

Научно-исследовательская работа

Астрономия

## **Вечные проблемы времени**

Выполнил

Чунжеков Никита Денисович,  
учащийся 9 класса, МАУ ДО «ДПШ»,  
г. Челябинск

Папулова Наталика Владимировна,  
научный руководитель,  
педагог дополнительного образования  
МАУ ДО «ДПШ»,  
Г. Челябинск

## Оглавление:

Введение	1
1. Что такое время? Как его измеряют?	2
2. Исторический аспект становления системы измерения времени	6
3. Пулковская обсерватория – главная обсерватория РАН	8
4. Измерение истинного полдня в Челябинской области	10
Заключение	11
Список источников информации	11
Приложение	12

## Введение

Если людям, находящимся в разных точках нашей планеты задать вопрос: «Который сейчас час?», то ответы будут различные. Время соотносится с вращением Земли вокруг Солнца. Но насколько точно мы определяем время? Нет ли погрешностей в определении таких привычных для человека понятий как полдень, час? Это вопрос впервые заинтересовал меня, когда разные часы в нашем доме показали полдень с разницей в пять минут. Я задумался: как соотносится время на часах и время по Солнцу. Когда наступает настоящий полдень?

Проблемой измерения времени, независимо от способа и системы его отсчёта, занимаются различные разделы науки и техники. Технические средства — счётчики времени (часы и другие приборы) для счёта времени и воссоздания его единиц и их долей разрабатываются в хронометрии. Астрономия даёт возможность с помощью специальных наблюдений небесных светил контролировать работу счётчиков времени и определять поправки к шкалам времени.

Мы в клубе любителей астрономии «Апекс» часто ходим в походы, наблюдаем различные астрономические явления. Для точности расчетов необходимо знать время полдня, т.е. самого высокого положения Солнца на небе в течение дня. Чтобы сориентироваться в пространстве, мы знаем, что Солнце в полдень точно находится на юге. Но для этого же надо знать, когда наступает полдень в данной местности.

**Цель моей работы:** изучение системы измерения времени, установление экспериментальным путем истинного полудня в г. Челябинске.

### **Задачи:**

1. Рассмотреть понятие «время».

2. Изучить становление системы измерения времени.

3. Провести эксперимент по установлению истинного полдня в г. Челябинске.

**Актуальность:** Время – понятие не до конца известное науке и человеку, поэтому до сих пор нуждается в исследовании

**Методы исследования:** эксперимент, наблюдение

## 1 Что такое время?

Вопрос изучения времени всегда интересовал людей.

С древних времен человечество искало закономерности в космическом устройстве нашей Вселенной и его влияния на жизнь на планете Земля. Археологический памятник Аркаим (Рисунок А.1), датируемый официальной наукой 3-2 тысячелетием до н.э., построен в соответствии с годичным круговоротом Луны и Солнца. Движение этих небесных тел всегда являлось ориентиром для измерения времени.

На севере России, в том числе на Кольском полуострове, найдены лабиринты (Рисунок А.2), выложенные из камней многие сотни, а может быть тысячи лет назад. Вопрос об их происхождении остается открытым, но принцип построения некоторых лабиринтов, их конфигурация, расположение камней отражает закономерности движения небесных тел, расположения созвездий в течение года. Таким образом, можно предположить, что данные сооружения также имеют значение календаря, а, следовательно, это система измерения времени. Во время экспедиции клуба «Апекс» на Кольский полуостров, летом 2011 года, мы участвовали в построении такого лабиринта под руководством Лидии Ефимовой (Рисунок А.3), эксперта международного клуба ученых. Главными ориентирами служили стороны света, положение Солнца, траектория его перемещения по небосклону. Для постройки необходимо огромное количество камней, их в тундре найти непросто. Это говорит о ценности подобных сооружений, созданных древними людьми.

Сегодня человечество использует две основные единицы измерения времени - сутки и календарный год. Эти единицы напрямую зависят от вращения планеты. Земля совершает один оборот вокруг собственной оси за одни сутки, а за солнечный год - один раз огибает Солнце.

