

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе М.А.И. Т.Ю. Нагорная

«16» 01

2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Астрометрия

Уровень образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность(профиль) «Математические и информационные системы и технологии в астрономии»

Форма обучения: очная

Срок освоения ОП 4 года

Институт Цифровых технологий

Кафедра разработчик РПД Астрофизика

Выпускающая кафедра Астрофизика

Начальник  
учебно-методического управления

Семенова Л. У.

Директор института ЦТ

Кумратова А. М.

И. О. заведующего выпускающей кафедрой

Валявин Г. Г.

г. Черкесск, 2026 г

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Цели освоения дисциплины</b> .....   | 3  |
| <b>2. Место дисциплины в структуре образовательной программы</b> .....   | 3  |
| <b>3. Планируемые результаты обучения по дисциплине</b> .....  | 4  |
| <b>4. Структура и содержание дисциплины</b> .....  | 5  |
| 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы.....   | 5  |
| 4.2. Содержание дисциплины .....   | 6  |
| 4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля.....                              | 6  |
| 4.2.2. Лекционный курс .....   | 7  |
| 4.2.3. Лабораторный практикум .....  | 7  |
| 4.2.4. Практические занятия .....  | 8  |
| 4.3. Самостоятельная работа обучающегося.....  | 8  |
| <b>5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине</b> ..... | 9  |
| <b>6. Образовательные технологии</b> .....   | 14 |
| <b>7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины</b> .....                                    |    |
| 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы.....  |    |
| 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....                                 |    |
| 7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение.  |    |
| <b>8. Материально-техническое обеспечение дисциплины</b> .....   |    |
| 8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий                                       |    |
| 8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся  |    |
| 8.3. Требования к специализированному оборудованию.....  |    |
| <b>9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья</b> .....   |    |
| <b>Приложение 1. Фонд оценочных средств</b> .....  |    |

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Астрометрия» состоит в освоении методов измерения угловых расстояний на небесной сфере, измерения координат светил, определения звездного времени, учета прецессии, нутации, абберации, параллакса и рефракции, а также в формировании навыков построения инерциальных систем координат.

При этом задачами дисциплины являются:

- изучить основы построения земных и небесных систем координат;
- освоить системы счета времени (звездное, солнечное, всемирное, атомное);
- изучить классические абсолютные и современные относительные методы определения положений небесных тел;
- освоить методы астрометрической обработки наблюдений;
- изучить влияние вращения Земли на пространственно-временные системы отсчета.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Дисциплина «Астрометрия» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули), и имеет тесную связь с другими дисциплинами.

2.2. В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

| № п/п | Предшествующие дисциплины   | Последующие дисциплины              |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1.    | Математический анализ<br>Линейная алгебра и аналитическая геометрия<br>Общая астрономия | Проект 2 курса<br>Небесная механика |

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

| <b>№ п/п</b> | <b>Номер/ индекс компетенции</b> | <b>Наименование компетенции (или ее части)</b>   | <b>В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:</b>  |
|--------------|----------------------------------|--|--|
| 1            | 2                                | 3  | 4  |
| 1.           | ПК-1                             | Способен применять современный математический аппарат при решении теоретических задач и при моделировании социальных и экономических процессов | ПК-1.1 Обладает знаниями математических методов в моделировании социальных и экономических процессов<br>ПК-1.2 Способен собирать, анализировать большие массивы данных для проведения научно – исследовательской работы, компьютерной обработки<br>ПК-1.3 Способен моделировать различные задачи прикладного характера, используя научный исследовательский подход |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                       |                           | Всего часов | Семестр |
|--|---------------------------|-------------|---------|
|  |                           |             | № 3     |
|  |                           |             | часов   |
| 1  |                           | 2           | 3       |
| <b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>              |                           | 26          | 26      |
| В том числе:   |                           |             |         |
| Лекции (Л)   |                           | 16          | 16      |
| Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)                  |                           | 8           | 8       |
| Лабораторные работы (ЛР)                                 |                           | -           | -       |
| <b>Контактная внеаудиторная работа, в том числе:</b>     |                           |             |         |
| Индивидуальные и групповые консультации                  |                           | 1,7         | 1,7     |
| <b>Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)</b> |                           | 46          | 46      |
| Работа с лекциями  |                           | 10          | 10      |
| Работа с книжными источниками                            |                           | 10          | 10      |
| Работа с электронными источниками                        |                           | 10          | 10      |
| Доклад   |                           | 6           | 6       |
| Подготовка к тестовому контролю                          |                           | 10          | 10      |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                          | Зачет (З)<br>в том числе: | 3           | 3       |
|  | Прием зачета, час         | 0,3         | 0,3     |
|  |                           |             |         |
| <b>ИТОГО:<br/>Общая<br/>трудоемкость</b>                 | <b>часов</b>              | 72          | 72      |
|  | <b>зач. ед.</b>           | 2           | 2       |

## 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

| № п/п               | Наименование раздела дисциплины   | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах) |    |          |           |            | Формы текущей и промежуточной аттестации                                     |
|---------------------|---|---|----|----------|-----------|------------|--|
|                     |   | Л   | ЛР | ПЗ       | СРО       | всего      |  |
| 1                   | 2   | 3   | 4  | 5        | 6         | 7          | 8  |
| <b>Семестр 3</b>    |   |   |    |          |           |            |  |
| 1.                  | Раздел 1. Формирование изображений в астрономии. Распространение света, дифракция, когерентность, инструментальные искажения. Влияние атмосферы. Редукция наблюдений. | 4   |    | 2        | 10        | 16         | Коллоквиум, контрольные вопросы, практические задания, тестирование, реферат |
| 2.                  | Раздел 2. Астрометрические инструменты. Меридианные круги, метод равных высот. Космические миссии HIPPARCOS и GAIA.   | 4   |    | 2        | 12        | 18         | Коллоквиум, контрольные вопросы, практические задания, тестирование, реферат |
| 3.                  | Раздел 3. Интерферометрические методы в астрометрии. Амплитудная интерферометрия, спекл-интерферометрия, покрытия Луной. Фазовая интерферометрия. РСДБ.               | 4   |    | 2        | 12        | 18         | Коллоквиум, контрольные вопросы, практические задания, тестирование, реферат |
| 4.                  | Раздел 4. Обработка астрометрических наблюдений. Редукция, калибровка, метод наименьших квадратов, оценка ошибок.   | 4   |    | 2        | 12        | 18         | Коллоквиум, контрольные вопросы, практические задания, тестирование, реферат |
|                     | Контактная внеаудиторная работа, в том числе: индивидуальные и групповые консультации   |   |    |          |           | 1,7        |  |
|                     | <b>Промежуточная аттестация</b>   |   |    |          |           | <b>0,3</b> | <b>Зачет</b>   |
| <b>Всего часов:</b> |   | <b>16</b>   |    | <b>8</b> | <b>46</b> | <b>72</b>  |  |

