



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  
17 февраля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ  
«Б1.В.06.ДВ.02.01 СФЕРИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Исследование природных ресурсов методами  
дистанционного зондирования

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем:  
в зачетных единицах: 3 з.е.  
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2023

**Разработчики:**

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

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<br>лицо                        | ФИО            | Виза        | Дата, протокол<br>(при наличии) |
|---|----------------------------|----------------------------------------------|----------------|-------------|---------------------------------|
| 1 | Геодезический<br>факультет | Председатель<br>ученого совета<br>факультета | Половнев О. В. | Рассмотрено | 23.01.2023, № 8                 |

## 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 редуций.;
- 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-1 Способен проводить прикладные исследования, обрабатывать и анализировать результаты

ПК-1.1 Выполняет эксперимент и оформляет результаты исследований и разработок

*Знать:*

ПК-1.1/Зн1 Информационные и телекоммуникационные технологии для представления результатов геодезических работ

*Уметь:*

ПК-1.1/Ум1 Анализировать и систематизировать обрабатываемую информацию

*Владеть:*

ПК-1.1/Нв1 Навыками обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний

ПК-1.2 Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований

*Знать:*

ПК-1.2/Зн1 Государственные системы координат, системы координат, применяемые при ведении ГКН

*Уметь:*

ПК-1.2/Ум1 Применять современные программные средства обработки и уравнивания геодезических полевых и орбитальных измерений

*Владеть:*

ПК-1.2/Нв1 Навыками обработки, анализа результатов исследований с использованием научно-технической информацией по соответствующей области знаний

ПК-1.3 Готовит элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов работ

*Знать:*

ПК-1.3/Зн1 Нормативно-правовую базу в области геодезических работ

*Уметь:*

ПК-1.3/Ум1 Разрабатывать и оформлять технический проекты и программы геодезических работ

Владеть:

ПК-1.3/Нв1 Специализированным программным обеспечением для математической обработки результатов высокоточных измерений и их оформлением для проектной документации

### 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.06.ДВ.02.01 «Сферическая астрономия» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3.

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) |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 3 семестр       | 108                       | 3                        | 17                        | 34                          | 57                            | Зачет                           |
| Всего           | 108                       | 3                        | 17                        | 34                          | 57                            |                                 |

### 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 обучения, соотношенные с результатами освоения программы |
|-----------------------------------------------------------|-----------|--------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Сферическая тригонометрия</b>                | <b>14</b> | <b>2</b>           | <b>4</b>             | <b>8</b>               | ПК-1.1                                                                          |
| Тема 1.1. Решение косоугольных сферических треугольников  | 7         | 1                  | 2                    | 4                      |                                                                                 |
| Тема 1.2. Решение прямоугольных сферических треугольников | 7         | 1                  | 2                    | 4                      |                                                                                 |
| <b>Раздел 2. Системы отсчёта</b>                          | <b>25</b> | <b>4</b>           | <b>8</b>             | <b>13</b>              | ПК-1.2                                                                          |
| Тема 2.1. Вспомогательная небесная сфера                  | 7         | 1                  | 2                    | 4                      |                                                                                 |
| Тема 2.2. Системы координат                               | 7         | 1                  | 2                    | 4                      |                                                                                 |

|                                                                                                       |            |           |           |           |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Тема 2.3. Системы измерения времени                                                                   | 11         | 2         | 4         | 5         |        |
| <b>Раздел 3. Интерполирование</b>                                                                     | <b>14</b>  | <b>2</b>  | <b>4</b>  | <b>8</b>  | ПК-1.3 |
| Тема 3.1. Линейное интерполирование                                                                   | 7          | 1         | 2         | 4         |        |
| Тема 3.2. Интерполирование с часовыми изменениями                                                     | 7          | 1         | 2         | 4         |        |
| <b>Раздел 4. Суточное движение светил</b>                                                             | <b>25</b>  | <b>4</b>  | <b>8</b>  | <b>13</b> | ПК-1.1 |
| Тема 4.1. Прохождение светил через небесный меридиан                                                  | 7          | 1         | 2         | 4         |        |
| Тема 4.2. Прохождение светил через математический горизонт                                            | 11         | 2         | 4         | 5         |        |
| Тема 4.3. Элонгации                                                                                   | 7          | 1         | 2         | 4         |        |
| <b>Раздел 5. Факторы, влияющие на координаты светил</b>                                               | <b>30</b>  | <b>5</b>  | <b>10</b> | <b>15</b> | ПК-1.2 |
| Тема 5.1. Астрономическая рефракция, параллакс, астрономическая абберация, собственное движение звёзд | 12         | 2         | 4         | 6         |        |
| Тема 5.2. Прецессия и нутация                                                                         | 18         | 3         | 6         | 9         |        |
| <b>Итого</b>                                                                                          | <b>108</b> | <b>17</b> | <b>34</b> | <b>57</b> |        |

## 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, 3 семестр.*

## **7. Оценочные материалы текущего контроля**

### **Раздел 1. Сферическая тригонометрия**

*Контролируемые ИДК: ПК-1.1*

*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-1.2*

*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-1.3*

*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-1.1*

*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-1.2*

#### *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**

*3 семестр, Зачет*

*Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3*

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 аберрации 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](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](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;
- 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.