

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
Сибирский колледж транспорта и строительства

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

БД. 08 Астрономия

Программы подготовки специалистов среднего звена по специальности

21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ  
*Базовая подготовка  
среднего профессионального образования*

Иркутск 2022

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

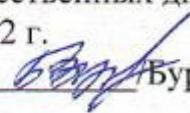
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа

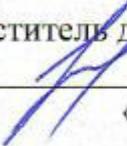


Фонд оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС среднего общего образования (далее ФГОС СОО) (Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012г. № 413 « Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (ред. от 29.12.2014) и рекомендациями Департамента государственной политики в сфере подготовки рабочих кадров и ДПО (письмо от 17 марта 2015г. № 06-259) с учетом профиля профессионального образования.

РАССМОТРЕНО:

Цикловой методической  
комиссией естественных дисциплин  
«08» июня 2022 г.  
Председатель:  Бурдина О.В.

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора по УВР  
  
/А.П.Ресельс  
«09» июня 2022 г.

Разработчик: Панина В.Е. преподаватель высшей квалификационной категории  
Сибирский колледж транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский  
государственный университет путей сообщения».

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт фонда оценочных средств .....	4
1.1 Общие положения .....	4
1.2 Система контроля и оценки освоения программы дисциплины.....	9
2. Фонд оценочных средств для оценки уровня освоения умений и знаний по дисциплине .....	9
2.1 Материалы для текущего контроля .....	9
2.2 Материалы для промежуточной аттестации .....	26

## 1. Паспорт фонда оценочных средств

### 1.1 Общие положения

Фонд оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения дисциплины БД. 08 Астрономия программы подготовки специалистов среднего звена.

ФОС включает оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации в форме дифференцированного.

Итогом дифференцированного зачета является оценка в баллах:

5 – «отлично»; 4 – «хорошо»; 3 – «удовлетворительно»; 2 – «неудовлетворительно» (или *зачет-незачет*).

ФОС позволяет оценивать уровень освоения знаний и умений, компетенций по дисциплине.

### 1.2 Результаты освоения дисциплины, подлежащие контролю

Результаты обучения	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
1) сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;	Индивидуальный опрос, фронтальный опрос, уплотненный опрос обучающихся.
2) понимание сущности наблюдаемых во Вселенной явлений;	Выполнения лексико-грамматического тестирования, письменных контрольных работ.
3) владение основополагающими астрономическими понятиями, теориями, законами и закономерностями, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой;	Выполнение индивидуальных самостоятельных работ обучающихся.
4) сформированность представлений о значении астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;	Выполнение контрольных работ.
5) осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.	Выполнение практических работ.

Программа воспитания в рабочей программе профессионального модуля отражается через содержание направлений воспитательной работы, разбитых на следующие воспитательные модули:

Модули программы воспитания	Содержание модуля программы воспитания
Модуль 1 «Профессионально-личностное воспитание»	<p><i>Цель модуля:</i> создание условий для удовлетворения потребностей обучающихся в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии в сфере трудовых и социально-экономических отношений посредством профессионального самоопределения.</p> <p><i>Задачи модуля:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– развитие общественной активности обучающихся, воспитание в них сознательного отношения к труду и народному достоянию;</li> <li>– формирование у обучающихся потребности трудиться, добросовестно, ответственно и творчески относиться к разным видам трудовой деятельности;</li> <li>– формирование профессиональных компетенций;</li> <li>– формирование осознания профессиональной идентичности (осознание своей принадлежности к определённой профессии и профессиональному сообществу);</li> <li>– формирование чувства социально-профессиональной ответственности, усвоение профессионально-этических норм;</li> <li>– осознанный выбор будущего профессионального развития и возможностей реализации собственных жизненных планов;</li> <li>– формирование отношения к профессиональной деятельности как возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем.</li> </ul>
Модуль 2 «Гражданско-патриотическое воспитание»	<p><i>Цель модуля:</i> развитие личности обучающегося на основе формирования у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку.</p> <p><i>Задачи модуля:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование знаний обучающихся о символике России;</li> <li>– воспитание у обучающихся готовности к выполнению гражданского долга и конституционных обязанностей по защите Родины;</li> <li>– формирование у обучающихся патриотического сознания, чувства верности своему Отечеству;</li> <li>– развитие у обучающихся уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, историческим символам и памятникам Отечества;</li> <li>– формирование российской гражданской идентичности, гражданской позиции активного и ответственного члена российского общества, осознающего свои конституционные права и обязанности, уважающего закон и правопорядок, обладающего чувством собственного достоинства, осознанно принимающего</li> </ul>

	<p>традиционные национальные и общечеловеческие гуманистические и демократические ценности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах общественной самоорганизации, самоуправления, общественно значимой деятельности; развитие в молодежной среде ответственности, принципов коллективизма и социальной солидарности;</li> <li>– формирование приверженности идеям интернационализма, дружбы, равенства, взаимопомощи народов; воспитание уважительного отношения к национальному достоинству людей, их чувствам, религиозным убеждениям;</li> <li>– формирование установок личности, позволяющих противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, коррупции, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам и другим негативным социальным явлениям;</li> <li>– формирование антикоррупционного мировоззрения.</li> </ul>
Модуль 3 «Физическая культура и здоровьесбережение»	<p><i>Цель модуля:</i> формирование у обучающихся чувства бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа России, культуры здоровья, безопасного поведения, стремления к здоровому образу жизни и занятиям спортом, воспитание психически здоровой, физически развитой и социально-адаптированной личности.</p> <p><i>Задачи модуля:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование способности к духовному развитию, реализации творческого потенциала в учебной, профессиональной деятельности на основе нравственных установок и моральных норм, непрерывного образования, самовоспитания и универсальной духовно-нравственной компетенции - «становиться лучше»;</li> <li>– формирование у обучающихся ответственного отношения к своему здоровью и потребности в здоровом образе жизни, физическом самосовершенствовании, занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью, развитие культуры безопасной жизнедеятельности, профилактику наркотической и алкогольной зависимости, табакокурения и других вредных привычек;</li> <li>– формирование бережного, ответственного и компетентного отношения к физическому и психологическому здоровью - как собственному, так и других людей, умение оказывать первую помощь, развитие культуры здорового питания.</li> </ul>
Модуль 4 «Культурно-творческое воспитание»	<p><i>Цель модуля:</i> создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском</p>

	<p>обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся уважения к старшему поколению.</p> <p><i>Задачи модуля:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– воспитание здоровой, счастливой, свободной личности, формирование способности ставить цели и строить жизненные планы;</li> <li>– реализация обучающимися практик саморазвития и самовоспитания в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества;</li> <li>– формирование позитивных жизненных ориентиров и планов;</li> <li>– формирование у обучающихся готовности и способности к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;</li> <li>– формирование выраженной в поведении нравственной позиции, в том числе способности к сознательному выбору добра, нравственного сознания и поведения на основе усвоения общечеловеческих ценностей и нравственных чувств (чести, долга, справедливости, милосердия и дружелюбия);</li> <li>– развитие культуры межнационального общения;</li> <li>– формированиеуважительного отношения к родителям и старшему поколению в целом, готовности понять их позицию, принять их заботу, готовности договариваться с родителями и членами семьи в решении вопросов ведения домашнего хозяйства, распределения семейных обязанностей;</li> <li>– воспитание ответственного отношения к созданию и сохранению семьи на основе осознанного принятия ценностей семейной жизни;</li> <li>– формирование толерантного сознания и поведения в поликультурном мире, готовности и способности вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения.</li> </ul>
Модуль 5 «Экологическое воспитание»	<p><i>Цель модуля:</i> формирование у обучающихся чувства бережного отношения к живой природе и окружающей среде, культурному наследию и традициям многонационального народа России.</p> <p><i>Задачи модуля:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– развитие у обучающихся экологической культуры, бережного отношения к родной земле, природным богатствам России и мира, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды;</li> <li>– воспитание чувства ответственности за состояние природных ресурсов, формирование умений и навыков разумного природопользования, нетерпимого</li> </ul>

	<p>отношения к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– воспитание эстетического отношения к миру, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, общественных отношений;</li><li>– формирование мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, а также на признании различных форм общественного сознания, предполагающего осознание своего места в поликультурном мире;</li><li>– формирование чувства любви к Родине на основе изучения культурного наследия и традиций многонационального народа России.</li></ul>
--	---

### 1.3 Система контроля и оценки освоения программы дисциплины

Каждый промежуточный тест состоит из 6-8 вопросов которые имеют 4 варианта ответа, из которых только один правильный. Время выполнения теста: 20 минут

В контрольных измерительных материалах представлено содержание всех основных разделов курса астрономии.

