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

Геодезический факультет
Кафедра астрономии и космической геодезии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОДЕЗИИ И ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ «Б1.О.02.01 СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА В МАТЕМАТИЧЕСКОМ И ФИЗИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВАХ»

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): 2026

Срок получения образования: 2 года

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

Москва, 2026

Разработчики:

Доцент кафедры Астрономии и космической геодезии, доцент
Бланк Г. М.

Преподаватель кафедры Астрономии и космической геодезии
Рахманов А. С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена 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	28.01.2026, № 14

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

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

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - заключается в получении обучающимися теоретических знаний установления релятивистской системы отсчета с использованием в качестве основы вращение Земли. Дисциплина включает общие сведения о специальной теории относительности и общей теории относительности и методах создания земной и небесной систем отсчетов и связи между ними.

Задачи изучения дисциплины:

- Формирование понятий о современных представлениях пространства-времени, его математической и физической интерпретации.;
- Освоение навыков определения целевых задач и их сегментации, оценки базовых моделей эффективности разной стратегии, эффективных методов и использования их при реализации проектов, связанных с геодезией.;
- Получение компетенций по предварительной разработке технологии, ее реализации с учетом внешних и внутренних факторов.;
- Формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-3 Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации для принятия решений в научной и практической деятельности

ОПК-3.1 Демонстрирует умение самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее

Знать:

ОПК-3.1/Зн2 Основные закономерности создания и функционирования информационных процессов в геодезии и астрометрии

ОПК-3.1/Зн3 Основы методов получения информации в геодезии и астрометрии

ОПК-3.1/Зн4 Методы и средства поиска систематизации и обработки информации в геодезии и астрометрии

Уметь:

ОПК-3.1/Ум2 Применять современные информационные технологии для поиска и обработки информации в области геодезии и астрометрии

ОПК-3.1/Ум3 Оформления документов и проведения статистического анализа информации в геодезии и астрометрии

Владеть:

ОПК-3.1/Нв2 Навыками сбора и обработки информации, имеющей значения для реализации норм в соответствующих сферах профессиональной деятельности

ОПК-3.2 Анализирует внутреннюю логику научного знания

Знать:

ОПК-3.2/Зн2 Основные закономерности создания и функционирования информационных процессов в геодезии и астрометрии

ОПК-3.2/Зн3 Основы методов получения информации в геодезии и астрометрии

ОПК-3.2/Зн4 Методы и средства поиска систематизации и обработки информации в геодезии и астрометрии

Уметь:

ОПК-3.2/Ум2 Применять современные информационные технологии для поиска и обработки информации в области геодезии и астрометрии

ОПК-3.2/Ум3 Оформления документов и проведения статистического анализа информации в геодезии и астрометрии

Владеть:

ОПК-3.2/Нв2 Навыками сбора и обработки информации, имеющей значения для реализации норм в соответствующих сферах профессиональной деятельности

ОПК-3.3 Анализирует комплекс современных проблем человека, науки и техники, общества и культуры

Знать:

ОПК-3.3/Зн2 Методы и средства поиска систематизации и обработки информации в геодезии и астрометрии

ОПК-3.3/Зн3 Основы методов получения информации в геодезии и астрометрии

ОПК-3.3/Зн4 Основные закономерности создания и функционирования информационных процессов в геодезии и астрометрии

Уметь:

ОПК-3.3/Ум2 Оформления документов и проведения статистического анализа информации в геодезии и астрометрии

ОПК-3.3/Ум3 Применять современные информационные технологии для поиска и обработки информации в области геодезии и астрометрии

Владеть:

ОПК-3.3/Нв2 Навыками сбора и обработки информации, имеющей значения для реализации норм в соответствующих сферах профессиональной деятельности

ОПК-3.4 Обосновывает свою мировоззренческую и социальную позицию и применяет приобретенные знания в областях, не связанных с профессиональной деятельностью

Знать:

ОПК-3.4/Зн2 Основные закономерности создания и функционирования информационных процессов в геодезии и астрометрии