#### 4.2.2. Лекционный курс

| № п/п            | Наименование раздела дисциплины   | Наименование темы лекции  | Содержание лекции   | Всего часов |
|------------------|---|---|---|-------------|
| 1                | 2   | 3   | 4   | 5           |
| <b>Семестр 3</b> |   |   |   |             |
| 1                | Раздел 1. Формирование изображений в астрономии. Распространение света, дифракция, когерентность, инструментальные искажения. Влияние атмосферы. Редукция наблюдений. | Тема 1.1. Распространение света в оптической системе. Дифракция Фраунгофера и Френеля. Когерентность. | Принципы формирования изображений, дифракционные пределы, влияние когерентности на интерференцию и разрешение.  | 2           |
|                  |   | Тема 1.2. Инструментальные и атмосферные искажения. Редукция наблюдений.                              | Аберрации оптических систем, атмосферная рефракция, турбулентность (seeing). Понятие редукции: первичная обработка, калибровка.                                     | 2           |
| 2                | Раздел 2. Астрометрические инструменты. Меридианные круги, метод равных высот. Космические миссии HIPPARCOS и GAIA.   | Тема 2.1. Меридианные круги. Метод равных высот.  | Устройство и принцип работы меридианного круга, точность измерений. Метод равных высот для определения координат светил.  | 2           |
|                  |   | Тема 2.2. Космические астрометрические миссии: HIPPARCOS и GAIA.                                      | Цели, инструменты, результаты миссий. Каталоги HIPPARCOS, Tycho, GAIA. Достижения в измерении параллаксов и собственных движений.                                   | 2           |
| 3                | Раздел 3. Интерферометрические методы в астрометрии. Амплитудная интерферометрия, спекл-интерферометрия, покрытия Луной. Фазовая интерферометрия. РСДБ.               | Тема 3.1. Амплитудная интерферометрия. Спекл-интерферометрия. Покрытия Луной.                         | Принцип амплитудной интерферометрии, восстановление углового размера. Спекл-интерферометрия для преодоления атмосферных искажений. Метод покрытий звёзд Луной.      | 2           |
|                  |   | Тема 3.2. Фазовая интерферометрия. Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ).               | Сохранение фазовой информации, картографирование источников. РСДБ: принципы, сверхвысокое угловое разрешение, применение в астрометрии (опорные кадры, прецизионные | 2           |

|               |   |   |  |           |
|---------------|---|---|--|-----------|
|               |   |   | координаты).   |           |
| 4             | Раздел 4.<br>Обработка<br>астрометрических<br>наблюдений.<br>Редукция,<br>калибровка, метод<br>наименьших<br>квадратов, оценка<br>ошибок. | Тема 4.1. Редукция<br>астрометрических<br>наблюдений.<br>Калибровка и<br>коррекция<br>искажений.                        | Этапы редукции:<br>вычитание темнового<br>тока, флэт-филдинг,<br>коррекция нелинейности,<br>учёт инструментальных и<br>атмосферных эффектов.                               | 2         |
|               |   | Тема 4.2.<br>Математическая<br>обработка. Метод<br>наименьших<br>квадратов. Оценка<br>точности. Работа с<br>каталогами. | Применение МНК для<br>определения<br>астрометрических<br>параметров. Оценка<br>случайных и<br>систематических ошибок.<br>Сопоставление и сведение<br>каталогов (HIPPARCOS, | 2         |
| <b>Итого:</b> |   |   |  | <b>16</b> |

#### 4.2.3. Лабораторный практикум ( не предусмотрен )

#### 4.2.4. Практические занятия

| №<br>п/<br>п     | Наименование<br>раздела<br>дисциплины   | Наименование<br>темы<br>практического<br>занятия                             | Содержание<br>практического занятия  | Всего<br>часов |
|------------------|---|--|--|----------------|
| 1                | 2   | 3  | 4  | 5              |
| <b>Семестр 3</b> |   |  |  |                |
| 1                | Раздел 1.<br>Формирование<br>изображений в<br>астрономии.<br>Распространение<br>света, дифракция,<br>когерентность,<br>инструментальные<br>искажения.<br>Влияние<br>атмосферы.<br>Редукция<br>наблюдений. | Расчёт<br>дифракционных<br>изображений и<br>оценка атмосферных<br>искажений. | Вычисление углового<br>разрешения по критерию<br>Рэля. Моделирование<br>влияния турбулентности на<br>форму изображения<br>(seeing).                            | 2              |
| 2                | Раздел 2.<br>Астрометрические<br>инструменты.<br>Меридианные<br>круги, метод<br>равных высот.<br>Космические<br>миссии<br>HIPPARCOS и   | Обработка данных<br>меридианных<br>наблюдений. Работа с<br>каталогом GAIA.   | Построение эфемерид по<br>меридианным отсчётам.<br>Извлечение данных из<br>каталога GAIA, оценка<br>параллакса и собственного<br>движения по выборке<br>звёзд. | 2              |

|               |   |  |  |          |
|---------------|---|--|--|----------|
|               | GAIA.   |  |  |          |
| 3             | Раздел 3. Интерферометрические методы в астрометрии. Амплитудная интерферометрия, спекл-интерферометрия, покрытия Луной. Фазовая интерферометрия. РСДБ. | 3. Моделирование интерференции. Обработка спекл-изображений.     | Расчёт видности интерференционных полос для различных баз. Обработка серии короткоэкспозиционных изображений, восстановление модуля структурного фактора.  | 2        |
| 4             | Раздел 4. Обработка астрометрических наблюдений. Редукция, калибровка, метод наименьших квадратов, оценка ошибок.                                       | 4. Редукция наблюдений и применение метода наименьших квадратов. | Выполнение полной редукции астрометрического снимка (байесовский или LSQ подход). Оценка точности координат и их ошибок. Сравнение с каталоговыми данными. | 2        |
| <b>Итого:</b> |   |  |  | <b>8</b> |

