
[Выберите дату]

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА КООРДИНАТ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ	8
1.1 Основные положения изучения метода координат в школе	8
1.2 Анализ школьных учебников по математике	10
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА КООРДИНАТ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ АСТРОНОМИИ	14
2. 1. Определение систем координат в современной астрономии	14
2.2 Плоские системы координат и позиционирования в астрономии:	20
2.2.1 Галактическая система координат	20
2.2.2. Определение расстояний до небесных тел. Параллакс.....	21
2.2.3. Горизонтальный экваториальный параллакс	22
2.2.4. Годичный параллакс	24
2.3. Пространственные системы координат:	26
2.3.1. Горизонтальная система координат	26
2.3.2. Экваториальная система координат.....	28
2.3.3. Эклиптическая система координат	32
ГЛАВА 3. ОБУЧЕНИЕ АСТРОНОМИИ НА ОСНОВЕ ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	36
3.1. Игровые технологии в современном образовательном процессе.....	36
3.2. Игровая технология «ВРЕМЯ АСТРОНОМИИ» в задачах связанных с системами координат и позиционирования	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	41
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	43
Приложение 1. Дидактическая игра «ВРЕМЯ АСТРОНОМИИ».....	46
Приложение 2. Сертификат финалиста	48

ВВЕДЕНИЕ

Астрономические знания являются одним из важнейших компонентов научной картины мира, создаваемой в сознании школьников, и необходимы для формирования их научного мировоззрения. Начальное астрономическое образование учащихся средних учебных заведений признается всеми современными педагогами и учеными-методистами.

Основной целью обучения становится развитие самого учащегося как личности, его способностей и творческого потенциала. Такая позиция ведет к принципиальным изменениям в подходе к обучению, в характере взаимодействия ученика и учителя с тем, чтобы ученик действительно стал субъектом учебного процесса, и в центре внимания педагогов находилась познавательная деятельность учащихся, а не преподавание [19].

В современном мире общекультурный уровень, формируемый в школе, является фундаментом для непрерывного образования на протяжении всей жизни. Поэтому задача современного обучения и образования в целом состоит скорее не в том, чтобы сообщить обширные знания, гораздо важнее привить и развить умение самостоятельно учиться и совершенствовать свои знания, а также осмысливать и оценивать свои действия. Таким образом, установка на усвоение знаний и умений преобразуется из цели в средство её достижения, необходимую ступень в развитии личности.

В содержании предмета астрономии можно выделить два направления, которые играют значительную роль в развитии личности выпускника, - мировоззренческое и естественнонаучное. Формирование и развитие естественнонаучного мировоззрения и экологического мышления невозможно без современных представлений о мироздании, которые рассматривают человека как часть природы, подчеркивая тем самым связь факта

существования жизни и фундаментальных свойств Вселенной, а также ответственность человека за будущее [9]. Астрономию как предмет естественнонаучного цикла, отличают, во-первых, абстрактность понятий, во-вторых, необходимость интегрирования знаний из разных областей и применения уже известных школьникам естественнонаучных законов и методов исследований к космическим явлениям и объектам [10].

Большинство объектов во Вселенной и явлений, происходящих в ней, недоступны чувственному восприятию, и учащиеся должны представлять, мысленно моделировать те или иные объекты и процессы в непривычных пространственно-временных масштабах. Непосредственное участие наблюдателя в суточном и годичном движении Земли, субъективность зрительных ощущений приводят к тому, что учащиеся постоянно сталкиваются с различием видимого и действительного движений и, интерпретируя наблюдаемые факты, находятся в непрерывном процессе творческой мыслительной деятельности. Поэтому, именно на уроках астрономии ученики не столько приобретают знания, сколько мобилизуют и применяют в различных реально существующих ситуациях знания и опыт, полученные в разное время на разных предметах. При объяснении астрономических явлений разрозненные фрагменты выстраиваются в целостную естественнонаучную картину мира [12].

В зависимости от целей и задач астрономических исследований, специфики применения методов и инструментов астрономических наблюдений и вспомогательных приборов в астрономии выделяют ряд крупных разделов, каждый из которых является самостоятельной естественно-математической наукой.

С определенной долей условности мы можем разделить астрономию на "классическую" и "современную". Классическая астрономия объединяет в себе ряд разделов, основы которых, включая понятийный и математический аппарат, были созданы задолго до начала XX века, но астрометрия (сферическая астрономия, практическая астрономия, фундаментальная астрометрия) и

небесная механика не потеряли своей теоретической и практической значимости до настоящего времени. Современная астрономия, основными разделами которой являются астрофизика, звездная статистика, космогония и космология, находится в стадии бурного развития. Российским программам и учебникам по астрономии для средних и высших учебных заведений присущи следующие особенности: за редкими исключениями в них отсутствует теоретическая обусловленность расположения материала. Построение материала традиционное и чаще всего чисто эмпирическое, не системно-понятийное. Все учебники и программы на протяжении 100 лет имеют один и тот же порядок построения и последовательность изучения материала, базирующиеся на принципах историзма и доступности пониманию учащихся в соответствии с этапами развития основных разделов и всей науки в целом, и нарастанию сложности научных теорий, лежащих в их основе [9].

Изучение астрономии происходит последовательно по разделам: Сферическая астрономия => Астрометрия и практическая астрономия => Небесная механика => Астрофизика, звездная и внегалактическая астрономия => Космогония и космология.

Одной из основных трудностей при формировании системы астрономических знаний является возрастание сложности физических законов и теорий, лежащих в основе объяснения данного астрономического материала и математического аппарата. Другой трудностью является хроническая нехватка времени, отводимого программой на изучение астрономии в школе.

Формирование системы понятий классической астрономии требует наличия знаний по основным разделам математики (алгебры, геометрии и тригонометрии) и классической физики [23] (кинематики, динамики, геометрической оптики) в объеме, предусмотренном базовой программой основной школы. Основные понятия классической астрономии могут быть сформированы не только на уроках астрономии 10 класса основной школы.

К сожалению, в средних учебных заведениях возможно лишь предварительное знакомство учащихся с основными понятиями астрофизики, космогонии и космологии. Формирование системы понятий астрофизики, космогонии и космологии на адекватном научном уровне требует от учеников вузовской (университетской) физико-математической подготовки.

Изучаемые системы координат и системы позиционирования в школьных курсах математики и астрономии расположены в учебном материале разных классов. Общий взгляд применения этих систем в решении задач и примеров требует соединения межпредметных связей разделов математики и астрономии в процессе обучения с помощью игровых технологий в виде дидактических игр. Этим обуславливается **актуальность** выбранной темы выпускной квалификационной работы.

Объектом исследования процесс обучения математики и астрономии в средней школе.

Предметом исследования обучение решению задач школьной математики и астрономии на основе систем координат и позиционирования.

Цель: разработка игровых технологий для обучения решению задач и примеров школьной математики и астрономии на основе систем координат и позиционирования.

Исходя из цели были определены следующие **задачи**:

1. Проанализировать школьные учебники математики и астрономии по теме исследования.
2. Отобрать задачи и примеры из раздела астрометрии, связанные с системами координат и позиционирования.
3. Разработать и применить игровую технологию, в виде дидактической игры «ВРЕМЯ АСТРОНОМИИ» в школьном курсе астрономии.

Выпускная квалификационная работа состоит из: введения, трех глав, заключения, списка литературы, насчитывающего 38 наименований и двух приложений.

Во введении сформулированы актуальность темы, объект, предмет, цель исследования, приведена структура работы и краткая характеристика каждой из ее частей.

В заключении приводятся результаты исследования, отражающие поставленную цель и задачи.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА КООРДИНАТ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

В первой главе рассматриваются основные положения метода координат в школьном курсе математики. Представлен анализ учебных пособий и учебников. Рассмотрена задача на систему координат.

1.1 Основные положения изучения метода координат в школе

Придавая геометрическим исследованиям алгебраический характер, метод координат переносит в геометрию наиболее важную особенность алгебры — единообразие способов решения задач. Если в арифметике и элементарной геометрии приходится, как правило, искать для каждой задачи особый путь решения, то в алгебре и аналитической геометрии решения проводятся по общему для всех задач плану, легко приспособляемому к любой задаче. Перенесение в геометрию свойств алгебры и поэтому обладающих большой общностью способов решения задач составляет главную ценность метода координат.

Другое достоинство метода координат состоит в том, что его применение избавляет от необходимости прибегать к наглядному представлению сложных пространственных изображений.

Можно выделить следующие цели изучения метода координат в школьном курсе геометрии:

1. дать учащимся эффективный метод решения задач и доказательства ряда теорем;
2. показать на основе этого метода тесную связь алгебры и геометрии;

3. способствовать развитию вычислительной и графической культуры учащихся.

