



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)
ДИСЦИПЛИНЫ АСТРОНОМИИ И КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ
«Б1.В.05.03 ОРБИТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ»**

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): 2024

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 5 з.е.
в академических часах: 180 ак.ч.

Москва, 2024

Разработчики:

Преподаватель кафедры Астрономии и космической геодезии
Рахманов А. С.

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) составлен 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	11.12.2023, № 7/23

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

ПК-10 Способен выполнять координатно-временное и навигационное обеспечение территории

ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем

Знать:

ПК-10.1/Зн4 Теоретические основы применения орбитальных методов

ПК-10.1/Зн5 Системы отсчета, в которых реализуются орбитальные методы космической геодезии

Уметь:

ПК-10.1/Ум4 Обрабатывать траекторные измерения

Владеть:

ПК-10.1/Нв4 Методикой проектирования производственно-технических задач реализации орбитальных методов

ПК-10.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие

Знать:

ПК-10.2/Зн1 физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения

Уметь:

ПК-10.2/Ум1 измерять и вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений

Владеть:

ПК-10.2/Нв1 математическим аппаратом вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах

ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий

Знать:

ПК-10.3/Зн2 Способы и методы координатно-временного обеспечения территории

Уметь:

ПК-10.3/Ум2 Применять методы геодезической астрономии для определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений

Владеть:

ПК-10.3/Нв2 Навыками определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений методами геодезической астрономии

ПК-11 Способен выполнять профессиональную деятельность, связанную с эксплуатацией навигационных спутниковых систем и их функциональных дополнений

ПК-11.1 Выполняет анализ характеристик ГНСС и их функциональных дополнений

Знать:

ПК-11.1/Зн1 Устройство геодезических инструментов и методы выполнения геодезических измерений

Уметь:

ПК-11.1/Ум1 Выполнять тестирование, исследования, поверки и юстировки, эксплуатацию геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования

Владеть:

ПК-11.1/Нв1 Методикой тестирования и исследования

ПК-11.2 Выполняет расчет эфемеридно-временной информации

Знать:

ПК-11.2/Зн2 Теорию и свойства переходных матриц

ПК-11.2/Зн3 Методы дифференциального уточнения орбит

Уметь:

ПК-11.2/Ум2 Оптимально вычислять координаты и составляющие скорости ИСЗ, осуществлять переход между различными системами координат

Владеть:

ПК-11.2/Нв2 Навыками расчета эфемеридно-временной информации

ПК-12 Способен выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения, в том числе на основе результатов космической деятельности

ПК-12.1 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-12.1/Зн2 порядок, регламент и официальные нормативные документы для формирования и направления запросов на предоставление данных, полученных на основе результатов космической деятельности

ПК-12.1/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-12.1/Ум2 составлять официальные запросы на получение космических данных в соответствии с установленными требованиями и направлять их в информационно-аналитические и мониторинговые системы

Владеть:

ПК-12.1/Нв2 навыками деловой переписки и оформления документации для взаимодействия с поставщиками данных и операторами мониторинговых систем различных уровней

ПК-12.2 Выполняет сбор, первичную обработку, систематизацию, каталогизацию и визуализацию данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности и результатов их обработки

Знать:

ПК-12.2/Зн5 Методы совместного определения начальных условий движения ИСЗ и координат пунктов наблюдений

Уметь:

ПК-12.2/Ум4 Выполнять обработку и систематизацию данных применения орбитальных методов в космической геодезии

Владеть:

ПК-12.2/Нв4 Навыками обработки и систематизации данных применения орбитальных методов в космической геодезии

ПК-12.3 Выполняет комплексный анализ данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности

Знать:

ПК-12.3/Зн2 методы и технологии комплексного геодезического анализа данных

Уметь:

ПК-12.3/Ум3 Анализировать и оценивать данные, полученные на основе результатов космической деятельности

Владеть:

ПК-12.3/Нв1 средствами анализа данных в области изучения элементов гравитационного поля и их непосредственной связи с геодезическими данными

ПК-12.4 Формирует набор возможных вариантов решения на основе использования результатов космической деятельности

Знать:

ПК-12.4/Зн5 Методы и способы технологических операций по подготовке предложений для принятия решений в профессиональной деятельности

Уметь:

ПК-12.4/Ум5 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

Владеть:

ПК-12.4/Нв5 Навыками выполнения технологических операций по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Планируемые результаты освоения программы	Уровень овладения	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ по уровням освоения)
ПК-10 Способен выполнять координатно-временное и навигационное обеспечение территории	Повышенный	ИДК ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем <i>Знать:</i> ПК-10.1/Зн4 Теоретические основы применения орбитальных методов ПК-10.1/Зн5 Системы отсчета, в которых реализуются орбитальные методы космической геодезии <i>Уметь:</i> ПК-10.1/Ум4 Обрабатывать траекторные измерения <i>Владеть:</i> ПК-10.1/Нв4 Методикой проектирования производственно-технических задач реализации орбитальных методов ИДК ПК-10.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие <i>Знать:</i> ПК-10.2/Зн1 физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения

	Уметь: ПК-10.2/Ум1 измерять и вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений Владеть: ПК-10.2/Нв1 математическим аппаратом вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах ИДК ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий Знать: ПК-10.3/Зн2 Способы и методы координатно-временного обеспечения территории Уметь: ПК-10.3/Ум2 Применять методы геодезической астрономии для определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений Владеть: ПК-10.3/Нв2 Навыками определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений методами геодезической астрономии
Базовый	ИДК ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем Знать: ПК-10.1/Зн4 Теоретические основы применения орбитальных методов ПК-10.1/Зн5 Системы отсчета, в которых реализуются орбитальные методы космической геодезии Уметь: ПК-10.1/Ум4 Обрабатывать траекторные измерения Владеть: ПК-10.1/Нв4 Методикой проектирования производственно-технических задач реализации орбитальных методов ИДК ПК-10.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие Знать: ПК-10.2/Зн1 физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения Уметь: ПК-10.2/Ум1 измерять и вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений

	Владеть: ПК-10.2/Нв1 математическим аппаратом вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах ИДК ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий Знать: ПК-10.3/Зн2 Способы и методы координатно-временного обеспечения территории Уметь: ПК-10.3/Ум2 Применять методы геодезической астрономии для определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений Владеть: ПК-10.3/Нв2 Навыками определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений методами геодезической астрономии
Пороговый	ИДК ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем Знать: ПК-10.1/Зн4 Теоретические основы применения орбитальных методов ПК-10.1/Зн5 Системы отсчета, в которых реализуются орбитальные методы космической геодезии Уметь: ПК-10.1/Ум4 Обрабатывать траекторные измерения Владеть: ПК-10.1/Нв4 Методикой проектирования производственно-технических задач реализации орбитальных методов ИДК ПК-10.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие Знать: ПК-10.2/Зн1 физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения Уметь: ПК-10.2/Ум1 измерять и вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений Владеть: ПК-10.2/Нв1 математическим аппаратом вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах

		ИДК ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий Знать: ПК-10.3/Зн2 Способы и методы координатно-временного обеспечения территории Уметь: ПК-10.3/Ум2 Применять методы геодезической астрономии для определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений Владеть: ПК-10.3/Нв2 Навыками определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений методами геодезической астрономии
ПК-11 Способен выполнять профессиональную деятельность, связанную с эксплуатацией навигационных спутниковых систем и их функциональных дополнений	Повышенный	ИДК ПК-11.1 Выполняет анализ характеристик ГНСС и их функциональных дополнений Знать: ПК-11.1/Зн1 Устройство геодезических инструментов и методы выполнения геодезических измерений Уметь: ПК-11.1/Ум1 Выполнять тестирование, исследования, поверки и юстировки, эксплуатацию геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования Владеть: ПК-11.1/Нв1 Методикой тестирования и исследования
ПК-11 Способен выполнять профессиональную деятельность, связанную с эксплуатацией навигационных спутниковых систем и их функциональных дополнений	Повышенный	ИДК ПК-11.2 Выполняет расчет эфемеридно-временной информации Знать: ПК-11.2/Зн2 Теорию и свойства переходных матриц ПК-11.2/Зн3 Методы дифференциального уточнения орбит Уметь: ПК-11.2/Ум2 Оптимально вычислять координаты и составляющие скорости ИСЗ, осуществлять переход между различными системами координат Владеть: ПК-11.2/Нв2 Навыками расчета эфемеридно-временной информации

