МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Геодезический факультет
Кафедра астрономии и космической геодезии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
24 марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ
«Б1.О.03.07 ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ С ОСНОВАМИ АСТРОМЕТРИИ»

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 21.05.01 Прикладная геодезия

Направленность(профиль) подготовки: Инженерно-геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации объектов нефтегазового и энергетического комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер-геодезист

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 5 лет

Объем: в зачетных единицах: 8 з.е.
в академических часах: 288 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:

Преподаватель кафедры Астрономии и космической геодезии
Рахманов А. С.

Заведующий кафедрой Астрономии и космической геодезии, к.н.,
доцент Крылов В. И.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 944

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	18.03.2025, № 2

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - заключается в получении обучающимися теоретических знаний о методах определения широт, долгот и азимутов геодезических пунктов из астрономических наблюдений светил, о свойствах и элементах сферических треугольников на небесной сфере, о системах астрономических координат и системах измерения времени, а также практических навыков (формирование) и готовности к самостоятельным наблюдениям на пунктах земной поверхности, их обработке и использованию для обеспечения инженерно-геодезических работ при строительстве крупных гидросооружений, тоннелей и других уникальных сооружений, обеспечение данными Министерства Обороны РФ и запусков на космодромах, а также для задач поддержания и развития государственной геодезической сети.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о системах координат и системах измерения времени, применяемых в геодезической астрономии, о сущности зенитальных и азимутальных методов астрономических определений, об основных редукциях в координаты светил, о свойствах сферических треугольников на небесной сфере;;
- освоение навыков выполнения выборки звёзд для решения конкретных задач, осуществление перехода между разными системами измерения времени, интерполирование координат светил и вычисление основных редукций, выполнения наблюдений на пункте земной поверхности и обработки их результатов, вычисление координат пункта земной поверхности и азимутов направлений различными методами;;
- получение компетенций по подготовке, организации и выполнению астрономо-геодезических работ, по обработке и анализу полученных результатов;;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи согласно выработанному алгоритму и сформированному техническому заданию для выполнения астрономо-геодезических работ..

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи производственной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии

ОПК-1.1 Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий

Знать:

ОПК-1.1/Зн2 Основные математические и естественные методы, позволяющие решать профессиональные задачи

ОПК-1.1/Зн4 Способы построения космических геодезических сетей

Уметь:

ОПК-1.1/Ум2 Выявить перечень подходящих для решения конкретной задачи методов математической интерпретации процесса

ОПК-1.1/Ум4 Создавать проект геодезического построения

Владеть:

ОПК-1.1/Нв2 Способами априорной оценки точности геодезических построений

ОПК-1.1/Нв5 Навыками проведения полевых геодезических работ с применением спутниковой геодезической аппаратуры

ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии

Знать:

ОПК-1.2/Зн1 Методы и задачи высшей геодезии как науки, занимающейся определением формы и размеров Земли, её внешнего гравитационного поля и их изменений во времени, геодезические системы координат и высот, их исторические реализации

Уметь:

ОПК-1.2/Ум1 Обрабатывать и производить оценку точности высокоточного геометрического нивелирования и применяемых методов решения прикладных задач высшей геодезии

Владеть:

ОПК-1.2/Нв1 Выполнением и обработкой геодезических измерений в геодезических сетях

ОПК-1.2/Нв2 Основным математическим аппаратом для решения задач геодезии

ОПК-1.3 Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций

Знать:

ОПК-1.3/Зн1 Теоретические положения в основе современной геодезии, практические ограничения на теоретические выводы и основы геометрии в пространстве и сфероидической геодезии на эллипсоиде

Уметь:

ОПК-1.3/Ум1 Оценивать и выводить количественные связи между изменениями геометрических и физических геодезических величин, обрабатывать и анализировать современные геодезические измерения

Владеть:

ОПК-1.3/Нв1 Методами количественного и качественного анализа геодезических данных для выявления геодинамических процессов

ОПК-1.4 Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ

Знать:

ОПК-1.4/Зн2 Современные достижения математики

Уметь:

ОПК-1.4/Ум1 Преобразовывать математические координаты и анализировать научно-техническую литературу

ОПК-1.4/Ум2 Использовать специализированную литературу для решения профессиональных задач

Владеть:

ОПК-1.4/Нв2 Способностью использовать современные научные разработки для анализа происходящих процессов и качественной оценки проведенных работ

ПК-1 Способен проводить научные исследования в области координатно-временного и навигационного обеспечения территорий

ПК-1.1 Проводит исследования и эксперименты

Знать:

ПК-1.1/Зн5 Основные проблемы совершенствования методов геодезических измерений, решение которых связано с выполнением научных исследований теоретического и экспериментального характера

Уметь:

ПК-1.1/Ум5 Формулировать цель научных исследований в области геодезии, акутальных с точки зрения повышения эффективности методов геодезических измерений

Владеть:

ПК-1.1/Нв3 Навыками обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний

ПК-1.2 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

Знать:

ПК-1.2/Зн3 Государственные системы координат, системы координат, применяемые при ведении ГКН