В школе изучение координатного метода и обучение его применению для решения различных математических задач происходит в несколько этапов. На первом этапе вводится основной понятийный аппарат, который хорошо отрабатывается в 5-6 классах и систематизируется в курсе геометрии. В 5 классе учащиеся знакомятся с координатным лучом, который в последствии, при изучении отрицательных чисел, дополняется до координатной прямой. И уже после введения рациональных чисел в 6 классе учащиеся изучают координатную плоскость. На втором этапе ученики знакомятся с уравнениями прямой и окружности. Данные понятия изучаются ими как в алгебре, так и в геометрии с разной содержательной целью, поэтому учащиеся часто не видят связи между ними, а, значит, и плохо усваивают суть метода. Так, в курсе алгебры VII класса графики основных функций вводятся путем построения ряда точек, координаты которых вычисляются по аналитическому заданию функции. В курсе геометрии уравнение прямой и окружности вводится на основе геометрических характеристических свойств, как множество точек, обладающих определенным свойством (равноудаленности от 2 точек – для прямой, от одной точки – для окружности) [26]. Обучение применению самого метода координат для решения задач происходит в курсе геометрии 9 класса. Для этого сначала раскрываются основные этапы применения метода, а затем на примере ряда задач показывается непосредственное применение метода координат.

1.2 Анализ школьных учебников по математике

Хорошо известно, что, как бы ни строился школьный курс геометрии, в нем обязательно присутствуют различные методы доказательства теорем и решения задач. Среди таких методов важное место занимают такие методы, как метод геометрических преобразований, метод координат, векторный метод. Сами эти методы тесно связаны между собой. В зависимости от концепции, раскрываемой авторами учебников геометрии для средней школы, тот или иной метод может занимать доминирующее значение. Так в учебнике [2] активную роль играет метод координат, который весьма плодотворен.

В школьной программе по математике методу координат уделяется сравнительно мало внимания. В разделе «Цели изучения курса геометрии» говорится: «При доказательстве теорем и решении задач применяются геометрические преобразования, векторы и координаты». Следовательно, программа не ставит целью изучение метода координат как метода решения задач. В программе говорится, что «в результате изучения курса геометрии учащиеся должны уметь использовать координаты для решения несложных стандартных задач». Ни слова не говорится об овладении учащимися методом координат для доказательства теорем и решении задач. Упор делается на «несложные стандартные задачи», тогда как метод координат лучше проявляет свои достоинства при решении нестандартных и довольно сложных (если не решать их другими способами) задач.

В соответствии с программой по математике для средней общеобразовательной школы координаты впервые появляются в 5 классе. При этом ребята знакомятся с изображением чисел на прямой и координатами точек. Причем введение этих понятий в учебниках различно. Так в учебнике [4] в пятом параграфе первой главы рассматривается координатный луч, с его помощью в дальнейшем происходит сравнение натуральных и дробных чисел, а так же иллюстрация действий сложения и вычитания над натуральными

числами. С понятием координатной прямой авторы учебника [4] знакомят учащихся в 6 классе. В учебнике же [8] нет определения «координатный луч». Авторы в начале 5 класса вводят понятие координатной прямой, хотя, до изучения отрицательных чисел, которое происходит в 6 классе, работа идет только с правой частью координатной прямой, представляющей собой координатный луч. Это не совсем удобно, так как могут возникнуть не нужные пока вопросы о другой части этой координатной прямой. В целом, учебники [4], [5] содержат больше заданий, связанных с определением координатного луча, (координатной прямой, а затем и координатной плоскости) и чаще обращаются к нему для введения других понятий или рассмотрения действий над числами, чем учебники [7], [8].

Согласно программе в геометрии координаты изучаются в следующем объеме: «Координатная плоскость. Формула расстояния между двумя точками плоскости с заданными координатами. Уравнение прямой и окружности».[19]

Так, в учебнике [2] координатам посвящена отдельная глава в 9 классе. Причем этот материал изучается после изучения темы «Векторы», но до изучения скалярного произведения векторов. На рассмотрение темы отводится 18 часов. В данном учебнике метод координат выделен в отдельную главу, в которой изучаются координаты вектора, уравнение окружности и прямой, решаются простейшие задачи в координатах. В этой главе дается понятие метода координат как метода изучения геометрических фигур с помощью средств алгебры. Школьники учатся решать задачи путем введения системы координат. Автор ставит целью научить школьников владеть методом координат не только в применении к задачам на построение фигур по их уравнению, но и при решении задач на доказательство, а также для вывода геометрических формул.

В отличие от других школьных учебников по геометрии в учебнике [2] координаты заняли одно из центральных мест. Они вводятся, начиная с 8 класса после изучения тем «Четырехугольники» и «Теоремы Пифагора». На изучение

темы отводится 19 часов. Сразу, после рассмотрения основных понятий, связанных с введением координат на плоскости, уравнений окружности и прямой, с учащимися изучаются такие вопросы, как пересечение двух окружностей, пересечение прямой и окружности, определение синуса, косинуса и тангенса любого угла от 0° до 180° . Это и есть первые приложения метода координат, с которыми знакомятся учащиеся.

В курсе алгебры, исходя из уравнения $y=f(x)$, где $f(x)$ заданная функция, строили кривую, определяемую этим уравнением, т. е. строили график функции $y=f(x)$. Таким образом, шли как бы «от алгебры к геометрии». При изучении метода координат в геометрии мы выбираем обратный путь: исходя из геометрических свойств некоторых кривых, выводим их уравнение, т. е. идем как бы «от геометрии к алгебре». В 9 классе по учебнику [2] рассматривается уравнение прямой и окружности. При этом обращается внимание на общее понятие «уравнение фигуры»: «Уравнением фигуры на плоскости в декартовых координатах называется уравнение с двумя неизвестными x и y , которому удовлетворяют координаты любой точки фигуры. И обратно: любые два числа, удовлетворяющие данному уравнению, являются координатами некоторой точки фигуры».

Учебник [2] реализует авторскую концепцию построения школьного курса геометрии, в нем больше внимания по сравнению с традиционными учебниками уделяется методам решения геометрических задач. Метод координат по данному учебнику является предпоследней темой 9 класса. При его изучении учащиеся знакомятся с декартовыми координатами на плоскости, рассматривают два уравнения «плоских линий: прямой и окружности», которые в дальнейшем будут необходимы при решении задач. В процессе этого отрабатываются некоторые умения, необходимые для решения задач координатным методом. Следует отметить, что в учебнике сравнительно небольшой теоретический материал по данной теме. Так, например, единственной доказанной формулой (причем только для одного случая когда

$x_1 \neq x_2$ и $y_1 \neq y_2$), если не считать уравнений линий, является формула расстояния между точками. В учебнике [2] формула середины отрезка в теоретическом материале не рассматривается, хотя в практических заданиях присутствует задача «Рассмотрим на координатной прямой точки $A(-2,5)$ и $B(4,3)$. Найти координаты точки M , если M – середина AB », таким образом учащимся предлагается самим вывести формулу координат середины отрезка, рассматривая данный конкретный случай и используя понятия координат и формулу расстояния между точками.

Автор не предлагает учащимся как такового понятия фигуры, но подробно рассматривает уравнения «плоских линий», которые понадобятся учащимся при решении задач. Это уравнения окружности и прямой.

А после изучения векторов рассматривается параграф «Координатный метод», в котором на примере двух разобранных задач, в одной из которых рассматривается окружность Аполлония, а в другой обращается внимание на выбор системы координат, учащимся предлагается ряд задач, решаемых данным методом. Это довольно сложные задачи, в основном связанные с нахождением геометрического места точек.

Автор данного учебника признает, что «координатный метод является одним из самых универсальных методов», но отмечает, что «метода на все случаи жизни нет».

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА КООРДИНАТ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ АСТРОНОМИИ

Во второй главе рассматриваются как плоские, так и пространственные (сферические системы координат): горизонтальная, экваториальная, галактическая система координат. Что понимают под обобщенным термином позиционирование? Позиционирование – это реализация возможных способов использования данной системы для определения параметров пространственного состояния объектов наблюдения. Такими параметрами могут быть координаты приемника, вектор скорости его перемещения, пространственный вектор между двумя приемниками, точное время позиционирования. Данные параметры представляют собой так называемый вектор потребителя. Следовательно, определение местоположения объекта, его скорости, пространственного вектора между пунктами наблюдения, фиксация точного времени представляют собой частные случаи позиционирования. Приводятся примеры решений задач на систему координат и позиционирования.

2. 1. Определение систем координат в современной астрономии

Для определения координат и скоростей тел используется классическая механика, с инерциальной системой отсчета. Предположив, что пространство является евклидовым (или абсолютным по терминологии Ньютона), инерциальной система может быть, если она неподвижна или движется прямолинейно с постоянной скоростью относительно абсолютного пространства. В ньютоновой механике время также является абсолютным в том смысле, что течение времени не зависит от положения часов в пространстве.