### 4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| № п/п            | Наименование раздела (темы) дисциплины  | № п/п        | Виды СРО   | Всего часов |
|------------------|---|--------------|--|-------------|
| 1                | 3   | 4            | 5  | 6           |
| <b>Семестр 3</b> |   |              |  |             |
| 1.               | Раздел 1. Формирование изображений в астрономии. Распространение света, дифракция, когерентность, инструментальные искажения. Влияние атмосферы. Редукция наблюдений. | 1.1.<br>1.2. | Работа с лекциями<br>Работа с книжными источниками<br>Работа с электронными источниками<br>Доклад<br>Подготовка к тестированию | 12          |

|               |   |              |  |           |
|---------------|---|--------------|--|-----------|
| 2.            | Раздел 2.<br>Астрометрические инструменты.<br>Меридианные круги, метод равных высот.<br>Космические миссии HIPPARCOS и GAIA.  | 2.1.<br>2.2. | Работа с лекциями<br>Работа с книжными источниками<br>Работа с электронными источниками<br>Доклад<br>Подготовка к тестированию | 12        |
| 3.            | Раздел 3.<br>Интерферометрические методы в астрометрии.<br>Амплитудная интерферометрия, спекл-интерферометрия, покрытия Луной.<br>Фазовая интерферометрия.<br>РСДБ. | 3.1<br>3.2   | Работа с лекциями<br>Работа с книжными источниками<br>Работа с электронными источниками<br>Доклад<br>Подготовка к тестированию | 12        |
| 4.            | Раздел 4. Обработка астрометрических наблюдений. Редукция, калибровка, метод наименьших квадратов, оценка ошибок.   | 4.1<br>4.2   | Работа с лекциями<br>Работа с книжными источниками<br>Работа с электронными источниками<br>Доклад<br>Подготовка к тестированию | 12        |
| <b>Итого:</b> |   |              |  | <b>46</b> |

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям**

Основными формами обучения дисциплины являются лекции, практические занятия, а также самостоятельная работа.

На лекциях рекомендуется деятельность обучающихся в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование основных положений лекции. Основная дидактическая цель лекции — обеспечение ориентировочной основы для дальнейшего усвоения учебного материала.

На лекциях раскрываются основные теоретические аспекты, приводятся примеры реализации на практике, освещается достигнутый уровень формализации деятельности по автоматизации экономических процессов.

Специфической чертой изучения данного курса является то, что приобретение умений и навыков работы невозможно без систематической тренировки, которая осуществляется на практических занятиях. Консультации проводятся с целью оказания помощи обучающимся в изучении учебного материала, подготовки их к практическим занятиям.

### **5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям**

*- не предусмотрены*

### **5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим**

## **занятиям**

### **Подготовка к практическим занятиям**

Подготовку к практическому занятию каждый обучающийся должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала, а затем изучение обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. На основе индивидуальных предпочтений обучающемуся необходимо самостоятельно выбрать тему доклада по проблеме семинара и по возможности подготовить по нему презентацию.

Если программой дисциплины предусмотрено выполнение практического задания, то его необходимо выполнить с учетом предложенной инструкции (устно или письменно). Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося свободно ответить на теоретические вопросы семинара, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

### **Структура практического занятия**

В зависимости от содержания и количества отведенного времени на изучение каждой темы семинарское занятие может состоять из четырех-пяти частей:

1. Обсуждение теоретических вопросов, определенных программой дисциплины.
2. Доклад и/ или выступление с презентациями по проблеме семинара.
3. Обсуждение выступлений по теме - дискуссия.
4. Выполнение практического задания с последующим разбором полученных результатов или обсуждение практического задания, выполненного дома, если это предусмотрено программой.
5. Подведение итогов занятия.

Первая часть - обсуждение теоретических вопросов - проводится в виде фронтальной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний обучающихся. Примерная продолжительность - до 15 минут. Вторая часть - выступление обучающихся с докладами, которые должны сопровождаться презентациями с целью усиления наглядности восприятия, по одному из вопросов семинарского занятия. Обязательный элемент доклада - представление и анализ статистических данных, обоснование социальных последствий любого экономического факта, явления или процесса. Примерная продолжительность - 20-25 минут.

После докладов следует их обсуждение - дискуссия. В ходе этого этапа практического/семинарского занятия могут быть заданы уточняющие вопросы к докладчикам. Примерная продолжительность - до 15-20 минут. Если программой предусмотрено выполнение практического задания в рамках конкретной темы, то преподавателем определяется его содержание и дается время на его выполнение, а затем идет обсуждение результатов. Если практическое задание должно было быть выполнено дома, то на семинарском занятии преподаватель проверяет его выполнение (устно или письменно). Примерная продолжительность - 15-20 минут. Подведением итогов заканчивается семинарское занятие. Обучающимся должны быть объявлены оценки за работу и даны их четкие обоснования. Примерная продолжительность - 5 минут.

## **5.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

### **Работа с литературными источниками и интернет ресурсами**

В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет обучающимся проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

### **Подготовка презентации и доклада**

Презентация, согласно толковому словарю русского языка Д.Н. Ушакова: «... способ подачи информации, в котором присутствуют рисунки, фотографии, анимация и звук». Для подготовки презентации рекомендуется использовать: PowerPoint, MS Word, AcrobatReader, LaTeX-овский пакет beamer. Самая простая программа для создания презентаций – MicrosoftPowerPoint. Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию.

