

## ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ФУНДАМЕНТАЛЬНОСТИ ЗАКОНОВ ВСЕЛЕННОЙ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

*Лейканд Виктория Борисовна,  
учитель физики  
МБОУ Школы № 65 г. о. Самара*

*Природа проста и не роскошествует излишними причинами.  
Исаак Ньютон*

Большинство педагогов, и я в их числе, ставят целью своей деятельности сформировать у каждого ребенка своевременное научное представление об окружающем мире. Фундаментальные астрономические знания – это базовый компонент естественно-научной картины мира, культуры человека и человеческого общества в целом. Формирование у школьников знаний о строении и эволюции Вселенной – одна из основных целей как физического, так и астрономического образования. Е. П. Левитан сформулировал эту цель следующим образом: «...В эпоху непрерывного опережающего образования надо стимулировать... стремление к более высоким уровням образования» [3]. Современная астрономия – сложный для изучения предмет в связи с высочайшим уровнем астрономических и астрофизических наблюдений и их последующей интерпретации. Она учитывает большое количество всевозможных условий, требует прекрасного владения аппаратом математики. Именно астрономия вызывала к жизни практически все разделы математики вплоть до XX в., да и в настоящее время она дает множество задач для математического моделирования ненаблюдаемых, но предполагаемых явлений [2].

Для формирования полной и современной физической картины мира и предусмотрены часы астрономии в программе физики в девятом и одиннадцатом классах. Этих часов немного, но тем большая ответственность лежит на педагоге – сжато, но емко дать представление об основных космических объектах, величинах и масштабах космоса, а также формировать представление о фундаментальности законов Вселенной.

Темой данной статьи была выбрана связь между законами И. Кеплера, которые изучаются в курсе астрономии, с законами И. Ньютона, которые изучаются на уроках физики в девятом и на более глубоком уровне в десятом классе. Таким образом, выпускники как девятого, так и одиннадцатых классов могут получить представление о взаимосвязи двух основополагающих систем законов.

Обе темы – и законы Ньютона, и законы Кеплера – достаточно сложны для изучения, понимания и применения, так как требуют развитого математического аппарата и почти философского умения анализировать и обобщать научные факты. Но мой опыт показывает, что старшеклассники вполне способны овладеть ими.

Для урока с примерным названием «Законы Кеплера и физика Ньютона» можно предложить следующие цели:

1. Формировать знания основных законов движения тел – законов Ньютона, углублять представление о динамике – разделе физики, объясняющем причины движения. Изучить астрономические термины, необходимые для изучения законов Кеплера.

2. Используя различные педагогические технологии (технологии проблемного обучения и критического мышления), создавать условия для того, чтобы ребята учились самостоятельно искать информацию, формулировать закономерности, обобщать.

3. Проводить работу по овладению методами научного исследования. Показать, что наблюдения Т. Браге, открытие законов И. Кеплера и их уточнение И. Ньютоном – примеры познаваемости мира и его закономерностей.

Этих целей можно достичь через решение нескольких, связанных между собой задач.

Во-первых, задача обучающая – познакомить обучающихся со значением термина «небесная механика» (предмет, методы и инструменты исследования, связь с другими науками, основные этапы развития), дать представление о космическом явлении – движении космических тел

в центральном поле тяготения и их траекториях. Формировать умение объяснять космические явления на основе законов динамики.

Во-вторых, задача воспитательная – показать значимость развития науки и вклада ученых в развитие представлений о строении Вселенной. Акцентировать внимание учащихся на том, что открытые законы природы (Кеплера, Ньютона) используются не только для более глубокого познания природы (например, для определения масс небесных тел), но и для решения практических задач (в космонавтике). Такая задача позволит внедрять элементы политехнического и трудового воспитания в ходе изложения материала. Особенно легко и логично это можно сделать в школах нашего города, признанного космической столицей России. Можно рассказать ребятам о предприятиях аэрокосмического кластера, таких как АО «РКЦ «Прогресс», ПАО «Кузнецов», АО «Научно-исследовательский институт «Экран» и др. Самара бережно хранит память о людях, внесших огромный вклад в освоение космоса, передает эту память из поколения в поколение.

