



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
16 февраля 2024 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
«Б1.В.01 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ И
НАВИГАЦИИ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Геодезия

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 2 года

Объем:
в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2024

Разработчики:

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

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) составлен в соответствии с требованиями
ФГОС ВО по направлению подготовки 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование,
утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 938

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	11.12.2023, № 7/23

1. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-2 Способен применять результаты профессиональной деятельности при производстве работ обеспечения отраслей народного хозяйства геодезической информацией

ПК-2.1 Проводит исследования для совершенствования производственно-технологических процессов при выполнении инженерно-геодезических работ

Знать:

ПК-2.1/Зн1 Знать современные методы наблюдений, используемые в космической геодезии

Уметь:

ПК-2.1/Ум1 Уметь применять результаты обработки наблюдений современными методами в интересах геодезии

Владеть:

ПК-2.1/Нв1 Владеть способами обработки наблюдений современными методами

ПК-4 Способен применять системы телекоммуникации, глобального спутникового позиционирования, геоинформационные системы при аэросъемочных и геодезических работах

ПК-4.1 Применяет системы телекоммуникации, глобального спутникового позиционирования, геоинформационные системы при аэросъемочных и геодезических работах

Знать:

ПК-4.1/Зн1 Знать структуру и принципы функционирования глобальных навигационных спутниковых систем

Уметь:

ПК-4.1/Ум1 Уметь использовать наблюдения спутников, образующих глобальные навигационные спутниковые системы, для решения задач геодезии

Владеть:

ПК-4.1/Нв1 Владеть способами априорной оценки точности космических геодезических построений

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Планируемые результаты освоения программы	Уровень овладения	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ по уровням освоения)
---	-------------------	---

ПК-2 Способен применять результаты профессиональной деятельности при производстве работ обеспечения отраслей народного хозяйства геодезической информацией	Повышенный	ИДК ПК-2.1 Проводит исследования для совершенствования производственно-технологических процессов при выполнении инженерно-геодезических работ Знать: ПК-2.1/Зн1 Знать современные методы наблюдений, используемые в космической геодезии Уметь: ПК-2.1/Ум1 Уметь применять результаты обработки наблюдений современными методами в интересах геодезии Владеть: ПК-2.1/Нв1 Владеть способами обработки наблюдений современными методами
	Базовый	ИДК ПК-2.1 Проводит исследования для совершенствования производственно-технологических процессов при выполнении инженерно-геодезических работ Знать: ПК-2.1/Зн1 Знать современные методы наблюдений, используемые в космической геодезии Уметь: ПК-2.1/Ум1 Уметь применять результаты обработки наблюдений современными методами в интересах геодезии
	Пороговый	ИДК ПК-2.1 Проводит исследования для совершенствования производственно-технологических процессов при выполнении инженерно-геодезических работ Знать: ПК-2.1/Зн1 Знать современные методы наблюдений, используемые в космической геодезии
ПК-4 Способен применять системы телекоммуникации, глобального спутникового позиционирования, геоинформационные системы при аэросъемочных и геодезических работах	Повышенный	ИДК ПК-4.1 Применяет системы телекоммуникации, глобального спутникового позиционирования, геоинформационные системы при аэросъемочных и геодезических работах Знать: ПК-4.1/Зн1 Знать структуру и принципы функционирования глобальных навигационных спутниковых систем Уметь: ПК-4.1/Ум1 Уметь использовать наблюдения спутников, образующих глобальные навигационные спутниковые системы, для решения задач геодезии Владеть: ПК-4.1/Нв1 Владеть способами априорной оценки точности космических геодезических построений

