



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

Геодезический факультет  
Кафедра высшей 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)  
НАУКИ О ЗЕМЛЕ  
«Б1.В.03.03 ФИЗИКА ЗЕМЛИ И АТМОСФЕРЫ»**

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): 2023

Срок получения образования: 5 лет

Объем:  
в зачетных единицах: 7 з.е.  
в академических часах: 252 ак.ч.

Москва, 2023

**Разработчики:**

Заведующий кафедрой высшей геодезии, д.н., доцент Вшивкова  
О. В.

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<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 - получение обучающимися теоретических знаний о физических процессах и явлениях в твердой и газообразной оболочках Земли, формирование готовности к проведению научных исследований в области координатно-временного и навигационного обеспечения территорий, а также практических навыков введения поправок за негативное влияние атмосферы в результаты геодезических измерений с целью повышения их надежности

Задачи изучения дисциплины:

- формирование знаний о строении литосферы и физических полях Земли, о характере и степени влияния атмосферы на точность геодезических измерений;;
- получение навыков оценки негативного влияния атмосферы на геодезические измерения, принятия решений о целесообразности учета влияния атмосферы в зависимости от состояния атмосферы, требований к точности и геометрических характеристик визирной линии;
- формирование компетенций по проведению научных исследований в области координатно-временного и навигационного обеспечения территорий;
- освоение умений применять полученные знания в научной и практической деятельности.

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

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-3 Способен обеспечить инженерно-геодезические работы

ПК-3.1 Создает специальные планово-высотные сети спутниковыми и наземными методами

*Знать:*

ПК-3.1/Зн2 Характер и степень влияния атмосферы на точность методов геодезических измерений, используемых при создании специальных планово-высотных сетей спутниковыми и наземными методами

ПК-3.1/Зн4 Основные положения теории тектоники литосферных плит

ПК-3.1/Зн6 Закономерности распределения в атмосфере температуры, давления и влажности

*Уметь:*

ПК-3.1/Ум2 Выбирать оптимальные, с точки зрения учета влияния атмосферы, методы создания планово-высотных сетей

*Владеть:*

ПК-3.1/Нв2 Навыками учета влияния атмосферы на геодезические измерения при создании планово-высотных сетей спутниковыми и наземными методами

ПК-3.2 Определяет планово-высотные координаты точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами

*Знать:*

ПК-3.2/Зн2 Характер и степень влияния атмосферы на точность методов геодезических измерений, используемых для определения планово-высотных координат точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования

*Уметь:*

ПК-3.2/Ум2 Выбирать оптимальные, с точки зрения учета влияния атмосферы, методы определения планово-высотных координат точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования

*Владеть:*

ПК-3.2/Нв2 Навыками учета и ослабления влияния атмосферы на геодезические измерения при определении планово-высотных координат точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами

ПК-3.3 Создает высокоточную планово-высотную сеть для проведения деформационного мониторинга зданий, сооружений и технологического оборудования

*Знать:*

ПК-3.3/Зн2 Характер и степень влияния атмосферы на точность методов геодезических измерений, используемых при создании планово-высотной сети для проведения деформационного мониторинга сооружений и технологического оборудования

*Уметь:*

ПК-3.3/Ум2 Выбирать оптимальные, с точки зрения учета влияния атмосферы, методы создания планово-высотной сети для проведения деформационного мониторинга сооружений и технологического оборудования

*Владеть:*

ПК-3.3/Нв2 Навыками ослабления влияния атмосферы на геодезические измерения при создании планово-высотной сети для проведения деформационного мониторинга сооружений и технологического оборудования

ПК-3.4 Проводит деформационный мониторинг природных объектов, сооружений и технологического оборудования

*Знать:*

ПК-3.4/Зн2 Характер и степень влияния атмосферы на точность методов геодезических измерений, используемых при проведении деформационного мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования

*Уметь:*

ПК-3.4/Ум2 Выбирать оптимальные, с точки зрения учета влияния атмосферы, методы проведения деформационного мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования

*Владеть:*

ПК-3.4/Нв2 Навыками учета и ослабления влияния атмосферы на геодезические измерения при проведении деформационного мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования

ПК-3.5 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтажа и эксплуатации технологического оборудования

*Знать:*

ПК-3.5/Зн2 Характер и степень влияния атмосферы на точность методов геодезических измерений, используемых при выполнении инженерно-геодезических работ на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтаже и эксплуатации технологического оборудования

