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

Геодезический факультет
Кафедра высшей геодезии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
17 февраля 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ «Б1.В.05.02 ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ГРАВИМЕТРИЯ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Геодезия

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 6 з.е.
в академических часах: 216 ак.ч.

Москва, 2023

Разработчики:
Преподаватель кафедры высшей геодезии Юзефович П. А.

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-9 Способен выполнять обеспечение инженерно-геодезических работ

ПК-9.1 Создает планово-высотные сети спутниковыми и наземными методами

Знать:

ПК-9.1/Зн1 Основные системы координат, свойства гравитационного поля и связи между его элементами и системами координат и высот

Уметь:

ПК-9.1/Ум1 Вычислять и выражать одни элементы гравитационного поля через другие, связывать элементы гравитационного поля с элементами систем геодезических координат и высот

Владеть:

ПК-9.1/Нв1 Методами решения геодезических и гравиметрических задач с применением вычислительной техники

ПК-9.2 Определяет планово-высотные координаты точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами

Знать:

ПК-9.2/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ на местности и промплощадках, порядок работы с приборами, их характеристики и класс точности, методы использования дополнительной геодезической и гравиметрической информации при гравиметрических работах и инженерных изысканиях и формы представления результатов работ

Уметь:

ПК-9.2/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений

Владеть:

ПК-9.2/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ при решении инженерно-геодезических задач

ПК-9.3 Создает высокоточную планово-высотную сеть для проведения деформационного мониторинга зданий, сооружений и технологического оборудования

Знать:

ПК-9.3/Зн1 Структуру и состав государственной геодезической и гравиметрической сети, порядок подготовки планово-высотного обоснования для гравиметрического мониторинга инженерных сооружений

Уметь:

ПК-9.3/Ум1 Рассчитывать точность планово-высотного обоснования и точность гравиметрических наблюдений для целей мониторинга инженерных сооружений

Владеть:

ПК-9.3/Нв1 Методикой расчета точности гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ при мониторинге инженерных сооружений

ПК-9.4 Проводит деформационный мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования

Знать:

ПК-9.4/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для мониторинга инженерных сооружений

Уметь:

ПК-9.4/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений

Владеть:

ПК-9.4/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ при мониторинге инженерных сооружений

ПК-9.5 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтажа и эксплуатации технологического оборудования

Знать:

ПК-9.5/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач, требующих учета неоднородности гравитационного поля

Уметь:

ПК-9.5/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений

Владеть:

ПК-9.5/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ для решения инженерных задач с учетом неоднородности гравитационного поля

ПК-9.6 Выполняет геодезическое обеспечение гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ

Знать:

ПК-9.6/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях

Уметь:

ПК-9.6/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений

Владеть:

ПК-9.6/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и их использования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях

ПК-9.7 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах культурного наследия

Знать:

ПК-9.7/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ высокой точности, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения задач на объектах культурного наследия

Уметь:

ПК-9.7/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты измерений

Владеть:

ПК-9.7/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и их использования для решения инженерно-практических задач на объектах культурного наследия

ПК-9.8 Выполняет камеральную обработку материалов инженерно-геодезических работ, подготавливать и составлять технические отчеты о выполненных инженерно-геодезических работах

Знать:

ПК-9.8/Зн1 Методику обработки гравиметрических данных, влияние элементов гравитационного поля на координаты и высоты

Уметь:

ПК-9.8/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, представлять результаты вычислений в ведомостях и отчетах

Владеть:

ПК-9.8/Нв1 Математическим аппаратом, позволяющим использовать результаты гравиметрических работ для решения инженерно-технических задач

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

ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем

Знать:

ПК-10.1/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля, области применимости таких моделей для решения практических задач

Уметь:

ПК-10.1/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, правильно представлять результаты вычислений

Владеть:

ПК-10.1/Нв1 Математическим аппаратом представления исходных данных и вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах

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

Уметь:

ПК-10.3/Ум1 Визуализировать и интерпретировать элементы гравитационного поля, сравнивать с данными из внешних источников

Владеть:

ПК-10.3/Нв1 Принятой терминологией в области изучения характеристик физических полей, способами представления информации о них

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Планируемые результаты освоения программы	Уровень овладения	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ по уровням освоения)
ПК-9 Способен выполнять обеспечение инженерно-геодезических работ	Повышенный	ИДК ПК-9.1 Создает планово-высотные сети спутниковыми и наземными методами Знать: ПК-9.1/Зн1 Основные системы координат, свойства гравитационного поля и связи между его элементами и системами координат и высот Уметь: ПК-9.1/Ум1 Вычислять и выражать одни элементы гравитационного поля через другие, связывать элементы гравитационного поля с элементами систем геодезических координат и высот Владеть: ПК-9.1/Нв1 Методами решения геодезических и гравиметрических задач с применением вычислительной техники ИДК ПК-9.2 Определяет планово-высотные координаты точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами Знать: ПК-9.2/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ на местности и промплощадках, порядок работы с приборами, их характеристики и класс точности, методы использования дополнительной геодезической и гравиметрической информации при гравиметрических работах и инженерных изысканиях и формы представления результатов работ Уметь: ПК-9.2/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений

		Владеть: ПК-9.2/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ при решении инженерно-геодезических задач ИДК ПК-9.3 Создает высокоточную планово-высотную сеть для проведения деформационного мониторинга зданий, сооружений и технологического оборудования Знать: ПК-9.3/Зн1 Структуру и состав государственной геодезической и гравиметрической сети, порядок подготовки планово-высотного обоснования для гравиметрического мониторинга инженерных сооружений Уметь: ПК-9.3/Ум1 Рассчитывать точность планово-высотного обоснования и точность гравиметрических наблюдений для целей мониторинга инженерных сооружений Владеть: ПК-9.3/Нв1 Методикой расчета точности гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ при мониторинге инженерных сооружений ИДК ПК-9.4 Проводит деформационный мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования Знать: ПК-9.4/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для мониторинга инженерных сооружений Уметь: ПК-9.4/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений Владеть: ПК-9.4/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ при мониторинге инженерных сооружений

		ИДК ПК-9.5 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтажа и эксплуатации технологического оборудования Знать: ПК-9.5/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач, требующих учета неоднородности гравитационного поля Уметь: ПК-9.5/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений Владеть: ПК-9.5/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ для решения инженерных задач с учетом неоднородности гравитационного поля ИДК ПК-9.6 Выполняет геодезическое обеспечение гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ Знать: ПК-9.6/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях Уметь: ПК-9.6/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений Владеть: ПК-9.6/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и их использования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях

		ИДК ПК-9.7 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах культурного наследия Знать: ПК-9.7/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ высокой точности, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения задач на объектах культурного наследия Уметь: ПК-9.7/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты измерений Владеть: ПК-9.7/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и их использования для решения инженерно-практических задач на объектах культурного наследия ИДК ПК-9.8 Выполняет камеральную обработку материалов инженерно-геодезических работ, подготавливать и составлять технические отчеты о выполненных инженерно-геодезических работах Знать: ПК-9.8/Зн1 Методику обработки гравиметрических данных, влияние элементов гравитационного поля на координаты и высоты Уметь: ПК-9.8/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, представлять результаты вычислений в ведомостях и отчетах Владеть: ПК-9.8/Нв1 Математическим аппаратом, позволяющим использовать результаты гравиметрических работ для решения инженерно-технических задач
	Базовый	ИДК ПК-9.1 Создает планово-высотные сети спутниковыми и наземными методами Знать: ПК-9.1/Зн1 Основные системы координат, свойства гравитационного поля и связи между его элементами и системами координат и высот Уметь: ПК-9.1/Ум1 Вычислять и выражать одни элементы гравитационного поля через другие, связывать элементы гравитационного поля с элементами систем геодезических координат и высот

		ИДК ПК-9.2 Определяет планово-высотные координаты точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами Знать: ПК-9.2/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ на местности и промплощадках, порядок работы с приборами, их характеристики и класс точности, методы использования дополнительной геодезической и гравиметрической информации при гравиметрических работах и инженерных изысканиях и формы представления результатов работ Уметь: ПК-9.2/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений ИДК ПК-9.3 Создает высокоточную планово-высотную сеть для проведения деформационного мониторинга зданий, сооружений и технологического оборудования Знать: ПК-9.3/Зн1 Структуру и состав государственной геодезической и гравиметрической сети, порядок подготовки планово-высотного обоснования для гравиметрического мониторинга инженерных сооружений Уметь: ПК-9.3/Ум1 Рассчитывать точность планово-высотного обоснования и точность гравиметрических наблюдений для целей мониторинга инженерных сооружений ИДК ПК-9.4 Проводит деформационный мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования Знать: ПК-9.4/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для мониторинга инженерных сооружений Уметь: ПК-9.4/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений

			ИДК ПК-9.5 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтажа и эксплуатации технологического оборудования Знать: ПК-9.5/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач, требующих учета неоднородности гравитационного поля Уметь: ПК-9.5/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений ИДК ПК-9.6 Выполняет геодезическое обеспечение гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ Знать: ПК-9.6/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях Уметь: ПК-9.6/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений ИДК ПК-9.7 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах культурного наследия Знать: ПК-9.7/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ высокой точности, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения задач на объектах культурного наследия Уметь: ПК-9.7/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты измерений

		ИДК ПК-9.8 Выполняет камеральную обработку материалов инженерно-геодезических работ, подготавливать и составлять технические отчеты о выполненных инженерно-геодезических работах Знать: ПК-9.8/Зн1 Методику обработки гравиметрических данных, влияние элементов гравитационного поля на координаты и высоты Уметь: ПК-9.8/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, представлять результаты вычислений в ведомостях и отчетах
	Пороговый	ИДК ПК-9.1 Создает планово-высотные сети спутниковыми и наземными методами Знать: ПК-9.1/Зн1 Основные системы координат, свойства гравитационного поля и связи между его элементами и системами координат и высот ИДК ПК-9.2 Определяет планово-высотные координаты точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами Знать: ПК-9.2/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ на местности и промплощадках, порядок работы с приборами, их характеристики и класс точности, методы использования дополнительной геодезической и гравиметрической информации при гравиметрических работах и инженерных изысканиях и формы представления результатов работ ИДК ПК-9.3 Создает высокоточную планово-высотную сеть для проведения деформационного мониторинга зданий, сооружений и технологического оборудования Знать: ПК-9.3/Зн1 Структуру и состав государственной геодезической и гравиметрической сети, порядок подготовки планово-высотного обоснования для гравиметрического мониторинга инженерных сооружений

