



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

Геодезический факультет
Кафедра астрономии и космической геодезии



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
17 февраля 2023 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ
«Б1.В.03.01 ОСНОВЫ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ 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): 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2023

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 21.03.03 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	23.01.2023, № 8

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

ПК-1 Способен проводить прикладные исследования, обрабатывать и анализировать результаты

ПК-1.1 Выполняет эксперимент и оформляет результаты исследований и разработок

Знать:

ПК-1.1/Зн1 Знать основные положения специальной теории относительности

ПК-1.1/Зн2 Основные свойства и методы изучения гравитационного поля и его изменения во времени и пространстве

Уметь:

ПК-1.1/Ум1 Уметь производить оценку влияния эффектов специальной теории относительности

ПК-1.1/Ум2 Выполнять измерения силы тяжести, производить гравиметрическую съемку, интерпретировать результаты

Владеть:

ПК-1.1/Нв1 Владеть способами применения эффектов специальной теории относительности для решения задач астрономии и геодезии

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

Знать:

ПК-1.2/Зн1 Источники данных, содержащих информацию об элементах гравитационного поля в глобальных и локальных масштабах.

Уметь:

ПК-1.2/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, в том числе по открытым данным, представлять результаты вычислений

ПК-1.2/Ум2 Применять современные программные средства обработки и уравнивания геодезических полевых и орбитальных измерений

Владеть:

ПК-1.2/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ и исследований по изучению гравитационного поля в глобальном и локальном масштабе

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

Знать:

ПК-1.3/Зн1 Содержание инструкций и нормативных документов, относящихся к построению государственной гравиметрической сети и касающихся проведения гравиметрических работ

ПК-1.3/Зн2 Нормативно-правовую базу в области геодезических работ

ПК-1.3/Зн3 Структуру проектной документации геодезических и гравиметрических работ, требования к техническим отчетам.

Уметь:

ПК-1.3/Ум1 Планировать проведение гравиметрических работ для решения исследовательских и инженерных задач

ПК-1.3/Ум2 Разрабатывать и оформлять технический проекты и программы геодезических работ

ПК-1.3/Ум3 Разрабатывать программы наблюдений, составлять схемы построения геодезических сетей и планы гравиметрических съемок.

Владеть:

ПК-1.3/Нв1 Средствами подготовки планирования и составления отчетной документации для проведения гравиметрических работ

ПК-1.3/Нв2 Специализированным программным обеспечением для математической обработки результатов высокоточных измерений и их оформлением для проектной документации

ПК-1.3/Нв3 Навыками подготовки проектной и отчетной документации с использованием цифровых технологий

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/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем Земли и планет, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени

Уметь:

ПК-12.1/Ум1 Вычислять элементы гравитационного поля по результатам запросов данных, полученных в результате космической деятельности, интерпретировать результаты.

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/Ум3 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

Владеть:

ПК-12.1/Нв1 Принятой терминологией в области изучения характеристик физических полей, способами представления информации о них.

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

ПК-12.1/Нв3 Навыками выполнения технологических операций по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

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/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля. Области применимости таких моделей для решения практических задач

ПК-12.2/Зн2 Методы сбора, первичной обработки, систематизации и каталогизации данных, полученных на основе результатов космической деятельности

Уметь:

ПК-12.2/Ум1 Вычислять и визуализировать информацию об элементах гравитационного поля по результатам запросов данных, интерпретировать результаты.

ПК-12.2/Ум2 Выполнять комплексную обработку космических геодезических данных, включая их преобразование в заданные системы координат.

Владеть:

ПК-12.2/Нв1 Математическим аппаратом представления исходных данных и вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах

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/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем Земли и планет, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени

ПК-12.3/Зн5 Теорию гравитационного поля Земли

Уметь:

ПК-12.3/Ум1 Вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений

ПК-12.3/Ум2 Проводить математическую обработку и интерпретацию геодезических данных для решения задач высшей геодезии

ПК-12.3/Ум6 Определять элементы предварительной орбиты ИСЗ

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/Зн1 Знать способы представления гравитационного потенциала Земли

ПК-12.4/Зн2 Знать основы общей теории относительности

Уметь:

ПК-12.4/Ум1 Уметь представлять гравитационный потенциал в виде точечных масс

ПК-12.4/Ум2 Уметь производить оценку влияния эффектов общей теории относительности

Владеть:

ПК-12.4/Нв1 Владеть методикой разложения гравитационного потенциала в ряд по сферическим функциям

