

Гаврилова Тамара Юрьевна,

учитель математики;

Игнатова Ольга Григорьевна,

учитель математики,

МОУ Дергаевская СОШ №23,

д. Дергаево, Раменский район, Московская область

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ТЕМЫ «СТЕПЕННАЯ ФУНКЦИЯ» В КУРСАХ АЛГЕБРЫ И ФИЗИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

Аннотация. В статье рассматривается эволюция понятия степени в курсе основной школы и применение данного понятия в рамках курса физики. Проведен хронологический анализ, а так же рассмотрен ряд задач на применение данного понятия и особенностей его применения, в рамках межпредметных связей.

Ключевые слова: межпредметные связи, степень, физика, алгебра.

Tamara Yu. Gavrilova,

Maths teacher;

Olga G. Ignatova,

Maths teacher,

MEI Dergaevno GES №23,

Dergaevno, Ramenskiy district, the Moscow Region

METHODOLOGICAL ASPECTS OF INTERDISCIPLINARY COMMUNICATION WHEN TEACHING THE TOPIC «EXPONENTIAL FUNCTION» AS A PART OF ALGEBRA AND PHYSICS COURSES OF GENERAL SCHOOL

Abstract. The article considers the evolution of the term “exponent” and the usage of it in the course of physics in general school. The authors conduct a chronological analysis, observe a range of problems with this term and outline the peculiarities of using it in terms of interdisciplinary communication.

Keywords: interdisciplinary communication, exponent, physics, algebra.

*«Пусть кто-нибудь попробует вычеркнуть из математики степени,
и он увидит, что без них далеко не уедешь»*

М.В. Ломоносов

Дифференциация наук обусловила переход к отдельному преподаванию учебных дисциплин в школе. В процессе дробления, как свидетельствует история педагогики, между школьными предметами нарушалась естественная связь, которая существует между предметами и явлениями реального мира. В эпоху Возрождения прогрессивные педагоги замечали этот недостаток и делали попытки устранить его, требуя установления взаимосвязей между предметами в процессе обучения. «Великая дидактика» Яна Амоса Коменского содержит постулат: «Всё, что находится во взаимной связи, должно преподаваться в такой же связи»[1].

Целесообразность такого подхода к обучению детей признавали многие известные педагоги. Наиболее полное раскрытие идея межпредметных связей получила в педагогических сочинениях великого русского педагога К.Д. Ушинского. Использование межпредметных связей, отмечал он, облегчает весь ход обучения, вызывает интерес детей. Данную идею Ушинский относит к числу важнейших в формировании целостных и системных знаний у детей [4]. Его оценка значимости межпредметных связей в обучении оказала огромное влияние на педагогов второй половины XIX - начала XX веков, среди которых Стоюнин В.Я., Бунаков Н.В., Водовозов В.И. и другие.

Общий анализ учебников позволяет отметить, что многие факты и понятия излагаются в них неоднократно по разным дисциплинам, причем повторное их изложение практически мало что прибавляет к знаниям учащихся. У учащихся зачастую не возникает никаких ассоциаций с тем, что это им давно известно благодаря другому предмету. Более того, зачастую одно и то же понятие разными авторами интерпретируется по-разному, тем самым затрудняя процесс его усвоения. Часто в учебниках используются малоизвестные учащимся термины, в учебниках мало заданий межпредметного характера. Многие авторы почти не упоминают, что какие-то явления, понятия

уже изучались в курсах смежных предметов, не указывают на то, что данные понятия будут более подробно рассмотрены при изучении другого предмета.

Физика неразрывно связана с математикой. Математика помогает физике средствами и приёмами общего и точного выражения зависимости между физическими величинами, которые открываются в результате эксперимента или теоретических исследований. Поэтому содержание и методы преподавания физики зависят от уровня математической подготовки учащихся. Программа по физике составлена так, что она учитывает знания учащихся и по математике.

Для реализации межпредметных связей физики и математики при формировании такого понятия как степень необходимо совместное формирование у учащихся математических понятий в курсах физики и математики. Учителю физики целесообразно ознакомиться с содержанием школьного курса математики, принятой в нем терминологией и трактовкой материала с тем, чтобы обеспечить на уроках общий «математический язык».

На первом этапе проведём анализ целей и результатов межпредметной учебной деятельности для учителя (таблица 1).

Таблица 1 – Цели и результаты изучения и применения понятия степени.