Общее количество вопросов по каждому из разделов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению и учебному времени, отводимому на изучение данного раздела.

Тест для дифференцированного зачета представлен в 2 вариантах. Каждый вариант содержит 20 вопросов которые имеют 4 варианта ответа, из которых только один правильный.

Время выполнения теста: 50 минут.

## 2 Фонд оценочных средств для оценки уровня освоения умений и знаний по дисциплине

### 2.1 Материалы для текущего контроля

Тестирование по теме «Строение и эволюция Вселенной»

Раздел астрономии, занимающийся изучением строения Вселенной и процессов, происходящих в ней, называется:

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| а) космогонией | в) космонавтикой |
| б) космологией | г) астрофизикой  |

Соотнесите термины, указанные буквами и определения, указанные цифрами:

- |                  |                     |
|------------------|---------------------|
| а) Вселенная     | в) Галактика        |
| б) Метагалактика | г) Звездная система |

В предложенной классификации укажите термин, не относящийся к строению Галактик:

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| а) эллиптические | в) дисковидные  |
| б) спиральные    | г) неправильные |

Галактика, к которой относится наша Солнечная система, имеет форму:

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| а) эллиптическую | в) дисковидную  |
| б) спиральную    | г) неправильную |

Мы знаем, что в состав Галактик входят звезды и межзвездное вещество: пыль, газ, частицы космических лучей, причем в нашей Галактике масса газа составляет до 5% от её общей массы. Газ в нашей Галактике:

- а) сосредоточен в центре
- в) сконцентрирован в спиральных рукавах
- б) распределен равномерно
- г) сконцентрирован в звездах

### Тестирование по теме «Звезды и их характеристики»

1. Звездная величина – характеристика, отражающая:

- а) размер звезды
- в) температуру звезды
- б) расстояние до звезды
- г) блеск звезды

2. Звезды какой величины лучше всего видны на небосклоне:

- а) +6
- б) +1
- в) 0
- г) -1
- д) -6

3. Самым распространенным элементом в составе звезд являются:

- а) водород
- в) их примерно поровну
- б) гелий
- г) звезды состоят из плазмы

4. Химический состав звезд определяют:

- а) теоретическими расчетами
- б) по данным спектрального анализа
- в) исходя из размеров звезды и ее плотности
- г) по ее светимости

5. Каким термином не пользуются для характеристики размера звезд:

- а) сверхгиганты
- б) гиганты
- в) субгиганты
- г) сверхкарлики
- д) карлики
- е) субкарлики

6. Полная энергия, которую излучает звезда в единицу времени, называется:

- а) светимость
- б) мощность
- в) звездная величина
- г) яркость

7. Расположите цвета звезд по возрастанию их температуры:

- а) голубые
- б) красные

- в) желтые
- г) белые

8. Группа звезд, связанная в одну систему силами тяготения, называется:

- а) двойная звезда
- б) черная дыра
- в) созвездие
- г) звездное скопление

#### Тестирование по теме «Система Земля – Луна»

1. Выберите общие сведения, касающиеся планеты Земля:

- а) диаметр равен 3476 км
- б) масса составляет  $6 \cdot 10^{24}$  кг
- в) период обращения по орбите 27,3 суток
- г) период обращения по орбите 365,25 суток
- д) скорость движения по орбите 30 км/сек

2. Форма Земли представляет собой:

- а) шар
- в) геоид
- б) эллипсоид вращения
- г) эллипсоид сжатия

3. «Пепельный свет» на Луне представляет собой:

- а) отраженный свет Солнца
- в) отраженный свет звезд
- б) отраженный свет Земли
- г) не имеет к Луне никакого отношения

4. Период времени между двумя новолуниями называется:

- а) синодический месяц
- в) полный лунный месяц
- б) сидерический месяц
- г) календарный месяц

5. Взаимное гравитационное влияние Земли и Луны выражается:

- а) в наличии приливных сил
- б) в том, что Луна обращена к Земле одной стороной
- в) в том, что на Луне нет атмосферы
- г) в характере поверхности луны

#### Тестирование по теме «Строение Солнечной системы»

1. Расположите фамилии ученых, занимавшихся изучением системы Мира, в порядке их появления:

- а.) Клавдий Птолемей
- б) Иоганн Кеплер
- в) Джордано Бруно
- г). Николай Коперник

2. Из нижеперечисленных ученых выберите тех, кто открыл и доказал Законы движения небесных тел.

- а)Д. Исаак Ньютон
- б)Е. Галилео Галилей

1. Известно, что орбита любой планеты представляет собой эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце. Ближайшая к Солнцу точка орбиты называется:

- а) апогей б) перигей в) апогелий г) перигелий

2. Отклонение небесного тела от эллиптической траектории называется:

- а) смещение
- б) отклонение
- в) возмущение
- г)отношение

3. Формулой  $\frac{T_1^2(M_0+m_1)}{T_2^2(M_0+m_2)} \cdot \frac{a_1^3}{a_2^3}$  выражается:

- а)Первый закон Кеплера
- б) Второй закон Кеплера
- в) третий закон Кеплера
- г)третий закон Ньютона

4. В основе определения радиуса Земли лежат измерения линейного и углового расстояния между двумя точками поверхности, расположенными на одном меридиане. Угловое расстояние – это:

- а) разность географической долготы точек
- б) разность географической широты
- в) горизонтальный параллакс светила
- г) разница поясного времени

Проверочная работа по теме « Основы измерения времени»

Соотнесите понятия (А - Д) и определения (а - в):

- I.А. Координаты  
Б. Широта  
В. Долгота  
Г. Параллел  
Д. Меридианы

- а. высота полюса мира над горизонтом  
б. числа, с помощью которых указывают положение точки на поверхности

в. линия, соединяющая полюса и проходящая через заданную точку

II. А. Секунда

Б. Сутки

В. Год

Г. Полдень

Д. П полночь

а. момент верхней кульминации Солнца

б. промежуток времени между двумя прохождениями Солнца через точку равноденствия

в. постоянная единица времени

III. А. Всемирное время

Б. Поясное время

В. Московское время

Г. Летнее время

Д. Зимнее время

а. время на гринвичском меридиане

б. единое условное время между двумя меридианами с расстоянием в  $15^{\circ}$

в. перевод времени на 1 час назад по сравнению с поясным

## Практическое занятие 1

### Тема: Работа с картой звездного неба

**Цель работы:** усвоить методику решения данного типа задач.

**Пособия и оборудование:** фотографии карты звездного неба и круга с текущим временем.

### Методические указания к работе.

- 1) Пользоваться подвижной картой звездного неба очень просто. Наложите на нее круг, совместив текущую дату на лимбе карты с текущим временем на обрезе круга. В круглом вырезе Вы увидите звезды, находящиеся над горизонтом в данном пункте в данное время. Следует иметь в виду, внутренние цифры часов на накладном круге соответствуют летнему времени, а внешние (далее от центра круга) - зимнему. Полезно натянуть на накладном круге нить от точки севера к точке юга, обозначив узелком место на полпути, немного ближе к точке севера.
- 2) Выйдя под звездное небо, расположите "настроенную" на текущий момент карту над головой в соответствии со сторонами света, указанными на накладном круге. Центр выреза (узелок на нити) будет соответствовать зениту (точке над Вашей головой). Мысленно продолжите и спроектируйте вниз до горизонта сектора карты спереди, сзади, слева и справа от себя, представив, что карта нарисована изнутри на куполе.

