



Астрономическое
образование

2026, № 1

Астрономия и школа

Ключевые слова:

физика, интеграция дисциплин,
графические методы решения задач,
методика преподавания физики,
методика преподавания астрономии

*belovfa@mail.ru

Уровни интеграции дисциплин «Физика» и «Астрономия» на примере задач с графическим содержанием

Ф. А. Белов*^{1,2}

¹Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

²Лицей прикладных наук имени Д.И. Трубецкова, г. Саратов

Аннотация

В представленной работе изложены варианты определения уровней интеграции дисциплин школьного курса «Физика» и «Астрономия». Несмотря на отсутствие предмета «Астрономия» как обязательного для изучения в настоящее время, во многих образовательных организациях действуют кружки и факультативы, направленные на освоение этого направления. Процесс интеграции предмета с физическими методами и идеями является естественным и методически целесообразным, так как позволяет обеспечить более прочное положение астрономической картины мира в сознании выпускника современной школы.

Рассматривая особенности интеграции дисциплин школьного курса «Физика» и «Астрономия», следует отметить объективную необходимость такой работы в силу отсутствия предмета «Астрономия» в современных учебных планах в качестве обязательного. Преподавание астрономии сегодня ограничивается вариантами внеурочной деятельности и курсами в системе дополнительного образования. В связи с этим необходимость включения астрономических знаний и методов в современный курс физики обусловлена возможностью компенсировать наблюдаемый дефицит, игнорирование которого приводит к формированию неполной картины мира у выпускника школы.

Дидактически обоснованная и методически целесообразная интеграция физики и астрономии должна проводиться в зависимости от поставленных в образовательном процессе целей, уровня подготовленности аудитории, которой предлагается соответствующий учебный материал, и опыта педагога, проектирующего образовательный процесс. Можно выделить как минимум три очевидных уровня интеграции, закладывающих базовую основу такой работы:

- i. сюжетная интеграция;
- ii. интеграция объектов исследования;
- iii. интеграция методов исследования.

В качестве критерия отнесения той или иной задачи к соответствующему уровню можно рассматривать глубину и характер используемых межпредметных связей. Если в рамках физической задачи, сформулированной абстрактным образом, астрономические объекты выступают лишь «героями» сюжета и не происходит обращения к их уникальным астрофизическим свойствам, то можно констатировать сюжетный уровень интеграции. При включении в условие задачи характеристик астрономических объектов, которые обычно не встречаются в физических примерах и относятся к предметному содержанию дисциплины «Астрономия», можно говорить о более глубоком уровне интеграции, который мы назвали интеграцией объектов исследования. Наконец, если при решении задачи, кроме стандартных подходов к решению физических задач, требуется применение специфических методов астрономии (законов Кеплера, метода параллактического смещения, систем летоисчисления и т. п.), следует говорить об интеграции методов. Рассмотрим предложенную классификацию на конкретном примере.

Поступило в редакцию 27.01.2026
После доработки 16.02.2026
В печать 16.02.2026
Опубликовано 20.03.2026

journal.astroedu.ru

1. Сюжетная интеграция

Сюжетный уровень является наиболее простым и не требует существенной подготовки от педагога. При этом он наиболее доступен для учащихся, так как в очевидном виде не предполагает специальных начальных знаний, когда интеграция идёт из астрономии в физику. В качестве примера рассмотрим задачу, посвящённую графическому анализу движения.

Приведённый на рис. 1 график зависимости скорости v (в м/с) от времени t (в с) типичен для курса физики 9 или 10 класса. Предлагаемый в связи с ним обычный набор вопросов связан с нахождением пройденных на разных участках расстояний, сравнением ускорений, оценкой средней скорости, а также определением координаты (или пути) в заданный момент времени и т. п. Традиционный сюжет задачи, использующей такой график, связан со стандартными для практических примеров в курсе физики объектами — движением автомобиля, животных, людей и т. п.

Замена единиц измерения скорости, например, на а.е./ч, и формулировка условия, связанного с астрономическим объектом, позволяют перевести тот же перечень вопросов в плоскость простейшей сюжетной интеграции астрономии и физики.

Условие задачи

Космический аппарат будущего движется так, что его скорость изменяется в соответствии с графиком на рис. 2. При движении из внутренней области Солнечной системы скорость некоторое время возрастает; затем, после короткого интервала равномерного движения, она ненадолго увеличивается для коррекции курса. После этого скорость возвращается к меньшим значениям и в дальнейшем не изменяется.

