

УДК 378.147.88

**Надежда Анатольевна Антонова**  
**Ксения Юрьевна Бабинова**  
г. Челябинск

### **Особенности формирования математической грамотности при обучении физике**

В статье рассматриваются стратегии и методы обучения физике с применением математической грамотности. Раскрыта межпредметная связь между физикой и математикой. Внедрение в физику современного математического языка, в котором ведущую роль играют основные определения и символы математики. Применение основных знаний, формул, перевод величин в систему СИ из одной измерительной системы в другую с использованием методики непрерывного контроля знаний. Рассмотрены проблемы формирования у обучающихся умений математической грамотности при решении физических задач. Даны рекомендации по математической грамотности на уроках физики. Приведены примеры заданий для оценки сформированности математической грамотности. Выделены знания и умения, которыми должны владеть будущие учителя при организации учебного процесса по формированию математической грамотности при обучении физике.

**Ключевые слова:** физика, математика, межпредметная связь, математическая грамотность, рекомендации.

**Nadezhda Anatolyevna Antonova**  
**Ksenia Yurievna Babinova**  
Chelyabinsk

### **Features of mathematical literacy formation in teaching physics**

The article discusses strategies and methods of teaching physics using mathematical literacy. The interdisciplinary connection between physics and mathematics is revealed. The authors view the introduction of a modern mathematical language into physics where the main definitions and symbols of mathematics play a leading role. The application of basic knowledge, formulas and the translation of quantities into SI system from one measuring system to another using the methodology of continuous knowledge control. The article examines the problems of formation of students' mathematical literacy skills in solving physical problems. The authors give recommendations on mathematical literacy in physics lessons. The article presents the examples of tasks for assessing the formation of mathematical literacy. The knowledge and skills that future teachers should possess when organizing the educational process for mathematical literacy formation in teaching physics are highlighted.

**Keywords:** physics, mathematics, interdisciplinary communication, mathematical literacy, recommendations.

Физика формулирует задачи, разрабатывает математические идеи и методы для решения данных задач. Они же служат основой для развития математической теории. Математический аппарат применяется для анализа физических явлений, который, в свою очередь, приводит к разработке новых физических теорий и расширению нашего понимания о мире.

В школе ученики не всегда умеют применять свои математические знания для решения физических задач. Приходя на уроки физики, они не всегда могут эффективно использовать свои математические навыки для верного решения задач физического или

практического характера. Возможно, на это влияет недостаточная подготовка или непонимание математических концепций и их применение в физике [1; 3; 4; 5].

Математика помимо вычислительного аппарата, ещё и идеологически обогащает физику. На уроках математики школьники учатся работать с математическими выражениями, а задача преподавания физики - помочь осознать связь между физическими явлениями и их математическими выражениями и наоборот. Таким образом, развитие математической грамотности и приобретение определенных навыков имеют важное значение для успешного освоения курса физики.

На уроках физики можно применять различные стратегии и методы, способствующие развитию математической грамотности обучающихся. Рассмотрим несколько конкретных стратегий и методов:

#### **Развитие и применение навыков вычисления:**

Очевидно, что развитие вычислительных навыков имеет большое значение у школьников, так как ни одну задачу без данных навыков решить невозможно. Важным этапом в развитии и применении навыков вычисления является знакомство обучающихся с калькулятором.

На уроках математики часто обозначают неизвестную переменную через «х», что редко вызывает у них затруднения при решении физических задач в общем виде. Поэтому следует настоятельно рекомендовать учителям математики использовать разные буквы для обозначения неизвестных в уравнениях с числовыми коэффициентами, рассматривая одно и то же уравнение относительно разных параметров. С другой стороны, учителя физики при решении первых физических уравнений должны более подробно анализировать взаимосвязь между различными величинами, входящими в уравнения, и выяснять, к каким видам функций, изученных на учебных занятиях по математике, они относятся [8].