ОПК-3.4/Зн3 Основы методов получения информации в геодезии и астрометрии

ОПК-3.4/Зн4 Методы и средства поиска систематизации и обработки информации в геодезии и астрометрии

Уметь:

ОПК-3.4/Ум2 Применять современные информационные технологии для поиска и обработки информации в области геодезии и астрометрии

ОПК-3.4/Ум3 Оформления документов и проведения статистического анализа информации в геодезии и астрометрии

Владеть:

ОПК-3.4/Нв2 Навыками сбора и обработки информации, имеющей значения для реализации норм в соответствующих сферах профессиональной деятельности

ОПК-3.5 Определяет основные направления развития инновационных технологий в геодезии и дистанционном зондировании

Знать:

ОПК-3.5/Зн2 Основные закономерности создания и функционирования информационных процессов в геодезии и астрометрии

ОПК-3.5/Зн3 Основы методов получения информации в геодезии и астрометрии

ОПК-3.5/Зн4 Методы и средства поиска систематизации и обработки информации в геодезии и астрометрии

Уметь:

ОПК-3.5/Ум2 Применять современные информационные технологии для поиска и обработки информации в области геодезии и астрометрии

ОПК-3.5/Ум3 Оформления документов и проведения статистического анализа информации в геодезии и астрометрии

Владеть:

ОПК-3.5/Нв2 Навыками сбора и обработки информации, имеющей значения для реализации норм в соответствующих сферах профессиональной деятельности

ОПК-3.6 Оценивает инновационные риски

Знать:

ОПК-3.6/Зн2 Основные закономерности создания и функционирования информационных процессов в геодезии и астрометрии

ОПК-3.6/Зн3 Основы методов получения информации в геодезии и астрометрии

ОПК-3.6/Зн4 Методы и средства поиска систематизации и обработки информации в геодезии и астрометрии

Уметь:

ОПК-3.6/Ум2 Применять современные информационные технологии для поиска и обработки информации в области геодезии и астрометрии

ОПК-3.6/Ум3 Оформления документов и проведения статистического анализа информации в геодезии и астрометрии

Владеть:

ОПК-3.6/Нв2 Навыками сбора и обработки информации, имеющей значения для реализации норм в соответствующих сферах профессиональной деятельности

ОПК-3.7 Владеет навыками разработки инновационных подходов в конкретных технологиях с помощью АРМ

Знать:

ОПК-3.7/Зн2 Основные закономерности создания и функционирования информационных процессов в геодезии и астрометрии

ОПК-3.7/Зн3 Основы методов получения информации в геодезии и астрометрии

ОПК-3.7/Зн4 Методы и средства поиска систематизации и обработки информации в геодезии и астрометрии

Уметь:

ОПК-3.7/Ум2 Применять современные информационные технологии для поиска и обработки информации в области геодезии и астрометрии

ОПК-3.7/Ум3 Оформления документов и проведения статистического анализа информации в геодезии и астрометрии

Владеть:

ОПК-3.7/Нв2 Навыками сбора и обработки информации, имеющей значения для реализации норм в соответствующих сферах профессиональной деятельности

ОПК-3.8 Обрабатывает результаты научно-исследовательской, практической технической деятельности используя информационные ресурсы и использует полученную информацию для принятия решений в профессиональной деятельности

Знать:

ОПК-3.8/Зн2 Основные закономерности создания и функционирования информационных процессов в геодезии и астрометрии

ОПК-3.8/Зн3 Основы методов получения информации в геодезии и астрометрии

ОПК-3.8/Зн4 Методы и средства поиска систематизации и обработки информации в геодезии и астрометрии

Уметь:

ОПК-3.8/Ум2 Применять современные информационные технологии для поиска и обработки информации в области геодезии и астрометрии

ОПК-3.8/Ум3 Оформления документов и проведения статистического анализа информации в геодезии и астрометрии

Владеть:

ОПК-3.8/Нв2 Навыками сбора и обработки информации, имеющей значения для реализации норм в соответствующих сферах профессиональной деятельности

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

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.02.01 «Системы отсчёта в математическом и физическом пространствах» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 1.