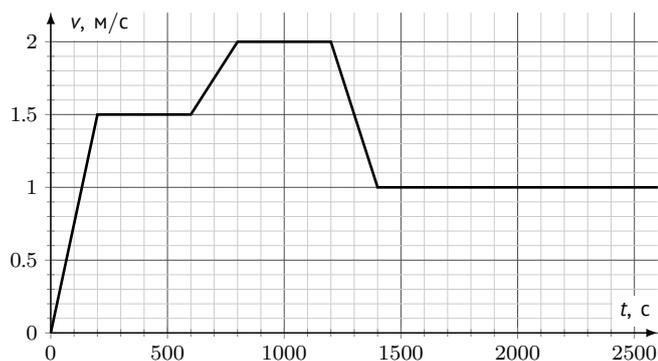


Рис. 1. График зависимости скорости v от времени t в единицах СИ

К такому условию можно сформулировать ряд вопросов, не требующих специфических астрономических знаний и решаемых на основе известных физических законов:

Вопрос 1. Сколько времени в совокупности космический аппарат движется равномерно в первые 2000 часов своей миссии?

Вопрос 2. Какое максимальное ускорение он может развивать и на каком участке графика это происходит?

Вопрос 3. С какой средней скоростью движется аппарат на этапе установления скорости до момента, когда она перестаёт изменяться?

Перечень вопросов можно продолжать, проверяя навыки чтения графиков и построения иных графических зависимостей (ускорения, пути или координаты) по заданному графику, а также варьируя уровень сложности в зависимости от класса. При этом мы всё равно остаёмся в плоскости закрепления или проверки физических знаний и навыков.

Начиная предлагать обучающимся задачи интегрированного типа, разумно на первом этапе включать в работу именно такие примеры. Однако останавливаться на уровне сюжетной интеграции не следует, иначе дальнейшая польза от неё будет ограниченной: новых знаний школьники не приобретут, метапредметные навыки не расширятся, а сюжетные линии достаточно быстро станут привычными. Основная цель сюжетной интеграции состоит в том, чтобы познакомить школьника с нестандартными сюжетами, сформировать интерес к изучению астрономии в единстве с физикой и расширить его практический опыт. Сама задача остаётся в большей степени физической, чем астрономической, или хотя бы интегрированной.

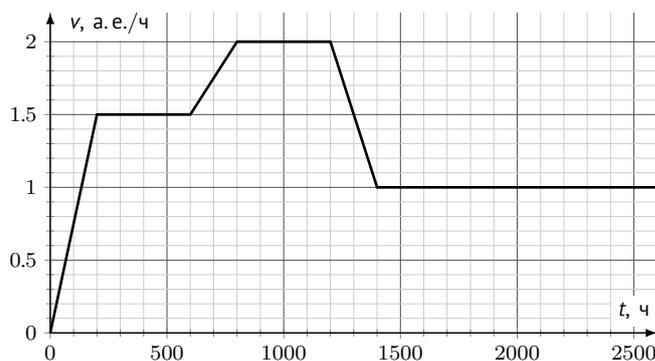


Рис. 2. Тот же график зависимости $v(t)$ с «астрономическими» единицами измерения скорости

2. Интеграция объектов исследования

Уровень интеграции объектов исследования предполагает, что в физические сюжеты задач встраиваются элементы астрономических знаний, касающиеся отдельных характеристик объектов и параметров, изучаемых обеими дисциплинами. В частности, в продолжение той же задачи, приведённой в качестве примера, можно предложить ряд вопросов этого уровня:

Вопрос 4. Какое время потребуется космическому аппарату для достижения пояса Койпера?

Вопрос 5. На каком расстоянии, по современным оценкам, находится сфера Хилла Солнца, если известно, что аппарат сможет её достичь только по истечении 126 тыс. ч движения?

Вопрос 6. Во сколько раз необходимо увеличить скорость аппарата в каждой точке графика, чтобы за 2000 ч, при сохранении характера изменения скорости, он смог достичь Проксимы Центавра (4.2 св. года от Солнца)? Возможно ли это?

Не требуя от школьника применения, возможно, пока незнакомых законов астрофизики, мы предлагаем ему применить знания физики к реальным астрономическим объектам. Цель интеграции на объектном уровне – поддержание заложенного интереса, расширение знаний об астрономических явлениях и введение в урок методически обоснованных поводов к обсуждению отдельных астрономических объектов. При этом задача становится не просто физической с нестандартным сюжетом, а может быть названа интегрированной.

3. Интеграция методов исследования

Развивая пример, начатый выше, приведём вопросы, соответствующие этому уровню ещё более глубокой связи дисциплин:

Вопрос 7. К какой дате аппарат пройдёт путь в 10 тыс. а. е., если он вылетел с Земли 01.03.2025?

Вопрос 8. За какое время корабль сможет достичь звезды Барнарда, параллакс которой составляет 547 миллисекунд дуги?

Вопрос 9. Есть ли шанс у такого аппарата выйти за пределы нашей Галактики? Известно, что скорость движения Солнца вокруг центра Галактики составляет примерно 217 км/с, и если бы оно двигалось примерно втрое быстрее, то со временем покинуло бы Млечный Путь.