Протяженность солнечного дня, или суток, - 24 часа. Каждый час длится 60 минут, каждая минута - 60 секунд. В действительности протяженность

солнечного дня бывает разной, поскольку скорость вращения Земли вокруг Солнца не всегда одинаковая. Несмотря на то, что солнечный день длится чуть больше 24 часов, мы округляем это число до 24. Чтобы легче было ориентироваться на карте, человек условно поделил всю нашу планету по меридианам, соединяющим два земных полюса. Так, в странах, расположенных на одном и том же меридиане, время одинаково. Разница во времени между странами определяется их местоположением относительно нулевого меридиана[2]. (Рисунок А.4)

Время, которым пользуются люди во всем мире, зависит от времени по Гринвичу. Астрономы, работающие в гринвичской обсерватории, регулярно определяют точное время по Солнцу или по звездам.

## **2 Солнечное и звездное время**

### **2.1 Звездное время**

Звездное время, это время, связанное с вращением Земли не по отношению к Солнцу, а по отношению к определенной точке небесной сферы — точке весеннего равноденствия. Период между двумя последовательными кульминациями этой точки составляет звездные сутки, с которыми мы уже давно знакомы. Итак, звездное время является фундаментом, на котором покоится вся наша система счета времени, хотя многие об этом и не подозревают, так как в основе нашей жизни лежит солнечное время.

### **2.2 Солнечное время**

Термин **солнечное время** не совсем точен, так как существуют два солнечных времени: истинное солнечное время и среднее солнечное время. Особым видом последнего является поясное время. Чтобы понять, что такое поясное время, мы сначала должны узнать, что представляет собой истинное солнечное время.

#### **Истинное солнечное время**

Это то время, которое определяется по солнечным часам. На солнечных часах — полдень, когда Солнце пересекает меридиан. Интервал времени между двумя последовательными прохождениями через меридиан есть истинные солнечные сутки.

#### **Истинные солнечные сутки**

Солнечные сутки начинаются и заканчиваются в полдень. Это простой и естественный способ измерения времени, им пользовались на протяжении многих столетий. Однако в наш век, когда требуется знать точное время, и нужно, чтобы

счет времени был равномерным, такой способ хранения времени не годится, так как истинные солнечные сутки имеют разную продолжительность.

Сейчас единица времени, секунда, отсчитывается по промежутку времени, за который происходит 9192631770 колебаний электромагнитного излучения, частота которого равна частоте, которую имеет определенная линия поглощения в спектре атомов цезия.

Такой отсчет секунды значительно точнее, чем вычисление с помощью астрономических наблюдений.

Истинное суточное движение Солнца по небу неравномерно на протяжении года.

Иногда кажется, что Солнце перемещается немного быстрее, иногда — немного медленнее, и интервалы времени между двумя последовательными полуднями различны. Они могут отличаться почти на целую минуту.

Поэтому если наши часы проверять по Солнцу, их каждый день придется переводить немного вперед или назад в соответствии с положением Солнца, что, несомненно, было бы очень неудобно с практической точки зрения.

Это происходит, в частности, из-за того, что орбита Земли — не правильная окружность, а эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Поэтому Земля расположена иногда ближе, а иногда дальше от Солнца. Когда Земля ближе к Солнцу, она движется по орбите быстрее, поэтому кажется, что Солнце движется по небу немного быстрее. Отклонение от окружности невелико — всего около 3%.

В наиболее близкой к Солнцу точке — перигелии (греческое *peri* — около, *Helios* — Солнце) — Земля на 5 миллионов километров ближе к Солнцу, чем в афелии (по латыни *apo* — от), в то время как среднее расстояние до Солнца примерно 150 миллионов километров.

В северном полушарии от весеннего до осеннего равноденствия проходит примерно 186 дней, а с осени до весны — 179 дней (разница около 3%). В нашем полушарии лето приблизительно на неделю длиннее, чем зима.



Кроме того, солнечное время зависит от места наблюдения. Истинный полдень смещается примерно на одну минуту с изменением долготы на каждые четверть градуса. Чтобы избежать первого из этих двух неудобств — неравной длины истинных солнечных суток, астрономы ввели среднее солнечное время.

**Среднее солнечное время** – время, основой которого являются средние солнечные сутки, т. е. солнечные сутки, усредненные за год.

Именно средние солнечные сутки мы имеем в виду, когда говорим, что звездные сутки на 3 минуты 55,91 секунды короче солнечных (т. е. минут и секунд солнечных суток). В звездных сутках 24 звездных часа, которые, конечно, так же как и звездные минуты и секунды, короче солнечных часов, минут и секунд.