Последовательность подготовки презентации:

1. Четко сформулировать цель презентации: вы хотите свою аудиторию мотивировать, убедить, заразить какой-то идеей или просто формально отчитаться.
2. Определить каков будет формат презентации: живое выступление (тогда, сколько будет его продолжительность) или электронная рассылка (каков будет контекст презентации).
3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку представления.
4. Определить ключевые моменты в содержании текста и выделить их.
5. Определить виды визуализации (картинки) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой материала.
6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер).
7. Проверить визуальное восприятие презентации.

К видам визуализации относятся иллюстрации, образы, диаграммы, таблицы. Иллюстрация - представление реально существующего зрительного ряда. Образы – в отличие от иллюстраций - метафора. Их назначение - вызвать эмоцию и создать отношение к ней, воздействовать на аудиторию. С помощью хорошо продуманных и представляемых образов, информация может надолго остаться в памяти человека. Диаграмма - визуализация количественных и качественных связей. Их используют для убедительной демонстрации данных, для пространственного мышления в дополнение к логическому. Таблица - конкретный, наглядный и точный показ данных. Ее основное назначение - структурировать информацию, что порой облегчает восприятие данных аудиторией.

Практические советы по подготовке презентации готовьте отдельно:

- печатный текст + слайды + раздаточный материал;
- слайды - визуальная подача информации, которая должна содержать минимум текста, максимум изображений, несущих смысловую нагрузку, выглядеть наглядно и просто;
- текстовое содержание презентации – устная речь или чтение, которая должна включать аргументы, факты, доказательства и эмоции;
- рекомендуемое число слайдов 17-22;
- обязательная информация для презентации: тема, фамилия и инициалы

выступающего; план сообщения; краткие выводы из всего сказанного; список использованных источников;

- раздаточный материал – должен обеспечивать ту же глубину и охват, что и живое выступление: люди больше доверяют тому, что они могут унести с собой, чем исчезающим изображениям, слова и слайды забываются, а раздаточный материал остается постоянным осязаемым напоминанием; раздаточный материал важно раздавать в конце презентации; раздаточный материалы должны отличаться от слайдов, должны быть более информативными.

Тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме учебного занятия. Материалы при его подготовке, должны соответствовать научно-методическим требованиям вуза и быть указаны в докладе. Необходимо соблюдать регламент, оговоренный при получении задания. Иллюстрации должны быть достаточными, но не чрезмерными.

Работа обучающегося над докладом-презентацией включает отработку умения самостоятельно обобщать материал и делать выводы в заключении, умения ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей, отработку навыков ораторства, умения проводить диспут.

Докладчики должны знать и уметь: сообщать новую информацию; использовать технические средства; хорошо ориентироваться в теме всего семинарского занятия; дискутировать и быстро отвечать на заданные вопросы; четко выполнять установленный регламент (не более 10 минут); иметь представление о композиционной структуре доклада и др.

### **Структура выступления**

Вступление помогает обеспечить успех выступления по любой тематике. Вступление должно содержать: название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.

Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели

### **Промежуточная аттестация**

По итогам 4 семестра проводится экзамен. При подготовке к сдаче экзамена рекомендуется пользоваться материалами практических занятий и материалами, изученными в ходе текущей самостоятельной работы.

Экзамен проводится в устной или письменной форме, включает подготовку и ответы обучающегося на теоретические вопросы. По итогам экзамена выставляется оценка.

По итогам обучения в семестре к экзамену допускаются обучающиеся, имеющие положительные результаты по защите практических работ.

## **5.4.2 Методические указания по подготовке к тестированию для текущего контроля**

Тестирование является одной из форм форма оценки полученных знаний и занимает важное место в учебном процессе.

Цель тестирования состоит не только в систематическом контроле за знанием, но и в развитии умения и навыков специалистов анализировать, обобщать наиболее существенные связи, признаки, проблемы экономических процессов и явлений.

В соответствии с рабочей программой дисциплины «Экономика» тестирование проводится по всем темам дисциплины в процессе проведения практического занятия. Тестирование проводится для оценки знания текущего материала.

На тестирование отводится 20 минут. При прохождении тестирования пользоваться конспектами лекций, учебниками, рабочими тетрадями не разрешается. Оценка результатов тестирования происходит на занятии. Для успешного прохождения тестирования рекомендуется, прежде всего, посмотреть конспект лекций, конспект практических занятий, а также рекомендованную учебную литературу по соответствующей по соответствующей теме дисциплины, по которой проводится тестирование знаний.

#### **5.4.3. Методические указания к решению практических задач для текущего контроля**

Решение практических задач в процессе текущего и промежуточного контроля осуществляется с целью проверки уровня навыков «владения» обучающегося по применению основных теоретических положений и ключевых концепций определенной темы или раздела дисциплины в целом для решения конкретной экономической ситуации или проблемы.

Длительность решения задачи – не более 10 минут.

При оценке решения задач анализируется понимание обучающимся правильность применения правил, графических моделей, способность объяснить используемые правила и формулы, а также степень проработки учебного материала.