*Уметь:*

ПК-3.5/Ум2 Выбирать оптимальные, с точки зрения учета влияния атмосферы, методы выполнения инженерно-геодезических работ на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтаже и эксплуатации технологического оборудования

*Владеть:*

ПК-3.5/Нв2 Навыками учета и ослабления влияния атмосферы на геодезические измерения при выполнении инженерно-геодезических работ на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтаже и эксплуатации технологического оборудования

ПК-3.6 Выполняет геодезическое обеспечение гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ

*Знать:*

ПК-3.6/Зн2 Характер и степень влияния атмосферы на точность методов геодезических измерений, используемых при выполнении геодезического обеспечения гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ

*Уметь:*

ПК-3.6/Ум2 Выбирать оптимальные, с точки зрения учета влияния атмосферы, методы выполнения геодезического обеспечения гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ

*Владеть:*

ПК-3.6/Нв2 Навыками ослабления влияния атмосферы на геодезические измерения при выполнении геодезического обеспечения гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ

ПК-3.7 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах культурного наследия

*Знать:*

ПК-3.7/Зн2 Характер и степень влияния атмосферы на точность методов геодезических измерений, используемых при выполнении инженерно-геодезических работ на объектах культурного наследия

*Уметь:*

ПК-3.7/Ум2 Выбирать оптимальные, с точки зрения учета влияния атмосферы, методы выполнения инженерно-геодезических работ на объектах культурного наследия

*Владеть:*

ПК-3.7/Нв2 Навыками ослабления влияния атмосферы на геодезические измерения при выполнении инженерно-геодезических работ на объектах культурного наследия

ПК-3.8 Выполняет камеральную обработку материалов инженерно-геодезических работ, подготовка и составление технических отчетов о выполненных инженерно-геодезических работах

*Знать:*

ПК-3.8/Зн2 Характер и степень влияния атмосферы на точность результатов геодезических измерений

*Уметь:*

ПК-3.8/Ум2 Оценивать влияние атмосферы на результаты геодезических измерений

*Владеть:*

ПК-3.8/Нв2 Навыками введения поправок за влияние атмосферы в результаты геодезических измерений

### 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.03.03 «Физика Земли и атмосферы» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 9, 10.

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) |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 9 семестр       | 108                       | 3                        | 32                        | 64                          | 12                            | Зачет                           |
| 10 семестр      | 144                       | 4                        | 22                        | 22                          | 64                            | Экзамен (36)                    |
| Всего           | 252                       | 7                        | 54                        | 86                          | 76                            | 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 работа | Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы |
|--------------------------------|-----------|--------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Физика Земли</b>  | <b>70</b> | <b>32</b>          | <b>28</b>            | <b>10</b>              | ПК-3.1                                                                          |
| Тема 1.1. Общие сведения       | 10        | 6                  | 2                    | 2                      | ПК-3.2                                                                          |
| Тема 1.2. Строение Земли       | 12        | 6                  | 4                    | 2                      | ПК-3.3                                                                          |
| Тема 1.3. Литосфера            | 26        | 8                  | 16                   | 2                      | ПК-3.4                                                                          |
| Тема 1.4. Магнитное поле Земли | 14        | 8                  | 4                    | 2                      | ПК-3.5                                                                          |
| Тема 1.5. Тепловое поле Земли  | 8         | 4                  | 2                    | 2                      | ПК-3.6                                                                          |
|                                |           |                    |                      |                        | ПК-3.7                                                                          |
|                                |           |                    |                      |                        | ПК-3.8                                                                          |

|                                                                                                 |            |           |           |           |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| <b>Раздел 2. Физика атмосферы</b>                                                               | <b>146</b> | <b>22</b> | <b>58</b> | <b>66</b> | ПК-3.1 |
| Тема 2.1. Общие сведения                                                                        | 5          | 2         | 1         | 2         | ПК-3.2 |
| Тема 2.2. Влияние атмосферы на результаты геодезических измерений                               | 42         | 4         | 36        | 2         | ПК-3.3 |
| Тема 2.3. Распределение давления в атмосфере                                                    | 5          | 2         | 1         | 2         | ПК-3.4 |
| Тема 2.4. Распределение температуры в атмосфере                                                 | 8          | 4         | 2         | 2         | ПК-3.5 |
| Тема 2.5. Распределение влаги в атмосфере                                                       | 5          | 2         | 1         | 2         | ПК-3.6 |
| Тема 2.6. Факторы формирования микромасштабных метеорологических полей                          | 13         | 2         | 3         | 8         | ПК-3.7 |
| Тема 2.7. Методы учета влияния нейтральной атмосферы, используемые в геодезическом производстве | 60         | 4         | 12        | 44        | ПК-3.8 |
| Тема 2.8. Ионосфера и ее влияние на спутниковые геодезические измерения                         | 8          | 2         | 2         | 4         |        |
| <b>Итого</b>                                                                                    | <b>216</b> | <b>54</b> | <b>86</b> | <b>76</b> |        |

