупность теоретических и эмпирических методов исследования: анализ и синтез, историко-логический анализ, моделирование, изучение и обобщение педагогического опыта работы в школе и в инженерно-техническом вузе.

Ключевые слова: математика, механика, скорость, ускорение, траектория, график движения, уравнение движения, дифференцирование.

FORMATION OF FUNCTIONAL LITERACY OF SCHOOLCHILDREN FOR ENGINEERING-ORIENTED LEARNING (USING EXAMPLES OF BUILDING MATHEMATICAL MODELS OF MOTION)

Irina V. Bogomaz,
orcid.org/0009-0008-5962-3014,
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev,
89, Lebedeva street
Krasnoyarsk, 660049, Russia
i_bogomaz@mail.ru

Elena A. Chaban,
orcid.org/0009-0004-6288-4590,
Candidate of technical Sciences, associate Professor
Krasnoyarsk Institute of Railway Transport (Branch of Irkutsk State Transport University)
89, str. L. Ketshoveli,
Krasnoyarsk, 660028, Russia
chaban_tm@mail.ru

Abstract. The article considers the possibility of improving the quality of mathematical education of students in Russian schools using new approaches related to the applied aspects of the studied mathematical apparatus, which are based on the principles of continuity in learning, as well as targeted, meaningful and technological continuity with other natural science academic disciplines. As a result of the conducted pedagogical research, it has been revealed that the study of functions and fundamentals of mathematical analysis, which are the basis of the mathematical apparatus for studying and mastering the laws of mechanics, is particularly difficult for high school students. In this regard, the article presents the mechanics section "Kinematics" as an interdisciplinary framework between mathematical apparatus and mechanics, formulated by L. Euler. Since knowledge of mechanics is the basis for mastering many other special engineering disciplines studied in engineering and technical universities, proposals related to the substantive part of the Federal Work Programs of Basic and secondary General Education in mathematics and physics have been made to solve the problem of continuity of standards of school and university education.

The work uses a set of theoretical and empirical research methods: analysis and synthesis, historical and logical analysis, modeling, study and generalization of pedagogical experience at school and at an engineering and technical university.

Keywords: mathematics, mechanics, velocity, acceleration, trajectory, graph of motion, equation of motion, differentiation.

Введение

В стратегических документах об образовании в России отмечается новая роль профессиональной ориентации школьников как условие в выявлении профессиональных интересов, склонностей и определения реальных возможностей в освоении основ инженерно-технической профессии [Постановление Правительства РФ…, 2023]. Это привело к созданию в ряде школ России инженерно-технологических классов, что, в свою очередь, обусловило необходимость изучать математические и, в целом, естественнонаучные дисциплины на междисциплинарной основе.

В литературе справедливо замечается, что деградация математического и естественнонаучного образования началась не с введения ЕГЭ, поскольку он стал обязательным только с 2009 г. Ссылаясь на результаты тестирований конца 1990-х и начала 2000-х годов и мнения представителей образовательной сферы, можно утверждать, что от 60% до 70% школьников «не осваивали математику и физику» на достаточном уровне [Колягин, 2001; Костенко, 2011; Костенко, 2014]. За последние 25 лет ситуация с уровнем знаний по математике и физике среди школьников, к сожалению, не улучшилась. Как правило, учащиеся не понимают сути математических понятий, которые они изучают, а также не видят способов их применения на практике. Принятый недавно стандарт [Федеральная..., 2023] хотя и не решает всех существующих проблем, создает предпосылки для улучшения ситуации.

Рассмотрим изучение математики и механики в 10–11-х инженерно-технологических классах. Мы полагаем, что продуманная и методически рациональная расстановка прикладных акцентов в процессе формирования математических понятий, утверждений, теорем, основных положений, определений и законов механики будет способствовать преодолению и предупреждению формализма в математических знаниях и умениях учащихся [Богомаз и др., 2018а; Богомаз и др., 2018б; Повышение качества..., 2024]. Анализируя учебно-методическую литературу для школ по математике и физике, возникает много вопросов к методике изложения основных законов механики и основ математического анализа в старших классах. Например, в учебниках и пособиях по математике даже для гуманитарного профиля [Бутузов и др., 2009] вводится понятие интеграла и формулируется формула Ньютона-Лейбница для вычисления определенного интеграла. В то же время в учебниках по физике[1,2,3] не используется простое интегрирование для вывода уравнения прямолинейного движения точки под действием постоянной силы из основного закона динамики (табл. 1).