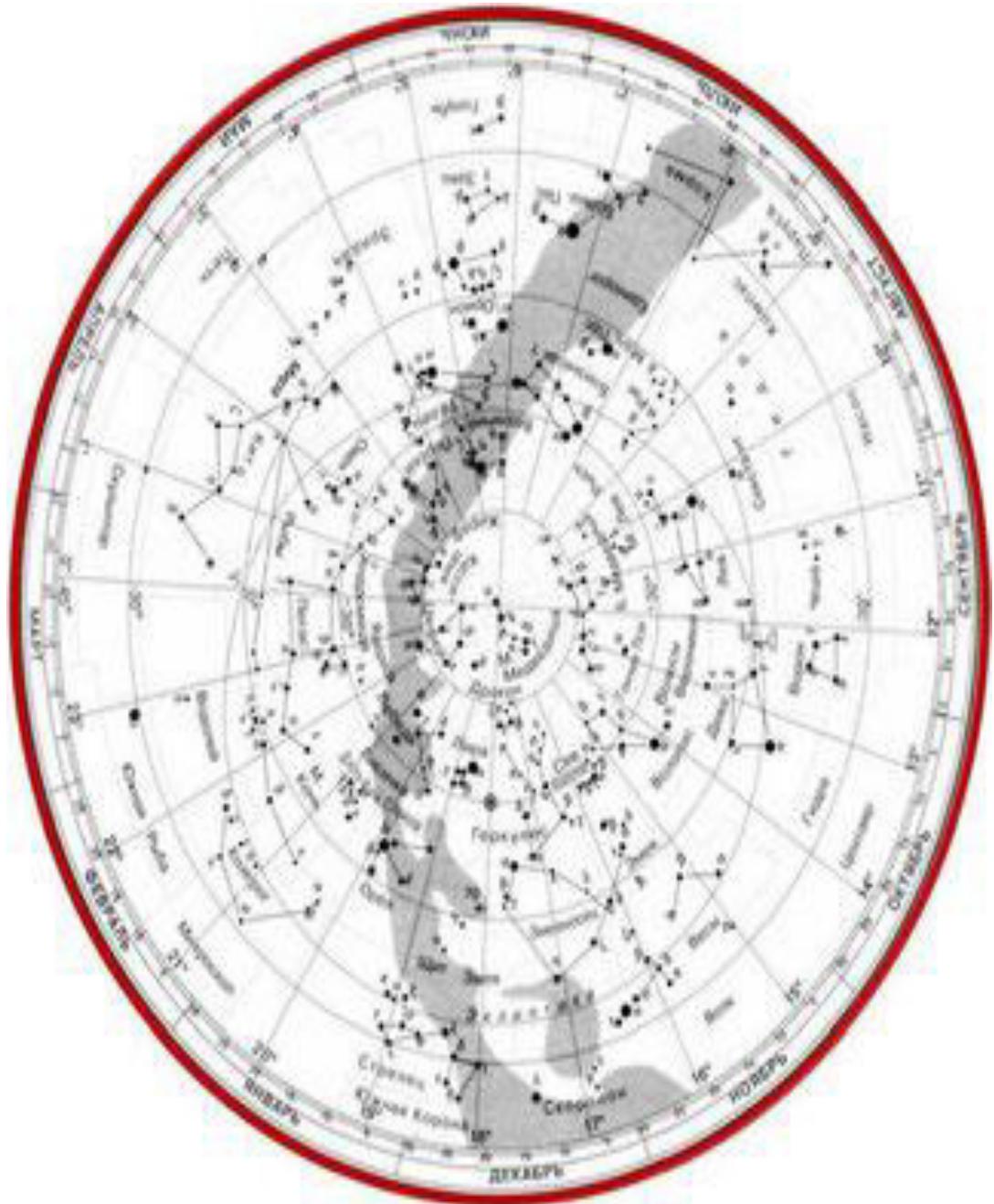


Рисунок 1. Карта звездного неба.

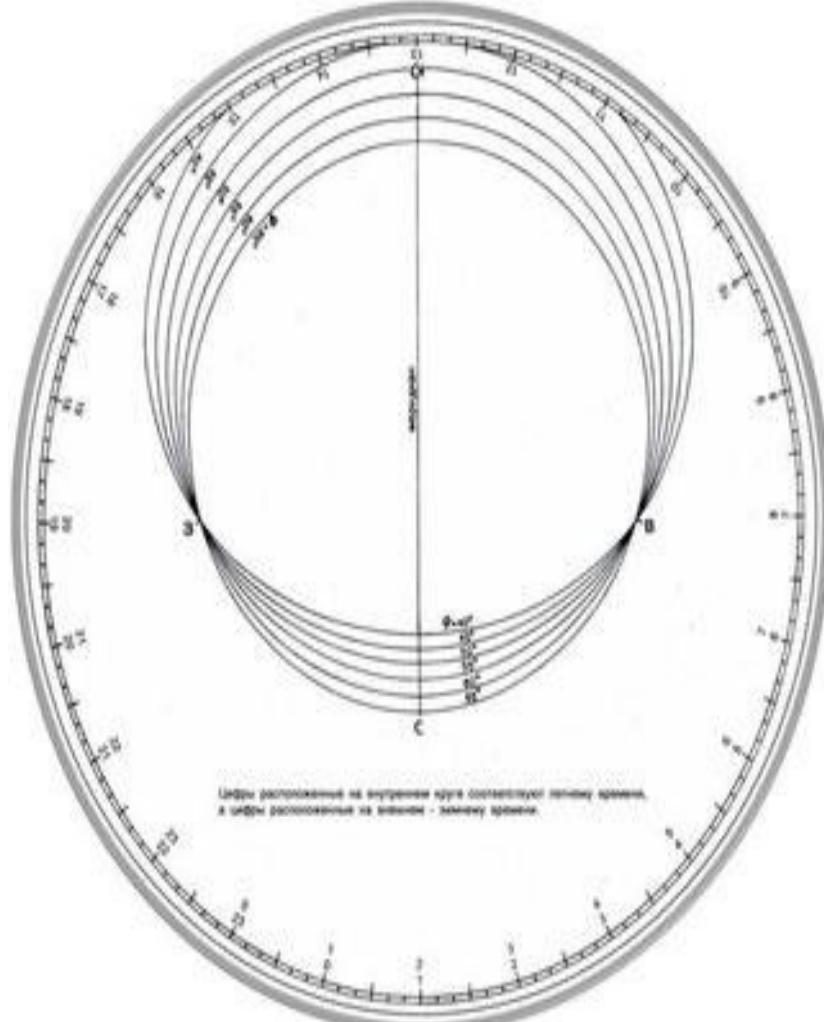


Рисунок 2. Круг с текущим временем.

### 3) Определение вида звездного неба

Для этого нужно совместить дату наблюдений на внешнем лимбе карты с нужным временем на накладном круге. Время на этой шкале указано местное. Следовательно, необходимо пересчитать поясное время по формуле:

$$t_m = T_n + n - \lambda, \text{ где}$$

*$\lambda$  - географическая долгота в часовой мере (положительна для в.д.);*

*$t_m$  - местное время;*

*$T_n$  - поясное время  $n$ -го часовогого пояса.*

Поправку ( $n-\lambda$ ) для Вашего населенного пункта лучше записать где-то на самой карте - она будет нужна постоянно. Например, для Москвы  $\lambda = 37.5^\circ = 2$  ч 30 мин,  $n = 3$  (зимой) или 4 (летом). Соответственно, поправка для пересчета поясного времени в местное равна 30 мин или 1 ч 30 мин. (Да, полночь в Москве летом наступает не в 0 часов, как сообщает нам радио, а в 1 ч 30 мин).

### 4) Моменты кульминаций, захода и восхода светил

Для определения нужно поворачивать накладной круг, пока нужная звезда не окажется на меридиане (момент кульминации) - линии, соединяющей точки север - юг на накладном круге или не совпадет с краем прорезанного круга (момент восхода или захода). Проверьте сносность накладного круга и карты и считайте время напротив даты наблюдения.

## **5) Моменты кульминаций, захода и восхода Солнца**

Все делается так же, как и в предыдущем пункте, только нужно предварительно отметить положение Солнца - оно приблизительно (без учета уравнения времени) находится как пересечение эклиптики с линией, проведенной от полюса к текущей дате.

### **Звездное время**

Оно равно прямому восхождению светил, пересекающих меридиан на юге. Так как поправка для перехода к звездному времени меняется не очень быстро (4 минуты в сутки), для большинства задач можно использовать всю ночь поправку, определенную для полуночи - эта поправка есть координата (прямое восхождение), приходящаяся напротив даты наблюдения.