Чтобы сутки кончались не в полдень, а в полночь, было введено гражданское время; оно равно среднему солнечному времени плюс 12 часов. Таким образом, гражданские сутки начинаются и кончаются в полночь.

Так что если ваши часы идут достаточно точно, они указывают время средних гражданских суток, т. е. отсчитывают часы, минуты и секунды средних гражданских суток.

Остается второе неудобство — хотя продолжительность средних солнечных суток постоянна, момент их начала и конца зависит от места наблюдения. Полдень по местному гражданскому времени сдвигается на одну минуту при изменении долготы на четверть градуса.

При такой системе все большие и малые города и селения имели бы свое местное время, и это вызывало бы бесконечные недоразумения до тех пор, пока повсеместно не решили ввести поясное время. Мы отсчитываем наши сутки от полуночи, иначе нам приходилось бы садиться обедать во вторник, а вставать из-за стола в среду.

### **2.3 Поясное время**

Это был медленный процесс, начавшийся с международного конгресса в Вашингтоне в 1884 г. и продолжавшийся десятки лет. В результате земной шар разделен на 24 часовых пояса, каждый шириной 15' по долготе (с незначительными отклонениями, сделанными по практическим соображениям).

От пояса к поясу время меняется точно на один час.

Время в каждом поясе равно среднему гражданскому времени на среднем меридиане пояса. На этом меридиане поясное время совпадает с местным гражданским временем, но у границ пояса, которые находятся на расстоянии 7.5' от среднего меридиана, поясное и местное время отличаются примерно на 30 минут.

Около восточной границы пояса ваши часы, показывающие поясное время, на 30 минут отстают от местного гражданского времени, а около западной границы — на 30 минут спешат.

Это довольно заметно, если определять время по положению звезд, хотя в других случаях разница не ощутима.

### **2.4 Декретное время**

В 1917 году действовал введенный декретом Временного правительства от 1 июля 1917 года переход на «летнее время», которое опережало местное (с 1919 — поясное) время на один час. Однако, в соответствии с декретом СНК РСФСР от 22 декабря 1917 года (по старому стилю) «О переводе стрелки часов», 27 декабря 1917 года (по старому стилю) стрелки часов были снова переведены на час назад. Практика ежегодного перехода на территории Российской Республики, РСФСР, а затем СССР на летнее время и последующего осеннего возвращения к «зимнему», продолжалась до 1924 года.

Постановлением СНК СССР от 16 июня 1930 года на территории СССР с формулировкой «в целях более рационального использования светлой части суток и

перераспределения электроэнергии между бытовым и производственным потреблением» возвращение к «зимнему времени» было отменено. Таким образом, переведённое весной на час вперед время осенью того же года обратно возвращено уже не было, и страна, таким образом, продолжила жить в летнем времени. Такое время, постоянно опережающее поясное на один час, и получило название «декретного».

С 1 апреля 1981 года на территории СССР вводится летнее время, опережающее поясное уже на 2 часа (то есть ещё на 1 час по сравнению с декретным). В период с 1982 по 1986 год решением правительства СССР в 30 областях и автономных республиках РСФСР стало применяться время не своего, а соседнего (более западного) часового пояса, что было эквивалентно отмене декретного времени на этих территориях.

В связи с отменой в России перехода на «зимнее» время с осени 2011 года полностью повторяется ситуация 1930 года, фактическое время во многих регионах опережает поясное уже на два часа. Последнее утверждение применимо далеко не ко всей территории страны, поскольку из-за повсеместного сдвига на восток границ административных часовых поясов России в 1960-х—2010-х годах, сейчас на значительных территориях (большая часть центральных регионов Европейской части России, Западная Сибирь, восток Красноярского края, Камчатка и т. д.) используется время, опережающее поясное лишь на один час (то есть время, фактически эквивалентное бывшему декретному времени), а на некоторых территориях (Республика Коми, Ненецкий автономный округ, восток Чукотки) используется и обычное поясное время. Поясное время фактически действовало в Самаре в 2010 году. В 1930 г. в СССР было введено декретное время, по которому все часы были переведены на 1 час вперед, т. е. декретное время опережает поясное на 1 час. Декретное время является одним из способов использования в стране или на какой-либо территории такого времени, которое опережает «своё время» (время своего географического часового пояса) на один час.