Базовый	ИДК ПК-11.1 Выполняет анализ характеристик ГНСС и их функциональных дополнений Знать: ПК-11.1/Зн1 Устройство геодезических инструментов и методы выполнения геодезических измерений Уметь: ПК-11.1/Ум1 Выполнять тестирование, исследования, поверки и юстировки, эксплуатацию геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования Владеть: ПК-11.1/Нв1 Методикой тестирования и исследования
Базовый	ИДК ПК-11.2 Выполняет расчет эфемеридно-временной информации Знать: ПК-11.2/Зн2 Теорию и свойства переходных матриц ПК-11.2/Зн3 Методы дифференциального уточнения орбит Уметь: ПК-11.2/Ум2 Оптимально вычислять координаты и составляющие скорости ИСЗ, осуществлять переход между различными системами координат Владеть: ПК-11.2/Нв2 Навыками расчета эфемеридно-временной информации
Пороговый	ИДК ПК-11.1 Выполняет анализ характеристик ГНСС и их функциональных дополнений Знать: ПК-11.1/Зн1 Устройство геодезических инструментов и методы выполнения геодезических измерений Уметь: ПК-11.1/Ум1 Выполнять тестирование, исследования, поверки и юстировки, эксплуатацию геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования Владеть: ПК-11.1/Нв1 Методикой тестирования и исследования
Пороговый	ИДК ПК-11.2 Выполняет расчет эфемеридно-временной информации Знать: ПК-11.2/Зн2 Теорию и свойства переходных матриц ПК-11.2/Зн3 Методы дифференциального уточнения орбит

		Уметь: ПК-11.2/Ум2 Оптимально вычислять координаты и составляющие скорости ИСЗ, осуществлять переход между различными системами координат Владеть: ПК-11.2/Нв2 Навыками расчета эфемеридно-временной информации
ПК-12 Способен выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения, в том числе на основе результатов космической деятельности	Повышенный	ИДК ПК-12.1 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-12.1/Зн2 порядок, регламент и официальные нормативные документы для формирования и направления запросов на предоставление данных, полученных на основе результатов космической деятельности ПК-12.1/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-12.1/Ум2 составлять официальные запросы на получение космических данных в соответствии с установленными требованиями и направлять их в информационно-аналитические и мониторинговые системы Владеть: ПК-12.1/Нв2 навыками деловой переписки и оформления документации для взаимодействия с поставщиками данных и операторами мониторинговых систем различных уровней ИДК ПК-12.2 Выполняет сбор, первичную обработку, систематизацию, каталогизацию и визуализацию данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности и результатов их обработки Знать: ПК-12.2/Зн5 Методы совместного определения начальных условий движения ИСЗ и координат пунктов наблюдений Уметь: ПК-12.2/Ум4 Выполнять обработку и систематизацию данных применения орбитальных методов в космической геодезии Владеть: ПК-12.2/Нв4 Навыками обработки и систематизации данных применения орбитальных методов в космической геодезии

ИДК ПК-12.3 Выполняет комплексный анализ данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности

Знать:

ПК-12.3/Зн2 методы и технологии комплексного геодезического анализа данных

Уметь:

ПК-12.3/Ум3 Анализировать и оценивать данные, полученные на основе результатов космической деятельности

Владеть:

ПК-12.3/Нв1 средствами анализа данных в области изучения элементов гравитационного поля и их непосредственной связи с геодезическими данными

ИДК ПК-12.4 Формирует набор возможных вариантов решения на основе использования результатов космической деятельности

Знать:

ПК-12.4/Зн5 Методы и способы технологических операций по подготовке предложений для принятия решений в профессиональной деятельности

Уметь:

ПК-12.4/Ум5 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

Владеть:

ПК-12.4/Нв5 Навыками выполнения технологических операций по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

Базовый	ИДК ПК-12.1 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-12.1/Зн2 порядок, регламент и официальные нормативные документы для формирования и направления запросов на предоставление данных, полученных на основе результатов космической деятельности ПК-12.1/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-12.1/Ум2 составлять официальные запросы на получение космических данных в соответствии с установленными требованиями и направлять их в информационно-аналитические и мониторинговые системы Владеть: ПК-12.1/Нв2 навыками деловой переписки и оформления документации для взаимодействия с поставщиками данных и операторами мониторинговых систем различных уровней ИДК ПК-12.2 Выполняет сбор, первичную обработку, систематизацию, каталогизацию и визуализацию данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности и результатов их обработки Знать: ПК-12.2/Зн5 Методы совместного определения начальных условий движения ИСЗ и координат пунктов наблюдений Уметь: ПК-12.2/Ум4 Выполнять обработку и систематизацию данных применения орбитальных методов в космической геодезии Владеть: ПК-12.2/Нв4 Навыками обработки и систематизации данных применения орбитальных методов в космической геодезии
---------	---

ИДК ПК-12.3 Выполняет комплексный анализ данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности

Знать:

ПК-12.3/Зн2 методы и технологии комплексного геодезического анализа данных

Уметь:

ПК-12.3/Ум3 Анализировать и оценивать данные, полученные на основе результатов космической деятельности