ПК-12.4/Нв2 Владеть способами применения эффектов общей теории относительности для решения задач астрономии и геодезии

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

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

ПК-1 Способен проводить прикладные исследования, обрабатывать и анализировать результаты	Повышенный	ИДК ПК-1.1 Выполняет эксперимент и оформляет результаты исследований и разработок Знать: ПК-1.1/Зн1 Знать основные положения специальной теории относительности ПК-1.1/Зн2 Основные свойства и методы изучения гравитационного поля и его изменения во времени и пространстве Уметь: ПК-1.1/Ум1 Уметь производить оценку влияния эффектов специальной теории относительности ПК-1.1/Ум2 Выполнять измерения силы тяжести, производить гравиметрическую съемку, интерпретировать результаты Владеть: ПК-1.1/Нв1 Владеть способами применения эффектов специальной теории относительности для решения задач астрономии и геодезии ИДК ПК-1.2 Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований Знать: ПК-1.2/Зн1 Источники данных, содержащих информацию об элементах гравитационного поля в глобальных и локальных масштабах. Уметь: ПК-1.2/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, в том числе по открытым данным, представлять результаты вычислений ПК-1.2/Ум2 Применять современные программные средства обработки и уравнивания геодезических полевых и орбитальных измерений Владеть: ПК-1.2/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ и исследований по изучению гравитационного поля в глобальном и локальном масштабе ИДК ПК-1.3 Готовит элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов работ Знать: ПК-1.3/Зн1 Содержание инструкций и нормативных документов, относящихся к построению государственной гравиметрической сети и касающихся проведения гравиметрических работ ПК-1.3/Зн2 Нормативно-правовую базу в области геодезических работ
---	-------------------	---

	ПК-1.3/Зн3 Структуру проектной документации геодезических и гравиметрических работ, требования к техническим отчетам. Уметь: ПК-1.3/Ум3 Разрабатывать программы наблюдений, составлять схемы построения геодезических сетей и планы гравиметрических съемок. ПК-1.3/Ум1 Планировать проведение гравиметрических работ для решения исследовательских и инженерных задач ПК-1.3/Ум2 Разрабатывать и оформлять технический проекты и программы геодезических работ Владеть: ПК-1.3/Нв1 Средствами подготовки планирования и составления отчетной документации для проведения гравиметрических работ ПК-1.3/Нв2 Специализированным программным обеспечением для математической обработки результатов высокоточных измерений и их оформлении для проектной документации ПК-1.3/Нв3 Навыками подготовки проектной и отчетной документации с использованием цифровых технологий
Базовый	ИДК ПК-1.1 Выполняет эксперимент и оформляет результаты исследований и разработок Знать: ПК-1.1/Зн2 Основные свойства и методы изучения гравитационного поля и его изменения во времени и пространстве ПК-1.1/Зн1 Знать основные положения специальной теории относительности Уметь: ПК-1.1/Ум1 Уметь производить оценку влияния эффектов специальной теории относительности ПК-1.1/Ум2 Выполнять измерения силы тяжести, производить гравиметрическую съемку, интерпретировать результаты ИДК ПК-1.2 Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований Знать: ПК-1.2/Зн1 Источники данных, содержащих информацию об элементах гравитационного поля в глобальных и локальных масштабах. Уметь: ПК-1.2/Ум2 Применять современные программные средства обработки и уравнивания геодезических полевых и орбитальных измерений

	ПК-1.2/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, в том числе по открытым данным, представлять результаты вычислений ИДК ПК-1.3 Готовит элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов работ Знать: ПК-1.3/Зн3 Структуру проектной документации геодезических и гравиметрических работ, требования к техническим отчетам. ПК-1.3/Зн2 Нормативно-правовую базу в области геодезических работ ПК-1.3/Зн1 Содержание инструкций и нормативных документов, относящихся к построению государственной гравиметрической сети и касающихся проведения гравиметрических работ Уметь: ПК-1.3/Ум2 Разрабатывать и оформлять технический проекты и программы геодезических работ ПК-1.3/Ум1 Планировать проведение гравиметрических работ для решения исследовательских и инженерных задач ПК-1.3/Ум3 Разрабатывать программы наблюдений, составлять схемы построения геодезических сетей и планы гравиметрических съемок.
Пороговый	ИДК ПК-1.1 Выполняет эксперимент и оформляет результаты исследований и разработок Знать: ПК-1.1/Зн1 Знать основные положения специальной теории относительности ПК-1.1/Зн2 Основные свойства и методы изучения гравитационного поля и его изменения во времени и пространстве ИДК ПК-1.2 Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований Знать: ПК-1.2/Зн1 Источники данных, содержащих информацию об элементах гравитационного поля в глобальных и локальных масштабах. ИДК ПК-1.3 Готовит элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов работ Знать: ПК-1.3/Зн2 Нормативно-правовую базу в области геодезических работ

