

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Сферическая астрономия Б1.Б.29

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Бикмаев И.Ф.

**Рецензент(ы):**

Сахибуллин Н.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 674217

Казань  
2017

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Бикмаев И.Ф.  
Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии , llfan.Bikmaev@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Освоение элементов геометрии на сфере, свойств сферических треугольников, принципов реализации систем координат на небесной сфере, измерения звездного и солнечного времени; понимание причин и вычисления величин изменения координат на небесной сфере из-за эффектов прецессии, нутации, собственного движения, абберации, параллакса, рефракции.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.29 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина Сферическая астрономия относится к Базовой части Профессионального цикла - С.3.2. Является логически связанной с дисциплинами Общая астрономия, Математический анализ и аналитическая геометрия. Для освоения дисциплины Сферическая астрономия обучающиеся должны понимать принципы создания систем координат на небесной сфере, принципы измерения времени астрономическими методами, знать свойства тригонометрических функций и разложение в ряд Тейлора.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                       | Расшифровка приобретаемой компетенции                                                                                                                      |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1<br>(профессиональные компетенции) | способность ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях                               |
| ПСК-1.1                                | знание физической картины мира и современных представлений об эволюции Вселенной на различных пространственно-временных масштабах                          |
| ПСК-2.1                                | знание основ построения земных и небесных систем координат с использованием наземных и космических методов, знанием теории связи между системами координат |
| ПСК-2.3                                | владение методами астрометрической обработки наблюдений                                                                                                    |
| ПСК-3.3                                | умение использовать приобретенные знания в исследованиях по небесной механике, звездной динамике и астеродинамике                                          |
| ПСК-5.3                                | знание методов построения систем координат, связанных с Землей, умением преобразовывать координаты из одной системы координат в другую                     |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основы геометрии на сфере и основные отличия от геометрии на плоскости, принципы и методы построения систем координат на небесной сфере, измерения времени астрономическими методами, причины изменения координат светил на небесной сфере.
2. должен уметь:
- Переводить сферические координаты из одной меры в другую (угловую, часовую, радианную). Вычислять поправки к координатам из-за эффектов прецессия, нутации, собственного движения, абберации, параллакса, рефракции.
3. должен владеть:
- навыками практического учета различных эффектов, изменяющих координаты светил на небесной сфере.
4. должен демонстрировать способность и готовность:
- применять знания о принципах и методах построения систем координат на небесной сфере для измерения времени астрономическими методами и координат светил на небесной сфере,

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

##### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

###### Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля                                                         | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
|    |                                                                                         |         |                    | Лекции                                                            | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                             |
| 1. | Тема 1. Элементы сферической тригонометрии. Основные формулы сферических треугольников. | 2       | 1-2                | 4                                                                 | 8                       | 0                      | Устный опрос                |
| 2. | Тема 2. Системы и преобразование сферических координат.                                 | 2       | 3-5                | 4                                                                 | 4                       | 0                      | Устный опрос                |
| 3. | Тема 3. Координаты на земной поверхности. Географическая система координат.             | 2       | 6-7                | 2                                                                 | 2                       | 0                      | Письменное домашнее задание |

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля                                               | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля         |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|
|    |                                                                               |         |                    | Лекции                                                            | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                                   |
| 4. | Тема 4. Время<br>солнечное и звездное,<br>уравнение времени.                  | 2       | 8-10               | 4                                                                 | 8                       | 0                      | Контрольная<br>работа             |
| 5. | Тема 5. Явления<br>суточного вращения<br>небесной сферы.                      | 2       | 11-12              | 4                                                                 | 8                       | 0                      | Устный опрос                      |
| 6. | Тема 6. Факторы,<br>искажающие<br>положения светил на<br>небесной сфере. 1.   | 2       | 13-14              | 4                                                                 | 4                       | 0                      | Контрольная<br>работа             |
| 7. | Тема 7. Факторы,<br>искажающие<br>положения светил на<br>небесной сфере. 2.   | 2       | 15-17              | 4                                                                 | 8                       | 0                      | Письменное<br>домашнее<br>задание |
| 8. | Тема 8. Приведение<br>экваториальных<br>координат светил на<br>видимое место. | 2       | 18                 | 2                                                                 | 2                       | 0                      | Контрольная<br>работа             |
|    | Тема . Итоговая<br>форма контроля                                             | 2       |                    | 0                                                                 | 0                       | 0                      | Экзамен                           |
|    | Итого                                                                         |         |                    | 28                                                                | 44                      | 0                      |                                   |