Владеть:

ПК-12.3/Нв1 средствами анализа данных в области изучения элементов гравитационного поля и их непосредственной связи с геодезическими данными

ИДК ПК-12.4 Формирует набор возможных вариантов решения на основе использования результатов космической деятельности

Знать:

ПК-12.4/Зн5 Методы и способы технологических операций по подготовке предложений для принятия решений в профессиональной деятельности

Уметь:

ПК-12.4/Ум5 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

Владеть:

ПК-12.4/Нв5 Навыками выполнения технологических операций по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

Пороговый	ИДК ПК-12.1 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-12.1/Зн2 порядок, регламент и официальные нормативные документы для формирования и направления запросов на предоставление данных, полученных на основе результатов космической деятельности ПК-12.1/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-12.1/Ум2 составлять официальные запросы на получение космических данных в соответствии с установленными требованиями и направлять их в информационно-аналитические и мониторинговые системы Владеть: ПК-12.1/Нв2 навыками деловой переписки и оформления документации для взаимодействия с поставщиками данных и операторами мониторинговых систем различных уровней ИДК ПК-12.2 Выполняет сбор, первичную обработку, систематизацию, каталогизацию и визуализацию данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности и результатов их обработки Знать: ПК-12.2/Зн5 Методы совместного определения начальных условий движения ИСЗ и координат пунктов наблюдений Уметь: ПК-12.2/Ум4 Выполнять обработку и систематизацию данных применения орбитальных методов в космической геодезии Владеть: ПК-12.2/Нв4 Навыками обработки и систематизации данных применения орбитальных методов в космической геодезии
-----------	---

		ИДК ПК-12.3 Выполняет комплексный анализ данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности Знать: ПК-12.3/Зн2 методы и технологии комплексного геодезического анализа данных Уметь: ПК-12.3/Ум3 Анализировать и оценивать данные, полученные на основе результатов космической деятельности Владеть: ПК-12.3/Нв1 средствами анализа данных в области изучения элементов гравитационного поля и их непосредственной связи с геодезическими данными ИДК ПК-12.4 Формирует набор возможных вариантов решения на основе использования результатов космической деятельности Знать: ПК-12.4/Зн5 Методы и способы технологических операций по подготовке предложений для принятия решений в профессиональной деятельности Уметь: ПК-12.4/Ум5 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности Владеть: ПК-12.4/Нв5 Навыками выполнения технологических операций по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности
--	--	---

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Отлично	ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем ПК-10.1/Зн4 Теоретические основы применения орбитальных методов ПК-10.1/Зн5 Системы отсчета, в которых реализуются орбитальные методы космической геодезии ПК-10.1/Ум4 Обрабатывать траекторные измерения ПК-10.1/Нв4 Методикой проектирования производственно-технических задач реализации орбитальных методов

ПК-11.1 Выполняет анализ характеристик ГНСС и их функциональных дополнений

ПК-11.1/Зн1 Устройство геодезических инструментов и методы выполнения геодезических измерений

ПК-11.1/Ум1 Выполнять тестирование, исследования, поверки и юстировки, эксплуатацию геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования

ПК-11.1/Нв1 Методикой тестирования и исследования

ПК-12.1 Формирует и направляет запросы на предоставление данных (информации), получаемых на основе использования результатов космической деятельности, в информационно-аналитические и мониторинговые системы различных уровней

ПК-12.1/Зн2 порядок, регламент и официальные нормативные документы для формирования и направления запросов на предоставление данных, полученных на основе результатов космической деятельности

ПК-12.1/Зн3 Принципы формирования и направления запросов на предоставление данных, получаемых на основе использования результатов космической деятельности, в информационно-аналитические и мониторинговые системы различных уровней

ПК-12.1/Ум2 составлять официальные запросы на получение космических данных в соответствии с установленными требованиями и направлять их в информационно-аналитические и мониторинговые системы

ПК-12.1/Нв2 навыками деловой переписки и оформления документации для взаимодействия с поставщиками данных и операторами мониторинговых систем различных уровней

ПК-10.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие

ПК-10.2/Зн1 физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения

ПК-10.2/Ум1 измерять и вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений

ПК-10.2/Нв1 математическим аппаратом вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах

ПК-11.2 Выполняет расчет эфемеридно-временной информации

ПК-11.2/Зн2 Теорию и свойства переходных матриц

ПК-11.2/Зн3 Методы дифференциального уточнения орбит

ПК-11.2/Ум2 Оптимально вычислять координаты и составляющие скорости ИСЗ, осуществлять переход между различными системами координат