## **Практическая работа № 2**

### **Тема: Сравнительные характеристики тел Солнечной системы**

**Цель работы:** Обобщить знания о физических характеристиках и движении тел Солнечной системы. Методом сравнения выявить общие и отличительные параметры этих тел.

**Пособия и оборудование:** фотографии Солнца, планет и их крупных спутников, циркуль, транспортир, линейка, калькулятор.

#### **Методические указания к работе.**

Данная практическая работа поможет учащимся систематизировать знания о телах Солнечной системы, выявить их различия и общие особенности в физических характеристиках и движении тел.

Первая часть практической работы посвящена физическим характеристикам тел Солнечной системы: диаметры, наклон оси вращения, наличие и геометрические характеристики колец, внешний вид поверхности. Для сравнительного анализа диаметров тел предлагается перевести линейные диаметры в относительные размеры с Землей  $D_{\text{КМ}}/D_3$ . Далее выбрать удобный масштаб для нанесения окружностей на сравнительный рисунок. Следует отдельно выполнять рисунки для планет Земной группы и крупных спутников, и для планет гигантов с их кольцами. С помощью транспортира отмечается угол наклона оси вращения планеты от перпендикуляра по часовой стрелке, полученную ось обозначают пунктиром. Каждое тело разукрашивается в соответствии с его внешним видом по предложенным преподавателем фотографиям. Чтобы нарисовать кольца планеты, необходимо провести перпендикуляр к оси вращения (экваториальная плоскость). На нем отметить внутренний и внешний радиус колец с обоих сторон. Провести концентрические эллипсы через эти точки. Видимая толщина колец более тонкая за планетой и более широкая перед ней.

Вторая часть практической работы посвящена элементам орбиты тел Солнечной системы. Она включает в себя закрепление следующих понятий: большая полуось орбиты, эксцентриситет, афелий и перигелий. Используя значения этих элементов, строятся сравнительные схемы орбит, отдельно для Земной группы планет, для планет гигантов и больших спутников планет с гипотетической планетой в центре. Для сравнительной схемы орбит тел, рекомендуется сначала перевести данные таблицы в километрах в астрономические единицы, а затем выбрать удобный масштаб для рисунков

На схеме отметить вертикальную и горизонтальную оси. На вертикальной оси отметить большие полуоси (вверх и вниз), на горизонтальной оси отметить перигейное расстояние справа, а афельное расстояние слева, через полученные точки провести орбиту.

**Общая таблица с данными параметрами, вычисление дополнительных параметров.**

№ п.	Небесное тело	D <sub>км</sub>	D <sub>км</sub> /D <sub>З</sub>	ε°	R, млн.км	R, а.е.	e	P <sub>а.е.</sub>	A, а.е.
1	Меркурий	4880	0,38	2	57,9	0,39	0,21	0,31	0,47
2	Венера	12100	0,94	2,7	108	0,72	0,01	0,71	0,73
3	Земля	12756	1	23,5	149,6	1	0,02	0,98	1,02
4	Марс	6794	0,53	25,2	228	1,52	0,09	1,38	1,66
5	Юпитер	113200	11,23	3,1	778,4	5,2	0,05	4,94	5,46
6	Сатурн	120000	9,4	26,7	1424,6	9,52	0,05	9	10
7	Уран	51800	4,06	97,9	2867	19,16	0,05	18,2	20,12
8	Нептун	49500	3,88	29,6	4486	29,99	0,01	29,7	30,3
9	Плутон	2600	0,2	57,5	5890	39,37	0,25	29,5	49,21
10	Астероиды	1003-1	0,08		330-540	2,2-3,6	~0,3		
11	Луна	3476	0,27	18,3-28	0,384	0,00256	0,05	0,364	0,403
12	Ио	3630	0,28	0,04	0,421	0,0028	0	0,421	0,421
13	Европа	3138	0,25	0,47	0,64	0,00446	0	0,67	0,67
14	Ганимед	5260	0,41	0,19	1,07	0,0071	0	1,07	1,07
15	Каллисто	4880	0,38	0,28	1,883	0,0125	0	1,883	1,883
16	Титан	5150	0,4	0,35	1,221	0,0081	0,03	1,184	1,257
17	Тритон	2700	0,21	157	0,351	0,0023	0	0,351	0,351
18	Комета Галлея	16*8	0,001		18,13	27	0,96	0,58	35,31
19	Комета Энке	3,5	0,0005		2,22		0,84	0,34	4,1

### 1. Таблица.

Задаются следующие параметры:

**D<sub>км</sub>** – диаметр тела в километрах;

**ε°** - наклон оси вращения тела;

**R** – большая полуось орбиты;

**e** – эксцентриситет орбиты;

Вычисляются следующие параметры:

**D/D<sub>З</sub>** – диаметр тела по отношению к диаметру Земли;

**R<sub>а.е.</sub>** - большая полуось орбиты в астрономических единицах;

**R<sub>а.е.</sub>** = R/149600000

**P<sub>а.е.</sub>** – перигелий орбиты в астрономических единицах;

**P<sub>а.е.</sub>** = **R<sub>а.е.</sub>** (1-e).

**A<sub>а.е.</sub>** – афелий орбиты в астрономических единицах;

**A<sub>а.е.</sub>** = **R<sub>а.е.</sub>** (1+e).

### Сравнительные размеры планет

#### 1. Сравнительные размеры планет Земной группы.

### Сравнительные размеры планет земной

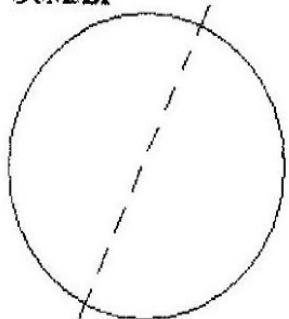
группы и наклоны осей вращения.

Масштаб: 1мм - 255 км

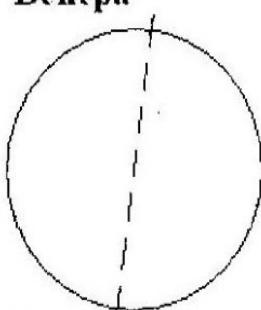
### Таблица линейных размеров в масштабе

Обозначение	R, мм	Обозначение	R, мм
Земля	25	Европа	6,2
Венера	23	Ганимед	10
Марс	13	Каллисто	10
Меркурий	10	Титан	10
Луна	7	Тритон	5
Ио	7		

Земля



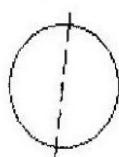
Венера



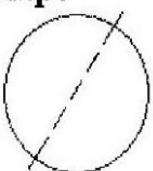
Тритон



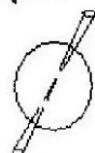
Меркурий



Марс



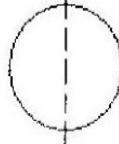
Луна



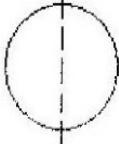
Ио



Ганимед



Каллисто



Титан



Европа



## Практическая работа №3

**Тема:** Определение скорости удаления галактик по спектрам.

**Цель работы:** вычислить скорости удаления галактик по красному смещению линии  $\text{H}\alpha$  в их спектрах, построить график зависимости скорости удаления от расстояния до галактики и проанализировать его.