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Элементы сферической тригонометрии. Основные формулы сферических треугольников.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Введение в предмет сферической астрономии, использование координатных систем на небесной сфере для позиционирования астрономических телескопов. Космическая навигация орбитальных аппаратов и их ориентация в пространстве. Основные формулы сферических треугольников - формулы косинусов, пяти элементов, синусов, с котангенсами. Формулы для прямоугольных сферических треугольников, правило Непера-Модюи. Малые и узкие сферические треугольники.

#### **практическое занятие (8 часа(ов)):**

Меры углов - градусная, часовая, радианная. Разложение функций  $\sin X$ ,  $\cos X$  в ряды Тейлора и приближения малых углов. Решение задач по переводу углов из градусной меры в часовую и обратно. Вывод формул косинусов и пяти элементов. Запись формул для произвольного сферического треугольника. Запись формул для прямоугольного сферического треугольника. Вычисление численных значений сторон и углов сферического треугольника.

### Тема 2. Системы и преобразование сферических координат.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Системы и преобразование сферических координат. Основные точки и круги на небесной сфере. Горизонтальная, экваториальная, эклиптическая системы координат. Связи между небесными системами координат. Связь между горизонтальной и первой экваториальной системой координат. Связь между второй экваториальной и эклиптической системами координат.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Проекции небесной сферы на плоскость, проекции горизонтальной, экваториальной, эклиптической систем координат на плоскость. Вычисления углов и сторон сферического треугольника на небесной сфере, образованного дугами горизонтальной и первой экваториальной систем координат. Вычисления углов и сторон сферического треугольника на небесной сфере, образованного дугами второй экваториальной и эклиптической систем координат.

### **Тема 3. Координаты на земной поверхности. Географическая система координат.**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Координаты на земной поверхности. Географическая система координат. Фигура Земли, движение полюсов и изменяемость географических долгот и широт. Связь небесных координат с географическими координатами.

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Перевод координат (долгот) из часовой меры в градусную и обратно. Вычисление изменений долгот и широт из-за эффекта движения полюсов. Определение высоты Полярной звезды над горизонтом для различных географических мест на Земле.

### **Тема 4. Время солнечное и звездное, уравнение времени.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Время солнечное и звездное, уравнение времени. Связи между шкалами звездного и среднего солнечного времени. Часовые пояса, линия смены дат. Шкалы всемирного, эфемеридного, атомного, динамического времен. Календарь юлианский и григорианский, юлианские дни и эпохи.

#### **практическое занятие (8 часа(ов)):**

Построение графика уравнения времени по данным Астрономического Ежегодника. Вычисление переходов из звездного времени в среднесолнечное и обратно. Определение численных значений местного, поясного и всемирного времени для различных пунктов на Земле. Вычисление юлианских дней и эпох для конкретных дат и моментов астрономических наблюдений.

### **Тема 5. Явления суточного вращения небесной сферы.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Явления суточного вращения небесной сферы. Основные формулы параллактического треугольника. Кульминация светил, восход и заход светил, прохождение светил через первый вертикал и элонгация. Восходы и заходы Солнца, сумерки, белые ночи.

#### **практическое занятие (8 часа(ов)):**

Вычисление горизонтальных координат звезд при кульминации светил, восходе и заходе светил, прохождении светил через первый вертикал и элонгациях. Вычисление моментов и обстоятельств восходов и заходов Солнца на различных широтах в различные сезоны года.