ПК-11.2/Нв2 Навыками расчета эфемеридно-временной информации

ПК-12.2 Выполняет сбор, первичную обработку, систематизацию, каталогизацию и визуализацию данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности и результатов их обработки

ПК-12.2/Зн5 Методы совместного определения начальных условий движения ИСЗ и координат пунктов наблюдений

ПК-12.2/Ум4 Выполнять обработку и систематизацию данных применения орбитальных методов в космической геодезии

ПК-12.2/Нв4 Навыками обработки и систематизации данных применения орбитальных методов в космической геодезии

	ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий ПК-10.3/Зн2 Способы и методы координатно-временного обеспечения территории ПК-10.3/Ум2 Применять методы геодезической астрономии для определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений ПК-10.3/Нв2 Навыками определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений методами геодезической астрономии ПК-12.3 Выполняет комплексный анализ данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности ПК-12.3/Зн2 методы и технологии комплексного геодезического анализа данных ПК-12.3/Ум3 Анализировать и оценивать данные, полученные на основе результатов космической деятельности ПК-12.3/Нв1 средствами анализа данных в области изучения элементов гравитационного поля и их непосредственной связи с геодезическими данными ПК-12.4 Формирует набор возможных вариантов решения на основе использования результатов космической деятельности ПК-12.4/Зн5 Методы и способы технологических операций по подготовке предложений для принятия решений в профессиональной деятельности ПК-12.4/Ум5 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности ПК-12.4/Нв5 Навыками выполнения технологических операций по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности
Хорошо	ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем ПК-10.1/Зн4 Теоретические основы применения орбитальных методов ПК-10.1/Зн5 Системы отсчета, в которых реализуются орбитальные методы космической геодезии ПК-10.1/Ум4 Обрабатывать траекторные измерения ПК-10.1/Нв4 Методикой проектирования производственно-технических задач реализации орбитальных методов ПК-11.1 Выполняет анализ характеристик ГНСС и их функциональных дополнений ПК-11.1/Зн1 Устройство геодезических инструментов и методы выполнения геодезических измерений ПК-11.1/Ум1 Выполнять тестирование, исследования, поверки и юстировки, эксплуатацию геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования ПК-11.1/Нв1 Методикой тестирования и исследования

ПК-12.1 Формирует и направляет запросы на предоставление данных (информации), получаемых на основе использования результатов космической деятельности, в информационно-аналитические и мониторинговые системы различных уровней

ПК-12.1/Зн2 порядок, регламент и официальные нормативные документы для формирования и направления запросов на предоставление данных, полученных на основе результатов космической деятельности

ПК-12.1/Зн3 Принципы формирования и направления запросов на предоставление данных, получаемых на основе использования результатов космической деятельности, в информационно-аналитические и мониторинговые системы различных уровней

ПК-12.1/Ум2 составлять официальные запросы на получение космических данных в соответствии с установленными требованиями и направлять их в информационно-аналитические и мониторинговые системы

ПК-12.1/Нв2 навыками деловой переписки и оформления документации для взаимодействия с поставщиками данных и операторами мониторинговых систем различных уровней

ПК-10.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие
ПК-10.2/Зн1 физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения

ПК-10.2/Ум1 измерять и вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений

ПК-10.2/Нв1 математическим аппаратом вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах

ПК-11.2 Выполняет расчет эфемеридно-временной информации

ПК-11.2/Зн2 Теорию и свойства переходных матриц

ПК-11.2/Зн3 Методы дифференциального уточнения орбит

ПК-11.2/Ум2 Оптимально вычислять координаты и составляющие скорости ИСЗ, осуществлять переход между различными системами координат

ПК-11.2/Нв2 Навыками расчета эфемеридно-временной информации

ПК-12.2 Выполняет сбор, первичную обработку, систематизацию, каталогизацию и визуализацию данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности и результатов их обработки

ПК-12.2/Зн5 Методы совместного определения начальных условий движения ИСЗ и координат пунктов наблюдений

ПК-12.2/Ум4 Выполнять обработку и систематизацию данных применения орбитальных методов в космической геодезии

ПК-12.2/Нв4 Навыками обработки и систематизации данных применения орбитальных методов в космической геодезии

ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий

ПК-10.3/Зн2 Способы и методы координатно-временного обеспечения территории

ПК-10.3/Ум2 Применять методы геодезической астрономии для определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений

ПК-10.3/Нв2 Навыками определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений методами геодезической астрономии