Формальной отличительной особенностью применения декретного времени от иных способов использования опережающего времени является добавление к поясному времени т. н. «декретного часа» при формальном сохранении нумерации часовых поясов.

### **3 Исторический аспект становления системы измерения времени**

Известно, что правильные астрономические наблюдения начались с того времени, когда в Александрии были созданы музей и первая обсерватория, прославленная трудами Эратосфена, Гиппарха, Птолемея. Это единственный пример в древности обсерватории, действующей за счет государства, и пример замечательный, потому что это учреждение не только положило начало астрономии, но также определило направление, которому ее развитие следовало в течение 18 веков.

Открытие истинной солнечной системы, сделанное Коперником в XV веке, отделяет древнюю астрономию от новой (Рисунок В.1) . Но в эту эпоху успехи практической астрономии совершались весьма медленно и только в конце XVI века стали быстрее продвигаться вперед. В XVII веке с изобретением телескопа самые неожиданные астрономические открытия быстро следовали одно за другим. Изучение астрономии позволило решить трудную задачу определения долготы места на море, важность которой так ощущалась путешественниками во время кругосветных плаваний, которые в XVII веке предпринимались нередко.

До конца XIX века в различных странах для отсчёта географических долгот использовали свои собственные национальные нулевые меридианы, проходящие, как правило, через центральные обсерватории этих стран. Так, в Англии нулевым считался Гринвичский меридиан, проходящий через ось пассажного инструмента Гринвичской обсерватории (Рисунок В.2), во Франции для этой цели использовался с 1667 года Парижский меридиан и т. д. На географических картах

Российской империи с 1840-х годов нулём отсчёта был Пулковский меридиан. Для определения разности долгот Пулковского и английского (Гринвичского) меридианов в 1843—1844 годах было совершено несколько специальных экспедиций, в которых между Пулковом и Гринвичем перевозились точные хронометры [8].

В 1881 г. на III Международном географическом конгрессе несколько выдающихся географов выступили с предложением принять меридиан, на котором расположен Гринвич, в качестве нулевого и таким образом унифицировать долготы и национальные часовые пояса. Не все государства сразу же приняли этот проект.

Только в 1884 г., на Международном географическом конгрессе в Вашингтоне, когда этот вопрос вновь был вынесен на обсуждение, все пришли к согласию. Гринвичский меридиан «вступил в силу» в 1912 г. на I Международной конференции по вопросам всемирного времени. Все остальные меридианы зависят от их положения относительно Гринвичского.

Однако это постановление имело характер рекомендации, и довольно долго в разных странах пользовались своими системами долгот наряду с гринвичской. Так, на некоторых советских картах Пулковский меридиан продолжал использоваться как начало отсчёта до 1920-х годов.

Из всех «именных» меридианов, использовавшихся до начала XX века в качестве точек отсчёта систем географических координат, Пулковский — единственный, проходящий через четыре части света (Европа, Азия, Африка, Антарктида). По протяжённости пересекаемой им суши он является среди них наиболее «сухопутным».

В Африку Пулковский меридиан заходит на полградуса восточнее птолемеевской столицы Египта — Александрии (центр города  $29^{\circ}55'$  в. д.), далее проходит на градус к западу от Египетских пирамид (пирамида Хеопса  $31^{\circ}08'$  в. д.). По пути к югу он пересекает вытянувшееся примерно вдоль него озеро Танганьика [8] (Рисунок В.3).

#### **4 Пулковская обсерватория – главная астрономическая обсерватория РАН**

Со строительством вблизи Санкт-Петербурга знаменитой Пулковской обсерватории (Рисунок С.1) связан совершенно новый период в отечественной астрономии, закладка которой состоялась в торжественной обстановке 21 июня 1835 года. Построенная по проекту архитектора А.П. Брюллова и под фактическим руководством выдающегося астронома В.Я. Струве, Пулковская обсерватория стала крупнейшей и лучшей обсерваторией того времени, надолго завоевав славу "астрономической столицы мира". Кроме того, она была призвана координировать работу других астрономических учреждений России. Вильгельм Яковлевич Струве (Рисунок С.2), который стал первым директором обсерватории, так высказался в отношении своего детища: "Пулковская обсерватория есть осуществление ясносозданной научной идеи, свершившееся благодаря безграничной щедрости монарха". Этим монархом являлся император Николай I, который сам выбрал место для обсерватории на Пулковской горе. Участок земли площадью около 20 десятин, принадлежащий к императорским владениям, был принесен в дар Академии наук. На протяжении XIX века на обсерватории были получены выдающиеся результаты, прежде всего в позиционной астрономии [3]. В советское время Пулковская обсерватория не потеряла своего значения центра астрономической науки, у нее появились филиалы, здесь работали многие выдающиеся советские ученые, астрономы и оптики. Во время Великой Отечественной Войны обсерватория была разрушена, но в послевоенные годы полностью восстановлена.