	Базовый	ИДК ПК-4.1 Применяет системы телекоммуникации, глобального спутникового позиционирования, геоинформационные системы при аэросъемочных и геодезических работах Знать: ПК-4.1/Зн1 Знать структуру и принципы функционирования глобальных навигационных спутниковых систем Уметь: ПК-4.1/Ум1 Уметь использовать наблюдения спутников, образующих глобальные навигационные спутниковые системы, для решения задач геодезии
	Пороговый	ИДК ПК-4.1 Применяет системы телекоммуникации, глобального спутникового позиционирования, геоинформационные системы при аэросъемочных и геодезических работах Знать: ПК-4.1/Зн1 Знать структуру и принципы функционирования глобальных навигационных спутниковых систем Уметь: ПК-4.1/Ум1 Уметь использовать наблюдения спутников, образующих глобальные навигационные спутниковые системы, для решения задач геодезии

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Отлично	ПК-2.1 Проводит исследования для совершенствования производственно-технологических процессов при выполнении инженерно-геодезических работ ПК-2.1/Зн1 Знать современные методы наблюдений, используемые в космической геодезии ПК-2.1/Ум1 Уметь применять результаты обработки наблюдений современными методами в интересах геодезии ПК-2.1/Нв1 Владеть способами обработки наблюдений современными методами ПК-4.1 Применяет системы телекоммуникации, глобального спутникового позиционирования, геоинформационные системы при аэросъемочных и геодезических работах ПК-4.1/Зн1 Знать структуру и принципы функционирования глобальных навигационных спутниковых систем ПК-4.1/Ум1 Уметь использовать наблюдения спутников, образующих глобальные навигационные спутниковые системы, для решения задач геодезии ПК-4.1/Нв1 Владеть способами априорной оценки точности космических геодезических построений

Хорошо	ПК-2.1 Проводит исследования для совершенствования производственно-технологических процессов при выполнении инженерно-геодезических работ ПК-2.1/Зн1 Знать современные методы наблюдений, используемые в космической геодезии ПК-2.1/Ум1 Уметь применять результаты обработки наблюдений современными методами в интересах геодезии ПК-4.1 Применяет системы телекоммуникации, глобального спутникового позиционирования, геоинформационные системы при аэросъемочных и геодезических работах ПК-4.1/Зн1 Знать структуру и принципы функционирования глобальных навигационных спутниковых систем ПК-4.1/Ум1 Уметь использовать наблюдения спутников, образующих глобальные навигационные спутниковые системы, для решения задач геодезии
Удовлетворительно	ПК-2.1 Проводит исследования для совершенствования производственно-технологических процессов при выполнении инженерно-геодезических работ ПК-2.1/Зн1 Знать современные методы наблюдений, используемые в космической геодезии ПК-4.1 Применяет системы телекоммуникации, глобального спутникового позиционирования, геоинформационные системы при аэросъемочных и геодезических работах ПК-4.1/Зн1 Знать структуру и принципы функционирования глобальных навигационных спутниковых систем ПК-4.1/Ум1 Уметь использовать наблюдения спутников, образующих глобальные навигационные спутниковые системы, для решения задач геодезии
Неудовлетворительно	Результаты обучения не сформированы на достаточном уровне

4. Контрольные мероприятия по дисциплине

Вид контроля	Форма контроля/Оценочное средство
Текущий контроль	Тестирование Практическая работа
Промежуточная аттестация	Экзамен

№ п/п	Наименование раздела	Контролируемые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
1	Глобальные навигационные спутниковые системы	ПК-4.1	Практическая работа	Экзамен
2	Современные методы космической геодезии	ПК-2.1	Тестирование Практическая работа	Экзамен

5. 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: Экзамен, 3 семестр.

Для проведения промежуточной аттестации, исходя из сформированных перечней (вопросов к экзамену) формируются билеты к экзамену.

Сформированные перечни (вопросы к экзамену должны в совокупности охватывать все компетенции и заявленные в программе основные результаты обучения по дисциплине на уровне ЗНАТЬ, УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ.