Это означает, что при переносе начала координат из одной точки пространства в другую (или переходу в другую инерциальную систему) законы физики остаются неизменными. Говорят, что они ковариантны по отношению к этому преобразованию координат [16]. Расстояние между двумя событиями, происшедшими в одно и то же время, одинаково в разных инерциальных системах, т.е. является инвариантной величиной.

Ни оси, ни основные плоскости инерциальной системы на небесной сфере не нарисованы. Поэтому в астрономии для определения системы координат используются небесные тела. Определить основные плоскости и оси системы отсчета можно двумя способами: кинематическим и динамическим. Если существуют выбранные тела, координаты которых известны и постоянны, то с этими телами можно связать инерциальную или, как говорят астрометристы, *фундаментальную систему координат*. Это - кинематическое определение. В действительности координаты небесных тел точно не известны из-за ошибок наблюдений и, кроме этого, могут меняться по ряду причин. В этом случае наилучшим приближением к инерциальной системе будет система, определяемая объектами, координаты которых известны с наилучшей точностью и искажены лишь случайными ошибками. Мы можем говорить, что подобная система *в среднем* не имеет вращения, и можем назвать ее квазиинерциальной. В настоящее время наилучшей системой является система, задаваемая координатами внегалактических радиоисточников [31].

Систему координат можно определить динамическим образом, если в качестве тел выбрать тела солнечной системы, координаты которых определяются на основе уравнений движения, не содержащих кориолисовых членов. В простейшем случае - кеплеровском движении тела по эллиптической орбите относительно центрального тела. В действительности ни положение плоскости орбиты в пространстве, ни положение большой полуоси в плоскости орбиты не остаются постоянными из-за *возмущений* со стороны других тел солнечной системы, эффектов общей теории относительности. Поэтому

динамическая система отсчета задается эфемеридами - таблицами положений Солнца, Луны и больших планет. Главная задача, решаемая сферической астрономией, является определение системы отсчета. Под системой отсчета мы будем понимать совокупность системы координатных осей и часов, связанных с телом, по отношению к которым находится положение небесных тел и определяется шкала времени. В сферической астрономии дается математическое определение систем координат и связи между ними, а также определение шкал времени и соотношений между ними. Реализация систем координат, т.е. привязка их к выбранным небесным телам, является задачей астрометрии. Реализация шкал времени (разработка часов и методов их сличения, определение единицы времени) является комплексной задачей, которая решается не только астрономами, но и специалистами в области атомной, лазерной физики, электроники и т.д.

Для определения системы координат необходимо задать начало и направление осей; определяется и основная плоскость системы координат. В древности чаще всего использовали эклиптическую систему координат, т.е. основной плоскостью была плоскость эклиптики. Такой выбор объясняется тем, что древние астрономы изучали главным образом движение планет, Солнца и Луны, которые располагаются вблизи плоскости эклиптики. В средние века при появлении инструментов с экваториальной установкой от эклиптической системы переходят к экваториальной системе, задаваемой плоскостью среднего экватора и точкой весеннего равноденствия.

Кроме них, используются горизонтальная и галактическая системы координат, основными плоскостями в которых являются плоскость горизонт наблюдателя и плоскость экватора нашей Галактики. Все эти системы координат являются сферическими.

Вполне естественно для наблюдателя одну из осей системы координат связывать с выделенным направлением. На Земле сама природа подсказывает наблюдателю два направления: одно совпадает с отвесной линией, или с силой

притяжения Земли, второе - с осью вращения Земли. Плоскости, перпендикулярные этим направлениям, являются основными плоскостями горизонтальной и экваториальной систем координат, соответственно.

Центр небесной сферы и, следовательно, начало систем координат может быть расположено в любой точке пространства. В зависимости от выбора начала различают следующие системы координат:

- топоцентрические с началом в точке наблюдения ;
- геоцентрические - в центре масс Земли ;
- гелиоцентрические - в центре Солнца ;
- барицентрические - в центре масс солнечной системы .

Для определения видимого положения небесных тел и изучения их движения в астрономии вводится понятие небесная сфера. Сфера имеет произвольные размеры и произвольный центр. В её центр в точке O помещён наблюдатель, а вращение сферы повторяет вращение небесного свода.

Прямая ZOZ' обозначает отвесную линию для наблюдателя, где бы он не находился. Верхняя точка над головой наблюдателя Z называется Зенит, а противоположная её точка Z' – называется Надир (рис.1). Большой круг $SWNE$ перпендикулярен отвесной линии называется истинным горизонтом или математический горизонт. Математический горизонт делит сферу на две половины, видимую и невидимую для наблюдателя. Линия PP' - называется ось мира, вокруг этой оси происходит вращение небесной сферы. Плоскость $EQWQ'$ перпендикулярна к оси мира называется небесный экватор. Он делит небесную сферу на два полушария – северное и южное. Большой круг небесной сферы $PZQSP'Z'Q'N$ называется небесным меридианом. Небесный меридиан делит небесную сферу на Восточное и Западное полушарие. Линия NOS называется полуденной линией.

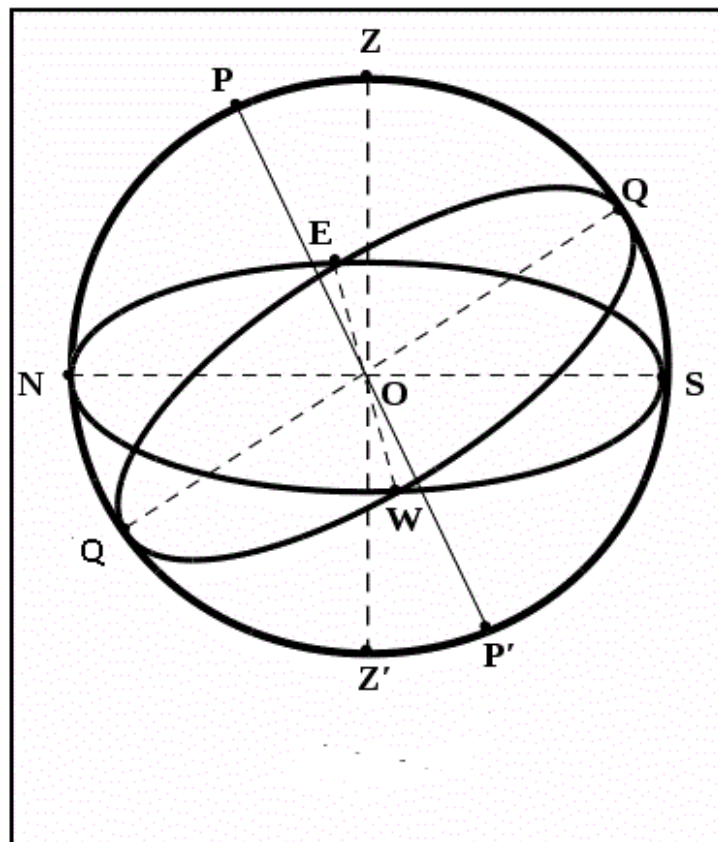


Рис.1. Небесная сфера

Положение основных элементов небесной сферы относительно друг друга зависит от географической широты места наблюдателя. Под углом к плоскости математического горизонта расположена ось мира PP' . Положения светил на небе определяется по отношению к основным плоскостям и связанным с ними линиями и точками небесной сферы и выражается количественно двумя величинами (центрными углами или дугами больших кругов) которые называются небесными координатами.

Каковы основные задачи астрометрии и сферической астрономии, о которой далее пойдет речь? Астрометрия является частью астрономии. Ее главной задачей является определение из наблюдений векторов положений и скоростей различных небесных тел, а также формы тел. Но положение или координаты тела могут быть определены лишь относительно другого тела или какой-то выбранной точки. В астрономии координаты измеряются в выбранной системе отсчета.

Система отсчета (английский термин «reference system») — это условное понятие; на основе официальных соглашений определяются основные плоскости и точки, а также координатные оси системы. Ни оси, ни основные точки системы на небе не выделены. Поэтому в виде практической реализации системы отсчета («reference frame») принимается список координат и скоростей некоторого числа выбранных объектов (например, звезд или радиоисточников). Такой список называется каталогом. Отдельный каталог является одной из реализаций системы отсчета. Таким образом, на основе наблюдений астрометрия определяет системы координат. Две таких системы имеют особую важность. [34] Это небесная система координат, необходимая для определения движения небесных тел, и земная система координат, в которой измеряется положение наблюдателя. Желательно, чтобы небесная система координат была инерциальной. В этом случае уравнения движения записываются самым простым образом, т. к. в них отсутствуют силы инерции, обусловленные вращением системы отсчета. [36] Другой задачей астрометрии является определение моментов астрономических событий и промежутков времени между ними, т. е. определение и хранение времени. Задачи, которые решает сферическая астрономия, связаны, главным образом, с математическими методами редукции астрономических наблюдений. Возникла сферическая астрономия в Древней Греции, хотя древнегреческие ученые многому научились у вавилонян. Это связано с необычайным расцветом математики в IV–II в. до н. э., и исполь1Редукция наблюдений — приведение координат и скоростей небесных тел от системы координат, в которой они непосредственно измерены, к стандартной системе.