			ИДК ПК-9.4 Проводит деформационный мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования Знать: ПК-9.4/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для мониторинга инженерных сооружений ИДК ПК-9.5 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтажа и эксплуатации технологического оборудования Знать: ПК-9.5/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач, требующих учета неоднородности гравитационного поля ИДК ПК-9.6 Выполняет геодезическое обеспечение гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ Знать: ПК-9.6/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях ИДК ПК-9.7 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах культурного наследия Знать: ПК-9.7/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ высокой точности, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения задач на объектах культурного наследия ИДК ПК-9.8 Выполняет камеральную обработку материалов инженерно-геодезических работ, подготавливать и составлять технические отчеты о выполненных инженерно-геодезических работах Знать: ПК-9.8/Зн1 Методику обработки гравиметрических данных, влияние элементов гравитационного поля на координаты и высоты

ПК-10 Способен выполнять координатно-временное и навигационное обеспечение территории	Повышенный	ИДК ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем Знать: ПК-10.1/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля, области применимости таких моделей для решения практических задач Уметь: ПК-10.1/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, правильно представлять результаты вычислений Владеть: ПК-10.1/Нв1 Математическим аппаратом представления исходных данных и вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах 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/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени Уметь: ПК-10.3/Ум1 Визуализировать и интерпретировать элементы гравитационного поля, сравнивать с данными из внешних источников Владеть: ПК-10.3/Нв1 Принятой терминологией в области изучения характеристик физических полей, способами представления информации о них

	Базовый	ИДК ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем Знать: ПК-10.1/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля, области применимости таких моделей для решения практических задач Уметь: ПК-10.1/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, правильно представлять результаты вычислений 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 ИДК ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий Знать: ПК-10.3/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени Уметь: ПК-10.3/Ум1 Визуализировать и интерпретировать элементы гравитационного поля, сравнивать с данными из внешних источников
	Пороговый	ИДК ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем Знать: ПК-10.1/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля, области применимости таких моделей для решения практических задач ИДК ПК-10.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие Знать: ПК-10.2/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения

		ИДК ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий Знать: ПК-10.3/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Отлично	ПК-9.1 Создает планово-высотные сети спутниковыми и наземными методами ПК-9.1/Зн1 Основные системы координат, свойства гравитационного поля и связи между его элементами и системами координат и высот ПК-9.1/Ум1 Вычислять и выражать одни элементы гравитационного поля через другие, связывать элементы гравитационного поля с элементами систем геодезических координат и высот ПК-9.1/Нв1 Методами решения геодезических и гравиметрических задач с применением вычислительной техники ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем ПК-10.1/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля, области применимости таких моделей для решения практических задач ПК-10.1/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, правильно представлять результаты вычислений ПК-10.1/Нв1 Математическим аппаратом представления исходных данных и вычисления специальных функций, способами использования результатов в инженерно-геодезических работах ПК-9.2 Определяет планово-высотные координаты точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами ПК-9.2/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ на местности и промплощадках, порядок работы с приборами, их характеристики и класс точности, методы использования дополнительной геодезической и гравиметрической информации при гравиметрических работах и инженерных изысканиях и формы представления результатов работ ПК-9.2/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений ПК-9.2/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ при решении инженерно-геодезических задач

		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-9.3 Создает высокоточную планово-высотную сеть для проведения деформационного мониторинга зданий, сооружений и технологического оборудования ПК-9.3/Зн1 Структуру и состав государственной геодезической и гравиметрической сети, порядок подготовки планово-высотного обоснования для гравиметрического мониторинга инженерных сооружений ПК-9.3/Ум1 Рассчитывать точность планово-высотного обоснования и точность гравиметрических наблюдений для целей мониторинга инженерных сооружений ПК-9.3/Нв1 Методикой расчета точности гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ при мониторинге инженерных сооружений ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий ПК-10.3/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени ПК-10.3/Ум1 Визуализировать и интерпретировать элементы гравитационного поля, сравнивать с данными из внешних источников ПК-10.3/Нв1 Принятой терминологией в области изучения характеристик физических полей, способами представления информации о них ПК-9.4 Проводит деформационный мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования ПК-9.4/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для мониторинга инженерных сооружений ПК-9.4/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений ПК-9.4/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ при мониторинге инженерных сооружений ПК-9.5 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтажа и эксплуатации технологического оборудования ПК-9.5/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач, требующих учета неоднородности гравитационного поля ПК-9.5/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений ПК-9.5/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и использования результатов гравиметрических работ для решения инженерных задач с учетом неоднородности гравитационного поля

	ПК-9.6 Выполняет геодезическое обеспечение гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ ПК-9.6/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях ПК-9.6/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений ПК-9.6/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и их использования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях ПК-9.7 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах культурного наследия ПК-9.7/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ высокой точности, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения задач на объектах культурного наследия ПК-9.7/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты измерений ПК-9.7/Нв1 Методикой обработки результатов гравиметрических определений и их использования для решения инженерно-практических задач на объектах культурного наследия ПК-9.8 Выполняет камеральную обработку материалов инженерно-геодезических работ, подготавливать и составлять технические отчеты о выполненных инженерно-геодезических работах ПК-9.8/Зн1 Методику обработки гравиметрических данных, влияние элементов гравитационного поля на координаты и высоты ПК-9.8/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, представлять результаты вычислений в ведомостях и отчетах ПК-9.8/Нв1 Математическим аппаратом, позволяющим использовать результаты гравиметрических работ для решения инженерно-технических задач
Хорошо	ПК-9.1 Создает планово-высотные сети спутниковыми и наземными методами ПК-9.1/Зн1 Основные системы координат, свойства гравитационного поля и связи между его элементами и системами координат и высот ПК-9.1/Ум1 Вычислять и выражать одни элементы гравитационного поля через другие, связывать элементы гравитационного поля с элементами систем геодезических координат и высот ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем ПК-10.1/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля, области применимости таких моделей для решения практических задач ПК-10.1/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, правильно представлять результаты вычислений