В-третьих, перед учителем стоит развивающая задача: формировать умение анализировать полученную информацию, обобщать и систематизировать изученный материал, помочь в выяснении роли опыта и теории в становлении динамики и небесной механики, объяснить границы применимости теорий.

На таком уроке естественным образом возникают межпредметные связи: физика (закон всемирного тяготения), черчение (вид объекта в различных проекциях), математика (расчеты по формулам, которые содержат квадраты или кубы неизвестных величин), обществознание (понятие о законах природы как части нашего мира), астрономия. Благодаря этим связям можно формировать у старших школьников умение решать задачи на применение законов движения космических тел.

Урок «Законы Кеплера и физика Ньютона» логично проводить после изучения учащимися темы «Закон всемирного тяготения». Большое количество вводимых понятий, сведения из геометрии и новые формулы делают его достаточно сложным. Особое значение приобретают четкое изложение нового материала, его логическая последовательность, которая задается планом урока (примерный план будет представлен ниже). На данном уроке продолжается рассмотрение вопроса о развитии представлений о строении Солнечной системы. Важно подчеркнуть, что Кеплер открыл свои законы опытным путем, а Ньютон аналитическим путем вывел эти законы из своего закона всемирного тяготения. В дальнейшем учащиеся смогут убедиться в том, что законы Кеплера и закон тяготения Ньютона имеют всемирный характер, причем закон всемирного тяготения не только является основным законом небесной механики, но и играет решающую роль в анализе различных космогонических и космологических процессов [5].

Для большей наглядности можно использовать презентационные слайды, включать в урок качественные видеоматериалы. Так, лично на меня произвели большое впечатление видеоуроки «Астрономия для старших школьников». Их автор и ведущий – Владимир Георгиевич Сурдин – советский и российский астроном и популяризатор науки, кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга, доцент физического факультета МГУ [6]. Его изложение сложнейшего материала доступно, интересно, наглядно, вызывает интерес и стремление к новым знаниям.

На первом этапе урока следует рассказать обучающимся об исторических событиях, сопутствовавших открытиям Ньютона и Кеплера. Красной нитью через урок должно протянуться главное представление о последовательности и взаимосвязи трех наук – астрономии (открытия и работы Т. Браге), математики (математическая формулировка законов И. Кеплера) и физики (законы И. Ньютона).

После открытия Коперником гелиоцентрической системы мира ученые начали поиски закономерностей, которым подчиняется движение планет вокруг Солнца. Датский астроном Тихо Браге, многие годы наблюдая за движением планет, накопил многочисленные данные, но не сумел их обработать. Это сделал его ученик Иоганн Кеплер. Им и были открыты три закона движения планет вокруг Солнца. Но причину, по которой все планеты движутся определенным образом, Кеплеру найти не удалось. Это удалось Исааку Ньютону. Он выдвинул гипотезу о том, что движение планет по орбитам вокруг Солнца и падение тел на Землю вызваны одной и той

же причиной – тяготением, которое существует между всеми телами. Современные историки показывают, что такая догадка высказывалась учеными и до Ньютона. Но именно он из этой гипотезы сделал очень важный вывод, который и привел его к открытию закона Всемирного тяготения. Этим результатом соображения Ньютона отличались от догадок других ученых, например, от догадок Гука, который тоже считал, что между телами действуют силы тяготения [1]. Перечисленные важные факты из истории физики просто необходимо рассказывать ребятам, не ограничиваясь лишь решением задач по теме. Чтобы многочисленные сведения были систематизированы, а не остались нагромождением разрозненных фактов, я обычно предлагаю ребятам оформить их в виде таблицы:

Таблица

**Этапы развития небесной механики**

Ученый	Метод и инструменты познания	Результат
Тихо Браге (1546–1601)	Систематические высокоточные астрономические наблюдения	Многочисленные сведения о движении небесных тел, разработка и изготовление астрономических инструментов для обсерватории
Иоганн Кеплер (1571–1630)	Астрономические наблюдения, их обработка и последующая математическая интерпретация	Законы движения планет Солнечной системы, создание астрономических таблиц, предсказание спутников Марса
Исаак Ньютон (1642–1727)	Наблюдения, разработка математического аппарата для интерпретации и применения астрономических и физических наблюдений, обработки экспериментальных данных	Закон всемирного тяготения, законы динамики, основы физической оптики, создание первого телескопа-рефлектора, окончательное утверждение гелиоцентрической системы мира

Попутно необходимо обратить внимание учащихся на развитие в ходе истории различных материалов, инструментов и приспособлений. Интересным и важным фактом, например, является постепенный переход от деревянных углоизмерительных инструментов к металлическим, когда появились достижения в области обработки металлов. Этот переход как раз относится к периоду открытий Браге и Кеплера. Здесь также уместно будет ввести элементы профориентационной работы, ведь в Самаре так много предприятий связаны с металлообработкой.