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)
1 семестр	144	4	17	34	57	Курсовая работа Экзамен (36)
Всего	144	4	17	34	57	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, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Предмет и задача курса	**7**	**1**	**2**	**4**	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1
Тема 1.1. Предмет и задачи курса	7	1	2	4	
Раздел 2. Математическое пространство	**20**	**3**	**7**	**10**	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1
Тема 2.1. Прямоугольные системы координат и их преобразования. Криволинейные системы координат и их преобразования. Связь между прямоугольными и криволинейными системами координат.	20	3	7	10	
Раздел 3. Физическое четырхмерное пространство-время	**21**	**4**	**7**	**10**	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1
Тема 3.1. Системы отсчета, эталоны, масштабы, используемые при изучении пространства-времени. Неопределенность пространственно-временных систем отсчета. Метрика. Интервал. Фундаментальная квадратичная форма.	21	4	7	10	
Раздел 4. Однородное пространство-время	**20**	**3**	**6**	**11**	ОПК-3.1 ОПК-3.2

Тема 4.1. Физика Ньютона. Системы отсчета в однородном пространстве-времени. Ковариантность уравнений. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности и преобразования Галилея. Электромагнитная теория Максвелла. Опыт Майкельсона. Преобразования Лоренца. Специальный принцип относительности. Основные понятия специальной теории относительности. Учет эффектов СТО при построении физических систем отсчета.	20	3	6	11	ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1
Раздел 5. Неоднородное пространство-время	**20**	**3**	**6**	**11**	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1
Тема 5.1. Системы отсчета в неоднородном пространстве-времени. Общий принцип относительности. Силовые поля. Принцип эквивалентности. Использование тензоров для преобразования координат. Тензор Римана-Кристоффеля. Закон тяготения Эйнштейна. Гравитационное поле материальной точки. Фундаментальные тензоры. Отклонение луча в гравитационном поле. Красное смещение. Микролинзирование. Допустимые преобразования систем координат.	20	3	6	11	
Раздел 6. Земные и небесные системы отсчета в геодезии и астрономии	**20**	**3**	**6**	**11**	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3

Тема 6.1. Установление земной и небесной систем отсчета, связь между ними. Физика и геометрия вращения Земли вокруг оси и движения Земли в пространстве. Методы определения астрономических и геодезических постоянных и параметров вращения Земли. Преобразования земных и небесных систем координат, учет вращений. Координатное и собственное время. Астрономические и атомные шкалы времени. Хранители времени. Синхронизация шкал времени. Международная служба вращения Земли. Международное бюро мер и весов.	20	3	6	11	ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1
Итого	**108**	**17**	**34**	**57**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Предмет и задача курса

Тема 1.1. Предмет и задачи курса

Предмет и задачи курса

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 2. Математическое пространство

Тема 2.1. Прямоугольные системы координат и их преобразования. Криволинейные системы координат и их преобразования. Связь между прямоугольными и криволинейными системами координат.

Прямоугольные системы координат и их преобразования. Криволинейные системы координат и их преобразования. Связь между прямоугольными и криволинейными системами координат.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 3. Физическое четырхмерное пространство-время

Тема 3.1. Системы отсчета, эталоны, масштабы, используемые при изучении пространства-времени. Неопределенность пространственно-временных систем отсчета. Метрика. Интервал. Фундаментальная квадратичная форма.

Системы отсчета, эталоны, масштабы, используемые при изучении пространства-времени. Неопределенность пространственно-временных систем отсчета. Метрика. Интервал. Фундаментальная квадратичная форма.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 4. Однородное пространство-время

Тема 4.1. Физика Ньютона. Системы отсчета в однородном пространстве-времени. Ковариантность уравнений. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности и преобразования Галилея. Электромагнитная теория Максвелла. Опыт Майкельсона. Преобразования Лоренца. Специальный принцип относительности. Основные понятия специальной теории относительности. Учет эффектов СТО при построении физических систем отсчета.