Уметь:

ПК-1.2/Ум3 Применять современные программные средства обработки и уравнивания геодезических полевых и орбитальных измерений

Владеть:

ПК-1.2/Нв4 Апробация результатов исследований и внедрение предложений для повышения точности и надежности государственной координатной основы

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.03.07 «Геодезическая астрономия с основами астрометрии» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4, 5.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
4 семестр	144	4	16	32	96	Зачет
5 семестр	144	4	18	36	54	Экзамен (36)
Всего	288	8	34	68	150	36

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работ	Планируемые результат обучения, соотнесенны результатами освоения программы
Раздел 1. Сферическая астрономия.	**144**	**16**	**32**	**96**	ОПК-1.2 ПК-1.1
Тема 1.1. Введение	28	2	2	24	
Тема 1.2. Системы координат.	38	4	10	24	
Тема 1.3. Системы измерения времены.	40	6	10	24	
Тема 1.4. Редукционные вычисления в астрономии.	38	4	10	24	
Раздел 2. Геодезическая астрономия.	**62**	**12**	**20**	**30**	ОПК-1.1 ОПК-1.3
Тема 2.1. Геодезическая астрономия.	62	12	20	30	
Раздел 3. Основы астрометрии.	**46**	**6**	**16**	**24**	ОПК-1.4 ПК-1.2
Тема 3.1. Введение в астрометрию.	11	1	4	6	
Тема 3.2. Принципы создания фундаментальной системы координат.	12	2	4	6	
Тема 3.3. Установление систем измерения времени и определение параметров вращение Земли.	12	2	4	6	
Тема 3.4. Фундаментальные астрономические постоянные.	11	1	4	6	
Итого	**252**	**34**	**68**	**150**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Сферическая астрономия.

Тема 1.1. Введение

Предмет и задачи астрономии. Роль и значение астрономии в решении основных задач геодезии. Деление астрономии на отдельные дисциплины. Предмет сферической астрономии. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Современные взгляды на устройство Вселенной. Элементы орбит планет солнечной системы.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 1.2. Системы координат.

Вспомогательная небесная сфера. Основные круги и точки небесной сферы. Принципы построения систем сферических небесных координат. Астрономические системы координат. Земные системы координат. Астрономические и геодезические координаты. Параллактический треугольник. Связь между системами небесных координат. Суточное вращение небесной сферы. Суточное движение светил на различных широтах. Кульминация светил. Восход и заход светил. Элонгация светил. Прохождение светил через первый вертикал.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 1.3. Системы измерения времены.

Системы измерения времени в астрономии. Звёздное время. Звёздные сутки. Видимое годичное движение Солнца. Истинное солнечное время. Среднее солнечное время. Всемирное время. Уравнение времени и его изменение в течение года. Время на разных меридианах. Местное и Гринвичское время. Время поясное, декретное, зимнее и летнее. Линия изменения даты. Неравномерности вращения Земли. Эфемеридное, атомное, барицентрическое и динамическое время. Тропический, сидерический и аномалистический год. Синодический и драконистический месяцы. Юлианский и Григорианский календари. Юлианский период.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 1.4. Редукционные вычисления в астрономии.

Астрономическая рефракция. Влияние рефракции на горизонтные координаты звёзд. Теория параллактического смещения. Определение расстояний до звёзд. Общая теория аберрации. Лунно-солнечная прецессия. Понятие о нутации. Влияние нутации на экваториальные координаты звёзд. Собственное движение звёзд. Редукционные вычисления. Движение полюсов Земли и его влияние на координаты точек земной поверхности.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 2. Геодезическая астрономия.

Тема 2.1. Геодезическая астрономия.

Предмет и задачи геодезической астрономии. Понятие о зенитальных способах астрономических определений. Понятие об азимутальных способах астрономических определений. Инструменты, применяемые для астрономических определений. Хронометры, применяемые для наблюдений. Служба точного времени. Способ Сомнера. Способ Талькотта. Способ Цингера. Способ Певцова. Определение азимута по часовому углу Полярной. Приближённое определение широты по зенитному расстоянию Полярной. Приближённое определение азимута и долготы по зенитному расстоянию Солнца. Определение азимута по часовому углу Солнца. Определение широты по зенитному расстоянию Солнца. Приведение широты, долготы и азимута к центру знака. Приведение широты, долготы и азимута к среднему полюсу (Международному условному началу).

Текущий контроль

Вид (форма) контроля

Тестирование

Раздел 3. Основы астрометрии.

Тема 3.1. Введение в астрометрию.

Предмет, задачи и методы астрометрии. Инструменты фундаментальной астрометрии. Основные принципы формирования изображений. Требования к инструментам фундаментальной астрометрии. Классические оптические инструменты. Современные астрономические инструменты.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 3.2. Принципы создания фундаментальной системы координат.

Звёздные каталоги положений и собственных движений. Планетные системы координат. Каталоги внегалактических радиоисточников. Каталоги космических телескопов. Основы определения координат светил и их изменений. Абсолютные определения координат звёзд. Относительные определения координат звёзд.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 3.3. Установление систем измерения времени и определение параметров вращение Земли.