Билеты формируются случайной выборкой из перечней, а итоговый результат оценивания соотносится на весь заявленный в программе перечень результатов обучения по дисциплине

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Глобальные навигационные спутниковые системы

Контролируемые ИДК: ПК-4.1

Тема 1.2. Дополнения спутниковых радионавигационных систем

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Априорная оценка точности космического геодезического построения

На заданной административной территории студент намечает пункты установки приёмников ГНСС. Конструирует "измеренные" величины, формирует свободные члены в уравнениях поправок, формирует матрицы коэффициентов перед неизвестными, выполняет уравнивание геодезического построения.

Раздел 2. Современные методы космической геодезии

Контролируемые ИДК: ПК-2.1

Тема 2.1. Метод радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление координат земного полюса по наблюдениям квазаров

Используя наблюдения квазаров, полученных методом радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой, определяются параметры вращения Земли.

Тема 2.3. Межспутниковые наблюдения и спутниковая градиентометрия.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какую величину можно вычислить по измеренному доплеровскому сдвигу частоты передатчика, установленного на борту спутника?

- А. Направление на спутник
- Б. Расстояние до спутника
- В. Орбитальную скорость спутника
- Г. Радиальную скорость спутника

2. С чем связана неоднозначность фазовых измерений?

- А. С неизвестным количеством длин волн, укладывающихся в измеряемом расстоянии в момент захвата радиосигнала
- Б. С неизвестной задержкой сигнала при прохождении им атмосферы
- В. С неизвестной поправкой часов потребителя
- Г. Со слишком грубыми априори данными о координатах потребителя

3. В каком слое атмосферы задержка электромагнитного сигнала зависит от его частоты?

- А. В тропосфере
- Б. В стратосфере
- В. В ионосфере
- Г. В тропопаузе

4. Объектами наблюдения в методе РСДБ являются

- А. Звёзды
- Б. ИСЗ
- В. Квазары
- Г. Пульсары

5. Чему равны значения частот излучения, использовавшихся в спутниковой радионавигационной системе «Цикада»?

- А. 1200 МГц и 1600 МГц
- Б. 1200 кГц и 1600 кГц
- В. 150 МГц и 400 МГц
- Г. 150 кГц и 400 кГц

6. Чему равно произведение длины волны на частоту излучения спутникового передатчика?

- А. Орбитальной скорости спутника
- Б. Радиальной скорости спутника
- В. Скорости света
- Г. Мощности излучения

7. Какое минимальное количество навигационных приемников должно быть при использовании дифференциального режима спутниковой радионавигационной системы?

- А. Один приёмник
- Б. Два приёмника
- В. Три приёмника
- Г. Четыре приёмника

8. Что служит измеряемой величиной в методе РСДБ?

- А. Направление на квазар
- Б. Угол между двумя квазарами
- В. Временная задержка
- Г. Расстояние до квазара

9. Что является поверхностью положения, если в качестве навигационного параметра используется дальность?

- А. Конус
- Б. Гиперболический параболоид
- В. Сфера
- Г. Трёхосный эллипсоид

10. Сколько орбитальных плоскостей и сколько спутников в каждой плоскости используется в радионавигационной системе ГЛОНАСС?

- А. 3 орбитальные плоскости по 8 спутников в каждой
- Б. 4 орбитальные плоскости по 6 спутников в каждой
- В. 6 орбитальных плоскостей по 4 спутника в каждой
- Г. 8 орбитальных плоскостей по 3 спутника в каждой

11. Как называются электромагнитные колебания, длина волны которых больше 0,1 мм?

- А. Инфракрасные волны
- Б. Радиоволны
- В. Рентгеновские волны
- Г. Оптические волны

12. К какому классу относятся дифференциальные системы WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN?

- А. Локальные системы
- Б. Региональные системы
- В. Широкозонные системы

13. Какой метод использовался при определении координат полюса по наблюдениям звёзд?