#### **5.4.4 Методические указания по подготовке к опросу**

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к опросу на практическом занятии. Опрос представляет собой форму текущего контроля успеваемости обучающегося по изучаемой дисциплине. При подготовке к опросу необходимо изучить материалы лекции, основную и дополнительную литературу, а также информацию с использованием Интернет-ресурсов по заявленной теме. Темы практических занятий, вопросы для обсуждения, а также контрольные вопросы даются в методических указаниях по соответствующим темам дисциплины. Обучающийся должен обратить внимание на основные термины и понятия по теме, на проблемные вопросы, подобрать дополнительную литературу для их освещения, составить тезисы выступления. Ответ обучающегося должен быть развернутым, аргументированным, логически выстроенным. При выставлении оценки учитывается правильность ответа по содержанию, самостоятельность суждений и выводов, умение анализировать и связывать теоретические положения с практикой.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| № п/п            | Виды учебной работы   | Образовательные технологии  | Всего часов |
|------------------|---|---|-------------|
| 1                | 2   | 3   | 4           |
| <b>Семестр 3</b> |   |   |             |
| 1                | Лекция «Формирование изображений в астрономии: распространение света, дифракция, когерентность, инструментальные искажения» | Мультимедийная презентация с анимацией дифракционных явлений, демонстрация примеров искажений изображений.                                | 2           |
| 2                | Лекция «Влияние атмосферы на формирование изображений. Редукция наблюдений»   | Презентация, видеодемонстрация эффекта «seeing», разбор реальных примеров редукции астрометрических данных.                               | 2           |
| 3                | Лекция «Меридианные круги. Метод равных высот»  | Презентация, виртуальная экскурсия к меридианному кругу (на примере инструментов Пулковской обсерватории или CAO РАН).                    | 2           |
| 4                | Лекция «Космические астрометрические миссии: HIPPARCOS и GAIA»  | Презентация, работа с онлайн-доступом к каталогам GAIA (демонстрация интерфейса Vizier, Gaia Archive).                                    | 2           |
| 5                | Лекция «Амплитудная интерферометрия. Спекл-интерферометрия. Покрытия Луной»   | Презентация с анимацией интерференционных схем, примеры восстановленных изображений.  | 2           |
| 6                | Лекция «Фазовая интерферометрия. Радиointерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ)»                                       | Презентация, демонстрация карт радиоисточников, полученных методом РСДБ.  | 2           |
| 7                | Лекция «Редукция астрометрических наблюдений. Калибровка»   | Презентация, разбор чек-листа редукции, примеры работы в среде IRAF/Python.   | 2           |
| 8                | Лекция «Математическая обработка: метод наименьших квадратов, оценка ошибок. Работа с каталогами»                           | Презентация, live-демонстрация применения МНК к реальным данным в Jupyter Notebook.   | 2           |
| 9                | Практическое занятие «Расчёт дифракционных изображений и оценка атмосферных искажений»                                      | Работа в малых группах с использованием Python/NumPy (моделирование PSF, seeing). Выполнение расчётного задания с последующей дискуссией. | 2           |
| 10               | Практическое занятие «Обработка данных меридианных наблюдений. Работа с каталогом GAIA»                                     | Компьютерный практикум в классе CAO РАН (или удалённый доступ к GAIA archive). Решение задачи на  | 2           |

|                                  |   |   |           |
|----------------------------------|---|---|-----------|
|                                  |   | определение собственного движения звезды.   |           |
| 11                               | Практическое занятие «Моделирование интерференции. Обработка спекл-изображений»     | Выполнение лабораторной работы в среде Python (расчёт видности, восстановление модуля структурного фактора).                        | 2         |
| 12                               | Практическое занятие «Редукция наблюдений и применение метода наименьших квадратов» | Полный цикл обработки астрометрического снимка (предоставляется преподавателем) с использованием скриптов на Python. Защита отчёта. | 2         |
| <b>Итого часов за 3 семестр:</b> |   |   | <b>24</b> |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

|    |   |
|----|---|
|    | <b>Список основной литературы</b>   |
| 1. | Островский, А. Б. Астрометрия. Учебная практика : учебник для вузов / А. Б. Островский ; под науч. ред. Э. Д. Кузнецова. – Москва : Юрайт, 2025. – 149 с. |
| 2. | Жаров, В. Е. Современная астрономия : учебник / В. Е. Жаров, М. В. Сажин. – Москва : Издательство Московского университета, 2025. – 474 с.                |
|    | <b>Список дополнительной литературы</b>   |
| 1. | Чаругин, В. М. Астрономия : учебник / В. М. Чаругин. – Москва : [Издательство], 2024. – [кол-во страниц].   |
| 2. | Благин, А. В. Астрономия : учебное пособие / А. В. Благин, О. В. Котова. – Москва : ИНФРА-М, 2026. – 272 с.   |

### 7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека.

### 7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

|   |  |
|---|--|
| Лицензионное программное обеспечение  | Реквизиты лицензий/ договоров  |
| Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite   | Лицензионный договор № 621<br>Срок действия: с 25.09.2025 до 24.09.2026                              |
| Консультант Плюс  | Договор № 7 от 15.01.2026 г.   |
| Цифровой образовательный ресурс IPR SMART   | Лицензионный договор № 12873/25П от 02.07.2025 г.<br>Срок действия: с 01.07.2025 г. до 30.06.2026 г. |
| ЛИРА  | Сублицензионный договор № 2066/А от 21.01.2014 г.  |
| MATLAB  | Гос. контракт № 0379100003114000018 от 16 мая 2014 г.  |
| Кодекс  | Лицензионное соглашение № 5/4072 от 29.03.2026 г.  |
| <b>Бесплатное ПО</b>  |  |
| LibreOffice, OpenOffice, МойОфис, Visual Studio Community, Sumatra PDF, 7-Zip, Adobe Acrobat Reader, МТС Линк, 1С: Предприятие Учебная версия, Lazarus, Firebird, IBE Expert, VBA, MySQL, Virtual box, Visual Studio Code, StarUML – унифицированный язык моделирования, PostgreSQL, Blender 3D, ArchiCAD. Учебная версия, Simulink, Electronics Workbench, Компас 3d/. Учебная версия, Project, STDU Viewer, МКБ-10, Графический векторный редактор Inkscape, Графический редактор Krita, Программа для чертежей и 3d – Компас, Nanocad, Астрософт |  |

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

#### **1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:**

Специализированная мебель:

Кафедра - 1 шт., доска меловая - 1 шт., парты - 27 шт., стулья - 61 шт.,

Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории: Проектор - 1 шт. Экран моторизованный - 1 шт.

#### **2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.**

Специализированная мебель:

Кафедра - 1 шт., доска меловая - 1 шт., парты - 27 шт., стулья - 61 шт.,

Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории: Проектор - 1 шт. Экран моторизованный - 1 шт.