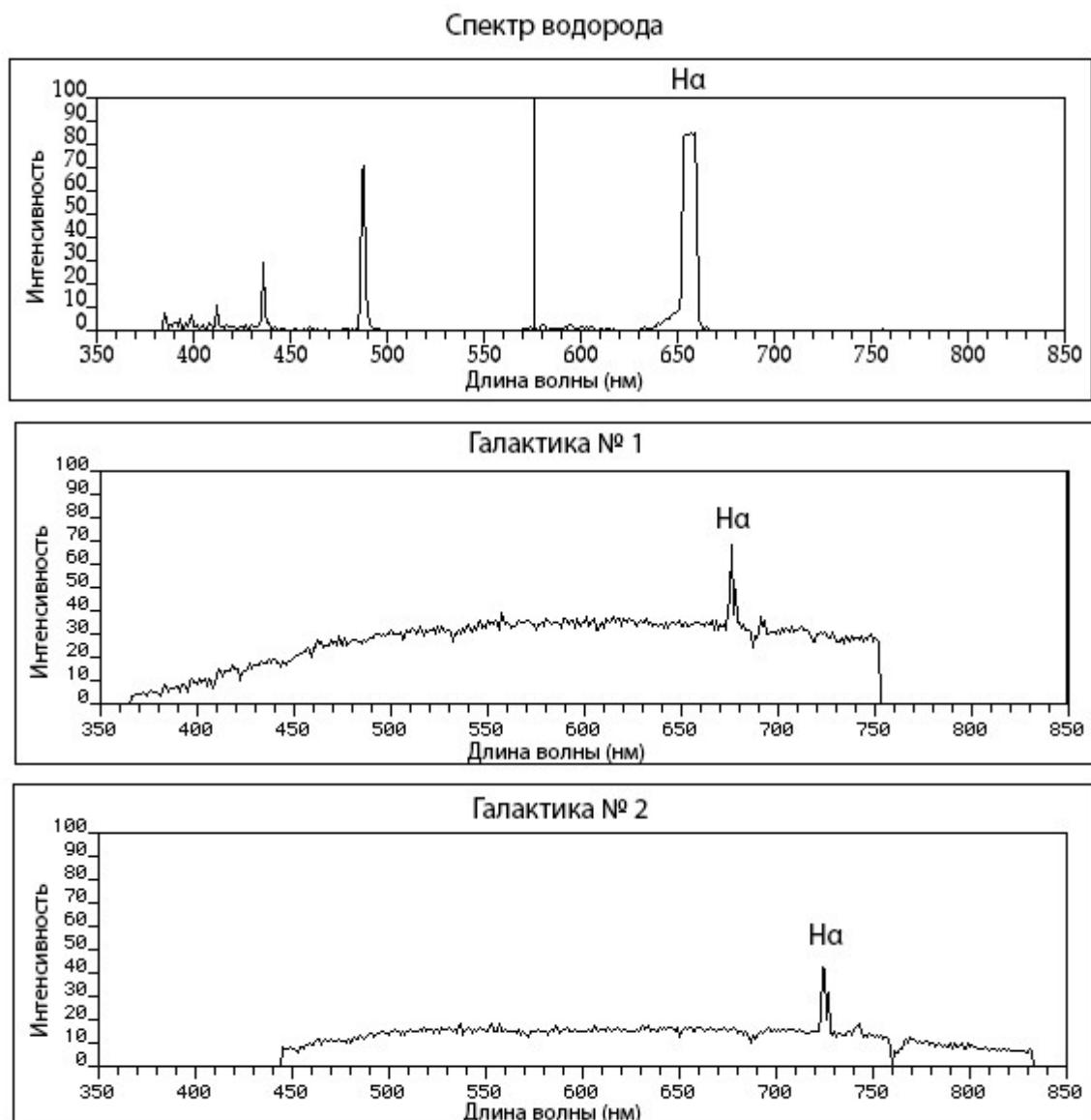
**Приборы и материалы:** лабораторные спектры линии H, спектры 5 галактик, карандаш, линейка, калькулятор.

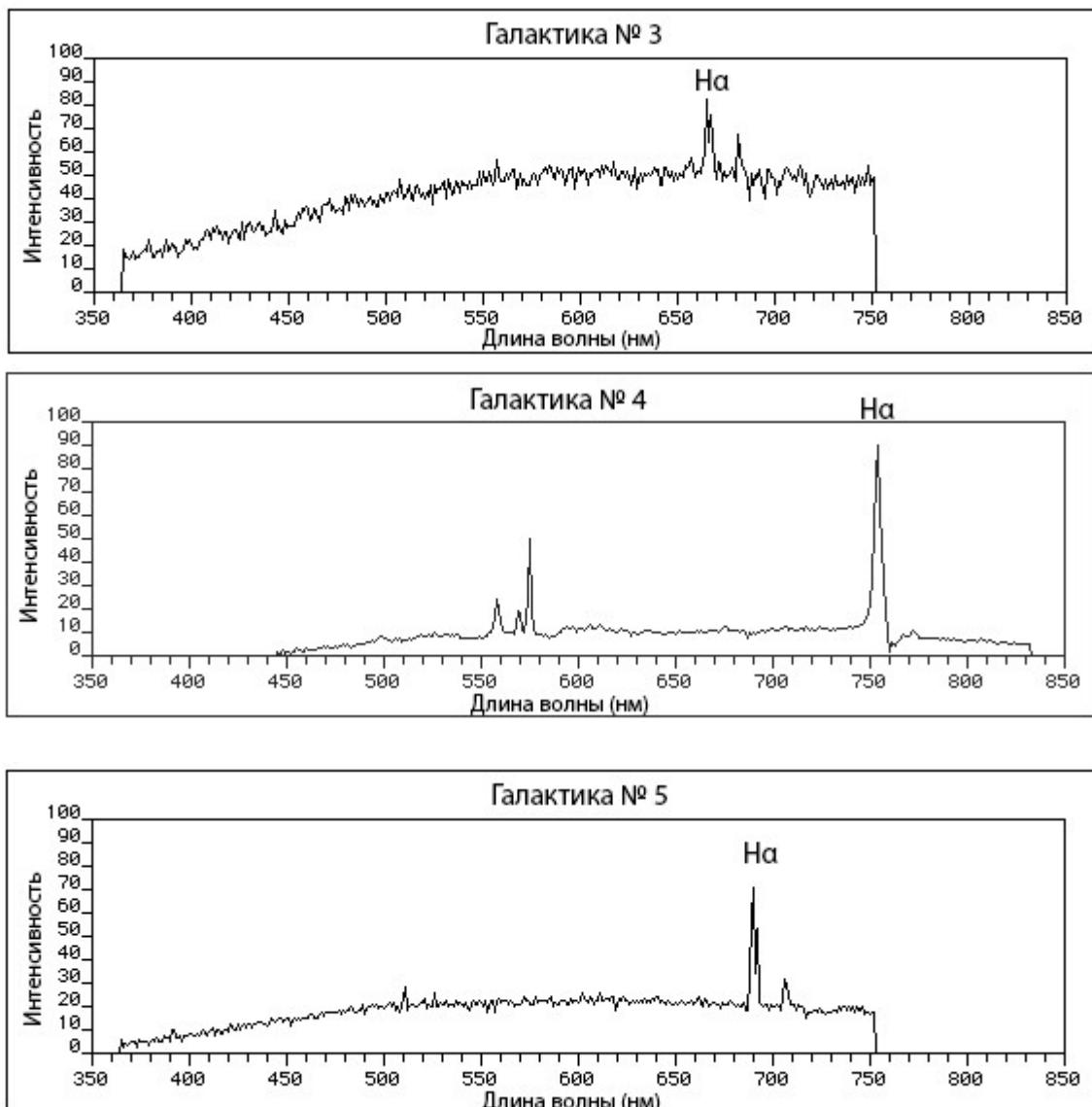
### Ход работы

Ниже приведены лабораторный спектр водорода (H) и спектры галактик. Для каждого объекта спектры представлены в виде графика изменения интенсивности излучения от длины волны. Линия водорода  $\text{H}\alpha$  смещена относительно лабораторного значения  $\lambda_{\text{H}\alpha} \approx 656$  нм.

**Задание 1.** Найдите линию водорода  $\text{H}\alpha$  в спектре каждой галактики и определите соответствующую длину волны  $\lambda$ . Результат занесите в таблицу.

**Задание 2.** Посчитайте смещение спектральной линии  $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_{\text{H}}$  и запишите результат в соответствующий столбец таблицы.





**Задание 3.** Вычислите красное смещение

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_H}, \text{ результат занесите в таблицу.}$$

**Задание 4.** Вычислите скорость удаления галактики  $v = c \cdot z$  и запишите результат в последний столбец таблицы.

Галактика	Длина волны $\lambda$ водорода в спектре галактики, нм	Смещение спектральной линии $\Delta\lambda$	Красное смещение $z$	Скорость удаления галактики $v$ , км/с	Расстояние до галактики, млн. св. лет
1					
2					
3					
4					
5					

**Задание 5.** Постройте график зависимости скорости удаления галактик от расстояния до Земли.

**Задание 6.** Проанализируйте полученный график и сделайте вывод о соотношении расстояния до галактики и скорости её удаления.