	Математика	Физика
Цель	Изучение понятия степени, свойства степеней и преобразование выражений, подготовка к решению заданий ОГЭ	Отработка навыка работы со степенями. Перевод единиц измерения
Результат	Усвоение понятия степени, формирование умения преобразования выражения содержащих степень. Готовность к выполнению заданий ОГЭ и ЕГЭ. Понимание роли математики в повседневной действительности. Применение предметных знаний в нестандартных ситуациях	Обработка результата и анализ полученных данных. Использование возможностей компьютерного эксперимента. Новые возможности и подходы к оформлению результатов экспериментальной работы. Готовность к выполнению заданий ОГЭ и ЕГЭ

Оформление результатов своей деятельности с применением современных технологий и программ.

Формирование целостной картины мира.

Расширение познавательного поля учащихся, которое позволяет по максимуму реализовывать программу (ЕГЭ, ОГЭ), превосходить ее (творчество, проектная деятельность) и дает новые возможности для новой интеграции.

Далее рассмотрим эволюцию изучения и применения данной темы в рамках курсов математики и физики основной школы. Пропедевтика изучения данного понятия начинается ещё в 5 и 6 классах, но основное изучение приходится на 7 класс в рамках предмета «Алгебра». Следует отметить, что именно на 7 класс средней школы приходится период существенных изменений в рамках преподавания предмета «Математика». Во-первых, это разделение одного предмета на два различных, а именно – «Алгебра» и «Геометрия». Во-вторых, это начало изучения нового предмета «Физика», который наиболее тесно связан с курсом «Математики». Например, изучение понятия степени, приобретённых ранее в рамках курса «Математика» (таблица 2).

Таблица 2 – Хронология изучения и применения степенной функции с 5 по 9 класс

Класс	Математика	Физика
5-6 класс	Квадрат и куб числа. Первоначальное знакомство с понятием степени	Не изучается
7 класс	Свойства степени с натуральным показателем. Физические величины. Изменение физических величин. Лабораторная работа «Изменение массы тела на рычажных весах». Плотность. Расчет массы и объема тела по его плотности.	Единицы длины, массы, скорости. Десятичные дроби. Уметь переводить единицы величины в кратные и дольные единицы. Вычисление величин по формулам, решение уравнений с одним неизвестным. Изменение и вычисление величин по

	Архимедова сила. Плавание тел. Лабораторная работа «Выяснение условий плавания тел в жидкостях»	формулам, единицы массы и объема, перевод в кратные и дольные единицы. (пример 1)
8 класс	Корень. Отрицательная степень и ее понятие. Если n — натуральное число, то $a^{-n} = \frac{1}{a^n}, a^{-1} = \frac{1}{a}$ $\left(\frac{a}{b}\right)^{-n} = \left(\frac{b}{a}\right)^n$, в частности, $\left(\frac{a}{b}\right)^{-1} = \frac{b}{a}$	Работа с отрицательными степенями. Перевод величин. Преобразование дробных выражений. Запись удельных единиц: Удельная теплоёмкость воды равна 4200 Дж/кг С. Удельная теплота плавления льда равна $3,4 \cdot 10^5$ Дж/кг. Удельная теплота парообразования воды равна $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг. Удельная теплота сгорания спирта равна $2,7 \cdot 10^7$ Дж/кг. Действия со степенями (пример 2)
9 класс	Повторение и обобщение понятия степени при подготовке к итоговой аттестации. Стандартный вид числа	Закон всемирного тяготения

Пример 1 (7 класс) Определите давление нефти на дно цистерны (рис.1), если высота столба нефти 10 м, а ее плотность 800 кг/м^3 .

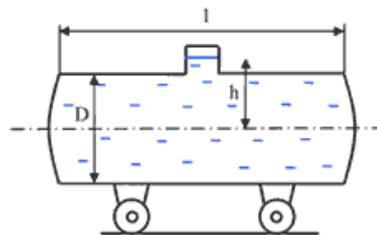


Рисунок 1

Дано:	Решение:
$h=10 \text{ м}$ $\rho = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$p = \rho \cdot g \cdot h = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 10 \text{ м} = 80000 \frac{\text{кг} \cdot \text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^3 \cdot \text{кг}} = 80000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$ $= 80000 \text{ Па} = 80 \text{ кПа.}$
Ответ: 80 кПа	

Особенностью применение темы «Степенная функция» в данной задаче является то, что при работе с единицами измерения, ученик должен применить правило и соответственно уменьшить показатель степени у наименования м³, что вызывает определенные трудности.