Физика Ньютона. Системы отсчета в однородном пространстве-времени. Ковариантность уравнений. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности и преобразования Галилея. Электромагнитная теория Максвелла. Опыт Майкельсона. Преобразования Лоренца. Специальный принцип относительности. Основные понятия специальной теории относительности. Учет эффектов СТО при построении физических систем отсчета.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 5. Неоднородное пространство-время

Тема 5.1. Системы отсчета в неоднородном пространстве-времени. Общий принцип относительности. Силовые поля. Принцип эквивалентности. Использование тензоров для преобразования координат. Тензор Римана-Кристоффеля. Закон тяготения Эйнштейна. Гравитационное поле материальной точки. Фундаментальные тензоры. Отклонение луча в гравитационном поле. Красное смещение. Микролинзирование. Допустимые преобразования систем координат.

Системы отсчета в неоднородном пространстве-времени. Общий принцип относительности. Силовые поля. Принцип эквивалентности. Использование тензоров для преобразования координат. Тензор Римана-Кристоффеля. Закон тяготения Эйнштейна. Гравитационное поле материальной точки. Фундаментальные тензоры. Отклонение луча в гравитационном поле. Красное смещение. Микролинзирование. Допустимые преобразования систем координат.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 6. Земные и небесные системы отсчета в геодезии и астрономии

Тема 6.1. Установление земной и небесной систем отсчета, связь между ними. Физика и геометрия вращения Земли вокруг оси и движения Земли в пространстве. Методы определения астрономических и геодезических постоянных и параметров вращения Земли. Преобразования земных и небесных систем координат, учет вращений. Координатное и собственное время. Астрономические и атомные шкалы времени. Хранители времени. Синхронизация шкал времени. Международная служба вращения Земли. Международное бюро мер и весов.

Установление земной и небесной систем отсчета, связь между ними. Физика и геометрия вращения Земли вокруг оси и движения Земли в пространстве. Методы определения астрономических и геодезических постоянных и параметров вращения Земли. Преобразования земных и небесных систем координат, учет вращений. Координатное и собственное время. Астрономические и атомные шкалы времени. Хранители времени. Синхронизация шкал времени. Международная служба вращения Земли. Международное бюро мер и весов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

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: Экзамен, 1 семестр.

Промежуточная аттестация: Курсовая работа, 1 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Предмет и задача курса

Контролируемые ИДК: ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1

Тема 1.1. Предмет и задачи курса

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Задачи геодезии, использующие высокоточные системы отсчета.

2. Задачи астрономии, использующие высокоточные системы отсчета.

3. Задачи космической геодезии, использующие высокоточные системы отсчета.

4. Задачи небесной механики, использующей высокоточные системы отсчета.

5. Задачи геодинамики, использующей высокоточные системы отсчета.

6. Задачи геофизики, использующей высокоточные системы отсчета.

7. Задачи астрофизики, использующей высокоточные системы отсчета.

8. Задачи космологии, использующей высокоточные системы отсчета.

9. Какие эталоны используются при геодезических измерениях?

10. Какие масштабы используются при геодезических измерениях?

Раздел 2. Математическое пространство

Контролируемые ИДК: ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1

Тема 2.1. Прямоугольные системы координат и их преобразования. Криволинейные системы координат и их преобразования. Связь между прямоугольными и криволинейными системами координат.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какая система координат называется декартовой?

2. Как определяется правая система осей?

3. Как выглядит прямоугольная декартова система координат?

4. Как задается положение точки в пространстве в прямоугольной декартовой системе координат?

5. Что мы называем направляющими косинусами?

6. Какую роль играют направляющие косинусы?

7. Чему равны проекции радиуса-вектора точки на оси?

8. Какую систему координат мы называем криволинейной?

9. Какие поверхности в геодезии и астрономии используются для построения системы криволинейных координат?

10. Какие условия связывают прямоугольные декартовы координаты и криволинейные?

