

В кн.: «Актуальные проблемы преподавания физики в ВУЗах и школах стран постсоветского пространства. Материалы Международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования» (Москва, 2011 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2011. – 280 с. – С. 47-49. А.В. Бармасов^{1,2}, А.М. Бармасова¹, Т.Ю. Яковлева¹

¹Российский государственный гидрометеорологический университет

²Санкт-Петербургский государственный университет

СТРОГОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ.

8. ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА

Строгость и корректность определений в курсе общей физики особенно актуальна в последнее время, когда начала активно применяться тестовая система оценки знаний учащихся (например, в рамках Единого государственного экзамена в школах, письменных экзаменов или тестирования остаточных знаний в ВУЗах) [1; 2, с. 18-19].

Рассмотрим, как вводится понятие **эффект Доплера** (Doppler effect) в некоторых учебных и справочных пособиях.

Эффект Доплера назван по имени австрийского физика и астронома Кристиана Доплера (Doppler, 1803-1853 гг.), который в 1842 г. впервые теоретически обосновал зависимость частоты колебаний, воспринимаемых наблюдателем, от скорости и направления движения источника волн и наблюдателя относительно друг друга. Экспериментально эффект Доплера был проверен голландским метеорологом и физиком Кристианом Баллотом (Ballot, 1817-1870 гг.), который в 1848 г. поместил духовой оркестр на движущуюся железнодорожную платформу, а на станции собрал группу музыкантов с абсолютным слухом. В том же году эффект Доплера был уточнен французским физиком Арманом Физо (Fizeau, 1819-1896 гг.), а в 1900 г. строго проверен для световых явлений российским астрофизиком Аристархом Аристарховичем Белопольским (1854-1934 гг.).

В учебнике для средней школы с углублённым изучением физико-математических дисциплин написано: «Явление изменения частоты принимаемых волн при движении источника или приемника относительно среды называется эффектом Доплера» [5, с. 330].

В одном курсе общей физики для ВУЗов сказано: «Изменение частоты волны, воспринимаемой наблюдателем, в зависимости от его скорости по отношению к среде, в которой распространяются волны, а также от скорости источника волн по отношению к среде, носит название эффекта Доплера» [7, с. 307]. В другом курсе общей физики в результате рассмотрения мысленного эксперимента авторы приходят к выводу: «Изменение частоты звука при переходе от одной системы отсчета к другой носит общее название эффекта Доплера» [8, с. 367]. Ещё в одном известном учебном пособии написано: «Если же источник или приемник либо оба они движутся относительно среды, то частота ν , воспринимаемая приемником, может оказаться отличной от ν_0 . Это явление называется эффектом Доплера» [10, с. 300].

Все эти определения разными словами характеризуют тот эффект, который и назван в честь Доплера. При этом все эти определения соответствуют определениям, данным в наиболее компетентных справочных пособиях. Так, и Физическая энциклопедия, и Физический энциклопедический словарь констатируют: «Доплера эффект – изменение частоты колебаний ω или длины волны λ , воспринимаемой наблюдателем при движении источника колебаний и наблюдателя друг относительно друга» [11, с. 15; 12, с. 183]. Аналогичное определение дают Политехнический словарь: «Доплера эффект – изменение частоты волн (звуковых, электромагнитных), регистрируемых наблюдателем, в зависимости от направления и значения скорости относит. движения наблюдателя и источника волн» [9, с. 161] и Большой энциклопедический словарь: «Доплера эффект – изменение дл. волны λ (или частоты), наблюдаемое при движении источника волн относительно их приёмника» [4, с. 408].

Ни в коей мере не оспаривая все эти определения, стоит отметить два важных (по мнению авторов) момента.

Первое. На самом деле частота и длина волны источника не изменяются. Изменение происходит лишь для приёмника. Т. е. приёмник воспринимает иную частоту излучения и ему лишь кажется, что изменилась частота излучения источника. В большинстве приведённых определений этот факт неявно отмечен фразами о частоте, «воспринимаемой» или «регистрируемой» приёмником. Может быть, стоит факт неизменности оригинальной частоты излучения источника подчеркнуть словосочетанием «кажущееся изменение»? [3, с. 131].

Второе. В эффекте Доплера принципиально важно, что при движении источника колебаний и наблюдателя друг относительно друга меняется расстояние между источником и наблюдателем. Пусть источник движется по окружности вокруг наблюдателя. В этом случае не будет изменения

В кн.: «Актуальные проблемы преподавания физики в ВУЗах и школах стран постсоветского пространства. Материалы Международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования» (Москва, 2011 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2011. – 280 с. – С. 47-49. расстояния, а, следовательно, не будет и эффекта Доплера. Таким образом, представляется недостаточным указывать на движение источника и приёмника друг относительно друга, а стоит подчеркнуть, что эффект Доплера наблюдается при изменении расстояния между источником и приёмником.

В некоторых учебниках этот факт подчёркнут, но достаточно сложным образом, посредством введения лучевой скорости источника: «Эффектом Доплера называется изменение частоты принимаемых волн при относительном движении их источника и наблюдателя (приёмника волн)... При удалении источника частота принимаемых волн уменьшается, а при его приближении эта частота увеличивается. Если же источник движется перпендикулярно лучу зрения, то... эффект Доплера отсутствует» [6, с. 28-30].

В результате можно предложить такое общее определение эффекта Доплера: «Эффект Доплера – кажущееся изменение частоты или длины волны, воспринимаемое наблюдателем (приёмником) при изменении расстояния между источником колебаний и наблюдателем».

1. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 1. Материальная точка / В материалах Совещания заведующих кафедрами физики ВУЗов России: «Актуальные проблемы преподавания физики в ВУЗах России». – М., 29 июня – 2 июля 2009 г.
2. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 4. Вектор и векторная величина / В кн.: «Школа и ВУЗ: Инновации в образовании. Межпредметные связи естественных наук: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической интернет-конференции» / отв. за вып. А.В. Бармин. – Орёл: ОрёлГТУ, 2009. – 180 с. – С. 18-19.
3. Бармасов А.В., Холмогоров В.Е. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны / Под ред. А.П. Бобровского. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 256 с. – Серия «Учебная литература для вузов». – ISBN 978-5-94157-730-9.
4. Большой энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, СПб.: Фонд «Ленинградская галерея», 1993.
5. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Учеб. пособие: В 3 кн. Кн. 1. Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 352 с. – ISBN 5-9221-0107-2.
6. Громов С.В. Физика: Оптика. Тепловые явления. Строение и свойства вещества: Учеб. для 11 кл. общеобразоват. Учреждений / С.В. Громов; Под ред. Н.В. Шароновой. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 2001. – 287 с.
7. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. Том 1. Механика, молекулярная физика, колебания и волны. Изд. 5-е, стер. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1972. – 340 с.
8. Ландау Л.Д., Ахиезер А.И., Лифшиц Е.М. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1965. – 384 с.
9. Политехнический словарь / Редкол.: А.Ю. Ишлинский (гл. ред.) и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – 656 с. ил. – ISBN 5-85270-003-7.
10. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 4-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2005. – 496 с. – (Учебники для вузов. Спецальная литература). – ISBN 5-8114-0631-2.
11. Физическая энциклопедия / Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Балдин, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. – М.: Сов. энциклопедия. Т. 2 Добротность – Магнитооптика. 1990. – 703 с., ил. – ISBN 5-85270-061-4.
12. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – 944 с., ил.