Установление шкалы точного времени. Установление шкалы точного времени на основе суточного вращения Земли вокруг оси. Установление шкалы высокоточного атомного времени. Сопоставление шкал времени. Способы изучения параметров вращения Земли. Способы изучения параметров вращения Земли по наблюдениям звёзд. Принципы определения параметров вращения Земли методами космической геодезии. Организация службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли в Российской Федерации.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 3.4. Фундаментальные астрономические постоянные.

Определение и классификация фундаментальных астрономических постоянных. Методы выбора фундаментальных астрономических постоянных. Международная система фундаментальных астрономических постоянных.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:
- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет, 4 семестр.

Промежуточная аттестация: Экзамен, 5 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Сферическая астрономия.
Контролируемые ИДК: ОПК-1.2 ПК-1.1

Тема 1.1. Введение

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Как называется наука о небесных светилах, о законах их движения, строения и развития, а также о строении и развитии Вселенной в целом:
А) астрономия;
б) астрофизика;
в) астрометрия.

2. Кто разработал геоцентрическую модель мира:
А) Исаак Ньютон;
б) Николай Коперник;
в) Клавдий Птолемей.

3. Кто разработал гелиоцентрическую модель мира:
А) Хаббл Эдвин;
б) Николай Коперник;
в) Клавдий Птолемей.

4. Выдающийся русский астроном и геодезист, основатель и первый директор Пулковской обсерватории:
А) Василий Яковлевич Струве;
б) Михаил Васильевич Ломоносов;
в) Карл Иванович Теннер.

5. Законы движения планет вокруг Солнца установил:
А) Иоганн Кеплер;
б) Михаил Васильевич Ломоносов;
в) Василий Яковлевич Струве.

6. Каждая из планет движется вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце. Это утверждение называется:

А) Первый закон Кеплера;
б) Второй закон Кеплера;
в) Третий закон Кеплера.

7. Квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей орбит $(T_1^2)/(T_2^2)=(a_1^3)/(a_2^3)$. Это утверждение называется:

А) первый закон Кеплера;
б) второй закон Кеплера;
в) третий закон Кеплера.

8. Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает равные площади. S1=S2=S3. Это утверждение называется:

А) первый закон Кеплера;
б) второй закон Кеплера;
в) третий закон Кеплера.

9. Закон Всемирного тяготения сформулировал:

А) Михаил Васильевич Ломоносов;
б) Исаак Ньютон;
в) Иоганн Кеплер.

10. Раздел астрономии, который изучает взаимное расположение направлений, по которым небесные светила видны из места наблюдений, называется:

А) Сферическая астрономия;
б) Небесная механика;
в) Астрометрия.

11. Раздел астрометрии, который занимается определением геодезических координат точек земной поверхности и азимутов направлений, изучением устройства инструментов и приборов, используемых для этой цели, называется:

А) Сферическая астрономия;
б) Геодезическая астрономия;
в) Морская астрономия.

12. К задачам Сферической астрономии не относится:

А) вопросы происхождения и эволюции Вселенной в целом;
б) установление шкал времени;
в) установление систем координат и преобразований между ними.

13. Замкнутая плоская кривая, сумма расстояний от каждой точки которой, до фокусов F1 и F2, всегда постоянна, называется:

А) сфера;
б) эллипс;
в) круг.

14. К планетам земной группы относят:

А) Меркурий, Венера, Земля, Уран;
б) Земля, Марс, Юпитер, Меркурий;
в) Марс, Земля, Венера, Меркурий.

15. Солнечная система включает:

А) семь планет;
б) восемь планет;
в) девять планет.

16. Звёздная величина - характеристика, определяющая:

А) блеск звезды;
б) расстояние до звезды;
в) размер звезды.

17. Точка орбиты небесного тела, максимально удалённая от Солнца называется:

А) перигелий;
б) апогелий;
в) фокус.

18. Точка орбиты небесного тела или ИСЗ, находящаяся на минимальном расстоянии от Земли называется:

А) перигей;
б) апогей;
в) фокус.

19. Как называется фундаментальная постоянная, которая численно равна модулю силы тяготения, действующей на точечное тело единичной массы со стороны другого такого же тела, находящегося на единичном расстоянии?

А) гравитация;
б) гравитационная постоянная;
в) гравитационная неустойчивость.

Тема 1.2. Системы координат.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Вспомогательная сфера произвольного радиуса, на которую проецируются наблюдаемые светила, называется:

А) небесная сфера;
б) созвездие;
в) галактика.

2. Большой круг небесной сферы, проходящий через полюса мира, зенит и надир, называется:

А) небесный экватор;
б) круг склонений;
в) небесный меридиан.

3. Прямая, проведённая через центр небесной сферы, параллельная оси вращения Земли называется:

А) полуденная линия;
б) ось Мира;
в) отвесная линия.

4. Промежуток времени, в течение которого Земля совершает полный оборот вокруг мгновенной оси вращения называется:

А) год;
б) месяц;
в) сутки.