Следующим этапом урока будет формулировка и математическая запись законов Кеплера. Законы Кеплера – три соотношения, описывающие идеализированную гелиоцентрическую орбиту планеты. Для их понимания и последующего применения необходимы прочные знания в области как алгебры, так и геометрии. Целесообразно продемонстрировать как слайды презентации, так и рисунки на доске – с пояснениями и расшифровками условных обозначений (см. рис.).

Стоит еще раз подчеркнуть, что именно соотношения (законы) Кеплера позволили Ньютону постулировать закон всемирного тяготения.

И на последнем этапе урока учитель предлагает ребятам перейти от теории к практике через решение задач. Они могут быть качественными, графическими, расчетными. Приведем несколько примеров задач для школьников на законы Кеплера.

Как меняется значение скорости движения планеты при ее перемещении от афелия к перигелию?

В какой точке эллиптической орбиты потенциальная энергия искусственного спутника Земли минимальна, а в какой – максимальна и почему? Та же задача формулируется для кинетической энергии спутника.

Большая полуось орбиты Марса 1,5 а.е. Чему равен звездный период его обращения вокруг Солнца?

Вычислите период обращения Нептуна вокруг Солнца, зная, что его среднее расстояние от Солнца равно 30 а.е.

Звездный период обращения Юпитера вокруг Солнца составляет 12 лет. Каково среднее расстояние от Юпитера до Солнца? [7].



Рис. Законы Кеплера

Учащиеся решают задачи сначала совместно, с помощью педагога, затем самостоятельно. Обязательно следует напомнить ребятам о связи между единицами системы СИ и астрономическими единицами: астрономическая единица (а.е.) принята равной 149 597 870 700 метров.

В заключение хотелось бы отметить, что, согласно Концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные образовательные программы, утвержденной Решением коллегии Министерства просвещения Российской Федерации в 2019 году, целями обучения физике в школе являются формирование интереса и стремления учащихся к научному изучению природы; развитие представлений о научном методе познания и формирование исследовательского отношения к окружающим явлениям; формирование научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики. Концепция рекомендует формирование представлений о ведущей роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий, а также знания о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанных с физикой [3]. Думаю, что уроки, посвященные взаимосвязи физики и астрономии, на которых формируются знания, умения и навыки в области небесной механики, рассказывается о роли и значении города Самара в истории и развитии космонавтики, прекрасно служат достижению этих целей.

#### Литература

1. Аносов Д. В. От Ньютона к Кеплеру. – М.: МЦНМО, 2006. – 272 с.
2. Дробчик Т. Ю. Преподавание астрономии школьникам: проблемы и перспективы / Т. Ю. Дробчик, Б. П. Невзоров // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2018. – № 1(29). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prepodavanie-astronomii-shkolnikam-problemy-i-perspektivy> (дата обращения: 14.04.2024).
3. Концепция преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные образовательные программы. – URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/60b620e25e4db7214971c16f6b813b0d/download/2676/> (дата обращения: 14.04.2024).

4. Левитан Е. П. *Астрономия. 11 класс. Книга для учителя: учебное пособие для общеобразовательных организаций.* – М.: Просвещение, 2021. – 130 с.
5. Мякишев Г. Я. *Физика – 10 / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под редакцией Н. А. Парфентьевой.* – М.: Просвещение, 2024. – 432 с.
6. Сурдин В. Г. *Эволюция системы шаровых звездных скоплений: автореф. дис. ... к. ф.-м. н.* – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 8 с.
7. Чаругин В. М. *Астрономия (базовый уровень). 10–11 классы.* – М.: Просвещение, 2020. – 184 с.