## 5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

### Раздел 1. Физика Земли

#### Тема 1.1. Общие сведения

Понятие геофизики. Физика Земли, как наука о физических процессах в твердой оболочке Земли (литосфере). Происхождение Вселенной. Теория Большого взрыва. Происхождение Земли, этапы ее эволюции. Возраст Земли. Масса и моменты инерции Земли. Система Земля-Луна. Приливы в трех оболочках Земли

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля     |
|--------------------------|
| Наличие конспекта лекций |

#### Тема 1.2. Строение Земли

Сейсмология, как средство изучения строения Земли. Продольные и поперечные сейсмические волны. Зависимость скорости сейсмической волны от свойств среды распространения. Годограф. Модель внутреннего строения Земли Джеффриса-Гутенберга. Слои во внутреннем строении Земли, их характеристики. Химический состав Земли. Строение земной коры. Океаническая и континентальная земная кора. Аномалии силы тяжести и строение земной коры. Понятие изостазии

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля     |
|--------------------------|
| Наличие конспекта лекций |

### *Тема 1.3. Литосфера*

Литосферные плиты. Границы раздела литосферных плит. Гипотеза дрейфа континентов А. Вегенера. Тектоника литосферных плит. Гипотеза спрединга. Реконструкция движения литосферных плит

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля        |
|-----------------------------|
| Расчетно-графическая работа |

### *Тема 1.4. Магнитное поле Земли*

Понятие геомагнитного поля. Силовые и угловые элементы геомагнитного поля. Модель геомагнитного поля Гильберта. Модель магнитного диполя. Основные составляющие геомагнитного поля, их происхождение. Главное магнитное поле, его дипольная и недипольная составляющие. Вековые вариации и западный дрейф. Палеомагнетизм. Линейные магнитные аномалии в океанах. Магнито-хронологическая шкала. Инверсии геомагнитного поля. Генерация главного магнитного поля, теория гидромагнитного динамо. Аномальное гидромагнитное поле. Внешнее геомагнитное поле. Магнитосфера Земли, ее строение. Радиационные пояса. Вариации внешнего геомагнитного поля

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля     |
|--------------------------|
| Наличие конспекта лекций |

### *Тема 1.5. Тепловое поле Земли*

Внутренние источники тепла. Механизмы теплообмена. Определение теплового потока в верхних слоях Земли. Использование метода реперных точек для построения профиля температуры в недрах Земли

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля     |
|--------------------------|
| Наличие конспекта лекций |

## **Раздел 2. Физика атмосферы**

### *Тема 2.1. Общие сведения*

Понятие атмосферы. Два взгляда на высоту ее верхней границы. Химический состав атмосферы. Используемая терминология: метеовеличина, атмосферное явление, погода, градиент метеовеличины. Температура, давление и влажность воздуха. Принципы деления атмосферы на слои. Нейтральная атмосфера и ионосфера. Пограничный слой воздуха и свободная атмосфера. Понятие о барических системах. Погодообразующая роль циклонов

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля     |
|--------------------------|
| Наличие конспекта лекций |

### *Тема 2.2. Влияние атмосферы на результаты геодезических измерений*

Использование электромагнитного излучения в современных методах геодезических измерений. Влияние атмосферы на характер распространения электромагнитного излучения. Показатель и индекс преломления воздуха. Физическая интерпретация показателя преломления. Использование показателя преломления в линейных геодезических измерениях. Влияние неоднородности атмосферы на точность угловых и линейных геодезических измерений. Градиент показателя преломления в качестве характеристики неоднородности атмосферы. Принцип Ферма. Угловая рефракция. Постановка проблемы учета влияния атмосферы на геодезические измерения. Связь угла рефракции с градиентом показателя преломления. Упрощенная форма записи формулы Ньютона. Показатель преломления и его градиент как функция метеопараметров и их градиентов. Формулы Сирса-Баррела и Фрума-Эссена. Влияние ошибок определения показателя преломления на точность линейных измерений в геодезии. Влияние ошибок определения градиентов метеопараметров и показателя преломления на точность угловых геодезических измерений