Краткий исторический обзор развития сферической астрономии и астрометрии приводится ниже. Безусловно, обзор не является исчерпывающим, так как автор старался выделить лишь основные этапы в развитии этой науки. Рассмотрим основные задачи, которые решаются сферической астрономией. Первой задачей, как уже говорилось, является определение систем сферических

координат, тогда как задачей астрометрии является построение этих систем в виде каталогов звезд, радиоисточников и других небесных объектов. После того, как системы координат определены, второй задачей сферической астрономии является вывод формул преобразования координат небесных тел из одной системы в другую. Положение небесных объектов непрерывно меняется с течением времени. Поэтому для изучения их движения необходимо определить шкалу и единицу времени для задания точного момента наблюдений и промежутка времени между наблюдениями.

Определение различных шкал времени и установление связи между ними — это третья важнейшая задача сферической астрономии. Уточним здесь, что мы понимаем под координатами небесного тела. Астрометрические инструменты используют свойства принимаемого электромагнитного излучения, испускаемого этим телом, для определения направления на него. Направление на источник излучения может быть указано как в декартовой (при предположении, что он находится на сфере единичного радиуса), так и в сферической системе координат.

2.2 Плоские системы координат и позиционирования в астрономии:

2.2.1 Галактическая система координат

Еще одной, часто используемой, особенно в звездной динамике, системой координат является галактическая система.

Наша Галактика, или Млечный Путь, классифицируется как спиральная галактика. Основными составляющими Галактики являются плоский диск диаметром более 100000 световых лет, ядро и гало. Большая часть звезд и газопылевых облаков сосредоточены в галактическом диске. Структура диска

неоднородна; известны несколько спиральных рукавов, в которых плотность звезд и газа значительно выше средней. Значительная часть звезд концентрируется к центральной части, или к галактическому ядру, и образует в центре Галактики утолщение. И, наконец, третьей составляющей Галактики является гало, которое состоит из старых звезд и шаровых скоплений. Гало имеет практически сферическую форму.

Солнце находится на периферии Галактики (на расстоянии примерно 28000 световых лет от ее центра) и является одной из звезд, составляющих ее диск. Так как мы смотрим на Галактику изнутри, находясь в ее диске, то последний проецируется на небесную сферу как полоса звезд, или Млечный Путь. Вместе с ближайшими к нему звездами Солнце движется со скоростью примерно 250 км/с в направлении созвездия Лебедя. Это движение объясняется вращением галактического диска. Солнце делает полный оборот вокруг центра Галактики за период ~ 200 млн. лет.

Для изучения движения звезд в Галактике за основную плоскость галактической системы координат естественно принять плоскость диска. Положение основной плоскости в экваториальной системе задается координатами одного из полюсов галактической системы.

После определения основных сферических систем координат рассмотрим методы, используемые для преобразования координат из одной системы в другую.

2.2.2. Определение расстояний до небесных тел. Параллакс.

Прямое определение расстояний до сравнительно близких небесных тел основано на явлении параллактического смещения. Суть его заключается в следующем. Близкий предмет при наблюдении его из разных точек проецируется на различные расположенные далеко предметы. Так, держа

вертикально карандаш на фоне далекого многоквартирного дома, мы видим его левым и правым глазом на фоне разных окон[17]. Для тел Солнечной системы такое смещение на фоне звезд заметно уже при наблюдении из точек, разнесенных на расстояние, сравнимое с радиусом Земли, а для близких звезд - при наблюдениях из точек, разнесенных на расстояние, сравнимое с радиусом орбиты Земли.

2.2.3. Горизонтальный экваториальный параллакс

Координаты небесных тел, определенные из разных точек земной поверхности, вообще говоря различны, и называются топоцентрическими координатами. Правда, это заметно лишь для тел Солнечной системы. Для устранения этой неопределенности все координаты тел Солнечной системы приводят к центру Земли и называют геоцентрическими. Угол между направлениями на какое-либо светило из данной точки земной поверхности и из центра Земли называется суточным параллаксом p' светила (рис. 2). Очевидно, что суточный параллакс равен нулю для светила, находящегося в зените, и максимален для светила на горизонте. Такой максимальный параллакс называется горизонтальным параллаксом светила p . Горизонтальный параллакс связан с суточным простым соотношением:

$$\sin p' = \sin p \cdot \sin z' \quad \text{или} \quad p' = p \cdot \sin z'.$$

Здесь синусы углов заменены самими углами ввиду их малости. По сути дела, p - это угол, под которым виден радиус Земли с данного светила[26]. Однако Земля не является идеальным шаром и сплюснута к полюсам. Поэтому на каждой широте радиус Земли свой и горизонтальные параллаксы одного и того же светила разные. Для устранения этих различий принято вычислять

горизонтальный параллакс для экваториального радиуса Земли ($R_0 = 6378$ км) и называть его горизонтальным экваториальным параллаксом p_0 .

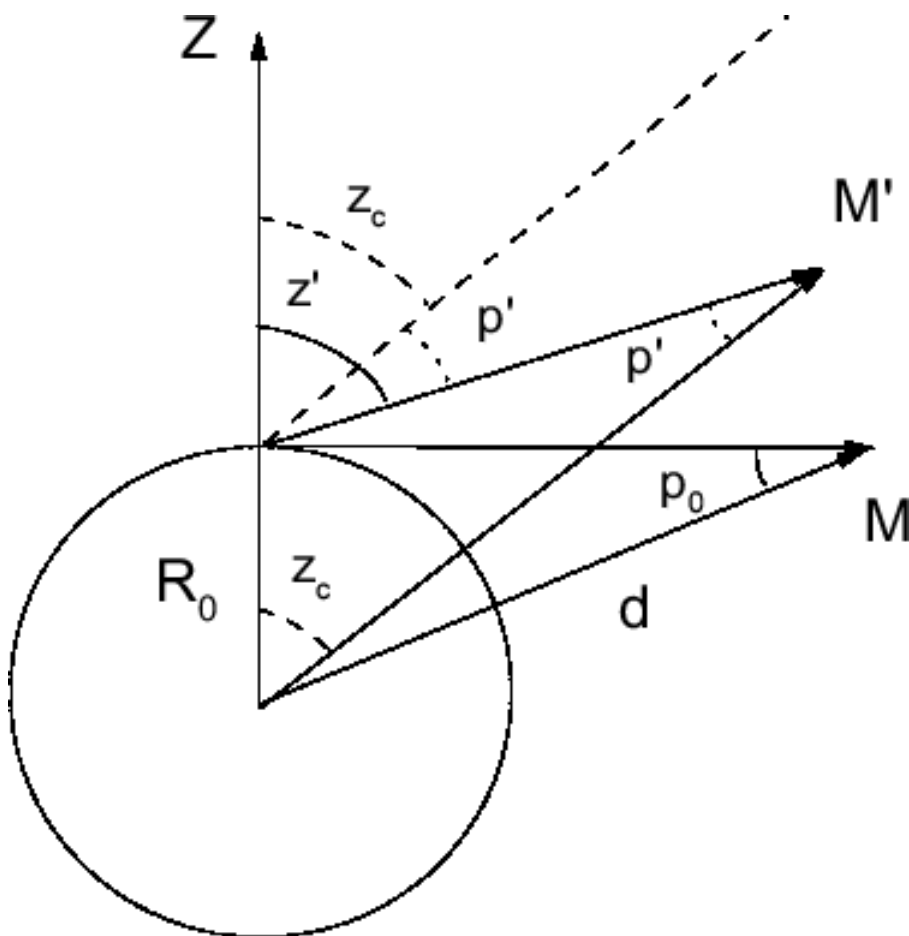


Рис. 2. Суточный и горизонтальный параллакс

Суточный параллакс необходимо учитывать при измерении высот и зенитных расстояний тел Солнечной системы и вносить поправку, приводя наблюдение к центру Земли:

$$z_c = z' - p \cdot \sin z'.$$

Измерив горизонтальный экваториальный параллакс светила p_0 , можно определить расстояние d до него, т.к.

$$\sin p_0 = \frac{R_0}{d}.$$

Заменяя синус малого угла p_0 значением самого угла, выраженным в радианах, и имея в виду, что 1 радиан равен $206265''$, получим искомую формулу:

$$d = \frac{206265'' R_0}{p_0''}.$$

Замена синуса угла самим углом допустима, так как наибольший из известных горизонтальный экваториальный параллакс Луны равен $57'$ (у Солнца $p_0 = 8''.79$).

В настоящее время расстояния до тел Солнечной системы с гораздо большей точностью измеряются методом радиолокации.

2.2.4. Годичный параллакс

Угол, под которым с какой-либо звезды виден радиус земной орбиты a , при условии, что он перпендикулярен направлению на нее, называется годичным параллаксом π звезды (рис. 3).