Таблица 1 – Вывод уравнений прямолинейного равномерного движения точки под действием постоянной силы

Вывод выражения для скорости	Формула
Первый интеграл движения: $ma = F \Rightarrow \left[a = \frac{dV}{dt} \right] \Rightarrow \int\limits_{V_o}^{V(t)} dV = \frac{1}{m}\int\limits_0^t F dt \Rightarrow V(t) = V_o + \frac{F}{m}\cdot t.$	$V = V_o + a\cdot t$
Вывод выражения уравнения движения	
Второй интеграл движения: $V(t) = V_o + \frac{F}{m}\cdot t \Rightarrow \left[V = \frac{dx}{dt} \right] \Rightarrow \int\limits_{x_o}^{x(t)} dx = \int\limits_0^t \left(V_o + \frac{F}{m}\cdot t \right) dt \Rightarrow x(t).$	$x = x_o + V_o\cdot t + \frac{1}{2}a\cdot t^2$

[1] *Виленкин Н. Я.* Алгебра и математический анализ. 10 кл.: Учебное пособие для школы и классов с углубленным изучением математики / Н. Я. Виленкин, О. И. Ивашов-Мусатов и др. М.: Мнемозина, 2000. 335 с.

[2] *Мякишев Г. Я.* 11 класс: учеб. для общеобразовательных организаций. М.: Просвещение, 2014. 432 с.

[3] *Никольский С. М.* Алгебра и начала анализа 10-11 классы: пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. М.: Просвещение, 2010. 349 с.

Отметим, что, как правило, в учебной литературе по математике для школьников [Богомаз и др., 2018б; Бутузов и др., 2009]:

– отсутствует практическая направленность при изучении производной. При попытке описать движение точки допускаются неточности, например, путаются определения «закон движения» и «уравнения движения»;

– отсутствуют реальные примеры из практики, которые могли бы стать эффективным инструментом для закрепления и повторения изученного материала на уроках физики при изучении механики. Кроме того, в учебных пособиях не акцентируется внимание на том, что физический смысл производной и интеграла различается в определениях Л. Эйлера и Ж. - Л. Лагранжа, хотя техника вычисления аналогична, см. табл. 2.

Таблица 2 – Сравнение математических операций по Эйлеру и Лагранжу

Математическая операция	По Эйлеру	По Лагранжу
Допущения	Движение происходит в абсолютном пространстве относительно абсолютного времени.	Функция определена в трехмерном евклидовом непрерывном пространстве.
Производная	$V = \frac{dS(t)}{dt} = \dot{S}$ – скорость точки, уравнение движения которой задано функцией $S(t)$.	Тангенс угла наклона касательной к функции y(x) в точке.
Интеграл	$S = \int_0^t V(t) \cdot dt$ – путь, пройденный точкой за время t по кривой $S(t)$, скорость при этом изменяется как $V(t)$.	$F = \int_a^b f(x)dx$ – площадь под кривой $f(x)$ на промежутке $[a; b]$.

Это приводит к непониманию теоретического материала школьниками как на уроках математики, так и на уроках физики. Учащиеся заучивают материал, что снижает их интерес к изучению этих предметов. Например, на уроках математики при изучении основ математического анализа понятия средней и мгновенной скорости вводятся чисто формально, без обсуждения физической стороны движения материального объекта. При описании движения точки вводится понятие закона движения точки как функции $S(t)$, однако в механике законом движения точки называют второй закон И. Ньютона, а при описании движения точки вводятся уравнения и графики движения в абсолютном пространстве при изменении абсолютного времени.

Для преодоления этих проблем выстроим связь между математической моделью движения точки, описанной Л. Эйлером, и сформулируем ряд прикладных задач по математике и механике для решения в специализированных инженерно-технических классах. Это позволит соединить прикладные задачи и фундаментальную науку, сделав обучение более осмысленным и интересным для учащихся.

Дискуссия

Отметим, что сегодня школьному курсу математики не хватает продуманной структуры, которая позволила бы преподавать предмет не как набор отдельных частей, а в тесной взаимосвязи всех ее разделов – алгебры, геометрии и начал анализа – с естественнонаучными учебными дисциплинами, например, такими как механика движения материальной точки. В этом разделе механики выстраивается математический аппарат для исследования движения точек тела, демонстрируется действие внешних сил на движение, и обширный класс явлений получает математическую интерпретацию физических проблем [Эйлер, 1938].