5. Большой круг, плоскость которого перпендикулярна отвесной линии, называется:

А) небесный экватор;
б) небесный меридиан;
в) небесный горизонт.

6. Главные точки небесного горизонта, расположенные друг от друга на расстоянии 90°, называются:

А) точки Юга, Севера, Запада и Востока;
б) точка весеннего равноденствия, верхняя и нижняя точки экватора;
в) северный и южный полюса Мира, зенит, надир.

7. Большой круг, плоскость которого перпендикулярна оси мира и проходит через центр небесной сферы, называется:

А) небесный меридиан;
б) небесный экватор;
в) круг склонений.

8. Большой круг небесной сферы, который проходит через светило, зенит и надир и перпендикулярен плоскости горизонта, называется:

А) вертикал светила;
б) небесный меридиан;
в) альмукантарат.

9. Горизонтная (горизонтальная) система небесных координат характеризуется величинами:

А) прямое восхождение и склонение (α и δ);
б) азимут и высота(A и h);
в) часовой угол и склонение (t и δ).

10. Угол при зените Z между плоскостью небесного меридиана и плоскостью вертикала светила, называется:

А) азимут A;
б) высота h;
в) часовой угол t.

11. Геодезической широтой точки земной поверхности называется:

А) угол между нормалью к референц-эллипсоиду в этой точке и плоскостью экватора;
б) угол между отвесной линией в этой точке и плоскостью небесного экватора;
в) угол между радиусом-вектором (направлением к центру эллипсоида) в этой точке и плоскостью экватора.

12. Вершинами параллактического треугольника являются:

А) PZσ;
б) QPσ;
в) NPσ.

13. Формула косинуса стороны записывается формулой:

А) sina/sinA =sinb/sinB =sinc/sinC ;
б) cosa=cosb · cosc+sinb · sinc · cosA;
в) sina cosB=cosb sinc-sinb cosc cosA.

14. Связь между геодезическими и астрономическими координатами описывается через составляющие уклонения отвеса следующими формулами:

А) B=φ-ξ, L=λ-η· secφ;
б) B=φ+ξ, L=λ+η· secφ;
в) B=φ-ξ, L=λ+η· secφ.

Тема 1.3. Системы измерения времены.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какой системы измерения времени нет в астрономии?

А) солнечное время;
б) небесное время;
в) звёздное время.

2. Сколько раз в год значение Уравнения времени обращается в ноль?

А) 4 раза;
б) 0 раз;
в) 12 раз.

3. Промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями точки весеннего равноденствия ♈ называется…:

А) солнечные сутки;
б) звёздные сутки;
в) местные сутки.

4. За начало звёздных суток принимается…:

А) момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия;

б) момент нижней кульминации точки весеннего равноденствия;
в) момент восхода точки весеннего равноденствия.

5. Среднее экваториальное Солнце это…

А) воображаемая точка, равномерно движущаяся по экватору;
б) воображаемая точка, равномерно движущаяся по эклиптике;
в) воображаемая точка, равномерно движущаяся в плоскости эклиптики по кругу, построенному на линии апсид.

6. Сколько часовых поясов расположено на территории РФ?

А) 11;
б) 9;
в) 7.

7. На сколько часовых поясов разделена поверхность Земли?

А) на 12;
б) на 24;
в) на 360.

8. В каком часовом поясе находится Москва?

А) в первом;
б) во втором;
в) в третьем.

9. Где проходит линия перемены дат:

А) вблизи или точно по меридиану, расположенному на 90◦ от Гринвичского меридиана;
б) вблизи или точно по меридиану, расположенному на 180◦ от Гринвичского меридиана;
в) вблизи или точно по меридиану, расположенному на 270◦ от Гринвичского меридиана.

10. Всемирное (среднее солнечное) время, полученное из астрономических наблюдений, то есть время на мгновенном Гринвичском меридиане, соответствующем мгновенному положению полюса Земли обозначается:

А) UT0;
б) UT1=UT0+Δλ;
в) UT2=UT1+ΔT_s=UT0+Δλ+ΔT_s.

11. Всемирное координированное время (UTC) связано с:

А) шкалой атомного времени (TAI) ΔAT = TAI - UTC;
б) с суточным вращением Земли;
в) с годовым движением Земли.

12. К видам календарей не относятся:

А) солнечные календари;
б) лунные календари;
в) небесные календари.

Тема 1.4. Редукционные вычисления в астрономии.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Юлианской датой JD (Julian Date) называется:

А) 365, 2422 средних солнечных суток;
б) число средних солнечных суток, прошедших с 12 часов UT первого января 4713 г. до н. э. до эпохи наблюдений;
в) система измерения больших промежутков времени, где указан порядок счёта дней в году и эпоха, от которой ведется счёт лет.

2. Изменение координат светила, обусловленное влиянием земной атмосферы, называется:

А) астрономическая рефракция;
б) параллактическое смещение;
в) аберрация.