		ПК-9.2 Определяет планово-высотные координаты точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами ПК-9.2/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ на местности и промплощадках, порядок работы с приборами, их характеристики и класс точности, методы использования дополнительной геодезической и гравиметрической информации при гравиметрических работах и инженерных изысканиях и формы представления результатов работ ПК-9.2/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений 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-9.3 Создает высокоточную планово-высотную сеть для проведения деформационного мониторинга зданий, сооружений и технологического оборудования ПК-9.3/Зн1 Структуру и состав государственной геодезической и гравиметрической сети, порядок подготовки планово-высотного обоснования для гравиметрического мониторинга инженерных сооружений ПК-9.3/Ум1 Рассчитывать точность планово-высотного обоснования и точность гравиметрических наблюдений для целей мониторинга инженерных сооружений ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий ПК-10.3/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени ПК-10.3/Ум1 Визуализировать и интерпретировать элементы гравитационного поля, сравнивать с данными из внешних источников ПК-9.4 Проводит деформационный мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования ПК-9.4/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для мониторинга инженерных сооружений ПК-9.4/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений ПК-9.5 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтажа и эксплуатации технологического оборудования ПК-9.5/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач, требующих учета неоднородности гравитационного поля ПК-9.5/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений

	ПК-9.6 Выполняет геодезическое обеспечение гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ ПК-9.6/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях ПК-9.6/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты гравиметрических измерений ПК-9.7 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах культурного наследия ПК-9.7/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ высокой точности, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения задач на объектах культурного наследия ПК-9.7/Ум1 Проводить поверки и исследования гравиметров, проектировать и проводить гравиметрические определения, обрабатывать результаты измерений ПК-9.8 Выполняет камеральную обработку материалов инженерно-геодезических работ, подготавливать и составлять технические отчеты о выполненных инженерно-геодезических работах ПК-9.8/Зн1 Методику обработки гравиметрических данных, влияние элементов гравитационного поля на координаты и высоты ПК-9.8/Ум1 Использовать программы и алгоритмы вычисления элементов гравитационного поля, представлять результаты вычислений в ведомостях и отчетах
Удовлетворительно	ПК-9.1 Создает планово-высотные сети спутниковыми и наземными методами ПК-9.1/Зн1 Основные системы координат, свойства гравитационного поля и связи между его элементами и системами координат и высот ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем ПК-10.1/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля, области применимости таких моделей для решения практических задач ПК-9.2 Определяет планово-высотные координаты точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами ПК-9.2/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ на местности и промплощадках, порядок работы с приборами, их характеристики и класс точности, методы использования дополнительной геодезической и гравиметрической информации при гравиметрических работах и инженерных изысканиях и формы представления результатов работ ПК-10.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие ПК-10.2/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения ПК-9.3 Создает высокоточную планово-высотную сеть для проведения деформационного мониторинга зданий, сооружений и технологического оборудования ПК-9.3/Зн1 Структуру и состав государственной геодезической и гравиметрической сети, порядок подготовки планово-высотного обоснования для гравиметрического мониторинга инженерных сооружений

	ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий ПК-10.3/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени ПК-9.4 Проводит деформационный мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования ПК-9.4/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для мониторинга инженерных сооружений ПК-9.5 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтажа и эксплуатации технологического оборудования ПК-9.5/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач, требующих учета неоднородности гравитационного поля ПК-9.6 Выполняет геодезическое обеспечение гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ ПК-9.6/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях ПК-9.7 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах культурного наследия ПК-9.7/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ высокой точности, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения задач на объектах культурного наследия ПК-9.8 Выполняет камеральную обработку материалов инженерно-геодезических работ, подготавливать и составлять технические отчеты о выполненных инженерно-геодезических работах ПК-9.8/Зн1 Методику обработки гравиметрических данных, влияние элементов гравитационного поля на координаты и высоты
Неудовле-творительно	Результаты обучения не сформированы на достаточном уровне
Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Зачтено	ПК-9.1 Создает планово-высотные сети спутниковыми и наземными методами ПК-9.1/Зн1 Основные системы координат, свойства гравитационного поля и связи между его элементами и системами координат и высот ПК-10.1 Выполняет геодезическое обеспечение ГЛОНАСС и дифференциальных подсистем ПК-10.1/Зн1 Структуру, содержание и источники данных глобальных и локальных моделей гравитационного поля, области применимости таких моделей для решения практических задач