11. Какую геометрию мы называем евклидовой?

12. Что определяют углы Эйлера?

13. Что позволяют выполнить углы Эйлера?

14. По какой линии пересекаются две координатные поверхности, соответствующие различным координатам.

15. Как может быть представлена каждая точка в области трехмерного евклидова пространства?

Раздел 3. Физическое четырхмерное пространство-время

Контролируемые ИДК: ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1

Тема 3.1. Системы отсчета, эталоны, масштабы, используемые при изучении пространства-времени. Неопределенность пространственно-временных систем отсчета. Метрика. Интервал. Фундаментальная квадратичная форма.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Почему в результатах астрономических наблюдений надо учитывать релятивистские эффекты?

2. Что определяют гравитационные поля и скорости движения?

3. Какими величинами задается ориентировка вращающейся Земли?

4. Каким способом фундаментальные системы координат, выводимые из наблюдений, привязываются к инерциальной системе?

5. Для чего используется земная система координат?

6. Для чего используется небесная система координат?

7. Почему возникает неопределенность пространственно-временных систем отсчета?

8. Что определяет конфигурацию событий в системе опытного знания?

9. Какие два способа описания конфигурации событий?

10. Какая форма интервала применима к реальному миру?

11. В основе какой геометрии лежит интервал ds^2?

12. Какие значения может принимать интервал?

13. Чем является в физике скорость света?

14. Как мы называет положительные интервалы?

15. Как мы называем отрицательные интервалы?

16. Как разделяются вещественные и мнимые интервалы?

17. Какой путь у светового импульса?

18. От чего надо отказаться для преобразований общего вида?

19. Что надо учитывать при измерениях?

20. В каком случае интеграл интервала стационарен?

21. Чему равен интервал светового импульса?

22. Что вызывают силовые поля?

23. В связи с чем возникает силовое поле?

24. Какая причина не позволяет ввести координатную систему, пригодную для больших областей?

25. Вследствие чего невозможно ввести вблизи Земли координаты с галилеевой геометрией?

26. Когда координаты будут иметь метрические свойства прямоугольных координат и времени?

Раздел 4. Однородное пространство-время

Контролируемые ИДК: ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1

Тема 4.1. Физика Ньютона. Системы отсчета в однородном пространстве-времени. Ковариантность уравнений. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности и преобразования Галилея. Электромагнитная теория Максвелла. Опыт Майкельсона. Преобразования Лоренца. Специальный принцип относительности. Основные понятия специальной теории относительности. Учет эффектов СТО при построении физических систем отсчета.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Как определял Ньютон пространство?

2. Как определял Ньютон время?

3. Первый закон Ньютона.

4. Второй закон Ньютона.

5. Третий закон Ньютона.

6. Закон Всемирного тяготения.

7. Инерциальные системы отсчета.

8. Эталон прямолинейности в инерциальной системе отсчета.

9. Какие условия надо учитывать при измерениях?

10. Как можно доказать правильность теории?

11. В каком случае в теории относительности предполагается существование инерциальных часов и мер длины?

12. Какие часы являются самыми точными?

13. Какой масштаб мы используем в качестве инерциального?

14. Что нам служит хорошим приближением инерциальной системы?

15. Какой вид имеют преобразования Галилея?

16. Какие уравнения являются инвариантными относительно преобразований Галилея?

17. Какая фундаментальная постоянная входит в уравнения Максвелла?

18. Что показал опыт Майкельсона?

19. Как Эйнштейн определил одновременность двух событий?

20. По отношению к каким преобразованиям инвариантны уравнения Максвелла?

21. Как мы рассматриваем преобразования Галилея по отношению к преобразованиям Лоренца?

22. Как формулируется специальный принцип относительности?

23. Что отражает мировая линия материальной точки в четырехмерном континууме?

24. Что ограничивает мировую линию материальной точки?

25. На какие области делит световой конус пространство-время Минковского?

26. Какое требование предъявляется к определению времени?

27. Какое время мы называем собственным?

28. Какое время мы называем координатным?