#### **3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**

Специализированная мебель: Компьютерные столы - 13 шт., стулья - 20 шт., книжный шкаф - 1 шт., доска маркерная - 1 шт.;

Лабораторное оборудование, технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории: Персональный компьютер (сервер) – 1 шт. Персональный компьютер (учебный) – 10 шт. Доска интерактивная/экран - 1 шт. Проектор – 1 шт.

#### **4. Помещение для самостоятельной работы. Библиотечно-издательский центр.**

Отдел обслуживания печатными изданиями. Специализированная мебель: Рабочие столы на 1 место – 21 шт. Стулья – 55 шт. Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации: экран настенный – 1 шт. Проектор – 1 шт. Ноутбук – 1 шт.

Информационно-библиографический отдел. Специализированная мебель:

Рабочие столы на 1 место - 6 шт. Стулья - 6 шт.

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО «СевКавГА»:

Персональный компьютер – 1 шт. Сканер – 1 шт. МФУ – 1 шт. Отдел обслуживания электронными изданиями Специализированная мебель:

Рабочие столы на 1 место – 24 шт. Стулья – 24 шт.

Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации:

Интерактивная система - 1 шт. Монитор – 21 шт. Сетевой терминал – 18 шт.

Персональный компьютер – 3 шт. МФУ – 2 шт. Принтер – 1 шт.

### **8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся**

1. Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

2. Рабочие места обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в цифровой образовательной среде.

### **8.3. Требования к специализированному оборудованию нет**

## **9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной учебной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ** Астрометрия

---

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## Астрометрия

### Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Индекс | Формулировка компетенции   |
|--------|--|
| ПК-1   | Способен применять современный математический аппарат при решении теоретических задач и при моделировании социальных и экономических процессов |

### 2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

| Разделы (темы) дисциплины   | Формируемые компетенции (коды) |
|---|--------------------------------|
|   | ПК-1                           |
| Формирование изображений в астрономии. Распространение света, дифракция, когерентность, инструментальные искажения. Влияние атмосферы. Редукция наблюдений. | +                              |
| Астрометрические инструменты. Меридианные круги, метод равных высот. Космические миссии HIPPARCOS и GAIA.   | +                              |
| Интерферометрические методы в астрометрии. Амплитудная интерферометрия, спекл-интерферометрия, покрытия Луной. Фазовая интерферометрия. РСДБ.               | +                              |
| Обработка астрометрических наблюдений. Редукция, калибровка, метод наименьших квадратов, оценка ошибок.   | +                              |

### 3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

#### ПК-1 Способен применять современный математический аппарат при решении теоретических задач и при моделировании социальных и экономических процессов

| Индикаторы достижения компетенции  | Критерии оценивания результатов обучения                              |   |  |   | Средства оценивания результатов обучения         |                        |
|--|---|---|--|---|--|------------------------|
|  | неудовлетв  | удовлетв  | хорошо   | отлично   | Текущий контроль                                 | Промежуточный контроль |
| ПК-1.1. Обладает знаниями математических методов моделирования социальных и экономических процессов                                      | Не знает основы фундаментальных наук и их задачи.                     | Имеет представление об основах фундаментальных наук и их задачах.         | Знает основы фундаментальных наук и их задачи.                     | Демонстрирует знания основ фундаментальных наук и их задачи.                | Контрольные вопросы, тестирование, собеседование | Зачет                  |
| ПК-1.2. Способен собирать, анализировать большие массивы данных для проведения научно – исследовательской работы, компьютерной обработки | Не может обосновать подход к решению конкретных математических задач. | Неуверенно обосновывает подход к решению конкретных математических задач. | Умеет обосновать подход к решению конкретных математических задач. | Готов и может обосновать подход к решению конкретных математических задач.  | Контрольные вопросы, тестирование, собеседование | Зачет                  |
| ПК-1.3. Способен моделировать различные задачи прикладного характера, используя научный исследовательский подход                         | Не владеет развитыми навыками практических работ на компьютере.       | Частично владеет развитыми навыками практических работ на компьютере.     | Владеет развитыми навыками практических работ на компьютере.       | Демонстрирует владение развитыми навыками практических работ на компьютере. | Контрольные вопросы, тестирование, собеседование | Зачет                  |

#### 4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине

##### Вопросы для устного опроса по дисциплине Астрометрия

###### Вопросы к разделу 1.

1. Каков физический предел углового разрешения оптической системы? Запишите формулу критерия Рэлея.
2. Чем отличаются дифракция Фраунгофера и дифракция Френеля? В каком случае применимо приближение Фраунгофера для астрономических инструментов?
3. Что такое пространственная и временная когерентность? Как они влияют на формирование интерференционной картины?
4. Перечислите основные типы инструментальных искажений (абберации) в телескопах. Как они проявляются на изображении звезды?
5. Назовите причины атмосферной турбулентности. Что такое «seeing» и как оно характеризуется?
6. Какие методы позволяют частично компенсировать атмосферные искажения (адаптивная оптика, спекл-интерферометрия)?
7. Что понимается под редукцией астрометрических наблюдений? Перечислите основные этапы редукции для ПЗС-изображения.
8. Что такое тёмный ток, bias, флэт-филд? Для чего они нужны при калибровке?
9. Как выполняется астрометрическая редукция снимка (переход от координат пикселей к небесным координатам)?

###### Вопросы к разделу 2.

1. Устройство и принцип работы меридианного круга. Какую точность обеспечивал этот классический инструмент?
2. В чём суть метода равных высот для определения координат светила? Какие преимущества он даёт перед меридианными наблюдениями?
3. Каковы основные научные результаты миссии HIPPARCOS? Назовите точность параллакс и собственных движений в каталоге Hipparcos.
4. Чем отличается миссия GAIA от HIPPARCOS? Какие параметры звёзд измеряет GAIA (астрометрические, фотометрические, спектроскопические)?
5. Что такое «параллакс» и «собственное движение» звезды? Как они определяются по данным GAIA?
6. Как устроена система отсчёта ICRS (International Celestial Reference System) и как она реализована в каталогах Hipparcos/GAIA?
7. Каков порядок работы с архивом GAIA (Gaia Archive, Vizier) для извлечения данных по заданным координатам?