При ответе на данные вопросы школьнику предлагается использовать специфические методы и навыки, знакомые из курса астрономии, и применить их к тому же объекту, физика которого исследуется в задаче. В вопросе 7 потребуются знания календарных систем исчисления времени, а результат зависит от даты старта и учёта високосных лет, попавших в соответствующий диапазон. В вопросе 8 для оценки продолжительности полёта потребуется сначала определить расстояние до звезды, используя связь годичного параллакса с расстоянием.

В вопросе 9 используется понятие «четвёртой» космической скорости, которой принято называть скорость, достаточную для выхода за пределы Галактики. С одной стороны, этот вопрос проще предыдущих двух, так как требуется лишь сравнить скорость равномерного движения аппарата со скоростью выхода из Млечного Пути, приведённой в условии. С другой стороны, без понимания того, что для преодоления гравитации Галактики необходима вполне определённая скорость, дать корректное объяснение ответа невозможно.

Можно констатировать, что на третьем уровне интеграции задача становится в большей степени астрономической, чем физической. Однако вопросы такого рода допустимо включать в содержание учебного материала в ходе изучения предмета «Физика», дополняя их при необходимости пояснениями астрономических законов и правил, неизвестных учащимся. В этом случае интеграция фактически останется на уровне объектов исследования, так как применения уже накопленного объёма знаний не потребуются (если в условии сразу приведён готовый закон). Выход на уровень интеграции методов, конечно, возможен только при условии, что со школьниками ведётся работа по изучению астрономии, либо при условии, что они достаточно долго работали на уровне интеграции объектов исследования и успели накопить определённый объём знаний в этой области.

Заключение

Подводя итог, отметим, что предложенная классификация уровней интеграции не является единственно верным вариантом описания глубины межпредметных связей и представляет собой авторское видение данного вопроса. Выделение сюжетной, объектной и методологической интеграции может помочь практикующему учителю в проектировании эффективного образовательного процесса, в полной мере удовлетворяющего фундаментальным дидактическим принципам системности,

посильности и научности, и в достижении целей, побудивших его обратиться к интеграции дисциплин. Рассмотренные подходы открывают возможности для дальнейших исследований в рамках отдельных тематических разделов дисциплин «Физика» и «Астрономия», а также для разработки системной последовательности рабочих листов и подборок задач иных форматов.

Приложение А. Ответы на вопросы в примерах

1. Аппарат движется равномерно 1400 ч в совокупности на втором, четвёртом и шестом участках движения.

2. Максимальное ускорение достигается на первом участке движения. Оно равно $7.5 \cdot 10^{-3}$ а.е./ч².

3. Средняя скорость на участке от старта до момента установления скорости составляет $\frac{11}{7}$ а.е./ч.

4. Пояс Койпера (внутренняя граница соответствует радиусу орбиты Нептуна, 30 а.е.) аппарат достигнет за ≈ 89 ч полёта.

5. По современным оценкам радиус сферы Хилла (внешней границы Солнечной системы, где заканчивается преимущество гравитационного влияния Солнца) составляет около 2 св. лет, или 126 тыс. а.е. Отвечая на этот вопрос, решающий в целом вправе пренебречь первыми 1400 ч неравномерного движения, так как путь, пройденный за это время, составляет всего 2200 а.е. Точный расчёт с учётом неравномерного участка существенно ответ не изменит.

6. Путь, пройденный за 2000 ч, составляет 2800 а.е. Пропорциональное увеличение площади под графиком до 4.2 св. года (это ≈ 266 тыс. а.е.) требует увеличения скорости в каждой точке примерно в 95 раз. В этом случае максимальная скорость окажется равной 190 а.е./ч $\approx 8 \cdot 10^6$ км/с, что существенно превышает скорость света. Следовательно, в рамках современных представлений о предельности скорости света в нашей Вселенной такой вариант невозможен.

7. 10 тыс. а.е. будут пройдены через 9200 ч после старта, что соответствует 19 марта 2026 г., так как 2026 год невисокосный.

8. Время полёта составит ≈ 380 тыс. ч. ≈ 43 года.

9. Да, так как скорость установившегося движения аппарата 1 а.е./ч $\approx 4.16 \cdot 10^4$ км/с много больше приведённой в условии «четвёртой» космической скорости ≈ 217 км/с $\times 3 \approx 0.07 \cdot 10^4$ км/с.

Астрономическое образование, 2026. Материал предоставлен на условиях лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 (С указанием авторства – С сохранением условий). Разрешено свободно делиться (обмениваться) – копировать и распространять материал на любом носителе и в любом формате в любых целях, включая коммерческие; адаптировать (создавать производные материалы) – делать ремиксы, видоизменять и создавать новое, опираясь на этот материал в любых целях, включая коммерческие; при условии обеспечения соответствующего указания авторства, предоставления ссылки на лицензию и обозначения изменений, если таковые были сделаны. Производные материалы должны распространяться на таких же условиях.