		ПК-1.3/Зн3 Структуру проектной документации геодезических и гравиметрических работ, требования к техническим отчетам. ПК-1.3/Зн1 Содержание инструкций и нормативных документов, относящихся к построению государственной гравиметрической сети и касающихся проведения гравиметрических работ
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/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем Земли и планет, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени Уметь: ПК-12.1/Ум1 Вычислять элементы гравитационного поля по результатам запросов данных, полученных в результате космической деятельности, интерпретировать результаты. 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/Ум3 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности Владеть: ПК-12.1/Нв1 Принятой терминологией в области изучения характеристик физических полей, способами представления информации о них. ПК-12.1/Нв2 Навыками деловой переписки и оформления документации для взаимодействия с поставщиками данных и операторами мониторинговых систем различных уровней ПК-12.1/Нв3 Навыками выполнения технологических операций по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

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/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля Области применимости таких моделей для решения практических задач

ПК-12.2/Зн2 Методы сбора, первичной обработки, систематизации и каталогизации данных, полученных на основе результатов космической деятельности

Уметь:

ПК-12.2/Ум1 Вычислять и визуализировать информацию об элементах гравитационного поля по результатам запросов данных, интерпретировать результаты.

ПК-12.2/Ум2 Выполнять комплексную обработку космических геодезических данных, включая их преобразование в заданные системы координат.

Владеть:

ПК-12.2/Нв1 Математическим аппаратом представления исходных данных и вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах

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/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем Земли и планет, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени

ПК-12.3/Зн5 Теорию гравитационного поля Земли

Уметь:

ПК-12.3/Ум1 Вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений

ПК-12.3/Ум2 Проводить математическую обработку и интерпретацию геодезических данных для решения задач высшей геодезии

ПК-12.3/Ум6 Определять элементы предварительной орбиты ИСЗ

	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/Зн1 Знать способы представления гравитационного потенциала Земли ПК-12.4/Зн2 Знать основы общей теории относительности Уметь: ПК-12.4/Ум1 Уметь представлять гравитационный потенциал в виде точечных масс ПК-12.4/Ум2 Уметь производить оценку влияния эффектов общей теории относительности Владеть: ПК-12.4/Нв1 Владеть методикой разложения гравитационного потенциала в ряд по сферическим функциям ПК-12.4/Нв2 Владеть способами применения эффектов общей теории относительности для решения задач астрономии и геодезии
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/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем Земли и планет, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени 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 ПК-12.1/Ум1 Вычислять элементы гравитационного поля по результатам запросов данных, полученных в результате космической деятельности, интерпретировать результаты. ПК-12.1/Ум3 Выполнять технологические операции по подготовке предложений для принятия решения в профессиональной деятельности

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/Зн2 Методы сбора, первичной обработки, систематизации и каталогизации данных, полученных на основе результатов космической деятельности

ПК-12.2/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля Области применимости таких моделей для решения практических задач

Уметь:

ПК-12.2/Ум2 Выполнять комплексную обработку космических геодезических данных, включая их преобразование в заданные системы координат.

ПК-12.2/Ум1 Вычислять и визуализировать информацию об элементах гравитационного поля по результатам запросов данных, интерпретировать результаты.

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

Знать:

ПК-12.3/Зн5 Теорию гравитационного поля Земли

ПК-12.3/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем Земли и планет, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени

Уметь:

ПК-12.3/Ум6 Определять элементы предварительной орбиты ИСЗ

ПК-12.3/Ум2 Проводить математическую обработку и интерпретацию геодезических данных для решения задач высшей геодезии

ПК-12.3/Ум1 Вычислять элементы гравитационного поля, интерпретировать результаты сравнения вычисленных и измеренных значений

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

Знать:

ПК-12.4/Зн2 Знать основы общей теории относительности

ПК-12.4/Зн1 Знать способы представления гравитационного потенциала Земли

	Уметь: ПК-12.4/Ум2 Уметь производить оценку влияния эффектов общей теории относительности ПК-12.4/Ум1 Уметь представлять гравитационный потенциал в виде точечных масс
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/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем Земли и планет, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени
Пороговый	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/Зн2 Методы сбора, первичной обработки, систематизации и каталогизации данных, полученных на основе результатов космической деятельности ПК-12.2/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля Области применимости таких моделей для решения практических задач ИДК ПК-12.3 Выполняет комплексный анализ данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности Знать: ПК-12.3/Зн5 Теорию гравитационного поля Земли ПК-12.3/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем Земли и планет, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени ИДК ПК-12.4 Формирует набор возможных вариантов решения на основе использования результатов космической деятельности Знать: ПК-12.4/Зн2 Знать основы общей теории относительности ПК-12.4/Зн1 Знать способы представления гравитационного потенциала Земли

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Зачтено	ПК-1.1 Выполняет эксперимент и оформляет результаты исследований и разработок ПК-1.1/Зн1 Знать основные положения специальной теории относительности ПК-1.1/Зн2 Основные свойства и методы изучения гравитационного поля и его изменения во времени и пространстве 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/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем Земли и планет, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени ПК-1.2 Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований ПК-1.2/Зн1 Источники данных, содержащих информацию об элементах гравитационного поля в глобальных и локальных масштабах. 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/Зн2 Методы сбора, первичной обработки, систематизации и каталогизации данных, полученных на основе результатов космической деятельности ПК-12.2/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля Области применимости таких моделей для решения практических задач ПК-1.3 Готовит элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов работ ПК-1.3/Зн2 Нормативно-правовую базу в области геодезических работ ПК-1.3/Зн1 Содержание инструкций и нормативных документов, относящихся к построению государственной гравиметрической сети и касающихся проведения гравиметрических работ ПК-1.3/Зн3 Структуру проектной документации геодезических и гравиметрических работ, требования к техническим отчетам. ПК-12.3 Выполняет комплексный анализ данных (информации), полученных на основе использования результатов космической деятельности ПК-12.3/Зн5 Теорию гравитационного поля Земли ПК-12.3/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем Земли и планет, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени ПК-12.4 Формирует набор возможных вариантов решения на основе использования результатов космической деятельности ПК-12.4/Зн2 Знать основы общей теории относительности ПК-12.4/Зн1 Знать способы представления гравитационного потенциала Земли
Не зачтено	Результаты обучения не сформированы на достаточном уровне

4. Контрольные мероприятия по дисциплине

Вид контроля	Форма контроля/Оценочное средство
Текущий контроль	Тестирование Расчетно-графическая работа
Промежуточная аттестация	Расчетно-графическая работа Зачет

№ п/п	Наименование раздела	Контролируемые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
1	Специальная теория относительности	ПК-1.1 ПК-12.1	Расчетно-графическая работа	Зачет
2	Общая теория относительности	ПК-1.2 ПК-12.4	Расчетно-графическая работа	Зачет
3	Приложения теории относительности	ПК-1.3 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4	Тестирование Расчетно-графическая работа	Зачет

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: Зачет, 8 семестр.

если достигнут один из показателей:

«ПОВЫШЕННЫЙ», «БАЗОВЫЙ» или «ПОРОГОВЫЙ» - выставляется оценка «ЗАЧТЕНО». В противном случае: если достигнут показатель «НЕДОСТАТОЧНЫЙ.» - выставляется оценка «НЕЗАЧТЕНО».

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Специальная теория относительности

Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-12.1

Тема 1.1. Основы специальной теории относительности.

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Метрический тензор

Метрический тензор в прямоугольной, полярной, цилиндрической системах координат.

Раздел 2. Общая теория относительности

Контролируемые ИДК: ПК-1.2 ПК-12.4

Тема 2.1. Основы общей теории относительности.

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Компоненты тензора Риччи для центрально-симметричного гравитационного поля.

Символы Кристоффеля для центрально-симметричного гравитационного поля.

Компоненты тензора Риччи R_{00} , R_{11} , R_{22} , R_{33} .

Раздел 3. Приложения теории относительности

Контролируемые ИДК: ПК-1.3 ПК-12.2 ПК-12.3 ПК-12.4

Тема 3.1. Использование эффектов теории относительности в геодезии и астрономии.

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Релятивистская временная задержка сигнала при лазерной локации ИСЗ.

Пространственно-временная метрика в случае лазерной локации ИСЗ.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какую величину составляет разность между ТТ и TAI?

А) 32,184 с.

Б) 31,284 с.

В) 34,182 с.

Г) 38,142 с.

2. Чему равно смещение светового луча при прохождении вблизи Солнца?