Умение преобразовать формулу, выразив неизвестный элемент, и потом подставить в нее числовое значение, это один из важных элементов при решении физических задач. И не следует забывать, что физические величины должны быть выражены в системе СИ, иногда задачи удобно решать в тех единицах, которые даны, главное, чтобы они были однородными величинами. Все это требует математических навыков.

#### **Решение задач на практике:**

Решение математических задач с физическим содержанием является связующей точкой между физикой и математикой. Заметив слабые стороны учеников в математике, следует уделить особое внимание и сделать упор на количественные задачи.

Количественные задачи – это задачи, для решения которых необходимо провести вычисления, они бывают простые и сложные. Простые задачи требуют базового анализа и элементарных вычислений, обычно состоящих из одного или двух шагов. Решение таких задач, применяемое в небольшом объеме, помогает уточнить закономерности, изученные недавно. Наиболее простые из них могут быть решены устно [6].

Рационально вначале решать простые задачи, как только ученик освоит принцип, то постепенно переходить к более сложным. Существуют различные способы решения данных задач: арифметический, алгебраический, геометрический, графический или комбинированный.

Школьникам следует обязательно решать задачи, поскольку это позволяет им усвоить законы и принципы физики, а не ограничиваться формальными знаниями. Решение задач помогает конкретизировать знания, развивает умение рассуждать и устанавливать причинно-следственные связи, а также позволяет выделять главное и отбрасывать несущественное.

#### **Применение единых обозначений и понятий:**

Математика уделяет гораздо больше внимания изучению свойств и теории измерения различных величин, таких как расстояние, площадь, объем и угол, чем физика. В этом предмете основательно изучаются их основные свойства, и разрабатывается теория.

На уроках физики и математики необходимо стремиться к единому определению величин. Это поможет лучше закрепить знания и облегчить обучение.

#### **Интеграция математики и физики:**

Следует объединить математику и физику и показать взаимосвязь между ними, это поможет школьникам понять, как математика применяется для решения физических задач. Совместная работа учителей данных предметов, использование единых требований и методов обучения могут ускорить процесс освоения необходимых навыков.

Например, нужно учитывать, что в 7 классе ученики еще не полностью овладели навыками математических вычислений, а значит, решение физических задач вызывает у них затруднение, они тратят много времени на анализ и обработку данных.

Учителям физики стоит активно сотрудничать с коллегами-математиками для развития у обучающихся навыков точных расчетов и операций. Для этого нужно уделять больше внимания вычислениям, как письменным, так и устным, обучать школьников наиболее рациональным приемам решения.

Поэтому стоит включить в программу интегрированные уроки (физика и алгебра), на которых будет уделено особое внимание понятию функции, графику функции и применение графика для описания равномерного движения, что описывает математическое моделирование физических явлений [5; 6; 8].

#### **Использование примеров из реальной жизни:**

Демонстрировать ученикам, как математика применяется для описания и объяснения реальных физических явлений. Например, можно рассмотреть применение математики в сферах науки, медицины или техники, где она играет значимую роль. Знания по математике в первую очередь формируют общепредметные расчетно-измерительные умения.

Примеры задания на оценку математической грамотности при обучении физике.

*Пример 1.* Укажите размах среднесуточной температуры воздуха по следующим данным:  $-23^{\circ}$ ;  $-21^{\circ}$ ;  $-19^{\circ}$ ;  $-17^{\circ}$ ;  $-15^{\circ}$ ;  $-14^{\circ}$ ;  $-12^{\circ}$ ;  $-10^{\circ}$ ;  $-8^{\circ}$ .

*Пример 2.* Велосипедист с одинаковой скоростью, выраженной целым числом, в первый день проехал 85 км, во второй — 51 км. Сколько часов ехал велосипедист во второй день?

*Пример 3.* Кейс «Эффект молнии». Рекомендуемые темы, при изучении которых можно использовать этот кейс: «Свойства действий над числами», «Неравенства», «Функция», «Действия со степенями» – математика, физика – «Электричество».