До XVIII века при описании движения считалось, что если два тела движутся равномерно, то их скорости прямо пропорциональны пройденным расстояниям и обратно пропорциональны промежуткам времени, за которые эти расстояния преодолеваются. Считалось, что делить можно друг на друга только «отвлеченные» или «одноименные» числа. Это выражалось формулами:

$$\left[\begin{array}{l} \dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{s_1}{s_2} \\ \dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{t_2}{t_1} \end{array}\right. \Rightarrow V_1 : V_2 = \frac{s_1}{s_2} : \frac{t_2}{t_1}. \qquad (1)$$

Здесь V – скорость движения, s – путь, пройденный центром тяжести тела, t – время движения тела в пути.

Разберем логику изложения разделов механики в рамках математической модели движения. В начале XVIII века Л. Эйлер полностью перевел детальное описание механического движения «частицы» тела на математический язык. Он сформулировал в явном виде понятие скорости точки для равномерного прямолинейного движения: «Если при равномерном прямолинейном движении за время, равное t_0, точка проходит путь, равный x_0, то скорость определяется как отношение пути x_0 к промежутку времениt_0: $V = \dfrac{x_o}{t_o}$.»

При этом время делилось на равные части с объективным основанием: равномерное движение существенно отличается от неравномерного, при котором путь изменяется за равные промежутки времени. Для описания неравномерного движения потребовалось перейти к логически обоснованным абстракциям, которые позволяют решать строго формализованные задачи на любое движение точки. Это стало значительным шагом вперед по сравнению с задачами, сформулированными на естественном языке и решаемыми эвристическими методами.

Основными понятиями механики стали понятия *абсолютного пространства* и *абсолютного времени*. Вводятся следующие ключевые определения:

– *график движения,* как графическое представление зависимости координаты точки в абсолютном пространстве (вертикальная ось *Ox*) от абсолютного времени (горизонтальная ось *Ot*), рис. 1.

– *уравнение движения*, как аналитическое выражение, связывающее координаты точки в абсолютном пространстве с абсолютным временем.

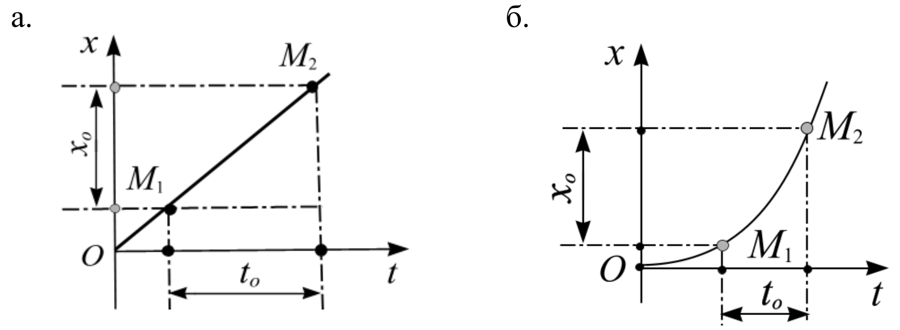

Рисунок 1 – График движения: а – равномерного прямолинейного движения точки; б – свободно падающего тела

Равномерное прямолинейное движение точки описывается линейной функцией, график движения которой представляет собой прямую линию (рис. 1). Уравнение ее движения имеет вид:

$$\left[\begin{array}{l} t \geq 0, \\ x = V_o \cdot t. \end{array}\right. \tag{2}$$

Допустим, что при каком угодно неравномерном движении на малых участках пути Δx тело движется равномерно, тогда определим среднюю скорость как отношение промежутка пути Δx, проходимого точкой за промежуток времени Δt:

$$V_{cp} = \frac{\text{промежуток пути}}{\text{промежуток времени}} = \frac{\Delta x(t)}{\Delta t}. \tag{3}$$

Уравнение неравномерного прямолинейного движения точки в этом случае будет иметь вид

$$\left[\begin{array}{l} t \geq 0, \\ x = x(t). \end{array}\right. \tag{4}$$

Здесь $x(t)$ – любая аналитическая функция, описывающая движение точки. Например, эксперимент Галилея показал, что движение точки центра тяжести свободно падающего тела под действием собственной силы тяжести описывается квадратичной функцией (рис. 2):

$$\begin{cases} t \ge 0, \\ x(t) \approx 5 \cdot t^2 = k \cdot t^2; \end{cases} \tag{5}$$