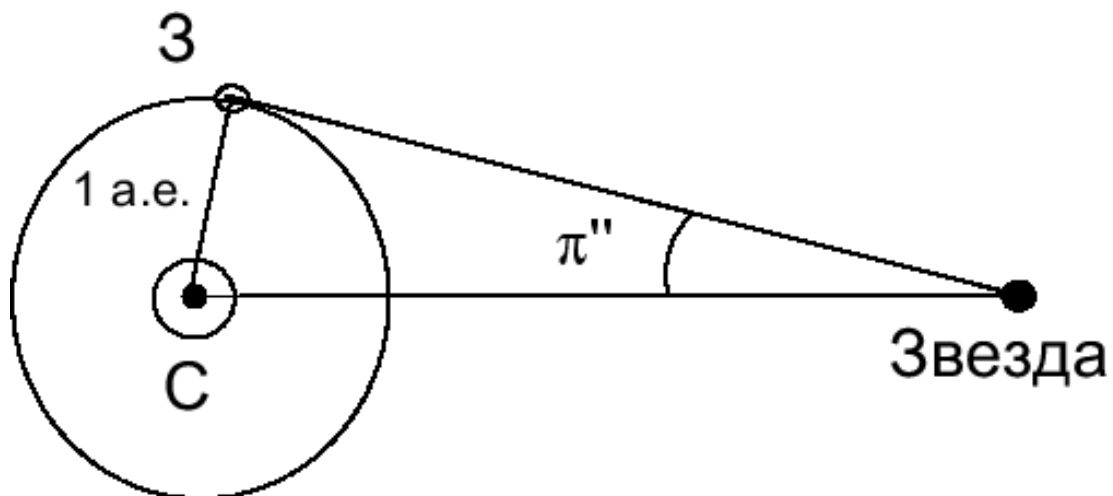


Рис. 3. Годичный параллакс

По аналогии с горизонтальным экваториальным параллаксом, зная годичный параллакс, можно определять расстояния до звезд:

$$d = \frac{206265'' a}{\pi''}.$$

В километрах расстояния до звезд измерять неудобно, поэтому обычно пользуются внесистемной единицей - парсеком пк, определяемой как расстояние, с которого параллакс равен 1". Само название составлено из первых слогов слов параллакс и секунда. Нетрудно убедиться, что $1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{18} \text{ см}$. Реже используется такая единица измерения расстояний до звезд, как световой год, определяемый как расстояние, проходимое светом за год ($1 \text{ пк} = 3.26 \text{ светового года}$).

Расстояние до звезды в парсеках определяется через величину годичного параллакса особенно просто

$$d = \frac{1}{\pi''}.$$

2.3. Пространственные системы координат:

2.3.1. Горизонтальная система координат

Представим себе наблюдателя, находящегося на поверхности Земли. Одним из выделенных направлений для него, как говорилось выше, является направление, совпадающее с отвесной линией, или с силой притяжения Земли. Мысленно продолжим отвесную линию вверх и вниз до пересечения ее с небесной сферой. Точки пересечения (полюсы горизонтальной системы координат) называются зенитом и надиром и обозначаются как Z и N , соответственно (рис. 4). Плоскость, перпендикулярная отвесной линии, называется плоскостью горизонта.

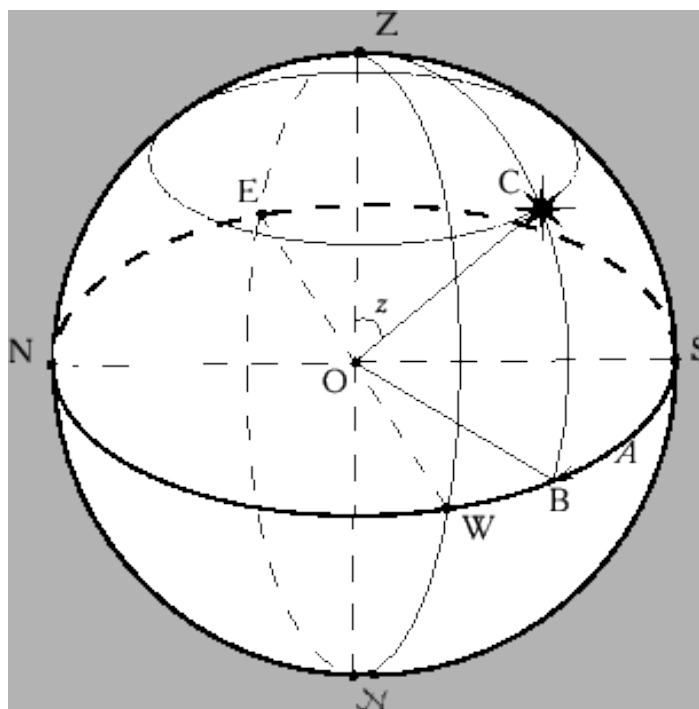


Рис. 4. Горизонтальная система координат

Если через точки зенита и надира провести плоскость, то она пересечет небесную сферу по окружности, которая, по традиции, называется вертикальным кругом. На плоскости горизонта выделим четыре точки: севера (N), юга (S), запада (W) и востока (E). Определение точек севера и юга связано с направлением оси вращения Земли.

Если вертикальный круг проходит через небесный объект C , то он называется вертикалом этого объекта. Дуга вертикала $\widehat{ZC}$ называется зенитным расстоянием z объекта C . Вместо зенитного расстояния часто используется другая координата: высота h объекта над горизонтом; дуга $\widehat{CB}$ равна h . Из рисунка видно, что $z + h = 90^\circ$. Зенитное расстояние (или высота небесного объекта) является одной из координат в горизонтальной системе. Если небесный объект находится над горизонтом, то его зенитное расстояние изменяется от 0° (объект в зените) до 90° (объект в плоскости горизонта). Высота объекта изменяется от 90° до 0° , соответственно. Если $z > 90^\circ$ или $h < 0^\circ$, то говорят, что объект находится под горизонтом; он в этом случае невидим для наблюдателя. При $z = 180^\circ$ или $h = -90^\circ$ объект находится в надире. При таком определении зенитного расстояния угол z эквивалентен углу θ [31].

Второй координатой в горизонтальной системе является азимут A небесного объекта. Азимут - это двугранный угол между плоскостью $NZSN$ и вертикалом объекта. Следует заметить, что в определении начальной точки отсчета азимута имеется произвол. В учебнике К.А.Куликова "Курс сферической астрономии" и некоторых других учебниках азимут отсчитывается от точки юга в направлении на запад (по часовой стрелке) от 0° до 360° . В данном учебнике также принимается это соглашение. В ряде книг азимут отсчитывается от точки севера на восток от 0° до 360° , а иногда азимут измеряется в пределах $-180^\circ < A \leq 180^\circ$.

Главными кругами в горизонтальной системе координат являются: плоскость горизонта, первый вертикал, вертикал небесного тела и точки : зенита, надира, севера, юга, востока и запада. Используются также малые круги светил - круги высоты или альмукантары. Это - круги, параллельные плоскости горизонта и проходящие через небесного тело. На рис. 3 круг высоты показан пунктирной линией [32].

Допустим, что наблюдатель неподвижен относительно горизонтальной системы координат. Из-за того, что направление отвесной линии не совпадает с направлением оси вращения Земли (если наблюдатель не находится на полюсе), объекты на небе движутся относительно горизонтальной системы сложным образом: одновременно меняются и зенитное расстояние, и азимут. Поэтому, чтобы звезда сохраняла свое положение в поле зрения телескопа, телескоп должен также перемещаться по сложному закону.

2.3.2. Экваториальная система координат

Направление оси вращения Земли является вторым выбранным направлением для наблюдателя, находящегося на поверхности Земли. С направлением оси вращения Земли связана вторая широко используемая в астрономии система координат - экваториальная.

Допустим пока, что центр небесной сферы совпадает с центром масс Земли. Если продолжить ось вращения Земли до пересечения с небесной сферой, то точки пересечения называются полюсами мира, а сама ось - осью мира.

В настоящее время северный полюс мира располагается вблизи (на расстоянии менее 1°) от Полярной звезды (α Малой Медведицы). Поэтому Полярная звезда практически неподвижна. Если наблюдатель находится в северном полушарии Земли и будет смотреть на нее длительное время, то

увидит, что остальные звезды совершают круговое движение вокруг Полярной звезды. Кажущееся вращение небесной сферы относительно Полярной звезды (точнее вокруг оси мира) происходит против часовой стрелки и является отражением вращения Земли. Если встать лицом по направлению к Полярной звезде и провести большой круг через нее (точнее через северный полюс мира) и зенит, то пересечение этого круга с плоскостью горизонта определит точку севера.

В дальнейшем изложении будем считать, что на небесную сферу мы смотрим снаружи. Это аналогично взгляду на глобус Земли. Координаты звезд в экваториальной системе в этом случае определяются аналогично широте и долготе на поверхности Земли [33]. Заметим, что при взгляде на небесную сферу снаружи расположение звезд зеркально отличается от того, что видит наблюдатель с поверхности Земли.