Пример 2: Для приготовления чая турист положил в котелок лед массой 2 кг, имеющий температуру 0°C. Какое количество теплоты необходимо в превращение этого льда в кипяток при температуре 100°C? Энергию, израсходованную на нагревание котелка не учитывать. Какое количество теплоты понадобилось бы, если вместо льда турист взял бы из проруби воду той же массы при той же температуре?

Пример оформления решения(учебник)

Дано:	Решение:
m=2кг	$Q_1 = \lambda m$ (плавление льда)
$t_1=0^\circ\text{C}$	$Q_1 = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2\text{кг} = 6,8 \cdot 10^5 \text{Дж.}$
$t_2 = 100$	
°C	$Q_2 = cm(t_2 - t_1)$ (нагревание воды)
$\lambda = 3,4^*$	$Q_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2\text{кг} \cdot (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 8,4 \cdot 10^5 \text{Дж.}$
$10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	
$c=4,2^*$	Общее количество теплоты:
$10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$	$Q = Q_1 + Q_2,$
	$Q = 6,8 \cdot 10^5 \text{Дж} + 8,4 \cdot 10^5 \text{Дж} = 15,2 \cdot 10^5 \text{Дж.}$
Q-?	Ответ: $15,2 \cdot 10^5 \text{Дж.}$

При рассмотрении решения в учебнике, видно что действия осуществляются с числами в стандартном виде, а далее применяется метод группировки и вынесения общего множителя для итогового расчёта теплоты.

Пример оформления решения(ученик)

Дано:	Решение:
m=2кг	$Q_1 = \lambda m$ (плавление льда)
$t_1=0^\circ\text{C}$	$Q_1 = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2\text{кг} = 680000\text{Дж.}$
$t_2 = 100$	
°C	$Q_2 = cm(t_2 - t_1)$ (нагревание воды)

$\lambda = 3,4^*$	$Q_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2\text{кг} \cdot (100 ^\circ\text{C} - 0 ^\circ\text{C}) = 840000\text{Дж}.$
$10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	Общее количество теплоты:
$c = 4,2^*$	$Q = Q_1 + Q_2,$
$10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	$Q = 680000\text{Дж} + 840000\text{Дж} = 1520000\text{Дж} = 1520\text{кДж}.$
Q-?	Ответ: 1520кДж.

В ходе решения в данной задаче учащиеся при выполнении преобразований чаще всего используют преобразования с применением первоначальных знаний о понятии степени ещё из 5-6 класса. При этом в ответе количество теплоты записывать целесообразнее с помощью стандартной записи числа, которая в курсе алгебры изучается в 9 классе(пример 1), тогда как в физике она начинает встречаться уже в 8 классе.

Приведём примеры решения задач для подготовки к ОГЭ и ЕГЭ, использующие свойства степеней и преобразований со степенями:

Пример 3. Расстояние от наблюдателя, находящегося на небольшой высоте h километров над землей до наблюдаемой им линии горизонта вычисляется по формуле: $l = \sqrt{2Rh}$, где $R=6400$ км – радиус земли. С какой высоты горизонт виден на расстоянии 4 километра? Ответ выразите в километрах.

Решение: Задача сводится к решению уравнения, которое требует работы со степенями и преобразованиями единиц измерения: $4 = \sqrt{2 \cdot 6400h}$; $2 \cdot 6400h = 16$; $h = \frac{16}{2 \cdot 6400} = \frac{1}{800} = 0,00125$ км.

Горизонт на расстоянии 4 километра виден с высоты 0,00125 километра.

Ответ: 0,00125 км.

Пример 4. В таблице приведены расстояния от Солнца до четырёх планет Солнечной системы. Какая из этих планет ближе всех к Солнцу?

Планета	Нептун	Юпитер	Уран	Венера
Расстояние, км	$4,97 \cdot 10^9$	$7,781 \cdot 10^8$	$2,871 \cdot 10^9$	$1,082 \cdot 10^8$

1. Нептун 2. Юпитер 3. Уран 4. Венера

Решение: Ближе всего к Солнцу та планета, расстояние до которой меньше. Соответственно от ученика требуется не только умение работать со степенями, осуществлять расчёт, но и знание о правилах сравнения степеней с одинаковым основанием. Сначала смотрим на степени числа 10. У Нептуна и Урана степени числа 10^{-9} , значит они дальше в 10 раз чем Юпитер и Венера, у которых степени 8. Далее сравниваем значения: у Юпитера это 7,7; у Венеры – 1,0; – значит, Венера ближе.