	ПК-12.3 Выполняет комплексный анализ данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности ПК-12.3/Зн2 методы и технологии комплексного геодезического анализа данных ПК-12.3/Ум3 Анализировать и оценивать данные, полученные на основе результатов космической деятельности ПК-12.3/Нв1 средствами анализа данных в области изучения элементов гравитационного поля и их непосредственной связи с геодезическими данными ПК-12.4 Формирует набор возможных вариантов решения на основе использования результатов космической деятельности ПК-12.4/Зн5 Методы и способы технологических операций по подготовке предложений для принятия решений в профессиональной деятельности ПК-12.4/Ум5 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности ПК-12.4/Нв5 Навыками выполнения технологических операций по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности
Удовлетворительно	ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем ПК-10.1/Зн4 Теоретические основы применения орбитальных методов ПК-10.1/Зн5 Системы отсчета, в которых реализуются орбитальные методы космической геодезии ПК-10.1/Ум4 Обрабатывать траекторные измерения ПК-10.1/Нв4 Методикой проектирования производственно-технических задач реализации орбитальных методов ПК-11.1 Выполняет анализ характеристик ГНСС и их функциональных дополнений ПК-11.1/Зн1 Устройство геодезических инструментов и методы выполнения геодезических измерений ПК-11.1/Ум1 Выполнять тестирование, исследования, поверки и юстировки, эксплуатацию геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъёмочного оборудования ПК-11.1/Нв1 Методикой тестирования и исследования ПК-12.1 Формирует и направляет запросы на предоставление данных (информации), получаемых на основе использования результатов космической деятельности, в информационно-аналитические и мониторинговые системы различных уровней ПК-12.1/Зн2 порядок, регламент и официальные нормативные документы для формирования и направления запросов на предоставление данных, полученных на основе результатов космической деятельности ПК-12.1/Зн3 Принципы формирования и направления запросов на предоставление данных, получаемых на основе использования результатов космической деятельности, в информационно-аналитические и мониторинговые системы различных уровней ПК-12.1/Ум2 составлять официальные запросы на получение космических данных в соответствии с установленными требованиями и направлять их в информационно-аналитические и мониторинговые системы ПК-12.1/Нв2 навыками деловой переписки и оформления документации для взаимодействия с поставщиками данных и операторами мониторинговых систем различных уровней

	ПК-10.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие ПК-10.2/Зн1 физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения ПК-10.2/Ум1 измерять и вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений ПК-10.2/Нв1 математическим аппаратом вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах ПК-11.2 Выполняет расчет эфемеридно-временной информации ПК-11.2/Зн2 Теорию и свойства переходных матриц ПК-11.2/Зн3 Методы дифференциального уточнения орбит ПК-11.2/Ум2 Оптимально вычислять координаты и составляющие скорости ИСЗ, осуществлять переход между различными системами координат ПК-11.2/Нв2 Навыками расчета эфемеридно-временной информации ПК-12.2 Выполняет сбор, первичную обработку, систематизацию, каталогизацию и визуализацию данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности и результатов их обработки ПК-12.2/Зн5 Методы совместного определения начальных условий движения ИСЗ и координат пунктов наблюдений ПК-12.2/Ум4 Выполнять обработку и систематизацию данных применения орбитальных методов в космической геодезии ПК-12.2/Нв4 Навыками обработки и систематизации данных применения орбитальных методов в космической геодезии ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий ПК-10.3/Зн2 Способы и методы координатно-временного обеспечения территории ПК-10.3/Ум2 Применять методы геодезической астрономии для определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений ПК-10.3/Нв2 Навыками определения координат пунктов земной поверхности, а также азимутов направлений методами геодезической астрономии ПК-12.3 Выполняет комплексный анализ данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности ПК-12.3/Зн2 методы и технологии комплексного геодезического анализа данных ПК-12.3/Ум3 Анализировать и оценивать данные, полученные на основе результатов космической деятельности ПК-12.3/Нв1 средствами анализа данных в области изучения элементов гравитационного поля и их непосредственной связи с геодезическими данными ПК-12.4 Формирует набор возможных вариантов решения на основе использования результатов космической деятельности ПК-12.4/Зн5 Методы и способы технологических операций по подготовке предложений для принятия решений в профессиональной деятельности ПК-12.4/Ум5 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности ПК-12.4/Нв5 Навыками выполнения технологических операций по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности
Неудовлетворительно	Результаты обучения не сформированы на достаточном уровне