Второй координатой в экваториальной системе координат является прямое восхождение α . Никакого особого (выделенного) направления в плоскости экватора нет. Поэтому выбор начала отсчета прямых восхождений произволен.

До 1998 года эта точка определялась в момент пересечения центром Солнца небесного экватора, когда Солнце движется из южного полушария в северное. Это происходит примерно 21 марта каждого года, и точка называется точкой весеннего равноденствия. Противоположная точка на экваторе называется точкой осеннего равноденствия. Эту точку Солнце проходит примерно 23 сентября.

Видимое движение Солнца есть не что иное, как отражение движения Земли вокруг Солнца. Плоскость земной орбиты назовем плоскостью эклиптики, которая определяет эклиптическую систему координат. Поэтому, согласно определению, принятому до 1998 г., точки весеннего и осеннего равноденствий лежали на линии пересечения небесного экватора и эклиптики. Так как координаты Земли и Солнца находятся на основе решения уравнений

динамики, то плоскость эклиптики определяется на основе динамического метода. Точки весеннего и осеннего равноденствий, определяемые пересечением экватора и эклиптики, называются динамическими, а сам момент пересечения центром Солнца динамической точки весеннего равноденствия - динамическим равноденствием.

В настоящее время точка весеннего равноденствия находится в созвездии Рыб, точка осеннего равноденствия - в созвездии Девы. Принятое обозначение точек - Υ и ϖ для весеннего и осеннего равноденствий, соответственно, относятся к знакам Овна и Весов. Причиной смещения точек весеннего и осеннего равноденствия является прецессия, о которой мы расскажем позже. В результате прецессии плоскость небесного экватора не сохраняет свое положение в пространстве, а полюсы мира описывают на небесной сфере окружность приблизительно за 26000 лет. Примерно 4500 лет назад северный полюс мира находился около звезды α Дракона (Тубан), которая была в то время полярной. Через 2000 лет полярной будет звезда γ Цефея (Альран), а через 14000 лет - Вега (созвездие Лиры).

Если точка весеннего равноденствия Υ определена, то дуга экватора $\widehat{\Upsilon A}$ от точки весеннего равноденствия до круга склонений звезды называется прямым восхождением:

$$\widehat{\Upsilon A} = \alpha.$$

Прямое восхождение отсчитывается от точки весеннего равноденствия Υ против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса мира, от 0^h до 24^h или от 0° до 360° .

Если Z - зенит наблюдателя, N и S - точки севера и юга на плоскости горизонта то, как было сказано раньше, плоскость $P_N Z S P_S N$ является плоскостью небесного меридиана. Двугранный угол между плоскостью небесного меридиана и кругом склонения называется часовым углом t светила.

Часовые углы отсчитываются от высшей точки экватора по часовой стрелке, если смотреть с северного полюса мира, от 0^h до 24^h или от 0° до 360° . Заметим, что система координат (t, δ) , задаваемая часовым углом и склонением, является левой.

Малый круг, параллельный экватору и проходящий через звезду S , называется параллелью.

В экваториальной системе координат основными кругами являются: экватор, от которого отсчитываются склонения, небесный меридиан, круг склонений [28]. Основные точки - это полюсы мира, точка весеннего равноденствия - начало отсчета прямых восхождений - и высшая точка экватора - начало отсчета часовых углов.

Базисную тройку векторов, определяющих экваториальную систему координат, обозначим как i, j, k , причем вектор k направлен в северный полюс мира P_N и определяет ось O_z декартовой системы координат, вектор i направлен в точку весеннего равноденствия Υ и определяет ось O_x , а вектор j равен: $j = k \times i$ и задает ось O_y , так что i, j, k , составляют правую тройку векторов.

Практическое определение географических и небесных экваториальных координат

В долгие зимние ночи астрономы измеряют зенитные расстояния одних и тех же звезд в обеих кульминациях и по формулам, независимо находят их склонение (δ) и географическую широту (φ) обсерватории. Зная φ , определяют склонение светил, у которых наблюдается только верхняя кульминация[19]. При высокоточных измерениях учитывается рефракция, которая здесь не рассматривается, кроме случаев расположения светил вблизи горизонта. В истинный полдень регулярно измеряют зенитное расстояние $z_\odot$ Солнца и отмечают показание $S_\odot$ звездных часов, затем по формуле вычисляют его скло-

нение $\delta_{\odot}$, а по нему — прямое восхождение α_{sun} , поскольку

$$\sin \alpha_{\odot} = \tan \delta_{\odot} \cdot \cotg \varepsilon,$$

где $\varepsilon = 23^{\circ}27'$ — уже известное наклонение эклиптики.

Одновременно определяется и поправка звездных часов

$$u_s = S - S_q = \alpha_{\odot} - S_q,$$

так как в истинный полдень часовой угол Солнца $t_{\odot} = 0$ и поэтому, согласно формуле, звездное время $S = \alpha_{\odot}$. Отмечая показания S'_q тех же часов в моменты верхней кульминации ярких звезд (они видны в телескопы и днем), находят их прямое восхождение

$$\alpha = \alpha_{\odot} + (S'_q - S_q)$$

и по нему аналогичным образом определяют прямое восхождение остальных светил, которое также может быть найдено как

$$\alpha = S'_q + u_s.$$

По публикуемым в астрономических справочниках экваториальным координатам (α и δ) звезд определяют географические координаты мест земной поверхности.

2.3.3. Эклиптическая система координат

При изучении движения тел солнечной системы удобнее использовать не экваториальную, а эклиптическую систему координат. Дело в том, что плоскости орбит большинства тел солнечной системы наклонены к плоскости орбиты Земли под малыми углами (из планет самый большой наклон у орбиты Плутона - $\sim 17^{\circ}$). Поэтому для наблюдателя, находящегося на Земле, выбор в качестве основной плоскости системы плоскости орбиты Земли вполне естественен.

Основой для построения эклиптической системы координат служит уравнения динамики, описывающие движение Земли по орбите вокруг Солнца. Средняя плоскость орбиты Земли называется плоскостью эклиптики, а пересечение этой плоскостью небесной сферы - эклиптической. Движение Земли по орбите приводит к кажущемуся движению Солнца по отношению к далеким звездам. Полный оборот по эклиптике Солнце проходит за год. Значит, Солнце движется относительно звезд со скоростью $\sim 1^\circ$ в сутки.

Ось вращения Земли наклонена к плоскости орбиты под углом $\sim 23^\circ, 5$. Очевидно, что угол ϵ между плоскостями экватора и эклиптики (назовем его наклоном эклиптики к экватору) также равен этой величине. Угол ϵ медленно меняется из-за прецессии от планет. Притяжение планетами Земли приводит также к возмущениям в движении Земли. В результате центр масс Земли оказывается то ниже, то выше средней плоскости орбиты Земли. Как отражение возмущений в движении Земли мы видим, что центр Солнца находится то выше, то ниже эклиптики[20].

Главной плоскостью в эклиптической системе координат является плоскость эклиптики. Северный полюс эклиптики обозначим через Π_N ; по определению дуга $\widehat{P_N \Pi_N}$ должна быть меньше 90° (рис. 5).

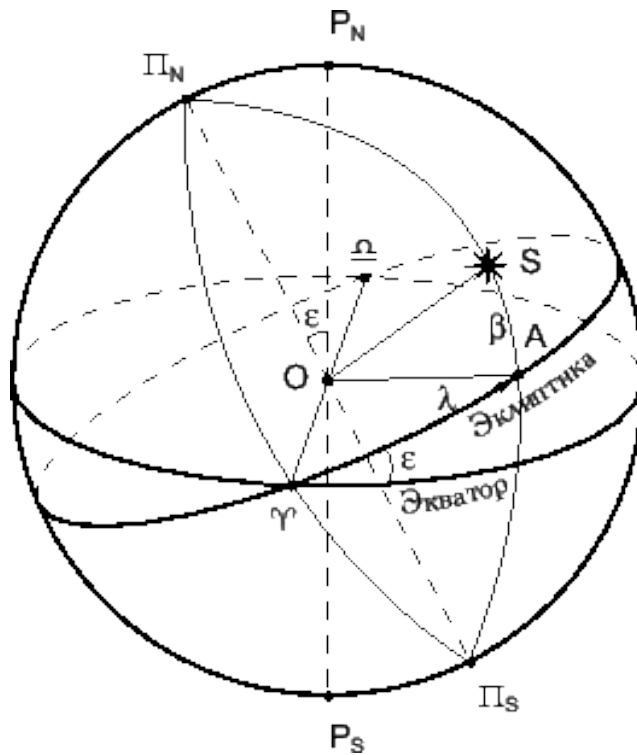


Рис. 5. Эклиптическая система
координат

Южный полюс эклиптики обозначим как Π_S . Линия пересечения двух плоскостей - небесного экватора и эклиптики называется линией узлов. Эклиптика делит небесную сферу на два полушария: северное и южное.