29. Какая связь между координатным и собственным временем?

30. В чем заключается релятивистское сокращение длины?

31. В чем заключается релятивистское замедление времени?

32. В чем заключается относительность одновременности?

33. В чем заключаются причинно-следственные связи?

34. Чем ограничивается скорость движения материальной частицы?

35. Почему фотоны двигаются со скоростью света?

36. Какое соотношение между массой и энергией?

37. Как выглядит релятивистское сложение скоростей?

Раздел 5. Неоднородное пространство-время

Контролируемые ИДК: ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1

Тема 5.1. Системы отсчета в неоднородном пространстве-времени. Общий принцип относительности. Силовые поля. Принцип эквивалентности. Использование тензоров для преобразования координат. Тензор Римана-Кристоффеля. Закон тяготения Эйнштейна. Гравитационное поле материальной точки. Фундаментальные тензоры. Отклонение луча в гравитационном поле. Красное смещение. Микролинзирование. Допустимые преобразования систем координат.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Как формулируется общий принцип относительности?

2. Что лежит в основе главного принципа общей теории относительности?

3. Чему эквивалентно однородное и постоянное гравитационное поле?

4. Какая геометрия в искривленных пространствах?

5. Какие координаты в искривленных пространствах?

6. Как движутся частицы и лучи света в искривленном пространстве?

7. Чем является тензорное исчисление для описания структуры пространства?

8. Что мы называем тензорами?

9. Как может быть аналитически охарактеризован каждый тензор?

10. Что происходит с компонентами тензора при переходе от одной координатной системы к другой?

11. Что определяет тензор Римана-Кристоффеля?

12. Какое пространство-время мы называем плоским?

13. Какие величины постоянны в плоском пространстве-времени?

14. Чему равен тензор Римана-Кристоффеля в плоском пространстве-времени?

15. Какие координаты мы называем естественными?

16. В каких величинах проявляется отличие естественных координат от галилеевых?

17. При каком условии можно пользоваться галилеевыми координатами во всей рассматриваемой области?

18. Как выглядит закон тяготения Эйнштейна?

19. Что возникает как следствие различия между естественной геометрией и приписываемой ей абстрактоной галилеевой геометрией?

20. Какое гравитационное поле возникает у однородного шара?

21. Для чего используется небесная система координат?

Раздел 6. Земные и небесные системы отсчета в геодезии и астрономии

Контролируемые ИДК: ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1

Тема 6.1. Установление земной и небесной систем отсчета, связь между ними. Физика и геометрия вращения Земли вокруг оси и движения Земли в пространстве. Методы определения астрономических и геодезических постоянных и параметров вращения Земли. Преобразования земных и небесных систем координат, учет вращений. Координатное и собственное время. Астрономические и атомные шкалы времени. Хранители времени. Синхронизация шкал времени. Международная служба вращения Земли. Международное бюро мер и весов.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какую земную систему координат мы называем идеальной?

2. Какую небесную систему координат мы называем идеальной?

3. Какая система отсчета называется условной?

4. Как реализуется небесная система отсчета?

5. Как реализуется земная система отсчета?

6. Как связаны земная и небесная системы координат?

7. Почему в пределах солнечной системы мы допускаем существование инерциальных систем координат?

8. Как реализуется эфемеридная система координат?

9. Какие системы координат мы называем динамическими?

10. Какие системы координат мы называем кинематическими?

11. Какими методами строится небесная и земная системы координат?

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

1 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1

Вопросы/Задания:

1. Предмет и задачи курса.

2. Декартовы системы координат.

3. Прямоугольные декартовы системы координат. Переход от одной системы к другой.

4. Криволинейные системы координат.

5. Переход от прямоугольной системы координат к криволинейной.

6. Переход от криволинейной системы координат к прямоугольной.

7. Четырехмерное пространство-время. Системы отсчета. Эталоны. Масштабы.

8. Неопределенность пространственно-временных систем отсчета. Метрика. Интервал. Фундаментальная квадратичная форма.