Текущий контроль

|                             |
|-----------------------------|
| Вид (форма) контроля        |
| Расчетно-графическая работа |

### *Тема 2.3. Распределение давления в атмосфере*

Изменение давления с высотой. Основное уравнение статики атмосферы. Понятие барической ступени. Горизонтальный градиент давления. Ветер. Закономерности формирования поля ветра. Геострофический, градиентный и действительный ветер. Глобальное поле давления. Периодические и непериодические изменения давления

Текущий контроль

|                          |
|--------------------------|
| Вид (форма) контроля     |
| Наличие конспекта лекций |

### *Тема 2.4. Распределение температуры в атмосфере*

Влияние температуры и ее изменений на точность геодезических измерений. Тепловой и радиационный балансы атмосферы. Внутренние и внешние источники тепла в атмосфере. Факторы, влияющие на соотношение основных составляющих теплового баланса атмосферы. Изменение температуры с высотой. Сухо- и влажноадиабатические градиенты температуры. Изменение градиента температуры с высотой. Инверсия температуры. Классификация температурных инверсий. Горизонтальный градиент температуры, виды горизонтальных градиентов в зависимости от масштаба фактора формирования. Оценка возможного влияния горизонтальных градиентов температуры на точность измерения углов в плановых геодезических сетях. Периодические и непериодические изменения температуры и ее градиента. Влияние облачности и ветра на температурные градиенты и углы рефракции

Текущий контроль

|                          |
|--------------------------|
| Вид (форма) контроля     |
| Наличие конспекта лекций |

### *Тема 2.5. Распределение влаги в атмосфере*

Общие сведения о влажности атмосферы. Влияние влажности воздуха на распространение волн оптического и радио- диапазонов. Вертикальный ход влажности. Зональность в распределении влажности воздуха. Периодические и непериодические изменения влажности. Туманы, виды туманов по фактору формирования. Облачность. Погодообразующая роль облачности. Генетическая и морфологическая классификации облаков. Осадки, виды осадков

Текущий контроль

|                          |
|--------------------------|
| Вид (форма) контроля     |
| Наличие конспекта лекций |

## Тема 2.6. Факторы формирования микромасштабных метеорологических полей

Микро- и макромасштабные метеорологические поля. Факторы их формирования, степень влияния на геодезические измерения. Тип подстилающей поверхности и высота визирного луча в качестве основных факторов формирования местных полей метеопараметров и рефракции

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля     |
|--------------------------|
| Наличие конспекта лекций |

## Тема 2.7. Методы учета влияния нейтральной атмосферы, используемые в геодезическом производстве

Классификация методов учета влияния атмосферы. Базовые принципы методов ослабления влияния атмосферы. Использование методов ослабления влияния атмосферы в геометрическом и тригонометрическом нивелировании. Метод измерений на момент изотермии. Относительные и дифференциальные спутниковые измерения в качестве метода ослабления влияния атмосферы. Использование стандартного коэффициента рефракции для введения поправки за влияние вертикальной рефракции. Учет влияния атмосферы в наземных линейных измерениях. Моделирование тропосферной задержки для учета влияния нейтральной атмосферы на точность спутниковых геодезических измерений

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля        |
|-----------------------------|
| Расчетно-графическая работа |

## Тема 2.8. Ионосфера и ее влияние на спутниковые геодезические измерения

Понятие ионосферы. Строение ионосферы. Ионосферная задержка. Модель Клобучара. Дисперсионный метод ослабления влияния ионосферы

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля     |
|--------------------------|
| Наличие конспекта лекций |

## 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, 9 семестр.*

Студент допускается к сдаче зачета при условии, что расчетно-графическая работа выполнена

в полном объеме и зачтена преподавателем. Зачет проводится в форме устного опроса по вопросам, охватывающим весь материал, пройденный на лекционных и практических занятиях

*Промежуточная аттестация: Экзамен, 10 семестр.*

Из перечня экзаменационных вопросов формируются экзаменационные билеты. Студент выбирает билет, получает время для подготовки ответов на вопросы экзаменационного билета, по истечении времени устно отвечает на вопросы. При необходимости (ответы студента не позволяют однозначно оценить уровень его знаний), преподаватель задает дополнительные вопросы по пройденному материалу