4. Контрольные мероприятия по дисциплине

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

№ п/п	Наименование раздела	Контролируем ые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
1	Виды измерений, используемых в орбитальных методах.	ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3 ПК-11.1 ПК-11.2 ПК-12.1 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4	Тестирование	Курсовая работа Экзамен
2	Фундаментальное уравнение и уравнения поправок орбитальных методов.	ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3 ПК-11.1 ПК-11.2 ПК-12.1 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4	Тестирование	Курсовая работа Экзамен
3	Методы расчёта производных от координат и скоростей ИСЗ по элементам орбиты. Методы вычисления матрицанта.	ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3 ПК-11.1 ПК-11.2 ПК-12.1 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4	Тестирование	Курсовая работа Экзамен
4	Модели возмущающих факторов движения ИСЗ.	ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3 ПК-11.1 ПК-11.2 ПК-12.1 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4	Тестирование	Курсовая работа Экзамен

5	Общие принципы уточнения параметров модели движения ИСЗ.	ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3 ПК-11.1 ПК-11.2 ПК-12.1 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4	Тестирование	Курсовая 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: Курсовая работа, 8 семестр.

Промежуточная аттестация: Экзамен, 8 семестр.

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Виды измерений, используемых в орбитальных методах.

Контролируемые ИДК: ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3 ПК-11.1 ПК-11.2 ПК-12.1 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4

Тема 1.1. Предмет и задачи дисциплины «Орбитальные методы космической геодезии». Лазерные, радиотехнические и фотографические наблюдения ИСЗ.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Лазерные наблюдения ИСЗ и их обработка.
2. Радиотехнические наблюдения ИСЗ и их обработка.
3. Фотографические наблюдения ИСЗ и их обработка.

Раздел 2. Фундаментальное уравнение и уравнения поправок орбитальных методов.

Контролируемые ИДК: ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3 ПК-11.1 ПК-11.2 ПК-12.1 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4

Тема 2.1. Фундаментальное уравнение орбитальных методов в инерциальной и Гринвичской системах координат. Линеаризация фундаментального уравнения орбитальных методов. Уравнения поправок орбитальных методов. Матрица производных от измеряемых величин по текущим координатам и составляющим скорости ИСЗ. Матрица производных от текущих координат и составляющих скорости ИСЗ по начальным условиям движения (матрицант). Установление весов измерений.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Фундаментальное уравнение орбитальных методов в инерциальной системе координат.
2. Фундаментальное уравнение орбитальных методов в Гринвичской системе координат
3. Уравнения поправок орбитальных методов.
4. Матрица производных от измеряемых величин по текущим координатам ИСЗ.
5. Матрица производных от измеряемых величин по составляющим скорости ИСЗ
6. Способы вычисления матриц производных от текущих координат ИСЗ по начальным условиям движения.
7. Способы вычисления матриц производных от текущих составляющих скорости ИСЗ по начальным условиям движения.

Раздел 3. Методы расчёта производных от координат и скоростей ИСЗ по элементам орбиты. Методы вычисления матрицанта.

Контролируемые ИДК: ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3 ПК-11.1 ПК-11.2 ПК-12.1 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4

Тема 3.1. Методы расчёта производных от текущих координат и составляющих скорости ИСЗ по элементам орбиты. Методика вычисления свободных членов в уравнениях поправок орбитальных методов. Аналитические и численные методы интегрирования дифференциальных уравнений движения ИСЗ. Матрицант и общее решение для линеаризованной модели. Аналитические и численные методы расчёта матрицанта.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Методы расчёта производных от текущих координат и составляющих скорости ИСЗ по элементам орбиты.
2. Методика вычисления свободных членов в уравнениях поправок орбитальных методов.
3. Законы Кеплера, Ньютона, закон всемирного тяготения.
4. Дифференциальные уравнения невозмущённого движения ИСЗ.
5. Кеплеровы элементы орбиты.
6. Связь элементов орбиты с постоянными интегрирования.
7. Связь координат и составляющих скорости с элементами орбиты.
8. Методика вычисления элементов невозмущённой орбиты по трём положениям ИСЗ.
9. Методика вычисления невозмущённой эфемериды.
10. Методика вычисления элементов орбиты по координатам и составляющим скорости.

Раздел 4. Модели возмущающих факторов движения ИСЗ.

Контролируемые ИДК: ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3 ПК-11.1 ПК-11.2 ПК-12.1 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4

Тема 4.1. Возмущающие ускорения и возмущающие функции от различных факторов: гравитационное поле Земли, гравитационное притяжение Луны и Солнца, атмосферное торможение, световое давление, релятивистские эффекты.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Дифференциальные уравнения возмущённого движения ИСЗ.
2. Возмущающая функция гравитационного потенциала Земли.
3. Возмущающие ускорения и возмущающая функция от гравитационного притяжения Луны и Солнца.
4. Возмущающие ускорения и возмущающая функция от светового давления.
5. Возмущающие ускорения от сопротивления атмосферы.
6. Дифференциальные уравнения движения ИСЗ в оскулирующих элементах орбиты.
7. Представление возмущающей функции геопотенциала через элементы орбиты.
8. Аналитические методы интегрирования (метод последовательных приближений).
9. Аналитические методы интегрирования (метод малого параметра).
10. Аналитические методы интегрирования (метод осреднения).
11. Численные методы интегрирования (метод Ю.В. Плахова).