### **Тема 6. Факторы, искажающие положения светил на небесной сфере. 1.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Факторы, искажающие положения светил на небесной сфере. Лунно-солнечная прецессия и прецессия от планет. Нутация, абберация. Физические основы возникновения нутационных колебаний оси вращения Земли. Долгопериодические и короткопериодические составляющие нутации. Физические основы возникновения эффектов суточной и годичной абберации, вывод формул.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Расчет поправок к экваториальным координатам светил за счет эффекта лунно-солнечной прецессии.

### **Тема 7. Факторы, искажающие положения светил на небесной сфере. 2.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Физические основы возникновения эффектов суточной и годичной абберации, вывод формул. Суточный и годичный параллакс, определение расстояний до светил с использованием геометрического подхода и значений параллаксов. Вывод формул для учета поправок координат за эффект годичного параллакса. Гравитационное смещение светил и поправки в зависимости от углового расстояния светила от Солнца. Астрономическая рефракция. Приближенные формулы учета рефракции. Зависимость от температуры воздуха и атмосферного давления. Постоянная рефракции. Интеграл рефракции. Искажение экваториальных координат светил.

**практическое занятие (8 часа(ов)):**

Расчет поправок к координатам светил для учета эффектов суточной и годичной аббераций. Расчет поправок в координаты светил за счет эффектов суточного и годичного параллаксов. Расчет поправок к экваториальным координатам для учета астрономической рефракции на разных высотах над горизонтом.

**Тема 8. Приведение экваториальных координат светил на видимое место.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Приведение экваториальных координат светил на видимое место. Учет факторов, искажающих координаты светил. Каталоги положений светил на определенную эпоху.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Приведение координат светил с эпохи каталога 2000.0 на видимое место на момент наблюдения с использованием Таблиц Астрономического Ежегодника.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

| N  | Раздел Дисциплины                                                                       | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Элементы сферической тригонометрии. Основные формулы сферических треугольников. | 2       | 1-2             | подготовка к устному опросу           | 8                      | устный опрос                          |
| 2. | Тема 2. Системы и преобразование сферических координат.                                 | 2       | 3-5             | подготовка к устному опросу           | 10                     | устный опрос                          |
| 3. | Тема 3. Координаты на земной поверхности. Географическая система координат.             | 2       | 6-7             | подготовка домашнего задания          | 8                      | домашнее задание                      |
| 4. | Тема 4. Время солнечное и звездное, уравнение времени.                                  | 2       | 8-10            | подготовка к контрольной работе       | 10                     | контрольная работа                    |
| 5. | Тема 5. Явления суточного вращения небесной сферы.                                      | 2       | 11-12           | подготовка к устному опросу           | 10                     | устный опрос                          |
| 6. | Тема 6. Факторы, искажающие положения светил на небесной сфере. 1.                      | 2       | 13-14           | подготовка к контрольной работе       | 10                     | контрольная работа                    |

| N  | Раздел Дисциплины                                                    | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|----------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 7. | Тема 7. Факторы, искажающие положения светил на небесной сфере. 2.   | 2       | 15-17           | подготовка домашнего задания          | 8                      | домашнее задание                      |
| 8. | Тема 8. Приведение экваториальных координат светил на видимое место. | 2       | 18              | подготовка к контрольной работе       | 8                      | контрольная работа                    |
|    | Итого                                                                |         |                 |                                       | 72                     |                                       |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Основная образовательная технология - лекционная подача материала сопровождаемая практическими занятиями.

Лекционный материал подается в классической форме в виде информационной лекции, практические занятия проводятся в виде решения задач и обсуждением пройденного на лекциях материала.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Элементы сферической тригонометрии. Основные формулы сферических треугольников.

устный опрос , примерные вопросы:

Меры углов - градусная, часовая, радианная. Разложение функций  $\sin X$ ,  $\cos X$  в ряды Тейлора и приближения малых углов. Основные формулы сферических треугольников - формулы косинусов, пяти элементов, синусов, с котангенсами. Формулы для прямоугольных сферических треугольников, правило Непера-Модюи. Малые и узкие сферические треугольники (ПК-1).