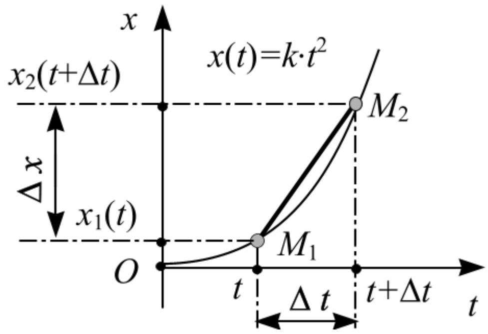

Рисунок 2 – Перемещение точки Δ*x* за время Δ*t* при прямолинейном движении точки

Физический смысл коэффициента "*k*" выясняется при подстановке уравнения движения (5) в определение скорости [3]: $k = \frac{1}{2}a.$ здесь введена физическая величина *a*, характеризующая изменение скорости ΔV за промежуток времени Δt – $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$, которую называют ускорением, а движение – равноускоренным. Уравнения равноускоренного движения примут вид:

$$\begin{cases} t \ge 0, \\ x(t) = k \cdot t^2, \\ V = 2k \cdot t; \end{cases} \Rightarrow \left[k = \frac{1}{2}a \right] \Rightarrow \begin{cases} t \ge 0, \\ x(t) = \frac{1}{2}a \cdot t^2, \\ V = a \cdot t. \end{cases} \tag{6}$$

С учетом начальных условий задачи имеем

$$\begin{cases} t \ge 0, \\ x(t) = x_o + V_o t + \frac{1}{2}a \cdot t^2, \\ V = V_o + a \cdot t. \end{cases} \tag{7}$$

Как видно из уравнений движения (7), равноускоренное прямолинейное движение описывается квадратичной функцией по времени с точностью до малой величины Δ*t*. Используя уравнения (7), можно решать задачи на прямолинейное равноускоренное движение, используя свойства квадратичной функции. Например, задано движение точки квадратичной функцией:

$$\begin{cases} t \ge 0; \\ x(t) = t^2 - 6t + 5. \end{cases} \tag{8}$$

В задаче требуется построить график движения точки; вычислить скорость, путь и перемещение точки за 7 с ее движения.

Эмпирическое решение задачи состоит в сопоставлении уравнений движения (8) с формулами (7):

$$\left[\begin{array}{l} x(t) = x_o + V_o \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2, \\ x(t) = 5 - 6 \cdot t + t^2; \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x_o = 5\,см, \\ V_o = |-6| \frac{м}{с}, \\ a = 2 \frac{м}{с^2}. \end{array}\right. \quad (9)$$

Построенный график движения точки показан на рисунке 3.

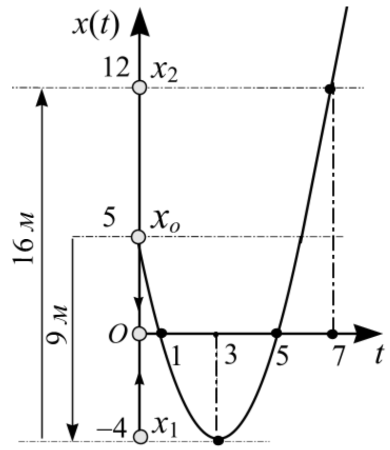

Рисунок 3 – График движения заданной точки

Из графика движения видно, что точка *M* начала движение вниз по оси Ox из координаты $x_o = 5$ и за 3 с достигла положение на оси с координатой $x_o = -4$. Затем точка мгновенно остановилась, изменила направление и начала двигаться вверх по оси Ox. Путь, пройденный точкой за t = 7 с, будет равен

$$x(t = 7c) = 5 + 4 + 4 + 12 = 25\,см.$$

Перемещение точки соответствует на графике движения точки отрезку

$$x_o x_1 = 12 - 5 = 7\,см.$$

При неравномерном прямолинейном движении точки в общем случае движение точки описывается любой аналитической функцией $x(t)$ (рис. 4). Учитывая, что по оси Ot на графике движения можно двигаться только вправо, добавляя к фиксированному t на графике движения малую величину Δt, точка M_2 отойдет от точки M_1 на бесконечно малое расстояние так, что $\Delta x \to 0$ (рис. 4).

