



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
15 мая 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МОДУЛЬ. КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ И НАВИГАЦИИ
«Б1.В.01.01 СФЕРИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Космическая геодезия и навигация

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2026

Разработчики:

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

Преподаватель кафедры Астрономии и космической геодезии
Рахманов А. С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 972

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	28.01.2026, № 14

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 вспомогательной небесной сфере, о свойствах и элементах сферических треугольников, о системах астрономических координат, системах измерения времени и их преобразованиях, а также о факторах, влияющих на изменения координат светил.

Задачи изучения дисциплины:

- Формирование понятий о вспомогательной небесной сфере, системах координат и их преобразованиях. о решениях сферических треугольников;;
- Освоение навыков выполнения выборки звёзд для решения конкретных задач, осуществление перехода между разными системами измерения времени, интерполирование координат светил и вычисление основных редукций.;
- Формирование умений применять полученные знания в практической деятельности..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-4 Способен выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения, в том числе на основе результатов космической деятельности

ПК-4.1 Формирует и направляет запросы на предоставление данных (информации), получаемых на основе использования результатов космической деятельности, в информационно-аналитические и мониторинговые системы различных уровней

Знать:

ПК-4.1/Зн2 Порядок, регламент и официальные нормативные документы для формирования и направления запросов на предоставление данных, полученных на основе результатов космической деятельности

ПК-4.1/Зн3 Принципы формирования и направления запросов на предоставление данных, получаемых на основе использования результатов космической деятельности, в информационно-аналитические и мониторинговые системы различных уровней

Уметь:

ПК-4.1/Ум2 Составлять официальные запросы на получение космических данных в соответствии с установленными требованиями и направлять их в информационно-аналитические и мониторинговые системы

Владеть:

ПК-4.1/Нв2 Навыками деловой переписки и оформления документации для взаимодействия с поставщиками данных и операторами мониторинговых систем различных уровней

ПК-4.2 Выполняет сбор, первичную обработку, систематизацию, каталогизацию и визуализацию данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности и результатов их обработки

Знать:

ПК-4.2/Зн6 Методы и способы поиска, сбора, обработки и систематизации информации для проведения научных исследований

Уметь:

ПК-4.2/Ум4 Выполнять обработку и систематизацию данных применения орбитальных методов в космической геодезии

ПК-4.2/Ум5 Использовать основные законы и фундаментальные знания в области астрономии и геодезии в научно-исследовательской и профессиональной деятельности

Владеть:

ПК-4.2/Нв5 Навыками подготовки и проведения научных исследований в области астрономо-геодезических работ

ПК-4.3 Выполняет комплексный анализ данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности

Знать:

ПК-4.3/Зн2 Методы и технологии комплексного геодезического анализа данных

Уметь:

ПК-4.3/Ум3 Анализировать и оценивать данные, полученные на основе результатов космической деятельности

Владеть:

ПК-4.3/Нв1 Средствами анализа данных в области изучения элементов гравитационного поля и их непосредственной связи с геодезическими данными

ПК-4.3/Нв2 Навыками применения специализированного программного обеспечения для комплексного анализа и оценки точности геодезических измерений.

ПК-4.4 Формирует набор возможных вариантов решения на основе использования результатов космической деятельности

Знать:

ПК-4.4/Зн5 Методы и способы технологических операций по подготовке предложений для принятия решений в профессиональной деятельности

Уметь:

ПК-4.4/Ум4 Разрабатывать и анализировать варианты технологических схем и методик выполнения геодезических работ на основе различных типов информации

ПК-4.4/Ум5 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

Владеть:

ПК-4.4/Нв5 Навыками выполнения технологических операций по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

ПК-12 Способен выполнять координатно-временное и навигационное обеспечение территории

ПК-12.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем

Знать:

ПК-12.1/Зн3 Способы и методы координатно-временного обеспечения территории

Уметь:

ПК-12.1/Ум1 Уметь проводить прикладные исследования в области теории движения ИСЗ и вычислять эфемериду ИСЗ

ПК-12.1/Ум3 Применять методы геодезической астрономии для определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений

Владеть:

ПК-12.1/Нв1 Владеть навыками проведения прикладных исследований в области теории движения ИСЗ и способами определения предварительной орбиты ИСЗ

ПК-12.1/Нв3 Навыками определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений методами геодезической астрономии

ПК-12.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие

Знать:

ПК-12.2/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения

Уметь:

ПК-12.2/Ум1 Измерять и вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений

Владеть:

ПК-12.2/Нв1 Математическим аппаратом вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах

ПК-12.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий

Знать:

ПК-12.3/Зн3 Фундаментальные принципы околоземной астрономии

ПК-12.3/Зн4 Типовые подходы для решения координатно-временного и навигационного обеспечения территорий

Уметь:

ПК-12.3/Ум3 Использовать математические модели и методы при решении профессиональных задач

Владеть:

ПК-12.3/Нв3 Навыками решения исследовательских и производственных задач в профессиональной деятельности

ПК-12.3/Нв4 Навыками приложения фундаментальных знаний к решению производственных астрономо-геодезических задач

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.01.01 «Сферическая астрономия» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

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	72	2	15	30	27	Зачет
Всего	72	2	15	30	27	