### Тема 2. Системы и преобразование сферических координат.

устный опрос , примерные вопросы:

Основные точки и круги на небесной сфере. Горизонтальная, экваториальная, эклиптическая системы координат. Проекция небесной сферы на плоскость, проекции горизонтальной, экваториальной, эклиптической систем координат на плоскость. Связь между горизонтальной и первой экваториальной системой координат. Связь между второй экваториальной и эклиптической системами координат (ПСК-1.1).

### Тема 3. Координаты на земной поверхности. Географическая система координат.

домашнее задание , примерные вопросы:

Фигура Земли, движение полюсов и изменяемость географических долгот и широт. Связь небесных координат с географическими координатами. Перевод координат (долгот) из часовой меры в градусную и обратно. Вычисление изменений долгот и широт из-за эффекта движения полюсов. Определение высоты Полярной звезды над горизонтом для различных географических мест на Земле (ПСК-2.1).

### Тема 4. Время солнечное и звездное, уравнение времени.

контрольная работа , примерные вопросы:

Связи между шкалами звездного и среднего солнечного времени. Часовые пояса, линия смены дат. Определение численных значений местного, поясного и всемирного времени для различных пунктов на Земле. Вычисление юлианских дней и эпох для конкретных дат и моментов астрономических наблюдений (ПСК-2.3, ПК-1).

## **Тема 5. Явления суточного вращения небесной сферы.**

устный опрос , примерные вопросы:

Основные формулы параллактического треугольника. Кульминация светил, восход и заход светил, прохождение светил через первый вертикал и элонгация (ПСК-3.3).

## **Тема 6. Факторы, искажающие положения светил на небесной сфере. 1.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Расчет поправок к экваториальным координатам светил за счет эффекта лунно-солнечной прецессии. Физические основы возникновения эффектов суточной и годичной абберации, вывод формул. Расчет поправок к координатам светил для учета эффектов суточной и годичной аббераций (ПСК-5.3).

## **Тема 7. Факторы, искажающие положения светил на небесной сфере. 2.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Суточный и годичный параллакс, определение расстояний до светил с использованием геометрического подхода и значений параллаксов. Вывод формул для учета поправок координат за эффект годичного параллакса. Гравитационное смещение светил и поправки в зависимости от углового расстояния светила от Солнца (ПСК-1.1).

## **Тема 8. Приведение экваториальных координат светил на видимое место.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Приведение каталожных координат светил (эпоха 2000.0) на видимое место на момент наблюдения с использованием Таблиц Астрономического Ежегодника (ПК-1).

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Текущий контроль осуществляется по посещениям лекций, ответам на вопросы, решениям задач на практических занятиях и по

результатам контрольных работ.

Промежуточная аттестация не предусмотрена.

Итоговый контроль - экзамен

## **БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ**

### **Билет N 1**

1. Понятия о кругах и точках на небесной сфере в рамках сферической тригонометрии, меры измерения дуг и углов в сферической астрономии.

Основные формулы сферического треугольника и их словесные формулировки.

2. Понятие о нутации, влияние нутации на экваториальные координаты светил, уточнение понятия шкалы звездного времени.

3. Построить проекции основных кругов и точек на небесный меридиан, если смотреть со стороны востока

### **Билет N 2**

1. Мнемоническое правило Непера-Модюи и формулы для прямоугольных сферических треугольников.

Понятие о малых и узких сферических треугольниках и приближенные формулы для узких сферических треугольников.

2. Шкалы всемирного и эфемеридного времени.

3. Построить проекции основных кругов и точек на небесный меридиан, если смотреть со стороны запада.

### **Билет N 3**

1. Горизонтальная система координат и 1-ая экваториальная система координат.

2. Явление прецессии, основные понятия и обозначения параметров годичной прецессии.
3. Чему равно звездное время в местную полночь 21-го марта и 22 июня ?