Раздел 5. Общие принципы уточнения параметров модели движения ИСЗ.

Контролируемые ИДК: ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3 ПК-11.1 ПК-11.2 ПК-12.1 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4

Тема 5.1. Общие принципы уточнения параметров модели движения ИСЗ. Принцип создания глобальных геоцентрических систем координат.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Общие принципы уточнения параметров модели движения ИСЗ.
2. Принцип создания глобальных геоцентрических систем координат.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-10.1 ПК-11.1 ПК-12.1 ПК-10.2 ПК-11.2 ПК-12.2 ПК-10.3 ПК-12.3 ПК-12.4

Вопросы/Задания:

1. Лазерные наблюдения ИСЗ и их обработка
2. Радиотехнические наблюдения ИСЗ и их обработка
3. Фотографические наблюдения ИСЗ и их обработка
4. Фундаментальное уравнение орбитальных методов в инерциальной системе координат
5. Фундаментальное уравнение орбитальных методов в Гринвичской системе координат
6. Уравнения поправок орбитальных методов

7. Матрица производных от измеряемых величин по текущим координатам ИСЗ
8. Матрица производных от измеряемых величин по составляющим скорости ИСЗ
9. Способы вычисления матриц производных от текущих координат ИСЗ по начальным условиям движения
10. Способы вычисления матриц производных от текущих составляющих скорости ИСЗ по начальным условиям движения
11. Методы расчёта производных от текущих координат и составляющих скорости ИСЗ по элементам орбиты
12. Методика вычисления свободных членов в уравнениях поправок орбитальных методов
13. Законы Кеплера, Ньютона, закон всемирного тяготения
14. Дифференциальные уравнения невозмущённого движения ИСЗ
15. Кеплеровы элементы орбиты
16. Связь элементов орбиты с постоянными интегрирования
17. Связь координат и составляющих скорости с элементами орбиты
18. Методика вычисления элементов невозмущённой орбиты по трём положениям ИСЗ
19. Методика вычисления невозмущённой эфемериды
20. Методика вычисления элементов орбиты по координатам и составляющим скорости
21. Дифференциальные уравнения возмущённого движения ИСЗ
22. Возмущающая функция гравитационного потенциала Земли
23. Возмущающие ускорения и возмущающая функция от гравитационного притяжения Луны и Солнца
24. Возмущающие ускорения и возмущающая функция от светового давления
25. Возмущающие ускорения от сопротивления атмосферы
26. Дифференциальные уравнения движения ИСЗ в оскулирующих элементах орбиты
27. Представление возмущающей функции геопотенциала через элементы орбиты
28. Аналитические методы интегрирования (метод последовательных приближений)

29. Аналитические методы интегрирования (метод малого параметра)
30. Аналитические методы интегрирования (метод осреднения)
31. Численные методы интегрирования (метод Ю.В. Плахова)
32. Общие принципы уточнения параметров модели движения ИСЗ
33. Принцип создания глобальных геоцентрических систем координат
34. Методы вычисления координат и составляющих скоростей ИСЗ
35. Методы вычисления элементов орбит ИСЗ
36. Методы перехода между различными системами координат
37. Методы проектирования производственно-технических задач реализации орбитальных методов

8 семестр, Курсовая работа

Контролируемые ИДК: ПК-10.1 ПК-11.1 ПК-12.1 ПК-10.2 ПК-11.2 ПК-12.2 ПК-10.3 ПК-12.3 ПК-12.4

Вопросы/Задания:

1. Методы определения предварительных орбит небесных тел.
2. Исследование возмущений в движении ИСЗ от гравитационного притяжения Луны и Солнца.
3. Исследование возмущений в движении ИСЗ от светового давления.
4. Исследование релятивистских возмущений в движении ИСЗ.
5. Исследование влияния сжатия Земли в движении ИСЗ.
6. Исследование мелких возмущений в движении ИСЗ от различных возмущающих факторов.
7. Исследование методов численного интегрирования дифференциальных уравнений движения ИСЗ.
8. Методы регуляризации дифференциальных уравнений движения ИСЗ.