Мне посчастливилось побывать в этом уникальном учреждении во время поездки клуба «Апекс» в Санкт-Петербург, в январе 2013г., и своими глазами

увидеть обозначение Пулковского меридиана в Круглом зале обсерватории. Во время увлекательной экскурсии в сопровождении сотрудника обсерватории Сергея Смирнова мы узнали об истории развития астрономии в России (Рисунок С.3) и рассмотрели множество интересных экспонатов.

Внутри Круглого зала царит академическая тишина, уникальные экспонаты, картинная галерея, где представлены портреты выдающихся астрономов и ученых. Слева от входа - коллекция уникальных фотографий, полученных на крупнейшем менисковом телескопе системы Д.Д. Максудова - АЗТ-16 (диаметр мениска 70 см, диаметр зеркала 100 см), установленном в 1966 году в обсерватории Серро Эль Робле вблизи Сантьяго (Чили) (Рисунок С.4). Проходим дальше - и в центре зала, посередине мозаичного пола видим бронзовый знак исходной точки отсчета геодезической и географической системы России (Рисунок С.5).

Через эту точку проходит Пулковский меридиан. Так получилось, что он почти совпадает с прямым, как стрела Московским проспектом (Рисунок С.6) и далее проходит вблизи хорошо видного с обсерватории шпиля Адмиралтейства. Прекрасная панорама Петербурга в направлении меридиана на север открывается с площадки, расположенной по окружности главной башни здания обсерватории. В самой башне находится двойной рефрактор.

Несколько слов об экспонатах музея. Среди них есть действительно уникальные, увидеть которые собственными глазами является мечтой каждого астронома-любителя: объектив Большого Пулковского рефрактора, погибшего во время Великой Отечественной Войны (объектив удалось спасти) (Рисунок С.7), первый менисковый телескоп, который изобрел в 1941 году и построил Д.Д.Максудов, фотографический объектив диаметром 820 мм, который предполагалось установить после войны в новом большом рефракторе (Рисунок С.8). Интересна история этого объектива. Его рассчитал и собственноручно изготовил Д.Д.Максудов, но уже в процессе работы над ним, рассуждая о преимуществах менисковых телескопов, даже в такой области, как астрометрия,

он предсказывал этому объективу участь музейного экспоната, считая нецелесообразным строительство нового гигантского рефрактора. Так оно и случилось. Во вновь отстроенной башне большого рефрактора был установлен 65-см трофейный телескоп (визуальный), а 820-мм объектив занял почетное место в музее. Так же в музее можно увидеть первые атомные часы, образцы первых металлических сотовых астрономических зеркал, одну из первых спутниковых камер, осколок Сихотэ-Алинского метеорита, упавшего 12 февраля 1947 года в Сибири (Рисунок С.9), множество старинных инструментов и приборов.

Очень интересным экспонатом является башня большого рефрактора (Рисунок С.10). Этот гигантский телескоп тоже имеет необычную судьбу. Построенный по личному приказу Гитлера фирмой "Карл Цейсс" (Рисунок С.11), он должен был занять место на одной из обсерваторий фашистской Италии, будучи подаренным итальянскому лидеру Муссолини. Однако он занял место Большого Пулковского рефрактора, варварски уничтоженного фашистами во время войны.

Территория обсерватории представляет огромный интерес для астрономов. Она составляет десятки гектар. На этой площади разбит прекрасный парк с раскидистыми деревьями, обширными полянами, виднеющимися тут и там куполами и павильонами больших и малых инструментов, которых здесь несколько десятков, причем многие из них являются уникальными. Во время Великой Отечественной войны на территории Пулковской обсерватории велись кровопролитные бои,

Часть территории занимает Санкт-Петербургский филиал Специальной Астрофизической Обсерватории РАН. Здесь расположены радиотелескопы: два больших и один малый параболические рефлекторы и радиотелескоп с антенной переменного профиля БПР - Большой Пулковский радиотелескоп (Рисунок С.12).