Билет N 4

1. 2-ая экваториальная система координат и эклиптическая система координат.
2. Понятие об аберрации света, аберрационные смещения светил произвольной системе координат.
3. Чему равно звездное время в местный полдень 21-го марта и 22 июня ?

Билет N 5

1. Географическая система координат и изменчивость географических долгот и широт, связь небесных координат с географическими.
2. Годичные параллактические смещения светил в экваториальной системе координат.
3. Чему равно звездное время в местную полночь 23-го сентября и 22 декабря?

Билет N 6

1. Связь между горизонтальной и экваториальной, и между экваториальной и эклиптической системами координат через формулы сферических треугольников.
2. Понятие об астрономической рефракции, простейшая формула рефракции, влияние рефракции на экваториальные координаты светил.
3. Чему равно звездное время в местный полдень 23-го сентября и 22 декабря?

Билет N 7

1. Понятие об измерении времени и шкалы звездного, истинного солнечного и среднего солнечного времени.
2. Влияние суточной аберрации на горизонтальные и экваториальные координаты светил.
3. Определить горизонтальные координаты полюсов мира, точек севера, востока, юга, запада, верхней точки экватора, зенита и надира.

Билет N 8

1. Связь между шкалами звездного и среднего солнечного времени.
2. Влияние прецессии и собственного движения звезд на экваториальные координаты звезд.
3. Определить экваториальные координаты полюсов мира, точек севера востока, юга, запада, верхней точки экватора, зенита и надира.

Билет N 9

1. Часовые пояса, линия смены дат, тропический год.
2. Понятие о параллактическом смещении и параллаксе, параллактические смещения светил в произвольной системе координат.
3. Звезды с какими склонениями будут невосходящими на широте Казани и на северном полюсе ?

Билет N 10

1. Календарь, юлианские дни и эпохи.
2. Влияние годичной аберрации на экваториальные координаты светил, фигуры, описываемые звездами на небесной сфере под влиянием годичной аберрации, вековая аберрация светил.
3. Определить широту места наблюдения, если в верхней кульминации звезда со склонением 50 градусов находилась на зенитном расстоянии в 10 градусов.

### Билет N 11

1. Шкалы атомного и динамического времени.
2. Суточные параллактические смещения светил в горизонтальной и экваториальной системах координат.
3. Чему равно склонение звезды, если в момент верхней кульминации в Казани она находилась на зенитном расстоянии в 15 градусов к северу от зенита ?

### Билет N 12

1. Основные формулы параллактического треугольника, кульминация светил, прохождения светил через первый вертикал.
2. Фигуры, описываемые звездой на небесной сфере под влиянием годичного параллактического смещения, гравитационное смещение светил.
3. Каково погружение Солнца под горизонт в полночь 22-го июня в Казани ?

### Билет N 13

1. Светила в элонгациях, восход и заход светил.
2. Скорость изменения экваториальных координат светил из-за прецессии.
3. Определить высоту Солнца над горизонтом в полдень 22 декабря и 21-го марта в Казани

### Билет N 14

1. Восходы и заходы Солнца, сумерки, белые ночи.
2. Приведение экваториальных координат светил на видимое место.
3. Определить высоту Солнца над горизонтом в полдень 22 июня и 23 сентября в Казани

### 7.1. Основная литература:

1. Засов А.В. , Кононович Э.В. Астрономия. М.: Физматлит. 2011, 256 с. // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2370](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2370)
2. Кононович, Эдвард Владимирович. Общий курс астрономии : учебник для студентов университетов : учебное пособие для университетов различного профиля / Э. В. Кононович, В. И. Мороз ; под ред. В.В. Иванова ; МГУ им. М. В. Ломоносова .? Изд. 4-е .? Москва : URSS : [Либроком, 2011] .? 542 с. - (25 экз.-НБ)
3. Куимов, К.В. Небо и телескоп. [Электронный ресурс] / К.В. Куимов, В.Г. Курт, Г.М. Рудницкий, В.Г. Сурдин. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2009. ? 424 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2707> ? Загл. с экрана.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Сферическая астрономия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. 010702 - астрономия / В. Е. Жаров ; Гос. астрономический ин-т им. П. К. Штернберга .? Фрязино (Московская обл.) : Век 2, 2006 .? 477, [1] с. : ил. ; 22 .? Библиогр.: с. 469-472 .? Предм. указ.: с. 473-478 .? ISBN 5-85099-168-9, 500. (2 экз. - НБ)
2. Лавров М.А. Методическое пособие по 'Курсу сферической астрономии', Казань, КГУ, 1991 (5 экз. - кафедральный фонд)
3. Шиманский В.В., Бикмаев И.Ф.. Задачник по сферической астрономии, Казань: Изд-во Казанского гос.ун-та , 2005 (25 экз. - кафедральный фонд)