3. Астрономическая рефракция:

А) поднимает светило над горизонтом, увеличивая его высоту h и уменьшая зенитное расстояние z;

б) опускает светило, уменьшая его высоту h и увеличивая зенитное расстояние z;

в) опускает светило, уменьшая его азимут А и увеличивая часовой угол t.

4. Как называется явление, вследствие которого один и тот же объект наблюдения в один и тот же момент времени виден из разных точек по разным направлениям?

А) параллактическое смещение (параллакс);

б) астрономическая рефракция;

в) аберрация.

5. Как называется точка на небесной сфере, в которую направлен вектор скорости движения наблюдателя?

А) апекс;

б) центр;

в) перигелий.

6. Один парсек равен:

А) 1 пс=206265 а.е.д.;

б) 1 пс=6378388 м ;′

в) 1 пс=149504200, 612 км.

7. Аберрация это:

А) изменение между видимым направлением на светило и истинным, которое было бы в тот же момент у неподвижного наблюдателя;

б) явление, вследствие которого один и тот же объект наблюдения в один и тот же момент времени виден из разных точек по разным направлениям;

в) явление преломления атмосферой лучей света от звёзд.

8. Прецессия - это:

А) явление, вследствие которого один и тот же объект наблюдения в один и тот же момент времени виден из разных точек по разным направлениям;

б) вековое движение полюса мира Р и точки весеннего равноденствия ♈, вызываемое влиянием лунно-солнечного притяжения на экваториальный избыток масс Земли;

в) явление преломления атмосферой лучей света от звёзд.

9. Нутацией называется…:

А) колебательное движение оси вращения Земли, которое накладывается на прецессионное движение;

б) вековое движение полюса мира Р, вызываемое влиянием лунно-солнечного притяжения на экваториальное утолщение фигуры Земли;

в) изменение между наблюдаемым направлением на светило и истинным, которое было бы в тот же момент у неподвижного наблюдателя.

10. Собственное движение звезды это:

А) смещение светила, вызываемое годичным движением наблюдателя, находящегося на поверхности Земли вокруг Солнца;

б) перемещение звезды вследствие истинных движений самой звезды и солнечной системы в пространстве;

в) изменение между наблюдаемым направлением на светило и истинным, которое было бы в тот же момент у неподвижного наблюдателя.

Раздел 2. Геодезическая астрономия.

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.3

Тема 2.1. Геодезическая астрономия.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Фундаментальный звёздный каталог это:

А) звёздные описи с приближёнными координатами наибольшего числа звёзд;

б) список опорных звёзд, составленных по определённому признаку;

в) дифференциальный каталог звёзд.

2. Раздел астрономии, изучающий способы определения географических координат точек земной поверхности и азимутов направлений из наблюдений светил:

А) астрометрия;

б) геодезическая астрономия;

в) сферическая астрономия.

3. Основное уравнение для зенитальных способов астрономических определений выражается формулой:

А) $\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$;

б) $ctgA_N=\sin\varphi\cdot ctgt-\cos\varphi\cdot tg\delta\cdot cosec\ t$;

в) $\varphi=h_P=\delta_Z$.

4. Основная формула для определения азимута любого светила по его часовому углу:

А) $ctgA= \sin\varphi \cdot ctgt - \cos\varphi\ tg\delta\cdot cosect$;

б) $\cos A = ((\sin \delta- \sin \varphi \cos z \cos t))/\cos\varphi\sin z$;

в) $A = S+\lambda = m+ UT1$.

5. Способ Талькотта - это:

А) способ определения времени (долготы) по наблюдениям пар звёзд на равных высотах;

б) способ определения широты из наблюдений звёзд на малых зенитных расстояниях в первом вертикале;

в) способ определения широты пункта, основанный на измерении малых разностей зенитных расстояний пар звёзд в меридиане.

6. Способ Певцова - это..:

А) способ определения времени (долготы) по наблюдениям пар звёзд на равных высотах;

б) способ определения широты из наблюдений звёзд на малых зенитных расстояниях в первом вертикале;

в) способ определения широты пункта, основанный на измерении малых разностей зенитных расстояний пар звёзд в меридиане.

7. Способ Цингера - это..:

А) способ определения времени (долготы) по наблюдениям пар звёзд на равных высотах;

б) способ определения широты из наблюдений звёзд на малых зенитных расстояниях в первом вертикале;

в) способ определения широты пункта, основанный на измерении малых разностей зенитных расстояний пар звёзд в меридиане.

8. Способ Сомнера - это..:

А) способ определения времени (долготы) по наблюдениям пар звёзд на равных высотах;

б) совместное определение широты и долготы пункта наблюдений по измеренным зенитным расстояниям светил в разных вертикалах;

в) способ определения широты пункта, основанный на измерении малых разностей зенитных расстояний пар звёзд в меридиане.

9. Программа 1 класса определения азимута направления на земной предмет по часовому углу Полярной составляет:

А) 6 приёмов, 1 сутки;

б) 18 приёмов, не менее 3-х суток;

в) 3 приёма, 1 сутки.

10. Определение широты пункта наблюдения по зенитному расстоянию Полярной относится к:

А) приближённым методам;

б) точным методам;

в) высокоточным методам.