Молния – зрелищное и известное каждому явление, сопровождающееся раскатами грома. Несмотря на невероятный научно-технический прогресс и человеческие возможности, природа молнии до сих пор малоизучена.

Молния – это мощный электрический искровой разряд, который возникает в газовой оболочке нашей планеты – атмосфере. Как правило, молния возникает во время грозы. Она принимает облик ярких световых вспышек, сопровождающихся громом. Грозовые тучи отчетливо выделяются на фоне остальных за счет насыщенного темного цвета. Темно-синий оттенок появляется из-за толщины облака. При этом нижний его край располагается на высоте около 1 км над поверхностью земли, а верхний достигает 6–7 км в высоту.



Илл.<sup>21</sup>

Для формирования молнии необходимо возникновение и разделение положительных и отрицательных зарядов в грозовом облаке. Вверху грозовая туча со знаком плюс, а внизу – со знаком минус. В результате возникает разница потенциалов. Причем она образуется как между разными частями облака, так и между тучей и землей. Эта разность измеряется в сотнях тысяч вольт. Молния не возникает мгновенно из ничего, хоть и движется она достаточно быстро. Иногда скорость «главной» молнии достигает 50 000 км/с.

### † Задание 1\*

*Понятно, что убежать от молнии не удастся. А есть ли смысл пытаться избежать попадания молнии, если быстро ехать на автомобиле?*

*Ответ:*

---



---



---

### ‡ Задание 2\*

С детства мы все определяли, как далеко бушует гроза по временному интервалу между вспышкой молнии и звуком грома.

*Объясните это явление, учитывая, что скорость света – 300 км/с, а скорость звука – 300 м/с.*

Рис.1. Пример кейса «Эффект молнии»

Пример 4. Задания для оценки сформированности математической грамотности в рамках подготовки к PISA (рис.2).

**Часы**

В музее старинных часов хранятся разнообразные часы – настенные, напольные, каминные, карманные и другие. Многие часы имеют одну особенность – они отстают. Это касается даже часов, находящихся в зале «Современные часы».

Современные механические часы, которые выпускают часовые заводы в России, считаются достаточно надёжными в работе. По степени точности такие часы делятся на три класса.

**Точность хода часов**

Класс точности часов	Часы отстают или спешат на...
Повышенная точность	0—20 секунд в сутки
Первый класс	21—30 секунд в сутки
Второй класс	31—45 секунд в сутки



**5.** Старинные часы, которые висят при входе в музей, отстают на 30 с в сутки. Директор попросил часовщика отрегулировать часы так, чтобы они отставали не более чем на 5 мин, если их не регулировать каждый день.

Как часто часовщику придётся регулировать эти часы? Отметьте один верный вариант ответа и объясните его.

Рис.2. Пример задания PISA

### Возможности электронной формы учебника:

Использование различных медиа ресурсов, дополнительные таблицы (рис. 3), разнообразные задания (рис.4).

**СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ПРИРОДЕ И ТЕХНИКЕ**  
 Для популярных в СССР в различные годы моделей техники указаны максимальные разрешенные техническими характеристиками скорости.

	Скорость, км/ч		Скорость, км/ч
Акула	40	Автомобиль «Нива»	132
Антилопа	80	Автомобиль ВАЗ-2105	145
Бабочка	54	Автобус УАЗ-2206	100
Волк	55—60	Автобус РАФ-2203	120
Воробей	35	Мотоцикл «Иж-Юпитер-5»	125
Ворона	25—32	Мотоцикл «Ява-350»	120
Газель (джейран)	95	Тепловоз	100—160
Галка	46—60	Электропоезд	130—200
Гепард	112	Электропоезд метрополитена	90
Голубь	60—70	Трамвай	65
Грач	41	Трактор	11—35

Рис.3. Дополнительные таблицы

Вычислите значение совершённой работы при перемещении тела из одного положения в другое. Впишите полученные значения для каждого случая.