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

### ***Раздел 1. Физика Земли***

*Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-3.6 ПК-3.7 ПК-3.8*

#### *Тема 1.1. Общие сведения*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Назовите основные аргументы, свидетельствующие в пользу теории Большого взрыва и расширяющейся Вселенной
2. В чем суть гравиметрического метода определения массы Земли?
3. Назовите две составляющие приливообразующих сил

#### *Тема 1.2. Строение Земли*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Назовите три основных внутренних слоя Земли
  2. Чем строение океанической земной коры отличается от земной коры под материками?
  3. Как объяснить тот факт, что в глобальных масштабах аномалии силы тяжести нельзя связать с рельефом и характером земной поверхности?
- В чем заключается суть понятия изостазии?

#### *Тема 1.3. Литосфера*

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Моделирование движения литосферных плит по результатам многолетних спутниковых геодезических измерений

#### *Тема 1.4. Магнитное поле Земли*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Перечислите угловые и линейные элементы геомагнитного поля
2. Какой принцип положен в основу деления геомагнитного поля на составляющие?
3. Назовите источники аномального магнитного поля

#### *Тема 1.5. Тепловое поле Земли*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Какие два фактора влияют на распределение температуры в недрах Земли?

2. Как объясняют ученые равенство тепловых потоков под океанами и материками?
3. Как распределена температура в недрах Земли в соответствии с методом реперных точек?

## **Раздел 2. Физика атмосферы**

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-3.6 ПК-3.7 ПК-3.8

### *Тема 2.1. Общие сведения*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Охарактеризуйте два взгляда на понимание верхней границы атмосферы
2. Что понимают под градиентом метеорологической величины?
3. Поясните погодообразующую роль циклонов

### *Тема 2.2. Влияние атмосферы на результаты геодезических измерений*

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. С какой средней квадратической ошибкой должен быть известен показатель преломления, если расстояние  $D \approx 1$  км требуется получить с точностью 1 мм. Влиянием других источников погрешностей пренебречь.
2. С какой точностью следует определять угол рефракции и градиент показателя преломления, если тригонометрическое нивелирование на линии длиной 1 км требуется выполнить с точностью геометрического нивелирования III класса, а влияние других источников погрешностей пренебрежимо мало? Дистанцию считать горизонтальной.
3. С какой точностью следует определять температуру, давление и влажность воздуха, если измеренное светодальномером расстояние требуется получить со средней квадратической ошибкой 1 мм на км дистанции?
4. С какой точностью следует определять градиенты температуры, давления и влажности воздуха, если измеренное методом тригонометрического нивелирования превышение требуется получить с точностью геометрического нивелирования III класса?

### *Тема 2.3. Распределение давления в атмосфере*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Поясните суть двух форм записи основного уравнения статики
2. Чему равен нормальный вертикальный барический градиент?
3. Под влиянием каких сил формируется поле действительного ветра?

### *Тема 2.4. Распределение температуры в атмосфере*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. От чего зависит количество прямой, рассеянной и поглощенной радиации в атмосфере?
2. Чему равен сухадиабатический градиент температуры?
3. Чему равно возможное влияние местных полей боковой рефракции на результаты угловых измерений в плановых геодезических сетях?

### *Тема 2.5. Распределение влаги в атмосфере*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. От чего зависит максимально возможное содержание влаги в атмосферном воздухе?

2. Как изменяется содержание водяного пара с широтой?
3. Как сказывается облачность на точности геодезических измерений?

#### *Тема 2.6. Факторы формирования микромасштабных метеорологических полей*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. В чем принципиальное отличие в характере влияния макромасштабных и местных метеорологических полей на геодезические измерения?
2. Перечислите основные факторы формирования поля температуры в нижнем слое атмосферы. Какие из этих факторов могут претерпеть заметные изменения на расстояниях, сравнимых с размерами микромасштабных полей?
3. Назовите два основных фактора формирования микромасштабных метеорологических полей