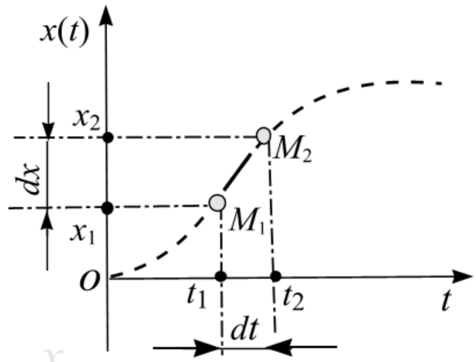

Рисунок 4 – График неравномерного прямолинейного движения точки

Введем понятие мгновенной скорости точки:

$$V = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} = \frac{dx(t)}{dt} \Rightarrow V = \frac{dx(t)}{dt} = \dot{x}(t) \quad (10)$$

При этом символ «Δ» заменяется символом «*d*», обозначающим бесконечно малую величину, которая называется дифференциалом, а величина $\frac{dx(t)}{dt}$ называется производной. Производную по времени в настоящее время принято обозначать точкой над функцией, а физический смысл этой производной – скорость механического движения точки.

Если для заданного времени t известна скорость точки $V(t)$, то путь, пройденный за это время, можно вычислить, введя интеграл, как обратное действие дифференцирования:

$$V = \frac{dS(t)}{dt} \Rightarrow dS(t) = V \cdot dt \Rightarrow S = \int_0^t V \cdot dt \quad (11)$$

При криволинейном движении точки на плоскости используют декартову систему координат Oxy. В этом случае уравнения движения точки имеют вид:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = x(t), \\ y = y(t). \end{cases} \quad (12)$$

Система уравнений (12) позволяет решать задачи на движение точки, исследовать и строить графики движения $x(t)$, $y(t)$, а также вычислять кинематические характеристики, такие как скорость, ускорение, траектория, перемещение и путь. Например, исключив параметр времени t из системы уравнений (12), можно определить траекторию движения точки в явном виде – $y = y(x)$. В учебной литературе по математике, например в [Богомаз и др., 2018a], авторы рассматривают задачи, связанные с анализом функции, описывающей траекторию движения, которая фактически сводится к построению ее графика. Вопрос, как эта функция возникает, остается открытым.

В учебной литературе по математике авторы рассматривают задачи, связанные с анализом функции, описывающей траекторию движения, что фактически сводится к построению ее графика. Однако, важно отметить, что при решении задачи о свободном падения тела с высоты в записи уравнений движения (часто называемых кинематическими, а не «кинетическими», так как речь идет о разделе механики, описывающем движение без учета сил) не учитывается ограничение по времени *t*. Рассмотрим эту задачу подробнее (рис. 5).

Запись уравнений движения свободного падения тела с высоты *H* и вывод траектории движения в явном виде, которая находится исключением времени t из уравнений движения, имеют вид:

$$\left[\begin{array}{l} t \geq 0, \\ x(t) = V_o t \cdot cos\varphi, \\ y(t) = H + V_o t \cdot sin\varphi - \frac{1}{2} g t^2; \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x \geq 0, \\ y(x) = H + \frac{sin\varphi}{cos\varphi} x - \frac{g}{2(V_o cos\varphi)^2} x^2. \end{array}\right. \qquad (13)$$

Траекторией является часть параболы, ограниченной координатой $x \geq 0$.

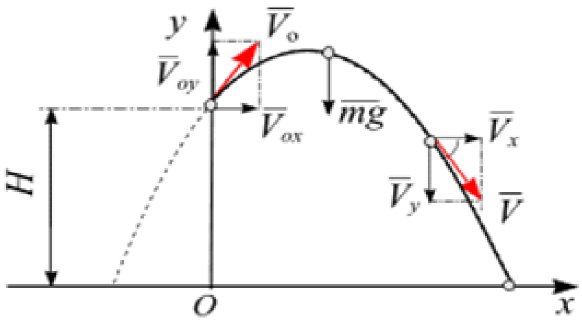

Рисунок 5 – Траектория свободного падения тела с высоты

При этом скорость движения тела в любой момент времени вычисляется простой процедурой дифференцирования уравнений движения:

$$\left[\begin{array}{l} V_x = \frac{d}{dt}(V_x) = V_o cos\varphi, \\ V_y = \frac{d}{dt}(V_y) = V_o sin\varphi - g \cdot t, \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}, \\ cos\alpha = -\frac{V_x}{V}. \end{array}\right. \qquad (14)$$