11. Изменения широт и долгот точек из-за движения земного полюса могут доходить до:

А) до 3" (до 26 м в линейной мере);

б) до 0, 3" (до 8 м в линейной мере);

в) до 10" (до 50 м в линейной мере).

12. Выгоднейшими условиями наблюдений называются:

А) условия наблюдений, при которых достигается максимальное количество наблюдаемых светил;

б) условия наблюдений, при которых для данных средств измерений достигается максимальная точность определяемых величин;

в) стабильные, подходящие погодные условия наблюдений.

Раздел 3. Основы астрометрии.

Контролируемые ИДК: ОПК-1.4 ПК-1.2

Тема 3.1. Введение в астрометрию.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. К задачам астрометрии не относится:

А) определение геодезических координат пунктов государственной геодезической сети;

б) создание опорной инерциальной системы небесных координат в пространстве;

в) утверждение комплекса фундаментальных астрономических постоянных; г) утверждение систем измерения времени и определение параметров вращения Земли (ПВЗ).

2. Астрометрия – это раздел астрономии, задачами которой являются:

А) определение географических координат точек земной поверхности и азимутов направлений, изучением теории, устройства инструментов и приборов, используемых для этой цели, а также совершенствованием методов обработки полученных результатов;

б) создание опорной инерциальной системы координат, утверждение комплекса фундаментальных астрономических постоянных, утверждение систем измерения времени и определение параметров вращения Земли;

в) изучение вопросов происхождения и эволюции Вселенной в целом и её отдельных частей.

3. Опорная система небесных координат в пространстве должна удовлетворять условию:

А) двигаться только прямолинейно и равномерно;

б) не двигаться ни в одном направлении;

в) двигаться с равномерным ускорением.

4. Система фундаментальных астрономических постоянных не включает в себя:

А) определяющие постоянные;

б) основные постоянные;

в) система масс планет;

г) производные (выводимые) постоянные;

д) инерциальные постоянные.

5. Система измерения времени, которая не используются в астрометрии:

А) система пульсарного времени;

б) система атомного времени;

в) системы барицентрического и земного динамического времени;

г) система эфемеридного времени;

д) системы звёздного и солнечного (всемирного) времени;

е) система гравитационного времени.

6. Оптические методы астрометрии относятся:

А) к классическим методам астрометрии;

б) к современным методам астрометрии;

в) к методам РСДБ.

7. К космическим методам астрометрии не относятся:

А) космические телескопы;
б) метод РСДБ;
в) астрографы;
г) радиотехнические методы космической геодезии.

8. Какой из нижеперечисленных объектов не является космическим телескопом?

А) ГИППАРКОС (Hipparcos);
б) ХАББЛ (Hubble);
в) ГАЙА (Gaia);
г) Квазар-ПРО;
д) Спектр-РГ.

9. Какое явление накладывает основное ограничение на точность оптических методов наблюдений?

А) аберрация;
б) астрономическая рефракция;
в) параллакс;
г) прецессия и нутация;
д) собственное движение звёзд.

10. Что является основной измеряемой величиной при использовании космических аппаратов в астрометрии?

А) дуги, соединяющие пары звёзд или дуги, соединяющие опорные объекты (квазары и т.п.) и определяемые звёзды;
б) дуги, соединяющие космический аппарат и определяемые звёзды;
в) дуги, соединяющие барицентр солнечной системы и определяемые звёзды.

11. Результатом работы космического телескопа Hipparcos стало создание:

А) звёздного каталога HIPPARCOS – определены координаты, собственные движения и параллаксы для 118 218 звёзд, с точностью 0, 7"· (10)^(-3);
б) звёздного каталога TYCHO - 1 058 332 звёзд, с точностью 25"· (10)^(-3);
в) оба каталога: HIPPARCOS и TYCHO.

12. Космический аппарат, оснащённый двумя рентгеновскими телескопами, запущенный в России называется:

А) Гонец-М;
б) Квазар-ПРО;
в) Спектр-РГ.

13. Что является измеряемой величиной при лазерной локации ИСЗ и Луны?

А) расстояние от центра масс ИСЗ или Луны, до приёмника, находящегося на Земле;
б) расстояние от отражателя, установленного на ИСЗ или Луне, до центра масс Земли;
в) расстояние от отражателя, установленного на ИСЗ или Луне, до приёмника, находящегося на Земле.

Тема 3.2. Принципы создания фундаментальной системы координат.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Для повышения точности оптических наблюдений в настоящее время не применяют:

А) оптические интерферометры;
б) полупроводниковые панорамные приборы-приёмники с зарядовой связью (ПЗС-матрицами);
в) роботизация телескопов; г) адаптивная оптика;
д) увеличение размеров и массы телескопов.

2. К требованиям к инструментам фундаментальной астрометрии не относится:

А) автоматизация наблюдений;

б) максимальная устойчивость и минимальное воздействие температурных изменений;
в) специальная конструкция для исключения возможных инструментальных ошибок измерений;
г) высокие требования к оптическим характеристикам инструментов;
д) мобильность и возможность использования в полевых условиях.