А) $[[0,02]]^{\wedge''}$

Б) $[[0,18]]^{\wedge''}$

В) $[[1,75]]^{\wedge''}$

Г) $[[17,50]]^{\wedge''}$

3. Чему равна скорость света в вакууме?

А) 298792458 м/с

Б) 299972458 м/с

В) 299792458 м/с

Г) 297892458 м/с

4. Какой величины достигает рассогласование шкал TCG и ТТ за сутки?

А) 0,6 мкс

Б) 6 мкс

В) 60 мкс

Г) 600 мкс

5. Чему равно смещение точки весеннего равноденствия в столетие, вызванное прецессией Схоутена- де Ситтера?

А) $[[0,02]]^{\wedge''}$

Б) $[[0,19]]^{\wedge''}$

В) $[[1,92]]^{\wedge''}$

Г) $[[19,2]]^{\wedge''}$

6. Какой величины может достичь отличие классической формулы от релятивистской при вычислении абберации?

А) $[[0,5]]^{\wedge''}$

- Б) $[[0,05]]^\wedge$
В) $[[0,005]]^\wedge$
Г) $[[0,0005]]^\wedge$

7. Чему равно смещение перигелия Меркурия в столетие?

- А) $[[0,43]]^\wedge$
Б) $[[4,3]]^\wedge$
В) $[[43]]^\wedge$
Г) $[[430]]^\wedge$

8. Какой величины достигает рассогласование шкал TCB и TCG за сутки?

- А) 0,13 мс
Б) 1,28 мс
В) 12,8 мс
Г) 128 мс

9. Чему равно произведение четырёхмерной скорости на четырёхмерное ускорение?

Векторы четырёхмерной скорости и четырёхмерного ускорения перпендикулярны друг другу.

10. К какому типу относится тензор, если индексы записаны вверху?

Тип тензора зависит от того, где записаны индексы.

11. К какому типу относится тензор, если индексы записаны внизу?

Тип тензора зависит от того, где записаны индексы.

12. Чем определяется ранг тензора?

Ранг или валентность тензора зависит от количества индексов.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-12.1 ПК-1.2 ПК-12.2 ПК-1.3 ПК-12.3 ПК-12.4

Вопросы/Задания:

1. Преобразования Галилея и Лоренца.

Трёхмерное пространство.

Четырёхмерное пространство.

2. Четырёхмерная скорость и четырёхмерное ускорение.

Трёхмерные скорость и ускорение.

Интервал. Четырёхмерные скорость и ускорение.

3. Релятивистские действие, функция Лагранжа, уравнения движения свободной частицы.

Определения для понятия "действие", функция Лагранжа..

4. Энергия, импульс, четырёхмерная сила.

Понятия о четырёхмерном импульсе, четырёхмерной силе.

5. Искривлённое четырёхмерное пространство, тензоры и их преобразование.

Плоское пространство, искривлённое пространство.

Понятие о тензорах.

6. Изменение компонентов вектора при параллельном переносе.

Понятие о параллельном переносе вектора в плоском и искривлённом пространствах.

7. Символы Кристоффеля и их связь с метрическим тензором.

Символы Кристоффеля первого и второго рода.

Свойства коэффициентов связности.

Выражения символов Кристоффеля через производные метрического тензора.

8. Ковариантное дифференцирование.

Правила ковариантного дифференцирования.

Ковариантная производная контравариантного вектора.

Ковариантная производная ковариантного вектора.

Ковариантная производная тензора.

9. Тензор кривизны.

Тензор Римана-Кристоффеля.

Тензор Риччи.

10. Пространственно-временная метрика Шварцшильда.

Уравнения тяготения Эйнштейна в общем виде.

Уравнения тяготения Эйнштейна для центрально-симметричного поля.

Решение Шварцшильда.

11. Релятивистские системы координат ICRS, ITRS и их реализации ICRF, ITRF.

Четырёхмерные небесная и земная системы координат.

Небесная и земная системы отсчёта.

12. Связь между шкалами времени TCB и TCG, TCG и TT.

Релятивистские шкалы времени TCB, TCG, TT.

13. Временная задержка сигнала в лазерной локации.

Лазерная локация ИСЗ.

Поправки при лазерной локации ИСЗ.

14. Доплеровское смещение частоты.

Эффект Доплера.

15. Релятивистские уравнения движения.

Ковариантная форма записи дифференциальных уравнений движения ИСЗ.

Релятивистская функция Лагранжа.

16. Гравитационное отклонение света.

Принцип вывода формулы гравитационного отклонения света на основе эйконала.