Появилась возможность математического описания движения точки в плоскости. В качестве примера рассмотрим движение точки *M* на плоскости *Oxy*, согласно заданным уравнениям

$$\left[\begin{array}{l} t \geq 0, \\ x = t - 2, \\ y = \frac{1}{4} t^2 - 1. \end{array}\right. \qquad (15)$$

Для построения траектории точки исключим параметр t из уравнений движения (а), получим уравнение траектории в явном виде $-y=f(x)$:

$$\left[\begin{array}{l} t \geq 0, \\ x=t-2, \\ y=\dfrac{1}{4}t^2-1; \end{array}\right. \Rightarrow \left|\begin{array}{l} t=x+2, \\ y=\dfrac{1}{4}(x+2)^2-1; \end{array}\right| \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x \geq -2, \\ y=\dfrac{1}{4}(x+2)^2-1. \end{array}\right. \tag{16}$$

Траекторией точки является правая ветвь параболы $y=\dfrac{1}{4}(x+2)^2-1$.

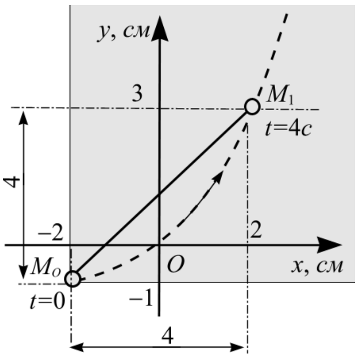

Рисунок 6 – Траектория движения точки

Перемещение точки за 4*с* от начала движения равно расстоянию между точками $M_о$ и M: $M_oM=\sqrt{4^2+4^2}=4\sqrt{2}\approx 5,66$ *м.*

Предложенные авторами подходы соответствуют логике изложения современного содержания раздела «Кинематика» как в школьном курсе, так и в программах инженерно-технических вузов[4,5]. На рис. 7 представлена структура раздела «Кинематика точки».

[4]*Яблонский А. А.* Курс теоретической механики. Учебник для техн. вузов / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. СПб: Издательство «Лань», 1998. 768 с.

[5]*Богомаз И. В.* Теоретическая механика. Том 1. Кинематика. Статика. Тексты лекций. Учеб. пособие. М.: Изд. АСВ, 2011. 216 с.

Рисунок 7 – Структура содержания изучения раздела механики «Кинематика точки»

Для проверки эффективности разработанной методики реализации межпредметных связей механики и математики проведены исследования на базе гимназии №13 «Академ» (г. Красноярск) и лицея №102 (г. Железногорск, Красноярский край) в специализированных инженерно-технологических классах. В течение трех учебных годов (2021–2024) сравнивались контрольная группа, где осуществлялась традиционная методика преподавания предметов физика и математика, и экспериментальная – методика преподавания указанных выше предметов с прикладным акцентом. Оценка качества усвоения учебного материала обучающимися проводилась по коэффициентам, предложенным И. Я. Лернер [Лернер, 1976]: K_1 (полнота и глубина – знаний) и K_2 (конкретность и осознанность). Результаты показали рост K_1 на 31% и K_1 на 40%. Наибольший прогресс наблюдался именно в области прикладных навыков. Все измерения статистически значимы ($p < 0{,}05$ – критерий Стьюдента), что подтверждает эффективность применяемой методики преподавания предметов физика и математика.

Заключение

Механика является одной из ключевых естественнонаучных дисциплин, обеспечивает формирование навыков, необходимых для постановки и решения технических и инженерных задач, актуальных в практической деятельности. Это определяет ее особую роль как основы для освоения общетехнических и специальных инженерных дисциплин, изучаемых в технических вузах [Повышение качества..., 2024; Чабан и др., 2024; Чабан, 2019].

Предложенная в работе структура изучения раздела механики «Кинематика точки» соответствует требованиям предметно-методического модуля подготовки по профилю «Физика» (база «Ядро высшего педагогического образования») и отражает следующие ключевые аспекты:

1. Математическое описание движения – формализация кинематических процессов через уравнения и графики.

2. Взаимосвязь уравнений движения с физическими законами – интеграция математического аппарата с фундаментальными принципами механики.