	ПК-9.2 Определяет планово-высотные координаты точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами ПК-9.2/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ на местности и промплощадках, порядок работы с приборами, их характеристики и класс точности, методы использования дополнительной геодезической и гравиметрической информации при гравиметрических работах и инженерных изысканиях и формы представления результатов работ ПК-10.2 Определяет прецизионные гравитационные составляющие ПК-10.2/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, и способы их определения ПК-9.3 Создает высокоточную планово-высотную сеть для проведения деформационного мониторинга зданий, сооружений и технологического оборудования ПК-9.3/Зн1 Структуру и состав государственной геодезической и гравиметрической сети, порядок подготовки планово-высотного обоснования для гравиметрического мониторинга инженерных сооружений ПК-10.3 Разрабатывает технологии координатно-временного и навигационного обеспечения территорий ПК-10.3/Зн1 Физический смысл характеристик, связанных с гравитационным полем, способы определения и уточнения элементов гравитационного поля, а также их изменений во времени ПК-9.4 Проводит деформационный мониторинга природных объектов, сооружений и технологического оборудования ПК-9.4/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для мониторинга инженерных сооружений ПК-9.5 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах капитального строительства, в том числе особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, а также монтажа и эксплуатации технологического оборудования ПК-9.5/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач, требующих учета неоднородности гравитационного поля ПК-9.6 Выполняет геодезическое обеспечение гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ ПК-9.6/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения инженерно-практических задач на гидротехнических сооружениях ПК-9.7 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах культурного наследия ПК-9.7/Зн1 Условия проведения гравиметрических работ высокой точности, порядок работы с приборами, методику измерений и требования для решения задач на объектах культурного наследия ПК-9.8 Выполняет камеральную обработку материалов инженерно-геодезических работ, подготавливать и составлять технические отчеты о выполненных инженерно-геодезических работах ПК-9.8/Зн1 Методику обработки гравиметрических данных, влияние элементов гравитационного поля на координаты и высоты
Не зачтено	Результаты обучения не сформированы на достаточном уровне

4. Контрольные мероприятия по дисциплине

Вид контроля	Форма контроля/Оценочное средство
Текущий контроль	Практическая работа Наличие конспекта лекций
Промежуточная аттестация	Расчетно-графическая работа Зачет Экзамен

№ п/п	Наименование раздела	Контролируемые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
1	Введение	ПК-9.1 ПК-9.2	Практическая работа Наличие конспекта лекций	Зачет Экзамен
2	Основной	ПК-9.3 ПК-9.4 ПК-9.5 ПК-9.6 ПК-9.7 ПК-9.8 ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3	Практическая работа Наличие конспекта лекций	Зачет 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: Зачет, 6 семестр.

Промежуточная аттестация: Экзамен, 7 семестр.

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Контролируемые ИДК: ПК-9.1 ПК-9.2

Тема 1.1. Сведения из сфероидической геодезии и геодезической астрономии

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Тема 1.2. Сила тяжести, её величина и характер изменения

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Найти среднюю плотность Земли (в виде шара). Результат выразить в кг/м3 и в г/см3

2. Найти значение центробежной силы на экваторе для шарообразной Земли. Результат выразить в Галах.

3. Рассчитать притяжение Луны для подлунной точки (единичной массы) на поверхности шарообразной Земли. Результат выразить в миллигалах.

4. Парашютист прыгает с высоты 700 метров. На сколько увеличилась его сила тяжести в точке приземления? Результат выразить в миллигалах.

Раздел 2. Основной

Контролируемые ИДК: ПК-9.3 ПК-9.4 ПК-9.5 ПК-9.6 ПК-9.7 ПК-9.8 ПК-10.1 ПК-10.2 ПК-10.3

Тема 2.1. Потенциал и его свойства

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Тема 2.2. Притяжение простых тел

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Рассчитать аномальное притяжение залежи известняка сферической формы. Результат выразить в миллигалах. Аномальная масса сферической формы залегает на глубине a = 100 + N метров, где a – расстояние до центра сферы.

Радиус сферы r = 0.9a.

Плотность известняка δ = 2.8 г/см3.

Плотность окружающих пород (песок) δ0 = 2.0 г/см3

2. Найти притяжение частей внутреннего строения Земли по отдельности для точки, находящейся на поверхности Земли

3. Построить график изменения силы тяжести от широты g(ф) в Галах.

4. На какую высоту над землёй надо подняться на широте МИИГАиК (55.6 º), чтобы сила тяжести стала равной значению силы тяжести на экваторе? Использовать 2 формулу Клеро и значение вертикального градиента.

Тема 2.3. Гармонические функции

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разложить данную функцию f(x) на интервале [-1, 1] в ряд полиномов Лежандра до 3 степени включительно.

Построить график на интервале [-1.1, 1.1] исходной функции и ее аппроксимации f*(x). Графики расположить на одной координатной плоскости.

f*(x) = a_0 + a_1*P1 + a_2*P2 + a_3*P3

Тема 2.4. Измерение силы тяжести

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Оценить разность силы тяжести между МИИГАиК (на уровне земли) и верхней точкой башни Останкинского телецентра. Высота башни 540 м, она расположена в 6.1 км севернее МИИГАиК. Изменением высоты рельефа пренебречь. Результат выразить в миллигалах.

Примечание. Для горизонтального градиента использовать широту МИИГАиК из Задания 7.

2. Построить график силы притяжения для модели Земли PREM500 (см. ссылку), начиная от центра Земли и до высоты H = 21000 км над поверхностью Земли. Плотность атмосферы брать за 0. В этой модели Земля состоит из множества однородных сферических слоёв

Тема 2.5. Теория статического гравиметра. Измерения статическим гравиметром

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Выполнить серию отсчётов на гравиметре
2. Выполнить поверку поперечного уровня и провести исследование порога чувствительности гравиметра
3. Получить значение цены деления гравиметра, выполнить и обработать гравиметрический рейс

Тема 2.6. Аномалии силы тяжести и гравиметрические карты

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисленить аномалии, оценку точности гравиметрической карты

Тема 2.7. Нормальное поле

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычислить для систем фундаментальных постоянных Нормальной Земли следующие параметры. Заполнить таблицу и проставить (где нужно) обозначение и единицы измерения.