#### *Тема 2.7. Методы учета влияния нейтральной атмосферы, используемые в геодезическом производстве*

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычислить поправку в превышение за влияние вертикальной рефракции, если превышение измерено методом тригонометрического нивелирования на трассе протяженностью 1500 м (наклонная дальность), стандартный коэффициент рефракции принять равным 0,14, средний радиус кривизны земного сфероиды – 6371 км.
2. В условиях предыдущей задачи вычислить ошибку определения поправки за рефракцию, если на момент измерений фактический градиент температуры на высоте визирного луча был равен +0,1 градуса Цельсия/м. Сравнить полученное значение с точностью геометрического нивелирования IV класса. Градиент давления принять равным его нормальному значению 0,12 гПа/м, влиянием градиента влажности пренебречь.
3. Вычислить наклонную дальность, исправленную за влияние атмосферы, если температура и давление, измеренные в точке стояния прибора равны -15 градуса Цельсия и 1020 гПа, соответственно, а измеренное расстояние составило 1025,098 м.
4. В условиях предыдущей задачи сравнить ошибку определения расстояния, обусловленную неучетом поправки  $r_{pm}$ , с приборной погрешностью (для Nikon NPL-632 ошибка измерения расстояния с призмой – 3мм+2мм/км).
5. Оценить влияние ошибки определения показателя преломления, вычисленного по результатам измерения температуры и давления в начальной точке дистанции  $t_{нач}=+25$  оС,  $p_{нач}=1005$  гПа, если трасса протяженностью около 2 км проходит над двумя резко отличающимися подстилающими поверхностями, температура на высоте траектории в конце измеряемой дистанции  $t_{кон}=+30$  оС, протяженность трассы над каждой подстилающей поверхностью примерно одинаковая, давление вдоль трассы практически не менялось.
6. Используя модель Хопфилд, вычислить значение тропосферной задержки для спутника, расположенного на высоте 40 градусов над горизонтом, если температура, давление и влажность в точке расположения спутникового приемника равны соответственно -10 оС, 1015 гПа и 1 гПа.

#### *Тема 2.8. Ионосфера и ее влияние на спутниковые геодезические измерения*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Какие факторы влияют на концентрацию электронов в ионосфере?
2. Для чего используют модель Клобучара?
3. В чем заключается дисперсионный метод учета влияния ионосферы?

## 8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

9 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-3.6 ПК-3.7 ПК-3.8

Вопросы/Задания:

1. Какие утверждения справедливы в отношении центробежного момента инерции Земли?

1. служит мерой динамической неуравновешенности тела
2. может быть отрицательным
3. служит мерой инертности во вращательном движении вокруг оси

2. Какие утверждения характеризуют осевой момент инерции Земли?

1. служит мерой инертности во вращательном движении вокруг оси
2. всегда положителен
3. служит мерой динамической неуравновешенности тела

3. Каковы современные представления о роли астеносферы в движении литосферных плит?

1. литосферные плиты, раздвигаемые потоками мантийного вещества в зонах спрединга, скользят по поверхности пластичной астеносферы
2. горизонтальные течения в астеносфере приводят в движение литосферные плиты
3. астеносфера позволяет путем медленных движений постепенно создавать условия гидростатического равновесия

4. Какого порядка амплитуда лунных приливов, которые могут наблюдаться в трех оболочках Земли?

атмосфера - несколько гектопаскалей

гидросфера - несколько дециметров

литосфера - несколько метров

5. Основное положение теории изостазии заключается в том, что:

1. выше некоторого уровня компенсации в каждом столбе единичного поперечного сечения полная масса горных пород и водной толщи одна и та же
2. сила тяжести в основном зависит от формы и размеров земной поверхности и распределения плотностей внутри Земли
3. вулканы за относительно короткий промежуток времени могут извергать огромный объем магмы, который значительно нагружает океаническую кору, вследствие чего она начинает прогибаться

6. Подберите характеристику для вещества, слагающего внутренние слои Земли

кора - горячее, мягкое, пластичное

верхняя часть мантии - горячее, твердое

астеносфера - горячее, твердое

верхняя мантия - жидкое

нижняя мантия - твердое

внешнее ядро - холодное, твердое, хрупкое

внутреннее ядро - холодное, твердое, хрупкое

7. Современные представления о тектонике литосферных плит базируются на гипотезе спрединга, согласно которой

1. тектоника плит обусловлена двумя взаимосвязанными механизмами: расширением океанского дна вследствие конвективных потоков вещества в мантии в зоне океанических хребтов и погружением вещества в мантию в месте расположения океанских желобов
2. плиты дрейфуют по поверхности пластичной астеносферы под воздействием силы Кориолиса
3. при сжатии Земли в океанах-впадинах возникают тангенциальные силы, которые давят на континенты. Последние вздымаются в горные хребты, а затем разрушаются. Материал, который получается в результате разрушения, откладывается во впадинах

8. К какой ошибке измерения расстояния в радиодиапазоне приведет ошибка определения влажности (парциального давления водяного пара), равная 2 гПа?