3. Методы анализа траекторий и кинематических характеристик – применение основ дифференциального и интегрального исчисления для решения прикладных задач.

В качестве рекомендации по устранению разрыва в образовательных стандартах и обеспечения преемственности между школьным и вузовским образованием необходимо:

1. Провести научную экспертизу ФГОС по математике и физике (основного и среднего общего образования). Программы средней школы должны быть согласованы с требованиями инженерно-технических вузов для обеспечения базовых знаний, критически важных для успешного обучения студентов на первых курсах.

2. Сформировать междисциплинарные логические линии в содержании курсов математики и физики [Богомаз и др., 2025; Богомаз, 2012; Тесленко и др., 2021]. Учебные материалы должны развивать у учащихся навыки анализа и умения пользоваться понятийным аппаратом для изучения смежных дисциплин.

3. Провести ревизию содержания разделов механики в учебниках по физике (7-11 классы) и создать открытую научно-методическую площадку для обсуждения и корректировки программ.

Библиографический список

Богомаз И. В. Логико-содержательные линии между физикой и математикой как основа профессиональной подготовки учителей в современном педагогическом вузе / И. В. Богомаз, В. И. Тесленко // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2025. Вып. 2 (238). С. 43-53. DOI 10.23951/1609-624X-2025-2-43-53. EDN SVGJAR.

Богомаз И. В. Математическое знание как фундаментальный элемент пропедевтики инженерной подготовки в общеобразовательной школе / И. В. Богомаз, И. Ю. Степанова // Проблемы современного педагогического образования. 2018а. № 59-3. С. 99-102. EDN XSEKBV.

Богомаз И. В. Формирование межпредметных понятий как аспект практико-ориентированности школьного обучения / И. В. Богомаз, Е. А. Песковский, Л. Ю. Фомина // Проблемы современного педагогического образования. 2018б. № 59-3. С. 102-109.EDNXSEKCL.

Богомаз И. В. Научно-методические основы базовой подготовки студентов инженерно-строительных специальностей в условиях проективно-информационного подхода: специальность 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)»: диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук / Богомаз Ирина Владимировна. Москва, 2012. 290 с. EDN QFMOCF.

Бутузов В. Ф. Математика. 11 класс: для гуманитарного профиля / В. Ф. Бутузов, Ю. М. Колягин, Г. Л. Луканкин. М.: Дрофа, 2009. 240 с.

Колягин Ю. М. Русская школа и математическое образование: Наша гордость и наша боль. М.: Акционерное общество «Издательство «Просвещение», 2001. 318 с. EDN YQZKDH.

Костенко И. П. Динамика качества математического образования. Причины деградации (статья первая) // Математическое образование. 2011. № 2 (58). С. 2-13. EDN TPKZCX.

Костенко И. П. 1956-1965 гг. Подготовка второй «коренной» реформы советской школы: «перестройка» программ и «научное» обоснование ложных идей (статья четвёртая) // Математическое образование, 2014. № 2 (70). С. 2-17. EDN SYMXCF.
Лернер И. Я. Дидактическая система методов обучения: Монография. М.: Знание, 1976. 64 с.
Повышение качества инженерного образования на основе взаимосвязи математики и механики в системе школьного образования / И. В. Богомаз, Л. Ю. Фомина, Е. А. Чабан, М. А. Рудина // Инженерное образование. 2024. № 36. С. 74-85. DOI 10.54835/18102883_2024_36_7. EDN RHEOYZ.
Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 (ред. от 27.02.2023) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286474/(дата обращения 13.03.2025).
Тесленко В. И. Методологические основы проектирования индивидуальной траектории непрерывного профессионального образования / В. И. Тесленко, Н. В. Прокопьева // Инновации в образовании. 2021. № 7. С. 66-74. EDN IVAMHV.
Федеральная рабочая программа основного общего образования «Физика» (базовый уровень) (для 7–9 классов образовательных организаций) // [Электронный ресурс]. – 2023. URL:https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/20_%D0%A4%D0%A0%D0%9F-%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_7-9-%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B_%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B0.pdf (дата обращения: 12.03.2025).
Чабан Е. А. Организация самостоятельной работы обучающихся при освоении базовых инженерных дисциплин в железнодорожном вузе / Е. А. Чабан, Н. В. Стрикалова // Трансформация транспорта и образования : Труды Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, посвященной 130-летию транспортного образованию в Сибири, Красноярск, 17–19 октября 2024 года. Красноярск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2024. С. 373-377. EDN DCSTIP.
Чабан Е. А. Формирование профессиональных компетенций у обучающихся при изучении базовых инженерных дисциплин // Цифровизация транспорта и образования : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию железнодорожного образования в Сибири, Красноярск, 09–11 октября 2019 года. Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», 2019. С. 473-476. EDN QMZWOW.
Эйлер Л. Основы динамики точки. Первые главы из «Теории движения твердых тел». М.: Главная редакция технико-теоретич. литературы, 1938. 469 с.