Таблица 2

Обозначение	Единицы	
		малая полуось
		первый эксцентриситет
		линейный эксцентриситет
		нормальный потенциал на поверхности эллипсоида
q0		постоянная
m		постоянная
		второй зональный динамический коэффициент
	мГал	нормальная сила тяжести на полюсе
	мГал	нормальная сила тяжести на полюсе
		гравиметрическое сжатие
		нормальная сила тяжести на широте МИИГАиК (B = 55.764)
	мГал/м	нормальный вертикальный градиент на широте МИИГАиК (B = 55.764)

Тема 2.8. Аномальный потенциал и элементы аномального поля

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Построить графики элементов аномального поля при движении вдоль оси X в диапазоне от -3a до +3a с шагом 1 м на уровне земли (Z=0).

Тема 2.12. Учет неоднородности гравитационного поля при решении инженерных задач

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление приливной поправки (твёрдый прилив) на заданном интервале для пункта: МИИГАиК, ауд 92.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

6 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-9.1 ПК-10.1 ПК-9.2 ПК-10.2 ПК-9.3 ПК-10.3 ПК-9.4 ПК-9.5 ПК-9.6 ПК-9.7 ПК-9.8

Вопросы/Задания:

1. В чем заключается метод косвенной интерполяции аномалий в свободном воздухе?

1. По карте аномалий в свободном воздухе находят аномалию Буге
2. По карте аномалий Буге и высоте пункта находят аномалию в свободном воздухе
3. По карте аномалий Буге находят плотность земной коры и высоту пункта

2. В чем различие между статическими и динамическими методами измерения силы тяжести?

1. Статический метод может быть как абсолютным, так и относительным, а динамический – только относительным, при этом динамический относительный метод - самый точный
2. Динамический метод может быть как абсолютным, так и относительным, но статический – только относительным, при этом он точнее, чем динамический
3. Оба метода равноценны по возможностям, но статический метод многократно уступает по точности динамическому

3. Выберите верные утверждения:

1. Сумма нивелирных превышений по замкнутому контуру не равна нулю в общем случае
2. Сумма приращений нормальных высот по замкнутому контуру всегда равна нулю
3. Сумма приращений геопотенциального числа по замкнутому контуру всегда равна нулю
4. Сумма гравиметрических поправок по замкнутому контуру равна нулю
5. Ни одно из утверждений не верно

4. Выберите верные утверждения:

1. Уровенная поверхность это поверхность равного потенциала силы тяжести, и это есть поверхность любого спокойного водоёма
2. Уровенная поверхность это поверхность морей и океанов, её можно увидеть только с берега или в открытом море
3. Уровенная поверхность это воображаемая поверхность, перпендикулярная силовым линиям, поэтому её увидеть нельзя
4. Уровенной поверхностью является поверхность жидкости в ванне, сосуде или емкости.

5. Вычислить нормальную высоту пункта по его геопотенциальному числу C и широте методом итераций.

Результат представить в целых метрах.

1. 160
2. 622
3. 720

Вычислить нормальную высоту пункта по его геопотенциальному числу $C = W_0 - W$ и широте методом итераций.

$$H^{\gamma} = \frac{1}{\gamma_m} C$$

Результат представить в метрах с точностью до целых.

Нормальную силу тяжести вычислять по формуле

Нормальную силу тяжести вычислять по формуле Гельмерта:

$$\gamma_0 = \gamma_e\,(1 + \beta \sin^2 B - \beta_1 \sin^2 2B)$$

$$\gamma_m = \gamma_0 - 0.3086\frac{H^\gamma}{2} = \gamma_0 - 0.1543\,H^\gamma$$

Постоянные коэффициенты формулы Гельмерта:

$\gamma_e = 978030$ мГал

$\beta = 0.005302$

$\beta_1 = 0.000007$

$C = W_0 - W = 6095.306$ м^2/с^2

Широта пункта $B = 35^0\,55'$

Итерации	
0	$H^{\gamma(0)} = \frac{1}{\gamma_0}\,C$
1	$H^{\gamma(1)} = \frac{1}{\gamma_0 - 0.1543\,H^{\gamma(0)}}\,C$
2	$H^{\gamma(2)} = \frac{1}{\gamma_0 - 0.1543\,H^{\gamma(1)}}\,C$
3	…

6. Вычислить притяжение марсианского вулкана Олимпус Монс в точке на его вершине, считая его конусом высотой H = 21.9 км и диаметром подошвы a = 600 км.
Ответ записать в галах с точностью до целых единиц.

плотность 2.9 г/см^3 (базальт)
G = 6.6743*10^{-8} см^3/(г*с^2) – гравитационная постоянная

$$F = 2\pi G\delta H\left(1 - \frac{H}{\sqrt{H^2+a^2}}\right)$$

7. Вычислить притяжение планеты Сатурн на полюсе (без учета колец). Найти, во сколько раз оно больше средней силы земного притяжения (980 Гал).

Ответ дать в виде целой части отношения ($F_{Сат}$ / $F_{Зем}$).
Радиус планеты Сатурн R = 58232 км
Средняя плотность Сатурна δ = 0.687 г/см3

8. Вычислить притяжение плоскопараллельного слоя топографических масс (пластины Буге) для пункта с высотой H = 201 м.
Результат представить в миллигалах с точностью до целых единиц.