###### Вопросы к разделу 3

1. Устройство и принцип работы меридианного круга. Какую точность обеспечивал этот классический инструмент?
2. В чём суть метода равных высот для определения координат светила? Какие преимущества он даёт перед меридианными наблюдениями?
3. Каковы основные научные результаты миссии HIPPARCOS? Назовите точность параллакс и собственных движений в каталоге Hipparcos.
4. Чем отличается миссия GAIA от HIPPARCOS? Какие параметры звёзд измеряет GAIA (астрометрические, фотометрические, спектроскопические)?
5. Что такое «параллакс» и «собственное движение» звезды? Как они определяются по данным GAIA?

6. Как устроена система отсчёта ICRS (International Celestial Reference System) и как она реализована в каталогах Hipparcos/GAIA?
7. Каков порядок работы с архивом GAIA (Gaia Archive, Vizier) для извлечения данных по заданным координатам?

#### **Вопросы к разделу 4.**

1. Устройство и принцип работы меридианного круга. Какую точность обеспечивал этот классический инструмент?
2. В чём суть метода равных высот для определения координат светила? Какие преимущества он даёт перед меридианными наблюдениями?
3. Каковы основные научные результаты миссии HIPPARCOS? Назовите точность параллаксов и собственных движений в каталоге Hipparcos.
4. Чем отличается миссия GAIA от HIPPARCOS? Какие параметры звёзд измеряет GAIA (астрометрические, фотометрические, спектроскопические)?
5. Что такое «параллакс» и «собственное движение» звезды? Как они определяются по данным GAIA?
6. Как устроена система отсчёта ICRS (International Celestial Reference System) и как она реализована в каталогах Hipparcos/GAIA?
7. Каков порядок работы с архивом GAIA (Gaia Archive, Vizier) для извлечения данных по заданным координатам?

#### **Вопросы к зачёту**

1. Дифракционный предел разрешения. Формула Рэлея.
2. Когерентность света и её роль в интерферометрии.
3. Атмосферные искажения (seeing) и способы их учёта.
4. Редукция астрометрических наблюдений: этапы, калибровочные кадры.
5. Меридианные круги и метод равных высот.
6. Космические астрометрические миссии: Hipparcos и Gaia.
7. Параллакс и собственное движение звёзд.
8. Амплитудная интерферометрия и спекл-интерферометрия.
9. Покрытия звёзд Луной как астрометрический метод.
10. Фазовая интерферометрия. Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ).
11. Метод наименьших квадратов в астрометрии.
12. Оценка точности астрометрических параметров.
13. Построение инерциальных систем отсчёта (ICRS, ICRF).
14. Современные астрометрические каталоги (Gaia DR3).
15. Практическое применение астрометрии в астрофизике (например, определение масс экзопланет, динамика Галактики).

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра «Астрофизика»

20\_\_ - 20\_\_ уч. год

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

По дисциплине Астрометрия

Для обучающихся 2 курса

направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Вопросы:**

1. Дифракционный предел разрешения оптического телескопа. Критерий Рэлея. Как влияет диаметр объектива на минимальное разрешаемое угловое расстояние?
2. Принцип работы радиоинтерферометра со сверхдлинными базами (РСДБ). Как достигается угловое разрешение в микросекунды дуги?
3. Задача: Оцените минимальный угловой диаметр звёздного диска, который может разрешить оптический телескоп с диаметром зеркала  $D = 2,5$  м (средне-длина волны  $\lambda = 550$  нм). Сравните полученное значение с типичными угловыми диаметрами звёзд (например, для Бетельгейзе  $\sim 0,05''$ ). Сделайте вывод о возможности прямого наблюдения дисков звёзд наземным телескопом без адаптивной оптики.

**И. о. заведующий кафедрой** \_\_\_\_\_ **Г. Г. Валявин**

**Тестовые вопросы  
по дисциплине «Астрометрия»**

1. Критерий Рэлея определяет:
  - a) минимальное разрешаемое угловое расстояние оптической системы
  - b) максимальный предел увеличения телескопа
  - c) коэффициент пропускания атмосферы
  - d) угол полного внутреннего отражения
  
2. Какое из явлений ограничивает угловое разрешение наземных телескопов в видимом диапазоне при отсутствии адаптивной оптики?
  - a) дифракция на оправе объектива
  - b) атмосферная турбулентность (seeing)
  - c) межзвёздное поглощение
  - d) квантовый шум ПЗС-матрицы
  
3. Какие из перечисленных калибровочных кадров используются при редукции ПЗС-изображений? (выберите все верные)
  - a) bias (нулевой кадр)
  - b) dark frame (кадр тёмного тока)
  - c) flat field (кадр плоского поля)
  - d) кадр с маской Хартмана
  
4. Космическая миссия GAIA измеряет следующие параметры звёзд (выберите все верные):
  - a) тригонометрический параллакс
  - b) собственное движение
  - c) лучевую скорость (спектроскопически)
  - d) температуру фотосферы
  
5. Что такое «собственное движение» звезды?
  - a) изменение видимой звёздной величины со временем
  - b) угловое перемещение звезды по небесной сфере за год, обусловленное её пространственной скоростью
  - c) суточное вращение небесной сферы
  - d) эффект Доплера в спектре звезды
  
6. Единицей измерения параллакса в астрономии является:
  - a) угловая секунда
  - b) миллисекунда дуги (mas)
  - c) парсек
  - d) световой год
  
7. Если параллакс звезды равен  $\pi = 0,05''$ , то расстояние до неё составляет:
  - a) 20 пк
  - b) 50 пк
  - c) 5 пк
  - d) 0,05 пк
  
8. Какой метод интерферометрии позволяет получить изображение с дифракционно-ограниченным разрешением, усредняя множество коротких экспозиций, затронутых атмосферными искажениями?
  - a) амплитудная интерферометрия

- b) спекл-интерферометрия
- c) РСДБ
- d) фазовый метод «замыкания»

9. Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ) обеспечивает угловое разрешение до:

- a) нескольких угловых секунд
- b) десятых долей угловой секунды
- c) миллисекунд дуги
- d) десятков микросекунд дуги

10. Для чего используется метод покрытий звёзд Луной?