References

Bogomaz I. V., Teslenko V. I. (2025). Logical-content lines between physics and mathematics as a basis for professional teacher training in a modern pedagogical university. *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. 2 (238): 43-53. (in Russian).
Bogomaz I. V. (2012). Scientific and methodological foundations of basic training of students of engineering and construction specialties in the context of a projective-informational approach: specialty 13.00.02 «Theory and methods of teaching and education (by areas and levels of education)»: dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences / Bogomaz Irina Vladimirovna. Moscow, 2012. 290 p. (in Russian)
Bogomaz I. V., Fomina L. Y., Chaban E. A., Rudina M. A. (2024). Improving the quality of engineering education based on the relationship between mathematics and mechanics in school education system. *Engineering education*. 36: 74-85. (in Russian).
Bogomaz I. V., Peskovskij E. A., Fomina L. Yu. (2018). Formation of interdisciplinary concepts as an aspect of practice-oriented schooling. *Problems of modern teacher education*. 59-3: 102-109. (in Russian)

Bogomaz I. V., Stepanova I. Yu. (2018). Mathematical knowledge as a fundamental element of propaedeutics of engineering training in secondary schools. *Problems of modern pedagogical education*. 59-3: 99-102. (in Russian)
Butuzov V. F., Kolyagin Yu. M., Lukankin G. L. (2009). Mathematics. 11th grade: for the humanities. Moscow: Drofa, 2009. 240 p. (in Russian)
Chaban E. A. (2019). Formation of professional competencies among students in the study of basic engineering disciplines. *Digitalization of transport and education : Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 125th anniversary of railway education in Siberia*, Krasnoyarsk, October 09-11, 2019: 473-476. (in Russian)
Chaban E. A., Strikalova N. V. (2024). Organization of independent work of students in mastering basic engineering disciplines at a railway university. *Transformation of transport and Education : Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference KRIZHT IrGUPS, dedicated to the 130th anniversary of transport education in Siberia,* Krasnoyarsk, October 17-19, 2024: 373-377. (in Russian)
Decree of the Government of the Russian Federation dated 26.12.2017 № 1642 (as amended on 27.02.2023) «On Approval of the State Program of the Russian Federation «Development of Education» (2023). Available at: https://www.consultant.ru/ document/cons_ doc_LAW_286474/ (accessed 13 March 2025). (in Russian)
Euler L. (1938). Fundamentals of point dynamics. The first chapters from the Theory of Motion of Solids. Moscow: Main Editorial Office of the Technical and Theoretical literatures, 1938. 469 p. (in Russian)
Federal working program of basic general education «Physics» (basic level) (for grades 7-9 of educational organizations) (2023). Available at: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/20_%D0%A4%D0%A0%D0%9F-%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_7-9-%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B_%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B0.pdf (accessed 12 March 2025). (in Russian)
Kolyagin Yu. M. (2001). Russian school and mathematical education. Moscow: Prosveshchenie, 2001. 318 p. (in Russian)
Kostenko I. P. (2011). Dynamics of the quality of mathematical education. Causes of degradation (article one). *Mathematical education*. 2 (58): 2-13. (in Russian)
Kostenko I. P. (2014). 1956-1965. Preparation of the second «fundamental» reform of the Soviet school: the «restructuring» of programs and the «scientific» justification of false ideas (article four). *Mathematical education*. 2 (70): 2-17. (in Russian)
Lerner I. Ya. (1976). Didactic system of teaching methods: Monograph. Moscow: *Znaniye*, 1976. 64 p. (in Russian)
Teslenko V. I., Prokop'eva N. V. (2021). Methodological bases of designing an individual trajectory of continuing professional education. *Innovations in education*. 7: 66-74. (in Russian)