1. 19
2. 10
3. 2

Средняя плотность пород δ=2.30 г/см^3.
G = 6.6743*10^{-8} см^3/(г*с^2) – гравитационная постоянная

$$F_Б = 2\pi G\delta H$$

9. Вычислить силу земного притяжения на расстоянии h = 2000 км от поверхности Земли. Землю считать шаром радиусом R = 6370 км.
Результат представить в единицах Гал (до целых единиц).

1. 6
2. 56
3. 569

Геоцентрическая гравитационная постоянная
GM = 398600.44 км^3/с^2

10. Вычислить среднюю плотность планеты по её радиусу R и планетоцентрической гравитационной постоянной.
Результат представить в целых кг/куб. м.

$G = 6.6743*10^{-11}$ м^3/(кг*с^2) – гравитационная постоянная

$GM_п = 3.986004*10^{14}$ м^3/с^2

$R = 6.371*10^6$ м

$M_п = GM_п/G, \quad V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$\delta = M_п/V$

Округлить до целых кг/м^3.

11. Геопотенциальное число это:

1. Высота пункта в нормальном поле
2. Разность потенциалов между квазигеоидом и отсчётным эллипсоидом
3. Разность потенциалов между началом счета высот и пунктом на поверхности Земли
4. Разность потенциалов между началом счета высот и геоидом
5. Разность потенциалов между началом счета высот и квазигеоидом
6. Разность потенциалов между отсчетным эллипсоидом и пунктом на поверхности Земли

12. Гравиметрические поправки (Еремеева) вводятся в

1. значения нормальных высот
2. спутниковые значения высот
3. аномалии силы тяжести
4. нивелирные превышения
5. геопотенциальное число
6. высоты точек в нормальном поле

13. Дано измеренное значение силы тяжести на пункте, его широта и высота. Вычислить аномалию Буге. Результат представить с точностью до целых мГал.

Плотность пород промежуточного слоя δ = 2.30 г/см^3

Использовать нормальную формулу Гельмерта

$$\gamma_0 = \gamma_e\,(1 + \beta \sin^2 B - \beta_1 \sin^2 2B)$$

Коэффициенты нормальной формулы:

$\gamma_e = 978030$ мГал

$\beta = 0.005302$

$\beta_1 = 0.000007$

Вертикальный градиент $\frac{d\gamma}{dH} = -0.3086$ мГал/м

$$\gamma = \gamma_0 + \frac{d\gamma}{dH} H$$

$$\Delta g_Б = g - \gamma - 2\pi G\delta H$$

Притяжение промежуточного слоя считать как:

$2\pi G\delta H = 0.0419 \cdot \delta \cdot H$ мГал,

где H – в метрах, δ – в г/см^3

g, мГал	Широта B	Высота H, м
979673.95	35.781500	429

14. Даны:
измеренное нивелирное превышение Δh вдоль секции АВ нивелирного хода II класса
приближенные высоты пунктов А и В
значения аномалии силы тяжести на концах секции
значения нормальной силы тяжести на отсчетном эллипсоиде для точек А и В
Найти гравиметрические поправки за переход к Балтийской системе нормальных высот (поправки Еремеева) и их сумму f.

Ответ записать в целых миллиметрах.
1. 4
2. 77
3. -21

- измеренное нивелирное превышение Δh вдоль секции АВ нивелирного хода II класса
- приближенные высоты пунктов А и В
- значения аномалии силы тяжести на концах секции
- значения нормальной силы тяжести на отсчетном эллипсоиде γ_0 для точек А и В
- принять $\gamma_m = 980000$ мГал

	A	B
Высота H, м	250	402
g − γ, мГал	42	50
γ_0, мГал	980570.7	980579.7
Δh, м	152.140	

$$\gamma_m = 980000 \text{ мГал}$$

$$f = \frac{(g-\gamma)_{\text{ср}}}{\gamma_m}\Delta h - \frac{(\gamma_{0B} - \gamma_{0A})}{\gamma_m} H_{\text{ср}}$$

15. Для пунктов А и Б, расположенных на средней широте 55° найти приближенно приращение силы тяжести, если пункт Б находится на 7.5 км севернее и на 30 м выше, чем пункт А.
Ответ записать в целых миллигалах.

Для пунктов А и Б, расположенных на средней широте 55° найти приближенно приращение силы тяжести $\Delta g = g_Б - g_A$, если пункт Б находится на 7.5 км севернее и на 30 м выше, чем пункт А. Притяжением топографических масс пренебречь.
Ответ записать в целых миллигалах.
Горизонтальный градиент $0.81 \sin 2B$ мГал/км
Вертикальный градиент -0.31 мГал/м

16. Дрейф в статическом гравиметре
1. присутствует всегда
2. появляется при изменении силы тяжести
3. появляется при изменении атмосферного давления или температуры
4. появляется при наклоне прибора
5. свидетельствует о неисправности прибора

17. Какой метод (абсолютный или относительный) позволяет определять полное значение силы тяжести?
Ответ одним словом - прилагательным мужского рода

18. По известным значениям аномалии в свободном воздухе и аномалии Буге для гравиметрического пункта найти плотность δ промежуточного слоя земной коры (в г/куб. см), которая использовалась при вычислении аномалии Буге.
Ответ записать в целых г/куб. см

1. 2
2. 5
3. 12

Аномалия в свободном воздухе: $g - \gamma$ =37.9 мГал
Аномалия Буге: $\Delta g_Б = -20.1$ мГал
Высота пункта H = 601 м

$$\Delta g_Б = g - \gamma - 2\pi G\delta H$$

Указание: Притяжение слоя считать как:
$2\pi G\delta H = 0.0419\delta H$ мГал
Результат округлить до целых г/см^3

19. По координатам гравиметрического пункта и измеренному значению силы тяжести вычислить значение аномалии в свободном воздухе g-γ.
Результат представить с точностью до целых мГал.
Для вычисления нормальной силы тяжести использовать параметры нормального поля ГСК-2011. Нормальный вертикальный градиент принять -0, 3086 мГал/м.