Пулковская обсерватория являлась флагманом астрономической мысли России и мира. Сегодня это больше исторический комплекс, напоминающий о былом величии науки в нашей стране.



Побывав в обсерватории в Санкт-Петербурге, изучив литературу о гринвичской обсерватории, я сделал вывод, что измерение времени всегда относительно. Разница местного челябинского времени с Гринвичским меридианом в 6 часов и Пулковским меридианом в 2 часа условна. Когда же наступает истинный полдень в моем Челябинске?

## 5 Измерение истинного полдня в г. Челябинске

Истинный полдень – момент, когда Солнце находится в самой высокой точке дневной траектории.

Инструмент для измерения истинного полдня называется гномон. Изготовить его просто: в солнечный день воткнуть в землю палку (чем длиннее палка, тем точнее измерение) и замерять в течение дня длину ее тени. Когда тень станет наиболее короткой, тогда наступил полдень.

Измерения были проведены в г. Челябинске 06.03.2014 года (Рисунок D.1, D.2). **А Снежинск?**

В данное время года солнечная погода в течение всего дня – редкость. В связи с погодными условиями фиксация длины тени гномона проводилась, начиная с 13 часов. На рисунке обозначены отметки с получасовым интервалом. Самая короткая тень зафиксирована в период с 14-00 до 14-10, точнее в 14-07.

Процесс наблюдения за движением Солнца очень интересный. Я представлял себя человеком, живущим много лет назад, до изобретения часов.

Таким образом, опытным путем установлено, что разница между истинным полднем и временем на часах составляет два часа. Данное расхождение объясняется введением декретного времени в 1930 году и переходом на летнее время.

Процесс измерения соотношения солнечного и местного времени не только интересный процесс, но также имеет практическое значение. Как уже говорилось выше, в походах, на наблюдениях для точности производимых расчетов нам

необходимо знать время истинного полдня, т.е. момента, когда Солнце строго на юге.

Например, у нас нет компаса или показания его не точны из-за расположенных рядом железных пород. Как узнать, где мы находимся и куда идти? Зная момент истинного полдня и то, что именно тогда Солнце находится точно на юге, мы пользуемся часами со стрелками. Для этого часовую стрелку направляют в сторону Солнца: при таком положении часов середина угла между часовой стрелкой и для нас цифрой «2» на циферблате укажет примерное направление на юг. Точность ориентирования летом этим способом невелика. Но в каком направлении двигаться, мы все-таки будем знать.

Без сомнения, сегодня существует неразбериха с исчислением времени. Как отметил Сергей Смирнов, сотрудник Пулковской обсерватории: «На моем рабочем столе несколько часов. Шахматные часы тикают не по очереди, а идут одновременно, потому что надо знать:

1) всемирное время, отсчет которого ведется от гринвичского меридиана, 2) среднее солнечное время своего меридиана, и еще 3) надуманное "вечное" двойное летнее время»

## **Заключение**

Человечество всегда ищет взаимосвязи устройства жизни на Земле с устройством Вселенной и находит их. Календари, современная система измерения времени, конечно, не идеальны, имеют погрешности. Но эти системы позволяют человеку познавать мир, развивать науку.

В процессе работы над данной темой я изучил историю определения времени, узнал о развитии современной системы измерения времени, обобщил

знания, полученные мною в процессе различных научных поездок и экспедиций, провел эксперимент по установлению истинного полдня в Челябинской области (Челябинск).

Работа по изучению времени - очень интересное направление. Здесь много открытых вопросов, как в историческом, так и в современном аспектах. Поэтому я продолжаю работу над темой времени и его вечными проблемами.