## Практическая работа №4

### Тема: Решение проблемных заданий.

Цель: Рассмотреть различные способы определения расстояния до тел Солнечной системы. Дать понятие горизонтального параллакса и закрепить способ нахождения расстояния и размеров тел через горизонтальный параллакс.

#### Задание:

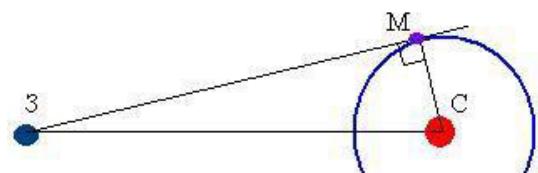
##### 1) Определение расстояний до небесных тел.

В астрономии нет единого универсального способа определения расстояний. По мере перехода от близких небесных тел к более далеким одни методы определения расстояний сменяют другие, служащие, как правило, основой для последующих. Точность оценки расстояний ограничивается либо точностью самого грубого из методов, либо точностью измерения астрономической единицы длины (а. е.).

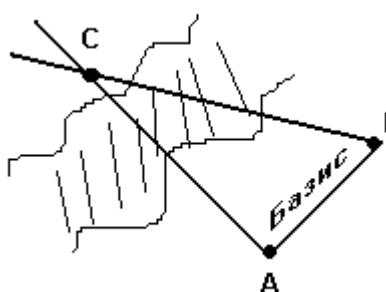
**1-й способ:** (известен) По третьему закону Кеплера можно определить расстояние до тел СС, зная периоды обращений и одно из расстояний.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \Rightarrow a_1 = \sqrt[3]{\frac{T_1^2 \cdot a_2^3}{T_2^2}}$$

Приближённый метод.



**2-й способ:** Определение расстояний до Меркурия и Венеры в моменты элонгации (из прямоугольного треугольника по углу элонгации).



**3-й способ:** Геометрический (параллактический).

**Пример:** Найти неизвестное расстояние АС.

[AB] – Базис - основное известное расстояние, т. к. углы CAB и CBA – известны, то по формулам тригонометрии (теорема синусов) можно в  $\Delta$  найти неизвестную сторону, т. е.

[CA]. *Параллактическим смещением называется*

*изменение направления на предмет при перемещении наблюдателя.*

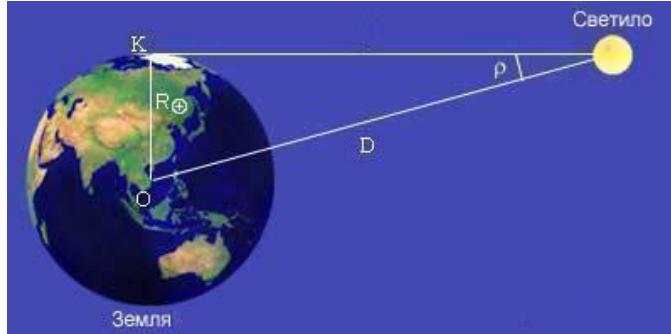
**Параллакс- угол (ACB), под которым из недоступного места виден базис (AB - известный отрезок). В пределах СС за базис берут экваториальный радиус Земли R=6378км.**

Пусть К - местонахождение наблюдателя, из которого светило видно на горизонте. Из рисунка видно, что из прямоугольного треугольника гипотенуза,

$$D = \frac{R_{\oplus}}{\sin p} \quad D = \frac{20626.5''}{p''} \cdot R_{\oplus}$$

расстояние **D** равно: , так как при малом значении угла

если выражать величину угла в радианах и учитывать, что угол выражен в секундах дуги,



а  $1\text{рад} = 57,3^{\circ} = 3438' = 206265''$ , то и получается вторая формула.

**Угол ( $p$ ) под которым со светила, находящегося на горизонте ( $\perp R$  - перпендикулярно лучу зрения) был бы виден экваториальный радиус Земли называется горизонтальным**

**экваториальным параллаксом светила.**

Т.к. со светила никто наблюдать не будет в силу объективных причин, то горизонтальный параллакс определяют так:

1. измеряем высоту светила в момент верхней кульминации из двух точек земной поверхности, находящихся на одном географическом меридиане и имеющем известные географические широты.
2. из полученного четырехугольника вычисляют все углы (в т. ч. параллакс).

**Из истории:** Первое измерение параллакса (параллакса Луны) сделано в 129г до НЭ Гиппархом (180-125, Др. Греция).

Впервые расстояния до небесных тел (Луны, Солнца, планет) оценивает Аристотель (384-322, Др. Греция) в 360г до НЭ в книге «О небе» →слишком не точно, например радиус Земли в 10000 км.

В 265г до НЭ Аристарх Самосский (310-230, Др. Греция) в работе «О величине и расстоянии Солнца и Луны» определяет расстояние через лунные фазы. Так расстояния у него до Солнца (по фазе Луны в 1 четверти из прямоугольного треугольника, т. е. впервые использует базисный метод:  $3C=3L/\cos 87^{\circ} \approx 19 \cdot 3L$ ). Радиус Луны определил в  $7/19$  радиуса Земли, а Солнца в 6,3 радиусов Земли (на самом деле в 109 раз). На самом деле угол не  $87^{\circ}$  а  $89^{\circ}52'$  и поэтому Солнце дальше Луны в 400 раз. Предложенные расстояния использовались многие столетия астрономами.

В 240г до НЭ Эратосфен (276-194, Египет) произведя измерения 22 июня в Александрии угла между вертикалью и направлением на Солнце в полдень (считал, что раз Солнце очень далеко, то лучи параллельны) и используя записи наблюдений в тот же день падения лучей света в глубокий колодец в Сиене (Асуан) (в 5000 стадий =  $1/50$  доли

земной окружности (около 800км) т. е. Солнце находилось в зените) получает разность углов в  $7^{\circ}12'$  и определяет размер земного шара, получив длину окружности шара 39690 км (радиус=6311км). Так была решена задача определения размера Земли, используя астрогеодезический способ. Результат не был произведён до 17 века, лишь астрономы Багдадской обсерватории в 827г немного поправили его ошибку.

**В 125г до НЭ Гиппарх** довольно точно определяет (в радиусах Земли) радиус Луны ( $3/11 R_{\oplus}$ ) и расстояние до Луны ( $59 R_{\oplus}$ ). Точно определил расстояние до планет, приняв расстояние от Земли до Солнца за 1а.е., **Н. Коперник**.

**Наибольший горизонтальный параллакс имеет ближайшее тело к Земле - Луна.  $P_r = 57'02''$ ; а для Солнца  $P=8,794''$**  **Задача 1:** учебник *Пример № 6* - Найти расстояние от Земли до Луны, зная параллакс Луны и радиус Земли.

**Задача 2 :** (самостоятельно). На каком расстоянии от Земли находится Сатурн, если его параллакс  $0,9''$ . [из формулы  $D=(206265/0,9)*6378= 1461731300\text{км} = 1461731300/149600000 \approx 9,77\text{а.е.}]$

**4-й способ Радиолокационный: импульс→объект →отраженный сигнал→время.** Предложен советскими физиками **Л.И. Мандельштам** и **Н.Д. Папалекси**. Быстрое развитие радиотехники дало астрономам возможность определять расстояния до тел Солнечной системы радиолокационными методами. В 1946г была произведена первая радиолокация Луны Баем в Венгрии и в США, а в 1957-1963гг — радиолокация Солнца (исследования солнечной короны проводятся с 1959г), Меркурия (с 1962г на = 3.8, 12, 43 и 70 см), Венеры, Марса и Юпитера (в 1964 г. на волнах = 12 и 70 см), Сатурн (в 1973 г. на волне = 12.5 см) в Великобритании, СССР и США. Первые эхо-сигналы от солнечной короны были получены в 1959 (США), а от Венеры в 1961 (СССР, США, Великобритания). По скорости распространения радиоволн  $c = 3 \cdot 10^5 \text{ км/сек}$  и по промежутку времени  $t$  (сек) прохождения радиосигнала с Земли до небесного тела и