Ответ запишите в мм/км с точностью до десятых долей без учета знака, дробную часть отделяйте запятой

9. К какой ошибке измерения расстояния электронным тахеометром приведет ошибка определения влажности (парциального давления водяного пара), равная 20 гПа?

Ответ запишите в мм/км с точностью до десятых долей, без учета знака, дробную часть отделяйте запятой

10. С какой точностью следует определять угол боковой рефракции, если плановое положение пункта на линии длиной 1 км требуется определить с точностью 5 мм (считать, что на точность определения планового положения пункта влияет только точность определения угла рефракции)?

Ответ выразить в угловых секундах, без учета знака, округлить до целых

11. Чему равен угол вертикальной рефракции, сформированный нормальным вертикальным градиентом давления 0,125 гПа/м на трассе длиной 2 км?

Ответ выразить в угловых секундах, без учета знака, округлить до целых.

Примечание: для вычисления градиента показателя преломления и угла рефракции использовать упрощенные формулы.

12. Чему равен угол рефракции, сформированный на дистанции длиной 1 км вертикальным градиентом температуры, равным 0,05 °С/м?

Ответ выразить в угловых секундах, без учета знака, округлить до целых.

Примечание: для вычисления градиента показателя преломления и угла рефракции использовать упрощенные формулы.

13. Чему равна ошибка определения давления воздуха, если она привела к ошибке в измеренном расстоянии, равной 2 мм/км? Измерения выполняют электронным тахеометром.

Ответ выразить в целых гПа без учета знака

*10 семестр, Экзамен*

*Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-3.6 ПК-3.7 ПК-3.8*

Вопросы/Задания:

1. Происхождение Земли. Теория Большого взрыва
2. Эволюция Земли
3. Масса и моменты инерции Земли
4. Сейсмология как средство изучения внутреннего строения Земли
5. Аномалии силы тяжести и строение земной коры. Понятие изостазии
6. Строение литосферы
7. Геомагнитное поле
8. Тепловое поле Земли

9. Основные термины и определения, используемые при изучении Физики атмосферы Земли

10. Слои в атмосфере

11. Влияние атмосферы на линейные геодезические измерения

12. Влияние атмосферы на угловые геодезические измерения

13. Показатель преломления как функция метеовеличин

14. Градиент показателя преломления как функция градиентов метеовеличин

15. Распределение давления в атмосфере

16. Распределение температуры в атмосфере

17. Распределение влаги в атмосфере

18. Факторы формирования микромасштабных метеорологических полей

19. Методы ослабления влияния атмосферы, используемые в геодезическом производстве

20. Определение поправок за влияние вертикальной рефракции

21. Учет влияния атмосферы в наземных линейных измерениях

22. Учет влияния нейтральной атмосферы в спутниковых геодезических измерениях

23. Ионосфера. Влияние ионосферы на спутниковые геодезические измерения

## **9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. Соколов А. Г. Полевая геофизика: учебное пособие / А. Г. Соколов, О. В. Попова, Т. М. Кечина. - Оренбург: ОГУ, 2015. - 158 с. - 978-5-7410-1217-8. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/98077> - Режим доступа: по подписке

2. Вшивкова О.В. Физика Земли и атмосферы. Влияние атмосферы на результаты геодезических измерений: Учебное пособие. / О.В. Вшивкова. - МИИГАиК, 2017. - 88 - Текст: непосредственный.

#### *Дополнительная литература*

1. Огородова Л.В. Высшая геодезия. Часть III. Теоретическая геодезия: Учебник для вузов / Л.В. Огородова. - Издательство Геодезкартиздат, 2006. - 384 - 5-86066-076-6. - Текст: непосредственный.

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

### *Профессиональные базы данных*

1. <http://www.miigaik.ru/library> - Электронная библиотека МИИГАиК
2. <http://www.iprbookshop.ru> - Учебная литература, размещенная на данном ресурсе

### *Ресурсы «Интернет»*

1. [https://www.elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://www.elibrary.ru/project_risc.asp) - научная электронная библиотека
2. <http://www.miigaik.ru> - сайт Московского государственного университета геодезии и картографии (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 - 1 шт.

Меловая доска - 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.