3. К классическим меридианным астрономическим инструментам не относится:

А) пассажный инструмент;
б) меридианный круг;
в) безличная призменная астролябия Данжона;
г) вертикальный круг;
д) зенит-телескоп;
е) астрограф;
ж) оптический интерферометр.

4. К современным меридианным астрономическим инструментам не относятся:

А) пассажные инструменты;
б) автоматические меридианные телескопы;
в) широкоугольные астрографы;
г) большие телескопы;
д) оптические интерферометры.

5. Как задать опорную систему координат?

А) путем обработки наблюдений на отдельном астрономическом инструменте за большой интервал времени;
б) принять определённую математическую модель системы координат и привязать её к реальным объектам (звёздам, квазарам и т.д.);
в) по длительным наблюдениям спутников, движущихся в гравитационном поле Земли.

6. К недостаткам фундаментальных звёздных оптических каталогов не относится:

А) содержат малое число звёзд;
б) большинство обсерваторий расположено в северном полушарии, поэтому южное небо изучено значительно хуже северного;
в) ошибки принятых собственных движений звёзд приводят к тому, что с течением времени фундаментальные каталоги все менее точно воспроизводят систему небесных координат;
г) нестабильность положений радиоисточников;
д) атмосферные помехи существенно снижают точность каталогов.

7. Орбита космического телескопа-интерферометра GAIA, запущенного в 2013 году, находится на расстоянии:

А) 600 км от Земли;
б) 1, 5 миллиона км от Земли;
в) 150 000 км от Земли.

8. К космическим телескопам не относится:

А) Квазар-ПРО;
б) GAIA;
в) Спектр-РГ.

9. Для определения прямого восхождения звёзд абсолютным методом необходимо:

А) зафиксировать время прохождения звезды через меридиан;
б) измерить зенитное расстояние звезды в меридиане;
в) провести оба эти измерения одновременно.

10. Для определения склонения звёзд абсолютным методом необходимо:

А) зафиксировать время прохождения звезды через меридиан;
б) измерить зенитное расстояние звезды в меридиане;
в) провести оба эти измерения одновременно.

11. Фотографический метода наблюдения звёзд чаще используется для:

А) относительных определений координат;
б) абсолютных определений координат.

12. В методику абсолютного определения прямых восхождений не входит:

А) наблюдения Солнца с фиксацией моментов его прохождения через меридиан и измерение его зенитного расстояния;

б) наблюдения несколько десятков ярких, часовых звёзд с фиксацией моментов их прохождения через меридиан;

в) вычисление поправки часов u и хода часов ω на моменты наблюдений Солнца;

г) вычисление поправок к принятому значению широты и постоянной рефракции;

д) решение систем уравнений для вычисления прямых восхождений Солнца и часовых звёзд.

13. Для измерения годичного параллакса звёзды её необходимо наблюдать:

А) из диаметрально противоположных точек земной орбиты (через полгода);

б) одновременно из диаметрально противоположных точек земной поверхности;

в) из диаметрально противоположных точек Земли в разное время.

Тема 3.3. Установление систем измерения времени и определение параметров вращение Земли.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. К этапам установления шкалы точного времени не относится:

А) принятие определённой математической модели и привязка её к реальным объектам (звёздам, квазарам и т.д.);

б) установление шкалы времени на основе стабильного периодического природного явления (вращение Земли вокруг оси);

в) создание высокоточных (атомных) часов, независимых от суточного вращения Земли;

г) регулярное сопоставление двух шкал времени (атомной и на основе суточного вращения Земли).

2. К параметрам вращения Земли (ПВЗ) не относится:

А) xp, yp - координаты НЭП (небесного эфемеридного полюса) относительно УЗП (условного земного полюса);

б) поправка часов ΔU - разность между всемирным временем UT1 и всемирным координированным временем UTC: UT1-UTC=ΔU;

в) dψ, dε - короткопериодические члены нутации в долготе и наклоне;

г) время, в основу измерения которого положены строго равномерные электромагнитные колебания, излучаемые или поглощаемые атомами некоторого вещества при переходе из одного определенного энергетического состояния в другое.

3. Для определения параметров вращения Земли по наблюдениям звёзд не используется:

А) пассажный инструмент;

б) астролябия Данжона;

в) космический телескоп;

г) фотографическая зенитная труба.

4. Для определения поправки часов с помощью пассажного инструмента используют наблюдения:

А) при прохождении звёзд через альмукантарат;

б) при прохождении светил через меридиан.

5. Для определения поправки часов с помощью астролябии Данжона используют наблюдения:

А) при прохождении звёзд через альмукантарат;

б) при прохождении светил через меридиан.

6. Для определения параметров вращения Земли (ПВЗ) космическими методами не требуется:

А) иметь точную реализацию системы координат, жёстко связанную с Землей;

б) выполнить точные траекторные измерения;

в) учесть все возмущения в движение ИСЗ;

г) учесть погрешности установки астрономического инструмента.