$$R = \frac{ct}{2}$$

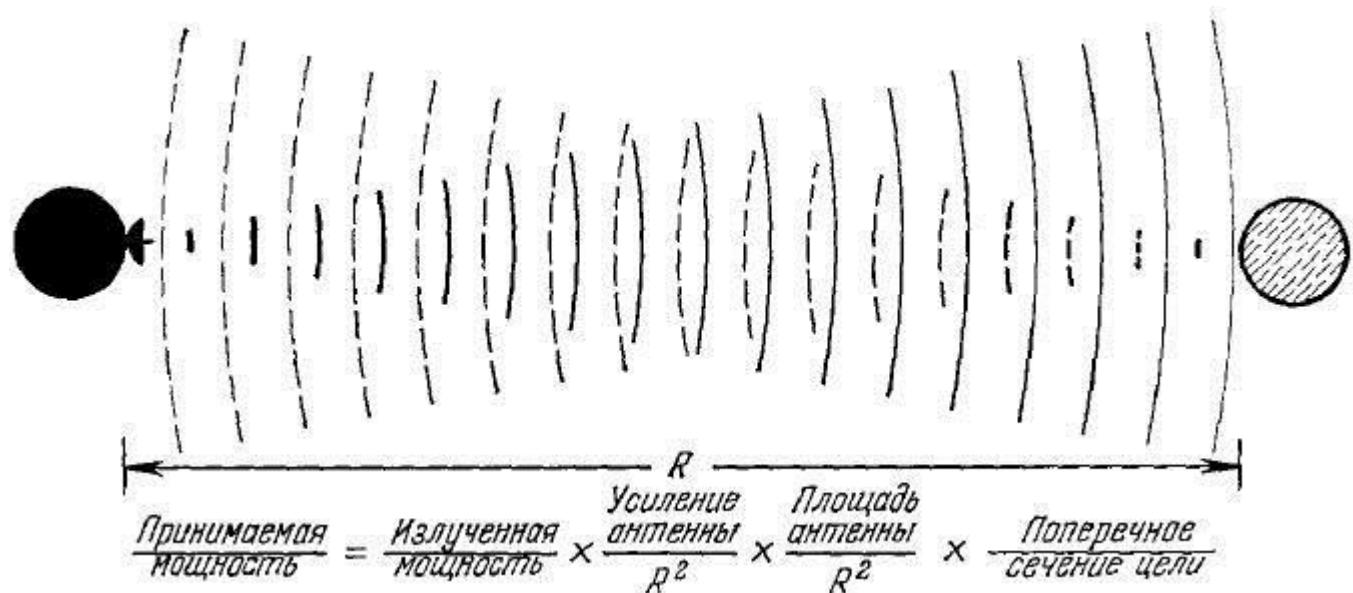
обратно легко вычислить расстояние до небесного тела.

$$V_{\text{ЭМВ}}=C=299792458\text{м/с} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Основная трудность в исследовании небесных тел методами радиолокации связана с тем, что интенсивность радиоволн при радиолокации ослабляется обратно пропорционально четвертой степени расстояния до исследуемого объекта. Поэтому радиолокаторы, используемые для исследования небесных тел, имеют антенны больших размеров и мощные передатчики. Например, радиолокационная установка центра дальней космической связи в Крыму имеет antennу с диаметром главного зеркала 70 м и оборудована передатчиком мощностью несколько сотен кВт на волне 39 см. Энергия,

направляемая к цели, концентрируется в луче с углом раскрыва 25°.

Из радиолокации Венеры, уточнено значение астрономической единицы: 1 а. е.=149 597 870 691 ± 6м ≈149,6 млн.км., что соответствует Р=8,7940". Так проведенная в Советском Союзе обработка данных радиолокационных измерений расстояния до Венеры в 1962-75гг (один из первых удачных экспериментов по радиолокации Венеры провели сотрудники Института радиотехники и электроники АН СССР в апреле 1961г антенной дальней космической связи в Крыму, = 39 см) дала значение 1 а.е. =149597867,9 ±0,9 км. XVI Генеральная ассамблея Международного астрономического союза приняла в 1976г значение 1 а.е.=149597870±2 км. Путем радиолокации с КА определяется рельеф



поверхности планет и их спутников, составляются их карты

Основные антенны, используемые для радиолокации планет:

= Евпатория, Крым, диаметр 70 м, = 39 см;

= Аресибо, Пуэрто Рико, диаметр 305 м, = 12.6 см;

= Голдстоун, Калифорния, диаметр 64 м, = 3.5 и 12.6 см, в бистатическом режиме прием осуществляется на системе апертурного синтеза VLA.

С изобретение Квантовых генераторов (лазера) в 1969г произведена первая лазерная локация Луны (зеркало для отражения лазерного луча на Луне установили астронавты США «Apollo - 11» 20.07.69г), точность измерения составили ±30 см. На рисунке показано расположение лазерных уголковых отражателей на Луне, установленных при

полете КА "Луна-17, 21" и "Аполлон - 11, 14, 15". Все, за исключением отражателя Лунохода-1 (L1), работают и сейчас.

Лазерная (оптическая) локация нужна для:

-решение задач космических исследований.

-решение задач космической геодезии.

-выяснения вопроса о движении земных материков и т.д.

## 2) Определение размеров небесных тел.



### a) Определение радиуса Земли.

$\Delta\Omega = n = \varphi_A - \varphi_B$  (разность географических широт)

$e = AB$  - длина дуги вдоль меридиана

$$R_{\oplus} = \frac{180^0 \cdot e}{\pi n} \quad [форм 21].$$

т.к.  $e_1^0 = e/n = 2\pi R/360^0$ , то

Аналогичным способом в 240г до НЭ (рисунок выше)

определяет радиус Земли

географ Эратосфен.  $L/800 = 360^0/7,2^0$

## б) Определение размера небесных тел.

### III. Закрепление

- Пример 7 (стр. 51).
- CD- "Red Shift 5.1" - Определить на данный момент удаленность нижних (планет земной группы, верхних планет, планет гигантов) от Земли и Солнца в а.е.
- Угловой радиус Марса 9,6", а горизонтальный параллакс 18''. Чему равен линейный радиус Марса? [Из формулы 22 получим 3401,6 км. (фактически 3396 км)].
- Каково расстояние между лазерным отражателем на Луне и телескопом на Земле, если импульс возвратился через 2,43545с? [ из формулы  $R = (c \cdot t)/2$   
 $R = 3 \cdot 10^8 \cdot 2,43545 / 2 \approx 365317500,92 \text{ м} \approx 365317,5 \text{ км}$ ]
- Расстояние от Земли до Луны в перигее 363000км, а в апогее 405000км. Определите горизонтальный параллакс Луны в этих положениях. [ из формулы  $D = (206265''/p) * R_{\oplus}$  отсюда  $p = (206265''/D) * R_{\oplus}$ ;  $p_A = (206265''/405000) * 6378 \approx 3248,3'' \approx 54,1'$ ,  
 $p_B = (206265''/363000) * 6378 \approx 3624,1'' \approx 60,4'$ ].

### Контрольные вопросы:

- Что такое параллакс?
- Какими способами можно определить расстояние до тел СС?
- Что такое базис? Что принимается за базис для определения расстояния до тел СС?

- 4) Как зависит параллакс от удаленности небесного тела?
- 5) Как зависит размер тела от угла?