ОТВЕТ:

по прямой из положения А в положение В:  $A_1 =$   Дж

из положения А через точку D в положение В:  $A_2 =$   Дж

по прямой из положения А в положение С:  $A_3 =$   Дж

Рис.4. Пример задания

Уроки, где сочетаются знания в области физики и математики для рассмотрения и решения конкретных проблем, способствуют формированию комплексного понимания изучаемых вопросов обучающимися, а также развитию навыков решения задач.

Приведем содержание темы «Механические явления» в курсе физики (УМК А.В. Перышкин) и математики (УМК Ю.Н. Макарычев) в 7 классе (таблица 1).

Таблица 1

Содержание темы «Механические явления»

Физика	Математика
Измерение физических величин. Механическое движение. Равномерное и неравномерное движение. Скорость. Единицы скорости. Средняя скорость. Расчет пути и времени движения.	Выражения, тождества, уравнения. Числовые выражения. Выражения с переменными. Сравнение значений выражений. Свойства действий над числами. Тождества, тождественные преобразования. Уравнения и его корни. Линейное уравнение с одной переменной. Решение задач с помощью уравнений.
Механическое движение. Равномерное и неравномерное движение. Скорость.	Функции. Что такое функция. Вычисление значений функции по формуле. График

Единицы скорости. Средняя скорость. Расчет пути и времени движения. Взаимодействие тел. Инерция. Масса. Плотность вещества. Расчет массы и объема тела по его плотности. Сила упругости. Закон Гука. Простые механизмы. Рычаг. Равновесие сил на рычаге.	функции. Линейная функция и ее график. Прямая пропорциональность. Взаимное расположение графиков линейных функций.
Абсолютная и относительная погрешности.	Физические величины. Измерение физических величин. Точность и погрешность измерений.
Механическое движение. Равномерное и неравномерное движение. Скорость. Единицы скорости. Средняя скорость. Расчет пути и времени движения.	Системы линейных уравнений. Линейное уравнение с двумя переменными. График линейного уравнения с двумя переменными. Системы линейных уравнений с двумя переменными. Способ подстановки. Способ сложения. Решение задач с помощью систем уравнений.

#### Методическая подготовка учителя физики:

В организации подготовки школьников к оценке сформированности математической грамотности при обучении физике важную роль играет подготовка самого учителя физики [9; 10]. Представим план работ по дисциплине «Методика подготовки к итоговой аттестации по физике» для будущих учителей по образовательной программе: Физико-математическое образование, осуществляемое нами на базе ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ» г. Челябинска.

1. Особенности формирования математической грамотности при обучении физике (основные определения, обзор основных публикаций, подборка вебинаров, заданий).

2. Конструирование задания для оценки сформированности математической грамотности при обучении физике.

3. Проектирование учебного занятия по требованиям ФГОС ООО, для 7 класса, цель которого подготовка к оценке сформированности математической грамотности при обучении физике по разделу «Механические явления». (Выступление с фрагментом, обсуждение).

Для формирования математической грамотности при обучении физике, учитель физики должен: знать особенности методики; осуществлять отбор учебного материала; готовить методическое обеспечение; подбирать и конструировать задания разного типа, учитывая специфику контрольно-измерительных материалов; планировать и проводить учебные занятия; определять уровень сформированности математической грамотности при обучении физике каждого обучающегося.

Для оценки сформированности математической грамотности при обучении физике мы провели исследование среди обучающихся 7 и 8 класса г. Усть-Катава, в опросе приняло участие 105 человек. По результатам опроса сделали следующие выводы:

- более 95% считают, что математика и физика – это взаимосвязанные предметы;
- к основным сложностям, с которыми сталкиваются респонденты, можно отнести: перевод величин в систему СИ (41%); нахождение величины из формулы (38%); решение задач (36%);
- задача с анализом графика решена учениками (70%), но в тоже время сами построить график не смогли (50%) по данным, которые представлены в задаче, что определяет читательскую грамотность при обучении физике [1; 2];
- с задачей на движение справились 52% школьников;
- округление чисел в физике играет важную роль при проведении точных расчетов и измерений, правильное округление позволяет получать более точные и достоверные

результаты, а также упрощает понимание и интерпретацию данных, 73% обучающихся выбрали верный вариант ответа;

– задача на вывод формулы, справились 32%;

– средний балл сформированности математической грамотности – 3,2.