- a) для определения химического состава звёзд
- b) для получения высокого углового разрешения при измерении угловых диаметров и двойных звёзд
- c) для измерения радиальных скоростей
- d) для поиска экзопланет

11. Инерциальная система отсчёта ICRS (International Celestial Reference System) реализована через:

- a) положения и движения звёзд каталога Hipparcos
- b) координаты радиисточников (квazarов), наблюдаемых методом РСДБ
- c) эфемериды Солнца и планет
- d) систему глобального позиционирования (GPS)

12. Что такое «редукция наблюдений» в астрометрии?

- a) преобразование сырых измеренных координат в небесные координаты с учётом инструментальных и атмосферных эффектов
- b) уменьшение объёма наблюдательных данных
- c) оценка случайных ошибок методом Монте-Карло
- d) процесс фокусировки телескопа

13. Метод наименьших квадратов (МНК) при обработке астрометрических данных используется для:

- a) фильтрации высоких частот
- b) оценки параметров модели (например, координат, параллакса, собственного движения) с минимизацией суммы квадратов остатков
- c) интерполяции пропущенных значений
- d) визуализации изображений

14. Какой из методов позволяет напрямую измерить расстояние до звёзд (вне Солнечной системы)?

- a) спектральный анализ
- b) тригонометрический параллакс
- c) закон Хаббла
- d) по светимости цефеид

15. Угловое разрешение  $\theta$  оптического телескопа с диаметром объектива  $D = 1$  м при длине волны  $\lambda = 500$  нм (в предположении дифракционного предела) составляет примерно:

- a) 0,1"
- b) 0,05"
- c) 0,5"

d) 0,01"

16. Какое событие в РСДБ служит опорным сигналом для синхронизации антенн, разнесённых на тысячи километров?

- a) GPS-сигнал
- b) водородный стандарт частоты и сигналы коррелятора
- c) пульсарный сигнал
- d) лазерная локация Луны

17. В чём принципиальное отличие миссии GAIA от HIPPARCOS?

- a) GAIA работает только в инфракрасном диапазоне
- b) GAIA измеряет только собственные движения, но не параллаксы
- c) GAIA имеет значительно большее число измеряемых объектов (миллиарды против ~120 тысяч), более высокую точность и дополнительную спектроскопию
- d) GAIA не использует метод сканирования неба

18. При обработке ПЗС-изображения кадр плоского поля (flat field) служит для:

- a) удаления фоновой засветки от ночного неба
- b) коррекции неравномерной чувствительности пикселей и пылинок на оптике
- c) подавления тёмного тока
- d) астрометрической привязки

19. Что такое «амплитудная интерферометрия»?

- a) метод, основанный на измерении контраста интерференционных полос для определения угловых размеров источников
- b) метод восстановления фазы волнового фронта
- c) разновидность спекл-интерферометрии
- d) метод получения спектров высокого разрешения

20. Параллактическое смещение звезды за полгода достигает максимума, если направление на звезду:

- a) совпадает с полюсом эклиптики
- b) перпендикулярно направлению на Солнце
- c) лежит в плоскости эклиптики
- d) совпадает с полюсом мира

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции**

### **5.1. Критерии оценки устного опроса**

При оценке ответа обучающегося надо руководствоваться следующими критериями, учитывать:

- 1) полноту и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Отметка "5" ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение понятий;

- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Отметка "4" ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки "5", но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Отметка "3" ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Отметка "2" ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка "2" отмечает такие недостатки в подготовке ученика, которые являются серьёзным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

## **5.2. Критерии оценивания качества выполнения лабораторного практикума:**

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена правильно и обучающийся ответил на все вопросы, поставленные преподавателем на защите.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена не правильно или обучающийся не проявил глубоких теоретических знаний при защите работы

## **5.3. Критерии оценивания тестирования**

При тестировании все верные ответы берутся за 100%.

90%-100% отлично

75%-90% хорошо

60%-75% удовлетворительно

менее 60% неудовлетворительно

## **5.4. Критерии оценивания экзамена**

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков. Экзамен проводится в форме собеседования по билетам, которые включают 2 (два) теоретических вопроса и 1 задача. Экзамен предполагает получение обучающихся одной из оценок по 5-балльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Проведение экзаменов как основной формы проверки знаний обучающихся предполагает соблюдение ряда условий, обеспечивающих педагогическую эффективность оценочной процедуры. Важнейшие среди них:

1. степень охвата разделов учебной программы и понимание взаимосвязей между ними;
2. глубина понимания существа обсуждаемых конкретных проблем, а также актуальности и практической значимости изучаемой дисциплины;
3. диапазон знания философской литературы;
4. логически корректное, непротиворечивое, последовательное и аргументированное построение ответа на экзамене;
5. уровень самостоятельного мышления с элементами творческого подхода к изложению материала.

Оценки «отлично» заслуживает ответ, содержащий:

1. глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретной дисциплины, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой;
2. отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области;
3. знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой;
4. умение выполнять предусмотренные программой задания;
5. логически корректное и убедительное изложение ответа.

Оценки «хорошо» заслуживает ответ, содержащий:

1. знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса;
2. умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем программы;
3. знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы;
4. умение выполнять предусмотренные программой задания;
5. в целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает ответ, содержащий:

1. фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;
2. затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии дисциплины;
3. неполное знакомство с рекомендованной литературой;
4. частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий;
5. стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при:

1. незнании либо отрывочном представлении учебно-программного материала;
2. неумении выполнять предусмотренные программой задания.

Итоговая оценка за экзамен выставляется преподавателем в совокупности, учитывая оценивание тестирования и практико-ориентированной части экзамена.