Дуга круга широты $\widehat{AS}$, отсчитываемая от плоскости эклиптики, называется эклиптической широтой :

$$\widehat{AS} = \beta.$$

Широта положительна в северном и отрицательна в южном полушарии: $-90^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$.

Второй координатой является эклиптическая долгота, равная двугранному углу между большим кругом, который проходит через полюсы эклиптики и динамическую точку весеннего равноденствия, и кругом широты:

$$\widehat{\Upsilon A} = \lambda.$$

Долгота измеряется от точки весеннего равноденствия от 0° до 360° против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса эклиптики, то есть в направлении возрастания прямых восхождений. Ось Ox в эклиптической системе координат совпадает с осью Ox экваториальной системы. Обозначим орты эклиптической системы через i_e, j_e, k_e , причем $i_e = i$, k_e направлен в северный полюс эклиптики Π_N , а $j_e = k_e \times i_e$.

Основными кругами в эклиптической системе координат являются эклиптика, круг широты, а основными точками - полюсы эклиптики и точка весеннего равноденствия[38].

ГЛАВА 3. ОБУЧЕНИЕ АСТРОНОМИИ НА ОСНОВЕ ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

3.1. Игровые технологии в современном образовательном процессе

В современном мире основной целью обучения становится развитие учащегося как личности, его способностей, его творческого потенциала. Такая позиция ведет к принципиальным изменениям в подходе к обучению, в характере взаимодействия ученика и учителя.

В практике геймификации процесса обучения большое внимание уделено эмоциональному вовлечению учащегося и его поощрению. Для этого могут быть использованы разные механики: рейтинговая система, развитие игрового персонажа и т.д. Игровое взаимодействие с учеником делает обучающий процесс более живым. С помощью игровых механик мы можем добиться инициативы со стороны учащегося в выполнении домашнего задания или освоения нового материала.

Можно выделить три основные причины стремительного развития геймификации: влияние рынка, связь между игрой и процессом обучения у детей, а также растущий интерес к играм среди взрослых.

Игровая механика — это то, как работает игра: ее правила и процесс, структура и динамика игры должна соответствовать контенту. В контексте соревнования некоторым участникам может быть недостаточно просто заработать приз. Интерактивность — это один из ключевых элементов успешной игры. Степень вовлеченности игрока зависит от множества факторов: сложности игровой механики, соответствия механики тематики и суммарной сложности процесса.

В идеальных условиях задачи, которые стоят перед игроком, позволяют ему достигать конкретных целей в игре. При проектировании этих задач предлагается следовать техникам:

1. При постановке задачи учитывайте, какие действия и решения игрока вы можете отследить.
2. Вознаграждайте учащихся за достижение обозначенных целей. Убедитесь, что эти награды представляют для них определенную ценность.
3. Пусть у каждой задачи будет разная сложность, продолжительность и время на решение.

Каждая задача становится еще сложнее, если она срочная. В игре вы можете ограничить время на поиск решения — совсем как в жизни, когда нам нужно успеть к назначенному времени.

Мотивация — в совокупности с механикой, дизайном, интерактивностью, обратной связью и историей — создает вовлеченность и интерес, а также помогает учащимся перенять желаемые модели поведения и усвоить и применить на практике компетенции.

3.2. Игровая технология «ВРЕМЯ АСТРОНОМИИ» в задачах связанных с системами координат и позиционирования

Дидактическая настольная игра «ВРЕМЯ АСТРОНОМИИ» состоит из двух разделов: задачи на систему координат школьного курса математики и задачи на систему позиционирования курса астрономии.

Банк задач представляет собой выборку из 15 задач и 10 теоретических вопросов по теме.

Задачи из курса астрономии:

1. В какой точке неба склонение равно 90?

2. Чему равны часовой угол и азимут зенита?
 3. Какую широту и долготу имеет северный полюс эклиптики?
 4. Азимут светила равен 45° , высота 60° . В какой стороне неба надо искать это светило?
 5. Найти геометрическое место точек сферы, для которых астрономическая широта равна склонению?
 6. Чему равен часовой угол звезды через 6 часов после ее верхней кульминации?
 7. Светило имеет часовой угол звезды через $t = 18$ часам. В какой части небесной сферы оно видно?
 8. Найти геометрическое место точек сферы, для которых астрономическая долгота равна прямому восхождению?
 9. Определить прямое восхождение и склонение северного полюса эклиптики.
 10. Чему равно склонение точки зенита на географической широте 42° ,
 11. Координатные оси прямоугольной системы координат переносятся без изменения направления осей в точку $O_1(3, -1)$ и поворачиваются на угол 30° . Найти новые координаты точки A , если старые ее координаты были $A(3, 4)$.
 12. Дан треугольник с вершинами A, B и C . найти медиану AM , если известно, что $A(0;1)$, $B(1;-4)$, $C(5;2)$.
 13. Даны точки $A(-3;5)$ и $B(1;-3)$. Найти длину отрезка AB .
 14. Дано: отрезок AB , точка $B(4;7)$ и точка $M(-3;-2)$ – середина AB . Найдите координаты точки A .
 15. Заданы векторы $\vec{a} = (-3; 5)$ и $\vec{b} = (0; -1)$
Найти координаты вектора $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$
- Теоретические вопросы
1. Как называется прямолинейная система координат с взаимно перпендикулярными осями на плоскости или в пространстве?

2. Как называется большой круг, перпендикулярный оси мира, пересекающийся математическим горизонтом в точках востока E и запада W ?
3. Видимый годовой путь центра солнечного диска по небесной сфере?
4. Большой круг небесной сферы, проходящий через зенит Z , полюс мира P , южный полюс мира P' , надир Z' называется?
5. Что такое часовой угол?
6. Что такое нижняя кульминация светила?
7. Что такое звездные координаты?
8. Диаметр, вокруг которого происходит вращение небесной сферы это ____?
9. Что такое система координат на плоскости?
10. Что такое координаты?

Для получения более точной картины, было принято решение провести апробацию игрового материала среди учеников 10 классов средней общеобразовательной школы № 25. На одном из уроков астрономии, респондентам была предложена тематическая игра «ВРЕМЯ АСТРОНОМИИ» (Прил. 1), составленная из задач учебного пособия [28] "Сборник задач и практических упражнений по астрономии", на тему системы координат и позиционирования. Игровой процесс составил два академических часа или 1ч. 30 мин. По окончании игры, был проведен фронтальный опрос, состоящий из следующих вопросов:

1. Хотели бы вы изучать такой предмет, как «Астрономия» в игровом формате?
2. Какие трудности в освоении игры «ВРЕМЯ АСТРОНОМИИ» вы заметили?
3. Какие пожелания вы бы хотели дать разработчикам данной игры?
4. Сыграли бы в игру снова?

В опросе приняло участие более 20 человек, и были получены следующие результаты:

На первый вопрос :

Класс	Ответ «Да»	Ответ «Нет»
10	10 чел.	10 чел.

На второй и третий вопрос: самыми конструктивными ответами стали:

Класс	Ответ «Разнообразить практические задачи, вопросами по теоретическому материалу (желтые карточки)»
10	Ответ «Увеличить количество проверяющих с одного до двух человек» Ответ «Добавить иллюстрационный материал»

На четвертый вопрос:

Класс	Ответ «Да»	Ответ «Нет»
10	18чел.	2 чел.

Проанализировав ответы можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее интересным предметом для изучения, астрономию, предпочитают в игровой форме, нежели в лекционной.
2. Больше половины респондентов прошли бы игру снова, чтобы решить задания, которые не попались им в первый раз.

В рамках выпускной квалификационной работы, основываясь на результатах апробации, было принято решение выступить с идеей создания чемпионата познавательных настольных игр на городском конкурсе «Педагогические стартапы». Дидактическая игра «Время астрономии» была представлена в естественнонаучном блоке данного чемпионата. Команда педагогов, представлявшая данную идею стала финалистами данного конкурса.(Прил. 2)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа состоящая из трех глав представляет некоторый упорядоченный взгляд на системы координат и системы позиционирования, используемые для решения задач и примеров из школьной математики и астрономии.

Обзор школьных учебников по математике и астрономии показывает в какой последовательности возникают задачи и примеры, в которых могут быть использованы различные плоские и сферические системы координат. В работе представлены, кроме базовой прямоугольной системы координат школьной математики, также системы позиционирования, используемые в астрономии. К ним относятся: галактическая, эклиптическая, экваториальная системы современной астрономии. В каждой системе приведены решения на определение расстояния между небесными объектами и углов между ними. Аналогичные задачи школьного курса математики нашли свое отражение в работе. Следует заметить, что решение задач и примеров требуют не только знания соответствующих формул, но и наличие определенных вычислительных навыков работы с числовыми данными, используемыми в этих формулах. Так прямоугольная система на плоскости появляется в шестом классе и создает иной взгляд на длину отрезка, как расстояние между двумя точками, который имеется в традиционной школьной геометрии. Сферические координаты, используемые в астрометрии, так же решают задачи о нахождении расстояния между небесными объектами. Однако имеют некоторые особенности в своем решении.