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 работа	Планируемые результаты с обучением, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Сферическая тригонометрия	10	2	4	4	ПК-12.1 ПК-4.4
Тема 1.1. Решение косоугольных сферических треугольников	5	1	2	2	
Тема 1.2. Решение прямоугольных сферических треугольников	5	1	2	2	
Раздел 2. Системы отсчёта	18	4	8	6	ПК-12.1 ПК-12.3 ПК-4.1
Тема 2.1. Вспомогательная небесная сфера	5	1	2	2	
Тема 2.2. Системы координат	5	1	2	2	
Тема 2.3. Системы измерения времени	8	2	4	2	
Раздел 3. Интерполирование	10	2	4	4	ПК-12.2 ПК-4.2 ПК-4.3
Тема 3.1. Линейное интерполирование	5	1	2	2	
Тема 3.2. Интерполирование с часовыми изменениями	5	1	2	2	
Раздел 4. Суточное движение светил	15	3	6	6	ПК-12.2 ПК-4.2 ПК-4.3
Тема 4.1. Прохождение светил через небесный меридиан	5	1	2	2	
Тема 4.2. Прохождение светил через математический горизонт	5	1	2	2	
Тема 4.3. Элонгации	5	1	2	2	
Раздел 5. Факторы, влияющие на координаты светил	19	4	8	7	ПК-12.2 ПК-4.2 ПК-4.3
Тема 5.1. Астрономическая рефракция, параллакс, астрономическая абберация, собственное движение звёзд	9	2	4	3	
Тема 5.2. Прецессия и нутация	10	2	4	4	
Итого	72	15	30	27	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Сферическая тригонометрия

Тема 1.1. Решение косоугольных сферических треугольников

Формулы: косинуса стороны; косинуса угла; синусов; пяти элементов; четырёх элементов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 1.2. Решение прямоугольных сферических треугольников

Правило Непера-Модюи.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Системы отсчёта

Тема 2.1. Вспомогательная небесная сфера

Основные круги и точки на вспомогательной небесной сфере

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.2. Системы координат

Небесные системы координат; земные системы координат.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.3. Системы измерения времени

Астрономические шкалы времени; неастрономические шкалы времени

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 3. Интерполирование

Тема 3.1. Линейное интерполирование

Формула линейного интерполирования

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.2. Интерполирование с часовыми изменениями

Формула интерполирования с часовыми изменениями

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 4. Суточное движение светил

Тема 4.1. Прохождение светил через небесный меридиан

Формулы для вычисления кульминаций звёзд

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 4.2. Прохождение светил через математический горизонт

Формулы для вычисления восходов и закатов светил

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 4.3. Элонгации

Формулы для вычисления момента времени и координат в элонгациях

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 5. Факторы, влияющие на координаты светил

Тема 5.1. Астрономическая рефракция, параллакс, астрономическая абберация, собственное движение звёзд

Формулы учёта влияния рефракции, параллакса, абберации, собственного движения звёзд.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 5.2. Прецессия и нутация

Формулы учёта влияния прецессии и нутации

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

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.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Сферическая тригонометрия

Контролируемые ИДК: ПК-12.1 ПК-4.4

Тема 1.1. Решение косоугольных сферических треугольников

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Решение косоугольных сферических треугольников

По заданным трём элементам сферического треугольника вычислить недостающие три элемента.

Тема 1.2. Решение прямоугольных сферических треугольников

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Решение прямоугольных сферических треугольников

Раздел 2. Системы отсчёта

Контролируемые ИДК: ПК-12.1 ПК-12.3 ПК-4.1

Тема 2.1. Вспомогательная небесная сфера

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Сферический параллактический треугольник

Тема 2.2. Системы координат

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Преобразование систем координат

Тема 2.3. Системы измерения времени

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Преобразование систем измерения времени

Раздел 3. Интерполирование

Контролируемые ИДК: ПК-12.2 ПК-4.2 ПК-4.3

Тема 3.1. Линейное интерполирование

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Линейное интерполирование видимых координат звёзд

Тема 3.2. Интерполирование с часовыми изменениями

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Интерполирование координат Солнца

Раздел 4. Суточное движение светил

Контролируемые ИДК: ПК-12.2 ПК-4.2 ПК-4.3

Тема 4.1. Прохождение светил через небесный меридиан

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление местного звёздного времени, зенитного расстояния и азимута звёзд в кульминациях

Тема 4.2. Прохождение светил через математический горизонт

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление моментов местного звёздного времени, азимутов светил в точках восхода и заката

Тема 4.3. Элонгации

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление моментов местного звёздного времени, зенитных расстояний, азимутов звёзд в элонгациях

Раздел 5. Факторы, влияющие на координаты светил

Контролируемые ИДК: ПК-12.2 ПК-4.2 ПК-4.3

Тема 5.1. Астрономическая рефракция, параллакс, астрономическая абберация, собственное движение звёзд

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычислить исправленное за рефракцию геоцентрическое зенитное расстояние Солнца по его измеренному зенитному расстоянию

Тема 5.2. Прецессия и нутация

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычислить видимые координаты звёзд по заданным средним координатам

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

4 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-12.1 ПК-4.1 ПК-12.2 ПК-4.2 ПК-12.3 ПК-4.3 ПК-4.4

Вопросы/Задания:

1. Основные формулы сферической тригонометрии для решения сферических треугольников
2. Вспомогательная небесная сфера. Основные круги и точки небесной сферы.
3. Параллактический сферический треугольник
4. Связь между земными и небесными координатами
5. Уравнение времени и его изменение в течение года
6. Связь между звёздным и средним солнечным временем
7. Релятивистские шкалы времени
8. Влияние рефракции на координаты звёзд
9. Влияние суточного параллакса на координаты Солнца
10. Влияние прецессии экватора на экваториальные координаты звёзд
11. Влияние астрономической абберации на координаты звёзд
12. Влияние нутации на экваториальные координаты 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

1. <https://lms.miiigaik.ru> - Система дистанционного обучения МИИГАиК

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)

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.

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.

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.