Анализ проведенного опроса показал, что данная проблема актуальна и требует доработки.

В данной статье были рассмотрены стратегии и методы, способствующие развитию математической грамотности у обучающихся при изучении физики. Интеграция уроков физики и математики способствует развитию всестороннего понимания рассматриваемых вопросов, а также формирует навыки решения математических задач у школьников. В дальнейшем, это упрощает уроки физики и позволяет достичь существенных результатов при обучении физики.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антонова, Н.А. Проблема формирования читательской грамотности при обучении физике / Н.А. Антонова. – Текст : непосредственный // Инновации в образовании. – 2021. – № 1. – С. 25-38.
2. Антонова, Н.А. Текст физического содержания в формировании читательской грамотности / Н.А. Антонова. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы развития общего и высшего образования : межвуз. сб. науч. тр. / под ред. О.Р. Шефер. – Вып. XVIII. – Челябинск : Край Ра, 2022. – С. 43-48.
3. Далингер, В.А. Межпредметные связи физики и математики : пособие для учителей и студентов / В.А. Далингер. – Омск : Обл. ИУУ, 1991. – 96 с. – Текст : непосредственный.
4. Димитриева, Е.С. Интеграция уроков математики и физики / Е.С. Димитриева, Л.Н. Филиппова. – URL: <https://refdb.ru/look/1887375.html> (дата обращения: 02.01.2024). – Текст : электронный.
5. Иванов, А.И. О взаимосвязи школьных курсов физики и математики при изучении величин / А.И. Иванов. – Текст : непосредственный // Физика в школе. – 1997. – № 7. – С. 48-56.
6. Кожекина, Т.В. Взаимосвязь обучения физике и математике в одиннадцатилетней школе / Т.В. Кожекина. – Текст : непосредственный // Физика в школе. – 1987. – № 5. – С. 65-69.
7. Тамашев, Б.И. Некоторые вопросы связи между школьными курсами физики и математики / Б.И. Тамашев. – Текст : непосредственный // Физика в школе. – 1982. – № 2. – С. 54-60.
8. Усова, А.В. Методика обучения физике в средней школе : учеб. пособие для высш. учеб. заведений / А.В. Усова, М.Д. Даммер, О.Р. Шефер. – Челябинск : Южно-Уральский научный центр РАО. – 2023. – 339 с. – ил. – Текст : непосредственный.
9. Комплект оценочных средств для диагностики уровня сформированности компетенций бакалавров педагогического образования по методике обучения и воспитания (информатика, физика) : учеб.-метод. пособие / О.Р. Шефер, Т.Н. Лебедева, Л.С. Носова, Н.В. Лапикова. – Челябинск : Край Ра, 2017. – 124 с. – Текст : непосредственный.
10. Формирование профессиональных компетенций будущих учителей при освоении методических дисциплин / О.Р. Шефер, Н.А. Антонова, Т.Н. Лебедева, С.В. Крайнева [и др.]. – Текст : непосредственный // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 3 (217). – С. 554-560.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Н. А. Антонова, преподаватель кафедры физики и методики обучения физике, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет», г. Челябинск, Россия, e-mail: in-nadya@mail.ru.

К. Ю. Бабинова, студент 5 курса кафедры физики и методики обучения физике, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет», г. Челябинск, Россия, e-mail: kseniababinova02@gmail.com.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

N. A. Antonova, Lecturer, Department of Physics and Methods of Teaching Physics, South-Ural State Humanities Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia, e-mail: in-nadya@mail.ru.

K. Y. Babinova, 5<sup>th</sup> year student, Department of Physics and Methods of Teaching Physics, South-Ural State Humanities Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia, e-mail: kseniababinova02@gmail.com.