Идея создания дидактической игры «Время астрономии» в виде игровой технологии возникла в результате анализа учебной литературы по астрономии и современных требований и тенденций в образовательном процессе. Разработка игры потребовала знание теоретических основ игровых технологий,

а также инструментария: карточек с заданиями на разном цветовом носителе, песочных часов, игрального кубика, для соответствующей аудитории учащихся. Реализация игры осуществлена на базе школы № 25 г. Перми с учащимися десятых классов в количестве 15 человек. На протяжении двух часов учащиеся были заняты решением задач. В результате игры определился участник, который набрал наибольшее количество очков.

В приложении 1 выпускной квалификационной работы представлена дидактическая игра «ВРЕМЯ АСТРОНОМИИ» с пояснительной запиской и банком задач.

Проведенная апробация дидактической игры «ВРЕМЯ АСТРОНОМИИ», способствовала дальнейшему продвижению настольных познавательных игр. Работа была представлена на конкурсе «ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ СТАРТАПЫ» состоявшемся осенью 2017 года в городе Перми. Сертификат финалиста имеется в приложении 2.

Поставленная цель нашла свое полное отражение в данной выпускной квалификационной работе. Задачи полностью реализованы, исходя из изложенного выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автономова Т.В. Основные понятия и методы школьного курса геометрии: Книга для учителя / Б. И. Аргунов – М. Просвещение, 1988г. – 127 с.
2. Атанасян Л.С. Геометрия для 7-9 классов средней школы / В.Ф. Бутузов, С.Д. Кадомцев, Э.Г. Позняк, И.И. Юдина – М. Просвещение, 2003г.- 384 с.
3. Атанасян Л. С. Геометрия для 10-11 классов средней школы / В.Ф. Бутузов, С.Д. Кадомцев, Э.Г. Позняк, Л.С. Киселева – М. Просвещение, 2008г.- 255 с.
4. Виленкин Н. Я. Математика: Учеб. для 5 кл. сред. шк. / А. С. Чесноков, С. И Шварцбургд.- М. Просвещение, 2005г. – 208 с.
5. Виленкин Н. Я. Математика: Учеб. для 6 кл. общеобразоват. учреждений / В.И. Жохов, А. С. Чесноков, С. И Шварцбургд. – М. Мнемозина, 2003г. – 304с.
6. Гельфанд И. М. Метод координат - М. Наука, 1973г. -87 с.
7. Дорофеев Г. В. Математика: Учеб. для 5 кл. общеобразоват. учреждений / И.Ф. Шарыгин, С.Б. Суворова – М. Просвещение, 2000г. – 368 с.
8. Дорофеев Г. В. Математика: Учеб. для 6 кл. общеобразоват. учеб. заведений / И. Ф. Шарыгин, С. Б. Суворова – М. Дрофа, 1998г. – 416с.
9. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. — Издание 7-е, исправленное. — М.: Наука, 1988. — 1576 с.
10. Крамер Д. и др. Точные решения уравнений Эйнштейна. М.: Мир, 1982. – 800 с.
11. Зельдович Я.Б., Блинников СИ., Шакура Н.И. Физические основы строения и эволюции звезд. М. : 1981. – 674 с.
12. Нагирнер Д. И. Элементы космологии. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001.
13. Пибблс Ф. Структура Вселенной в больших масштабах. М., 1983

14. *Павленко А. Н.* Современная космология: проблема обоснования // *Астрономия и научная картина мира.* М. ИФРАН, 1996.
15. *Бронштэн В.А.* Гипотезы о звездах и Вселенной. М., 1991.
16. *Идлис Г. М.* Революции в астрономии, физике и космологии. М., 1985.
17. *Павленко А.Н.* Европейская космология: основания эпистемологического поворота, М.- ИНТРАДА, 1997.
18. *Воронцов-Вельяминов Б.А.* Сборник задач по астрономии: Пособие для учащихся. - М.: Просвещение, 1980.- 56 с.
19. *Левитан Е.П.* Выше идейный уровень преподавания астрономии в средней школе // *Физика в школе.* - 1970.- N1.- С.9-19
20. *Яхно Г.С.* Систематические наблюдения - основа изучения астрономии в средней школе // *Физика в школе.* - 1960. - N3.- С.46-51.
21. *Полануер М.Д.* Вариант курса общей астрономии // *Земля и Вселенная.* - 1992.- N2.- С.81-63.
22. *Кожееуров И.В.* Вопросы и задачи по физике с элементами космонавтики // *Физика в школе .* - 1962.- N4.
23. *Дроздов В.Б.* Задачи с астрономическим и геофизическим содержанием // *Физика в школе.* - 1994.- N 2.- С.69-70
24. *Бакулин П.И., Кононович Э.В., Мороз В.И.* Курс общей астрономии: Учебник для пед.вузов. - М.: Наука, 1977. - 543 с.
25. *К.Ф. Афонин.* Высшая геодезия. Системы координат и преобразования между ними: Учеб.-метод. пособие/ Новосибирск: СГГА,2011. — 66 с.
26. *П.И. Бакулин, Э.В. Кононович, В.И. Мороз* "Курс общей астрономии", 1977, М., "Наука"
27. *А. Бечварж (А. Vesvar)* "Atlas Coeli", 1962, Прага, Издательство Чехословацкой Академии Наук
28. *Воронцов-Вельяминов Б.А* "Сборник задач и практических упражнений по астрономии", 1974, М. "Наука"

29. *Э.В. Кононович, В.И. Мороз* "Общий курс астрономии", 2001, М., "Едиториал УРСС"
30. *Абалакин В.К.* Основы эфемеридной астрономии. М.: Наука. 1979. – 448 с.
31. *Блажко С.Н.* Курс сферической астрономии. 2-е изд. М.: Гостехиздат. 1954.
32. *Ковалевский Ж.* Современная астрометрия. М: Век-2. 2004. 480 с.
33. *Копейкин С.М.* Теория относительности в радиоастрономических наблюдениях. Астрон. журн. 1990, **67**, 10-20.
34. *Куликов К.А.* Курс сферической астрономии. М.: Наука. 1976.
35. *Маррей К.Э.* Векторная астрометрия. Киев: Наукова Думка. 1986. – 327 с.
36. *Матросов А.В.* Maple 6. Решение задач высшей математики и механики. СПб.: БХВ-Петербург. 2001. – 528 с.
37. *Одуан К., Гино Б.* Измерение времени. Основы GPS. М.: Техносфера. 2002. 400 с.
38. *Сидоренков Н.С.* Физика неустойчивостей вращения Земли. М.: Физматлит. 2002. – 384 с.

Приложение 1. Дидактическая игра «ВРЕМЯ АСТРОНОМИИ»

Пояснительная записка

Игра рассчитана на школьников 10 класса, осваивающих такой учебный предмет, как астрономия чтобы не перегружать учащихся, задания подобраны разнообразные и несложные, из учебного пособия *Б.А. Воронцов-Вельяминов* "Сборник задач и практических упражнений по астрономии", 1974, М. "Наука".

Игра содержит: набор из желтых и синих карточек, кубик, песочные часы.

Механика игры: Игра рассчитана на 3 – 8 учащихся (игроков и 2 проверяющего). Игроки садятся за игровой стол и получают набор из синих карточек, содержащих задачи по астрономии. Начальный ход определяется жеребьевкой, с помощью кубика, где игрок набравший максимальное количество очков получает преимущество – карточки на минуту ранее. Далее спустя отведенное время все остальные игроки приступают к выполнению заданий. Игроки решают задания на синих карточках и тут же сдают на проверку, в случае верного решения игрок получает 2 балла, в противном – 0 баллов. Если сданные на проверку карточки (2 шт.) в подряд окажутся решены неверно, то наступает время «Блиц».

Время «Блиц»: игроки откладывают в сторону синие карточки и берут одну желтую. Желтая карточка решается на время. Для этого используются песочные часы (5 мин.). Как только время истекает игроки обязаны сдать желтую карточку на проверку, в независимости от полноты решения, и продолжить решать задания с синих карточек. Если желтая карточка решена верно - 1 балл, неверно – 0 баллов.

В игре два вида деятельности, что не дает учащимся скучать:

1) Игра на скорость, где капитан команды должен быстрее всех поднять флажок и ответить. Этап проходит очень активно и не дает отвлекаться.

2) Командная игра, где ребята нуждаются друг в друге, пытаются совместно решить как можно больше заданий за отведенное время.

Взаимопроверка работ. Работы проверяются не учителем, а проверяющим из числа учеников, т.е. ребята сами проверяют работы.

В финале учащиеся получают оценки, согласно набранным очкам.

Приложение 2. Сертификат финалиста