- А. Метод Сомнера
- Б. Метод Струве
- В. Метод Цингера
- Г. Метод Талькотта

14. Различие между мгновенными гринвичскими и истинными равноденственными координатами одной и той же эпохи вызвано влиянием

- А. Прецессии
- Б. Нутации
- В. Движения земных полюсов
- Г. Вращения Земли вокруг своей оси

15. Сколько орбитальных плоскостей и сколько спутников в каждой плоскости используется в радионавигационной системе GPS?

- А. 4 орбитальные плоскости по 6 спутников в каждой
- Б. 6 орбитальных плоскостей по 4 спутника в каждой
- В. 8 орбитальных плоскостей по 3 спутника в каждой
- Г. 3 орбитальные плоскости по 8 спутников в каждой

16. Что служит измеряемой величиной в методе спутниковой альтиметрии?

- А. Аномалия высоты
- Б. Аномалия силы тяжести
- В. Уклонение отвесной линии
- Г. Высота спутника над водной поверхностью

17. Положение мгновенного полюса относительно Международного Условного Начала (МУН) принято задавать

- А. В плоской прямоугольной системе координат с началом в МУН
- Б. В трёхмерной прямоугольной системе координат с началом в центре масс Земли
- В. В трёхмерной прямоугольной системе координат с началом в МУН
- Г. В плоской полярной системе координат с началом в МУН

18. Каково минимальное количество спутников, которое должен «видеть» потребитель для решения навигационной задачи с помощью систем ГЛОНАСС или GPS?

- А. 1 спутник
- Б. 2 спутника
- В. 3 спутника
- Г. 4 спутника

19. На каком методе базировалась навигационная система первого поколения "Транзит"?

- А. На дальномерном
- Б. На эффекте Доплера
- В. На угловом

20. На сколько минут продолжительность звёздных суток короче продолжительности средних солнечных суток?

- А. на 1 минуту
- Б. на 2 минуты
- В. на 3 минуты
- Г. на 4 минуты

21. Из-за прецессии эклиптики точка весеннего равноденствия перемещается со скоростью

- А. 50,39 секунд дуги в год
- Б. 46,00 секунд дуги в год
- В. 20,04 секунды дуги в год
- Г. 0,11 секунды дуги в год

22. На сколько часов время в системной шкале ГЛОНАСС опережает время в шкале UTC(SU)?

- А. на 1 час
- Б. на 2 часа
- В. на 3 часа
- Г. на 4 часа

23. Что называется "углом маски"?

- А. Минимальный угол возвышения спутника над горизонтом
- Б. Максимальный угол возвышения спутника над горизонтом
- В. Минимальное зенитное расстояние спутника

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-4.1

Вопросы/Задания:

1. Основной принцип спутниковой навигации.

Структура спутниковых навигационных систем.

2. Спутниковая навигационная система SECOR.

Принцип работы.

3. Спутниковые навигационные системы TRANSIT и ЦИКАДА.

Принцип работы.

4. Спутниковые навигационные системы GPS и ГЛОНАСС.

Принцип работы глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

5. Уравнения поправок при использовании ГНСС.

Кодовые и фазовые псевдодальности.

6. Астрономические шкалы времени.

Звёздное, солнечное, Всемирное время.

7. Релятивистские шкалы времени.

Пространственно-временная метрика Шварцшильда.

8. Спутниковая альтиметрия.

Задачи, которые решают с помощью метода спутниковой альтиметрии.

9. Метод радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ),

Принцип работы метода РСДБ.

10. Метод спутниковой градиентометрии.

Принцип работы метода спутниковой градиентометрии.

11. Движение основных плоскостей под влиянием прецессии.

Движение экватора под влиянием прецессии.

Движение эклиптики под влияние прецессии.

12. Движение экватора под влиянием нутации.

Сущность явления нутации.

13. Матрицы вращения при преобразовании прямоугольных координат.

Углы Эйлера и углы Кардано.

14. Явление движения земных полюсов.

Средние и мгновенные гринвичские координаты.

15. Небесные и земные системы координат.

Истинные и средние равноденственные системы координат.

Мгновенные и средние гринвичские системы координат.