9. Однородное пространство-время. Физика Ньютона.

10. Системы отсчета в однородном пространстве-времени. Ковариантность уравнений.

11. Инерциальные системы отсчета.

12. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.

13. Электромагнитная теория Максвелла.

14. Опыт Майкельсона.

15. Преобразования Лоренца.

16. Специальный принцип относительности.

17. Основные понятия специальной теории относительности.

18. Неодноеродное пространство-время.

19. Общий принцип относительности.

20. Системы отсчета в неоднородном пространстве-времени.

21. Силовые поля.

22. Принцип эквивалентности.

23. Использование тензоров для преобразования координат.

24. Тензор Римана-Кристоффеля.

25. Закон тяготения Эйнштейна.

26. Гравитационное поле материальной точки.

27. Фундаментальные тензоры.

28. Отклонение луча в гравитационном поле.

29. Красное смещение.

30. Микролинзирование.

31. Допустимые преобразования систем координат.

32. Установление земной и небесной систем отсчета.

33. Связь между земными и небесными системами отсчета.

34. Физика и геометрия вращения Земли вокруг своей оси.

35. Физика и геометрия движения Земли в пространстве.

36. Методы определения астрономических и геодезических постоянных.

37. Методы определения параметров вращения Земли.

38. Преобразование земных и небесных систем координат.

39. Учет вращений земных и небесных систем координат.

40. Координатное и собственное время.

41. Астрономические шкалы времени.

42. Атомные шкалы времени.

43. Динамическое время.

44. Хранители времени: кварцевые часы, атомные стандарты времени и частоты.

45. Синхронизация шкал времени.

46. Международная служба вращения Земли.

47. Международное бюро мер и весов.

1 семестр, Курсовая работа

Контролируемые ИДК: ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7 ОПК-3.8 ПК-4.1

Вопросы/Задания:

1. Как мы устанавливаем продолжительность звездной секунды?

2. Как мы устанавливаем продолжительность средней солнечной секунды?

3. Почему звездное и солнечное время называется астрономическим?

4. В чем различие и сходство звездного и солнечного времени?В чем различие и сходство звездного и солнечного времени?

5. Какие причины влияют на нестабильность астрономического времени?

6. Какие меры борьбы мы применяем для ослабления нестабильности шкалы астрономического времени?

7. Как устанавливается продолжительность атомной секунды?

8. Дайте характеристику атомным шкалам времени TAI, UTC, TT, TCG; в чем их сходство и различие? Как они используются? Связь между UTC и UT1.

9. Движение Земли в пространстве в зависимости от влияния Солнца, Луны, планет.

10. Лунно-солнечная прецессия. Прецессия от планет. Учет прецессии.

11. Нутация. Учет нутации.

12. Вынужденное и свободное движение земных полюсов.

13. Фундаментальный каталог звезд FK5. Фундаментальная система координат. Преобразование координат от эпохи к эпохе.

14. Земная гринвичская система координат.

15. Прямоугольная геодезическая система координат.

16. Эллипсоидальная геодезическая система координат

17. Переход от прямоугольной геодезической системы координат к эллипсоидальной и обратно.

18. Параметры Гельмерта. Углы Кардано.

19. Параметры вращения Земли.

20. Геометрическая интерпретация астрономического времени.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Подобед В.В. Общая астрометрия. / В.В. Подобед, В.В. Нестеров. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. - 576 - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Куликов К.А. Вращение Земли / К.А. Куликов. - Недра, 1985. - 159с.: ил. - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

1. https://lms.miigaik.ru - Система дистанционного обучения МИИГАиК

Ресурсы «Интернет»

1. http://economicus.ru - сайт Института "Экономическая школа", Экономический портал
2. http://rucont.ru/gcollections - Национальный цифровой ресурс Руконт
3. http://www.imf.org/ - сайт международного валютного фонда

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Смешанный тип

Интерактивная панель - 2 шт.
Меловая доска - 2 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется:

- Методическими рекомендациями по дисциплине;
- Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов МИИГАиК;

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.