## Список источников информации

### Книги:

1. Леокум, А. Детская энциклопедия [Текст]/А. Леокум. - М.:ЭКСМО,1992.-334с.
2. Литвинова, О.Е. В.Я. Струве. Его жизнь и ученая деятельность [Текст]: библиографический очерк/О.Е. Литвинова. – СПб.: Реверс,1993.-80с.
3. Чернин, А.Д. Физика времени [Текст]/ А. Чернин. – М.: Наука, 1987.-180с.
4. Перельман, Я.И. Занимательная астрономия [Текст]/ Я.И. Перельман. – Д.: ВАП, 1994.-208с.
5. Семке, А.И. Увлекательная астрономия. Мифы и легенды звездного неба, интересные факты, задачи и практические работы[Текст]/ А.И. Семке; худож. М.В. Душин.- Ярославль: Академия развития, 2010. – 352с.
6. Сурдин, В.Г. Вселенная от А до Я [Текст]/ В. Сурдин.- М.:Эксмо, 2012.-480с.
7. Энциклопедия для детей.[Том8]. Астрономия/ред. коллегия: М. Аксенова, В. Володин, Р. Дурлевич и др. – 23-е изд., перераб. М.: Мир энциклопедий Аванта+, Астрель, 2011. – 528с.

### Электронные ресурсы:

8. Степанов А.В., Абалакин В.К., Толбин С.В. Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН – мировое достояние человечества [электронный ресурс]:<http://www.gao.spb.ru/russian/>
9. Астрономический словарь [электронный ресурс]:  
<http://www.bibliotekar.ru/astronomia/21.htm>
10. Справочники.2014 [электронный ресурс]:  
<http://www.kakras.ru/doc/time-zone.html#table-time-zone>

## Приложение А

Рисунок А.1 Вид Аркаима (страница 5)



Фото В. Богдановского

Рисунок А.2 Лабиринты Кольского полуострова (страница 5)

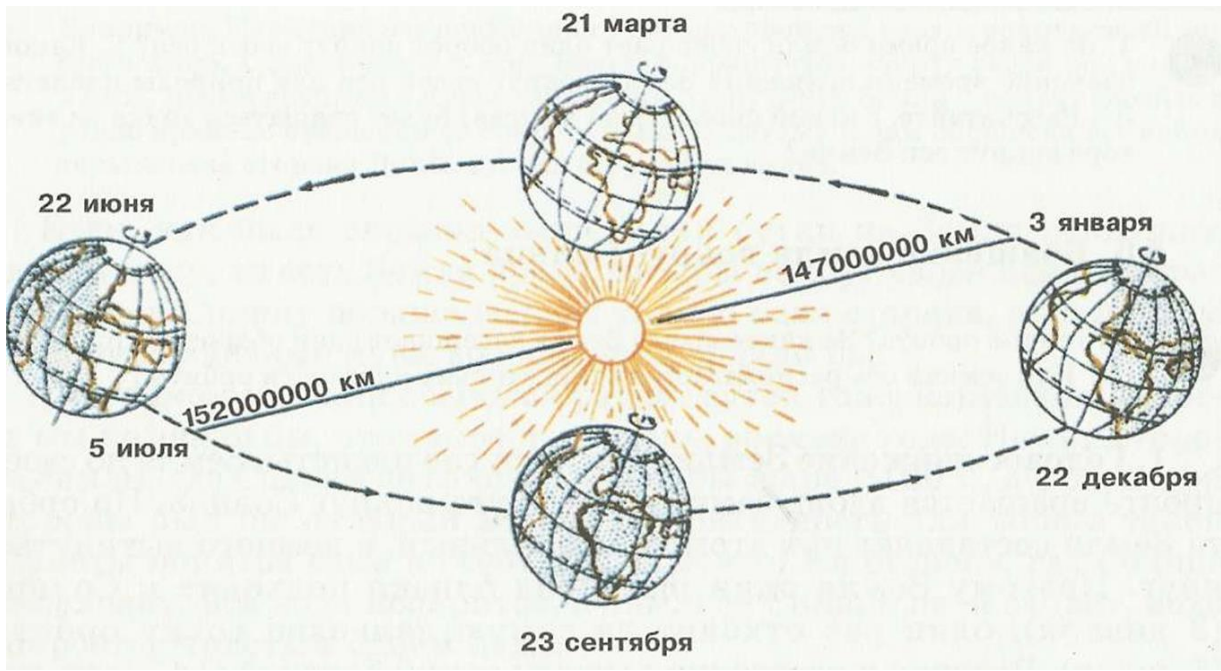




Рисунок А.3 Лидия Ефимова (страница 5)



Рисунок А.4 Орбита вращения Земли вокруг Солнца (страница 6)