### 2.3 Материалы для промежуточной аттестации

#### Контрольный тест

##### Вариант № 1

**1. Наука о небесных светилах, о законах их движения, строения и развития, а также о строении и развитии Вселенной в целом называется ...**

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 1. Астрометрия | 3. Астрономия   |
| 2. Астрофизика | 4. Другой ответ |

**2. Гелиоцентрическая модель мира разработал ...**

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. Хаббл Эдвин      | 3. Тихо Браге       |
| 2. Николай Коперник | 4. Клавдий Птолемей |

**3. К планетам земной группы относятся ...**

- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Меркурий, Венера, Уран, Земля | 3. Венера, Земля, Меркурий, Фобос |
| 2. Марс, Земля, Венера, Меркурий | 4. Меркурий, Земля, Марс, Юпитер  |

**4. Второй от Солнца планета называется ...**

- |             |          |
|-------------|----------|
| 1. Венера   | 3. Земля |
| 2. Меркурий | 4. Марс  |

**5. Межзвездное пространство ...**

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. не заполнено ничем      | 3. заполнено обломками космических аппаратов |
| 2. заполнено пылью и газом | 4. другой ответ.                             |

**6. Угол между направлением на светило с какой-либо точки земной поверхности и направлением из центра Земли называется ...**

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1. Часовой угол             | 3. Азимут             |
| 2. Горизонтальный параллакс | 4. Прямое восхождение |

**7. Расстояние, с которого средний радиус земной орбиты виден под углом 1 секунда называется ...**

- |                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| 1. Астрономическая единица | 3. Световой год      |
| 2. Парсек                  | 4. Звездная величина |

**8. Нижняя точка пересечения отвесной линии с небесной сферой называется ...**

- |                  |          |
|------------------|----------|
| 1. точках юга    | 3. зенит |
| 2. точках севере | 4. надир |

**9. Большой круг, плоскость которого перпендикулярна оси мира называется ...**

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1. небесный экватор  | 3. круг склонений     |
| 2. небесный меридиан | 4. настоящий горизонт |

**10. Первая экваториальная система небесных координат определяется ...**

- |                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| 1. Годинний угол и склонение      | 3. Азимут и склонение |
| 2. Прямое восхождение и склонение | 4. Азимут и высота    |

**11. Большой круг, по которому цент диска Солнца совершает свой видимый летний движение на небесной сфере называется ...**

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1. небесный экватор  | 3. круг склонений |
| 2. небесный меридиан | 4. эклиптика      |

**12. Линия вокруг которой вращается небесная сфера называется**

- |              |                       |
|--------------|-----------------------|
| 1. ось мира  | 3. полуденная линия   |
| 2. вертикаль | 4. настоящий горизонт |

**13. В каком созвездии находится звезда, имеет координаты  $\alpha = 5h\ 20m$ ,  $\delta = +100$**

- |             |          |
|-------------|----------|
| 1. Телец    | 3. Заяц  |
| 2. Возничий | 4. Орион |

**14. Обратное движение точки весеннего равноденствия называется ...**

- |              |                           |
|--------------|---------------------------|
| 1. Перигелий | 3. Прецессия              |
| 2. Афелий    | 4. Нет правильного ответа |

**15. Главных фаз Луны насчитывают ...**

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1. две    | 3. шесть  |
| 2. четыре | 4. восемь |

**16. Угол который, отсчитывают от точки юга S вдоль горизонта в сторону заката до вертикала светила называют ...**

- |           |                 |
|-----------|-----------------|
| 1. Азимут | 3. Часовой угол |
| 2. Высота | 4. Склонение    |

**17. Квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей орбит. Это утверждение ...**

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. первый закон Кеплера | 3. третий закон Кеплера    |
| 2. второй закон Кеплера | 4. четвертый закон Кеплера |

**18. Телескоп, у которого объектив представляет собой линзу или систему линз называют ...**

1. Рефлекторным  
2. Рефракторным  
3. менисковый  
4. Нет правильного ответа.

**19. Установил законы движения планет ...**

1. Николай Коперник  
2. Тихо Браге  
3. Галилео Галилей  
4. Иоганн Кеплер

**20. К планетам-гигантам относят планеты ...**

1. Фобос, Юпитер, Сатурн, Уран  
2. Плутон, Нептун, Сатурн, Уран  
3. Нептун, Уран, Сатурн, Юпитер  
4. Марс, Юпитер, Сатурн, Уран

**Вариант № 2**

**1. Наука, изучающая строение нашей Галактики и других звездных систем называется ...**

1. Астрометрия  
2. Звездная астрономия  
3. Астрономия  
4. Другой ответ

**2. Геоцентрическую модель мира разработал ...**

1. Николай Коперник  
2. Исаак Ньютона  
3. Клавдий Птолемей  
4. Тихо Браге

**3. Состав Солнечной системы включает ...**

1. восемь планет.  
2. девять планет  
3. десять планет  
4. семь планет

**4. Четвертая от Солнца планета называется ...**

1. Земля  
2. Марс  
3. Юпитер  
4. Сатурн

**5. Определенный участок звездного неба с четко очерченными пределами, охватывающий все принадлежащие ей светила и имеющая собственное называется ...**

1. Небесной сферой  
2. Галактикой  
3. Созвездие  
4. Группа звезд

**6. Угол, под которым из звезды был бы виден радиус земной орбиты называется ...**

1. Годовой параллакс  
2. Горизонтальный параллакс

3. Часовой угол

4. Склонение

**7. Верхняя точка пересечения отвесной линии с небесной сферой называется ...**

1. надир

3. точках юга

2. точках севере

4. зенит

**8 Большой круг, проходящий через полюса мира и зенит называется ...**

1. небесный экватор

3. круг склонений

2. небесный меридиан

4. настоящий

горизонт

**9. Промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями точки весеннего равноденствия называется ...**

1. Солнечные сутки

3. Звездный час

2. Звездные сутки

4. Солнечное время

**10. Количество энергии, которую излучает звезда со всей своей поверхности в единицу времени по всем направлениям называется ...**

1. звездная величина

3. парсек

2. яркость

4. светимость

**11. Вторая экваториальная система небесных координат определяется ...**

1. Годинний угол и склонение

3. Азимут и склонение

2. Прямое восхождение и склонение

4. Азимут и высота

**12. В каком созвездии находится звезда, имеет координаты  $\alpha = 20h\ 20m$ ,  $\delta = +35^{\circ}$**

1. Козерог

3. Стрела

2. Дельфин

4. Лебедь

**13. Путь Солнца на небе вдоль эклиптики пролегает среди ...**

1. 11 созвездий

3. 13 созвездий

2. 12 созвездий

4. 14 созвездий

**14. Затмение Солнца наступает ...**

1. если Луна попадает в тень Земли.

3. если Луна находится между Солнцем и Землей

2. если Земля находится между

Солнцем и Луной

4. нет правильного ответа.

**15. Каждая из планет движется вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце. Это утверждение ...**

1. первый закон Кеплера

3. третий закон Кеплера

2. второй закон Кеплера

4. четвертый закон Кеплера

**16. Календарь, в котором подсчету времени ведут за изменением фаз Луны называют ...**

- 1. Солнечным
- 2. Лунно-солнечным
- 3. Лунным
- 4. Нет правильного ответа.

**17. Телескоп, у которого объектив представляет собой вогнутое зеркало называют ...**

- 1. Рефлекторным
- 2. Рефракторным
- 3. менисковый
- 4. Нет правильного ответа

**18. Система, которая объединяет несколько радиотелескопов называется ...**

- 1. Радиоинтерферометром
- 2. Радиотелескопом
- 3. Детектором
- 4. Нет правильного ответа

**19. Наука, изучающая строение нашей Галактики и других звездных систем называется ...**

- 1. Астрометрия
- 2. Звездная астрономия
- 3. Астрономия
- 4. Другой ответ

**20. Закон всемирного тяготения открыл ...**

- 1. Галилео Галилей
- 2. Хаббл Эдвин
- 3. Исаак Ньютон
- 4. Иоганн Кеплер

## **Ответы**

### **Вариант №1**

### **Вариант №2**

№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ
<b>1</b>	3	<b>1</b>	3
<b>2</b>	2	<b>2</b>	3
<b>3</b>	2	<b>3</b>	1
<b>4</b>	1	<b>4</b>	2
<b>5</b>	2	<b>5</b>	3
<b>6</b>	2	<b>6</b>	1
<b>7</b>	2	<b>7</b>	4
<b>8</b>	4	<b>8</b>	4
<b>9</b>	1	<b>9</b>	2
<b>10</b>	1	<b>10</b>	4
<b>11</b>	4	<b>11</b>	1
<b>12</b>	1	<b>12</b>	4
<b>13</b>	4	<b>13</b>	3
<b>14</b>	1	<b>14</b>	3
<b>15</b>	2	<b>15</b>	1
<b>16</b>	1	<b>16</b>	3
<b>17</b>	3	<b>17</b>	2
<b>18</b>	2	<b>18</b>	1
<b>19</b>	4	<b>19</b>	3
<b>20</b>	3	<b>20</b>	3

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет - ресурсов, дополнительной литературы:

1. Основная литература:

Воронцов-Вельяминов Б.А., Страут Е.К., Астрономия, базовый уровень, 11 класс, М., Дрофа, 2020.

2. Дополнительная литература:

Левитан Е.П. Астрономия, базовый уровень, 11 класс, М., Просвещение, 2020.