Тема 3.4. Фундаментальные астрономические постоянные.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. К какому классу фундаментальных астрономических постоянных (ФАП) относится Гауссова гравитационная постоянная k=0, 01720209895?

А) к основным постоянным;
б) к производным постоянным;
в) к определяющим постоянным.

2. Какая фундаментальная астрономическая постоянная определяет масштаб Вселенной в настоящее время?

А) большая полуось орбиты центра масс системы Земля-Луна;
б) скорость света;
в) экваториальный радиус Земли.

3. По какой причине в 1938 году Международным астрономическим союзом было принято решение зафиксировать значение Гауссовой гравитационной постоянной и в будущем оставить её без изменений?

А) для удобства введения остальных фундаментальных астрономических постоянных;
б) во избежание переработки всех звёздных каталогов, так как Гауссова гравитационная постоянная лежит в основе большинства используемых таблиц теоретической астрономии;
в) так как была достигнута максимальная точность.

4. Астрономическая единица расстояния (А, а.е.) или единичное расстояние определяется:

А) через экваториальный параллакс Солнца, вычисляемый из наблюдений;
б) как радиус круговой гауссовой орбиты, по которой движется «нулевая» масса;
в) так как была достигнута максимальная точность.

5. Астрономической единицей массы является:

А) масса системы Земля-Луна;
б) масса всех планет Солнечной системы;
в) масса Солнца.

6. Астрономической единицей времени в настоящее время является:

А) число эфемеридных секунд в тропическом году (1900);
б) световой промежуток τ_А, численно равный числу световых секунд в одной астрономической единице.

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

4 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4 ПК-1.1 ПК-1.2

Вопросы/Задания:

1. Вспомогательная небесная сфера. Основные круги и точки.

2. Небесные системы координат

3. Земные системы координат

4. Параллактический треугольник

5. Системы измерения времени в астрономии

6. Юлианский и Григорианский календари

7. Астрономическая рефраакция

8. Параллакс

9. Аберрация

10. Прецессия

11. Нутация

12. Собственные движения звёзд

13. Редукционные вычисления

5 семестр, Экзамен
Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4 ПК-1.1 ПК-1.2
Вопросы/Задания:

1. Предмет и задачи геодезической астрономии.

2. Понятие о зенитальных способах астрономических определений.

3. Понятие об азимутальных способах астрономических определений.

4. Инструменты, применяемые для астрономических определений.

5. Способ Сомнера, совместное определение широты и долготы пункта наблюдений.

6. Определение широты, определённой по способу Талькотта (на постоянных нитях).

7. Вычисление долготы пункта, определённой по способу Цингера.

8. Вычисление широты, определённой по способу Певцова.

9. Вычисление астрономического азимута направления на земной предмет, определённого по часовому углу Полярной с применением окулярного микрометра.

10. Приближённое определение широты по зенитному расстоянию Полярной.

11. Приближённое определение азимута и долготы по зенитному расстоянию Солнца.

12. Определение азимута по часовому углу Солнца.

13. Определение широты по зенитному расстоянию Солнца.

14. Инструменты фундаментальной астрометрии. Основные принципы формирования изображений. Требования к инструментам фундаментальной астрометрии.

15. Звездные каталоги положений и собственных движений.

16. Абсолютные определения координат звёзд. Относительные определения координат звёзд.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Уралов С.С. Курс геодезической астрономии: Учебник для вузов. / С.С. Уралов. - Недра, 1980. - 592 - Текст: непосредственный.

2. Абалакин В.К. Геодезическая астрономия и астрометрия. Справочное пособие. / В.К. Абалакин, И.И. Краснорылов, Ю.В. Плахов. - Издательство Картгеоцентр- Геодезиздат, 1996. - 435 - 5-86066-021-9. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Плахов Ю.В. Геодезическая астрономия. Часть 1. Сферическая астрономия. Учебник для вузов. / Ю.В. Плахов, И.И. Краснорылов. - Издательство Картгеоцентр- Геодезиздат, 2002. - 390 - 5-86066-047-2. - Текст: непосредственный.

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://geocartography.ru/ - Сайт научного журнала «Геодезия и картография»
2. http://pvz.vniiftri.ru/bull_A_Q.php - Центр сводной обработки и определения параметров вращения Земли Главного метрологического центра Государственной Службы Времени, Частоты и определения параметров вращения Земли (ЦСОО ПВЗ ГМЦ ГСВЧ)
3. https://iaaras.ru/ - Институт прикладной астрономии РАН
4. http://www.astronet.ru/ - Российская Астрономическая сеть
5. https://www.iers.org/IERS/EN/Home/home_node.html - Сайт Международной службы вращения Земли (International Earth Rotation Service, IERS
6. https://lms.miigaik.ru - Система дистанционного обучения МИИГАиК

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Смешанный тип

Интерактивная панель - 2 шт.

Меловая доска - 2 шт.

Учебная аудитория

Лекционный мультимедийный комплекс - 1 шт.

Проектор - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется:

- Методическими рекомендациями по дисциплине;
- Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов МИИГАиК;

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.