## Приложение В

Рисунок В.1 Николай Коперник (страница 12)



Рисунок В.2 Обозначение Гринвичского меридиана (страница 12)





Рисунок В.3 Пулковский меридиан (страница 13)



## Приложение С

Рисунок С.1 Пулковская обсерватория (страница 14)



Рисунок С.2 Мемориальная доска В.Я. Струве (страница 14)



Рисунок С.3 Сергей Смирнов (страница 14)



Рисунок С.4 Фотографии, сделанные с помощью телескопа Максутова Д.Д. АЗТ-16 (страница 15)





Рисунок С.5 Знак исходной точки отсчета геодезической и географической системы России (страница 15)



Рисунок С.6 Пулковский меридиан (страница 15)



Рисунок С.7 Объектив телескопа, разрушенного во время Великой Отечественной войны (страница 15)



Рисунок С.8 Фотографический объектив диаметром 820 мм, который предполагалось установить после войны в новом большом рефракторе (Д.Д. Максудов) (страница 15)





Рисунок С.9 Осколок Сихотэ-Алинского метеорита (страница 16)



Рисунок С.10 Башня большого рефрактора (страница 16)



Рисунок С.11 Трофейный телескоп фирмы «Карл Цейсс» (страница 16)



Рисунок С.12 Пулковский радиотелескоп (страница 16)







Приложение D

Рисунок D.1 Измерение истинного полдня в г. Челябинск (страница 17)

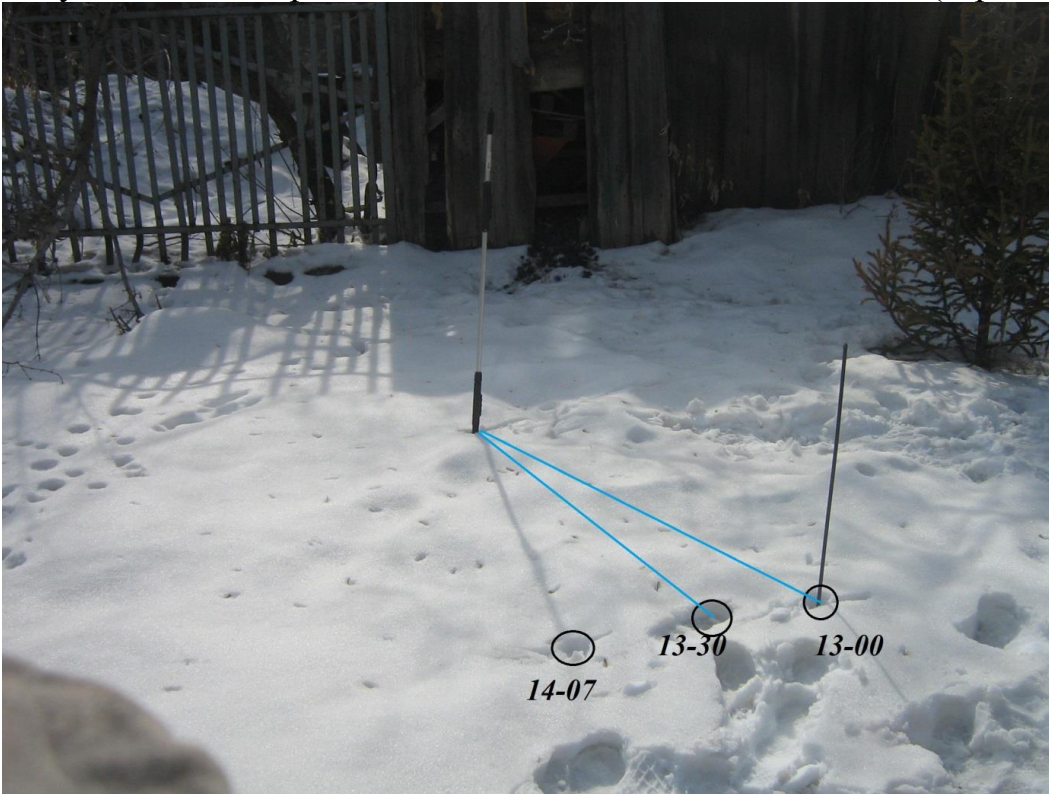


Рисунок D.2 Измерение истинного полдня в г. Челябинск (страница 17)