Пример 5. Для определения эффективной температуры звёзд используют закон Стефана-Больцмана, согласно которому $P = \sigma ST^4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$, где P – мощность излучения звезды (в Ваттах), $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8}$ — постоянная, S (м^2) — площадь поверхности звезды (в квадратных метрах), а T – температура (в кельвинах). Известно, что площадь поверхности некоторой звезды равна $\frac{1}{16} \cdot 10^{20} \text{ м}^2$, а мощность её излучения равна $9,12 \cdot 10^{25} \text{ Вт}$. Найдите температуру этой звезды в Кельвинах.

Решение: Задача сводится к нахождению наименьшего решения неравенства $P \geq 9,12 \cdot 10^{25}$ при известных значениях постоянной $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8}$ – и заданной площади звезды $S = \frac{1}{16} \cdot 10^{20}$:

$$P \geq 9,12 \cdot 10^{25} \Leftrightarrow \sigma ST^4 \geq 9,12 \cdot 10^{25} \Leftrightarrow T^4 \geq \frac{9,12 \cdot 10^{25}}{\sigma S} \Leftrightarrow T \geq \sqrt[4]{\frac{9,12 \cdot 10^{25}}{5,7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1}{16} \cdot 10^{20}}} \Leftrightarrow T \geq \sqrt[4]{25,6 \cdot 10^{13}} \Leftrightarrow T \geq \sqrt[4]{256 \cdot 10^{12}} = 4 \cdot 10^3 \text{ К} = 4000 \text{ К}.$$

В данном примере от учащихся напрямую необходимо не только умение работать с формулой и осуществлять преобразования выражений, но и работа со степенями, а именно знание правил вычисления корней из степени.

Успешная деятельность учителя по реализации метапредметных связей требует специальных условий, а именно:

1. координацию учебных планов и программ;
2. координацию учебников и методических пособий;
3. разработанную методику обучения учащихся переносу необходимой информации из одной дисциплины в другую;

4. эффективные способы проверки этого умения.

В результате такой деятельности учащиеся получают возможность:

1. привлекать, и привлекают, понятия и факты из родственных дисциплин для расширения поля применимости теории, изучаемые в данном предмете;

2. привлекать, и привлекают, теории, изученные на уроках других предметов, для объяснения фактов, рассматриваемых в данной учебной дисциплине;

3. привлекать, и привлекают, практически умения и навыки, полученные на уроках родственных дисциплин, для получения новых экспериментальных данных.

Усиление системы межпредметных связей предполагает и совершенствование путей их реализации: планирование этой работы в обучении, координацию деятельности всех участников педагогического процесса; эффективное использование межпредметных (комплексных) семинаров, экскурсий, конференций, расширение практики сдвоенных уроков, на которых могут решаться узловые мировоззренческие проблемы средствами различных учебных предметов и наук одновременно, с участием двух или нескольких учителей.

Очевидно, что в современном быстро меняющемся мире, сопряженным с глобальной неопределенностью и ускорением темпов устаревания знаний, должны быть созданы все необходимые условия для формирования у учащихся новых базовых компетентностей. К этим компетентностям относятся, прежде всего, навыки самообразования, умения применять современные информационные технологии в своей профессиональной деятельности, умения в группе либо самостоятельно разрешать сложные проблемы профессиональной деятельности и т.д. И решать данную проблему, возможно, в том числе с помощью внедрения, изучения и применения межпредметных связей в обучении.

Очень важна и бесспорна необходимость межпредметных связей в обучении. Последовательное и систематическое их осуществление значительно

усиливает эффективность учебно-воспитательного процесса, формирует диалектический способ мышления учащихся. Межпредметные связи – важное дидактическое условие развития у них интереса к знаниям основ наук, в том числе и естественнонаучных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Коменский А.Я. Избранные сочинения / А.Я. Коменский. – М.: Учпедгиздат, 1955. – 287 с.*
- 2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 г. №1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://base.garant.ru/70188902/>*
- 3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2014 г. №2765-р, утверждающее «Концепцию Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы».*
- 4. Ушинский К.Д. Человек как предмет воспитания / К.Д. Ушинский // Собр. соч. – М. – Л., 1950. – Т.8. – С. 17-18.*