4. Шукстова, Зинаида Николаевна. Основы сферической астрономии : (координатно-временные связи) : учебное пособие для студентов физического факультета специальностей 010900 'Астрономия', 300200 'Астрономогеодезия', 071900 'Информационные системы в технике и технологии' / З. Н. Шукстова ; Федер. агентство по образованию, Урал. гос. ун-т .? Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2005 .? 240, [2] с. : (2 экз. - НБ)
5. Язев С.А. Лекции о солнечной системе. 2-е изд., испр. и доп. Изд-во 'Лань', 2011, 384 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1557](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1557)

#### Справочная литература

6. Справочник любителя астрономии / П. Г. Куликовский .? Издание 4-е, переработанное и дополненное .? Москва : Наука, 1971 .? 632 с. : ил. (4 экз. - фонд кафедры)
7. Астрономический ежегодник: (по 1 экз. каждого года - для справки, АЕ на 1990 г. - 21 экз.- для практических занятий - фонд кафедры)
- Т.74. ...на 1995 год, ч.1:Эфемериды Солнца, Луны и планет / ; Ин-т теорет.астрономии Рос.АН;Отв.ред.В.К.Абалакин .? СПб., 1994 .? 352с. : табл. ? 12500р.;
- Т.73,ч.1. Эфемериды Солнца, Луны и планет...на 1994 год / ; Ин-т теорет.астрономии Рос.АН;Отв.ред.В.К.Абалакин .? СПб. : Наука.С.-Петербург.отд-ние, 1993 .? 352с. : табл. ? 4000р.;
- Т.74. ...на 1995 год,ч.2:Средние и видимые места звезд / ; Ин-т теорет.астрономии Рос.АН;Отв.ред.В.К.Абалакин .? СПб., 1994 .? 369с. : табл. ? 12500р.;
- Т.73,ч.2. Средние и видимые места звезд...на 1994 год / ; Ин-т теорет.астрономии Рос.АН;Отв.ред.В.К.Абалакин .? СПб. : Наука, 1993 .? 369с. : табл. ? 4000р.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Сайт Астрономического Института (ГАИШ) МГУ - [http://www.sai.msu.ru/ao/courses/spherical\\_astro/](http://www.sai.msu.ru/ao/courses/spherical_astro/)  
сайт Института космических исследований РАН - <http://hea.iki.rssi.ru/~nik/astro/spher.htm>  
сайт российской Астрономической сети - [www.astronet.ru](http://www.astronet.ru)  
сайт свободной энциклопедии - [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org)  
сайт электронной библиотеки по физике и астрономии - [adsabs.harvard.edu](http://adsabs.harvard.edu)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Сферическая астрономия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

- для поддержки мультимедиа-презентаций во время лекционных занятий используются следующие программные продукты: Mircsft Pwer Pint в составе Mircsft Office 2007 (2 академические лицензии), OpenOffice.org 3.0 Impress (открытая лицензия GPL), Adobe Reader 9 (предоставлено физическим факультетом для 20 рабочих мест на условиях академической лицензии Mircsft);
- учебные аудитории кафедры астрономии и космической геодезии;
- стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки).
- возможность пользоваться компьютерами вычислительной лаборатории с выходом в Интернет - при самостоятельной работе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .

Автор(ы):

Бикмаев И.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Сахибуллин Н.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.