1. 22
2. -28
3. 79

$$b = a(1 - \alpha)$$

$$\gamma_0 = \frac{\gamma_e a \cos^2 B + \gamma_p b \sin^2 B}{\sqrt{a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B}}$$

$$\gamma = \gamma_0 - 0{,}3086\, H$$

Параметры системы ГСК-2011:

$a = 6378136.5$ м

$\alpha = 1/298.2564151$

$\gamma_e = 978032.696$ мГал

$\gamma_p = 983218.646$ мГал

Координаты пункта и значение g:

$B = 55°50'30''$, $H = 164.25$ м, $g = 981550.24$ мГал

20. Сколько сферических гармоник (элементарных сферических функций) содержит сферическая функция степени n = 3?

21. Точность современных полевых статических гравиметров составляет

1. десятки мГал
2. единицы мГал
3. десятые мГал
4. единицы и десятки мкГал
5. десятые мкГал
6. сотые мкГал

22. Сколькими параметрами задаётся Земной эллипсоид вращения?

A) Двумя: большая полуось и сжатие
B) Тремя: большая полуось, малая полуось и сжатие
C) Четырьмя: большая полуось, малая полуось, сжатие и эксцентриситет
D) Ни один вариант не верен

23. Какое число ближе всего описывает сжатие Земного эллипсоида?

A) 1:50
B) 1:300
C) 1:5000
D) 1:15000

24. Как называется угол между нормалью к поверхности эллипсоида и плоскостью экватора?

A) Геодезическая высота
B) Нормальная высота
C) Геодезическая широта
D) Ни один вариант не верен

25. Величина e2 (квадрат первого эксцентриситета) больше, меньше или равна сжатию земного эллипсоида?

A) Больше
B) Меньше
C) Равна

26. Что такое геодезическая высота?

A) Расстояние по нормали между точкой и плоскостью экватора
B) Расстояние по нормали между точкой и поверхностью эллипсоида
C) Расстояние по нормали между точкой и поверхностью геоида
D) Расстояние по нормали между точкой и поверхностью земли

27. Где проходит плоскость первого вертикала?

A) Параллельно плоскости меридиана
B) Вдоль нормали к эллипсоиду, перпендикулярно плоскости меридиана
C) Параллельно касательной плоскости к поверхности эллипсоида, перпендикулярно плоскости меридиана
D) Ни один вариант не верен

28. Где проходит ось X геоцентрической системы координат?

A) Перпендикулярно плоскости нулевого меридиана
B) Под углом 90 градусов к плоскости экватора
C) Вдоль пересечения нулевого меридиана с плоскостью экватора
D) Вдоль оси вращения Земли

29. Какой город России расположен ближе всего к меридиану, содержащему ось Y?

A) Казань
B) Екатеринбург
C) Новосибирск
D) Красноярск
E) Хабаровск

30. Что такое астрономическая широта?

A) Угол между отвесной линией и начальным меридианом
B) Угол между отвесной линией и нормалью к эллипсоиду
C) Угол между отвесной линией и плоскостью экватора
D) Угол между отвесной линией и осью вращения Земли

31. Куда направлена сила тяжести?

A) В центр масс Земли
B) Перпендикулярно плоскости экватора
C) Перпендикулярно касательной плоскости к поверхности эллипсоида
D) Вдоль отвесной линии

32. Что такое плоскость астрономического меридиана?

A) Плоскость, параллельная оси вращения Земли и содержащая отвесную линию
B) Плоскость, параллельная отвесной линии и содержащая ось вращения Земли
C) Плоскость, содержащая нормаль к эллипсоиду и ось вращения Земли
D) Плоскость первого вертикала

33. Что такое астрономо-геодезическое уклонение отвеса?

A) Угол между отвесной линией и осью вращения Земли
B) Угол между отвесной линией и направлением нормали к эллипсоиду
C) Угол между отвесной линией и плоскостью экватора
D) Угол между отвесной линией и плоскостью начального меридиана

34. Где на Земле центробежная сила равна нулю?

A) На полюсах
B) На экваторе
C) Нигде

35. Найдите силу тяжести g = F на поверхности невращающегося Земного шара радиусом R = 6371, 2 км, ответ выразите в м/с2. Выберите наиболее близкое число:

A) 0.0098206
B) 0.14460
C) 9.82
D) 981.3

36. Найдите среднюю плотность Земли δ (кг/м3) Выберите наиболее близкое число:

A) 840
B) 2400
C) 5500
D) 11000

37. По угловой скорости вращения ω = 7, 29*10-5 [с-1] для сферической Земли радиусом R = 6371, 2 км вычислите значение центробежной силы на экваторе (в Галах). Выберите наиболее близкое число:

A) 0.003
B) 3.4
C) 55.8
D) 128.3

38. Какую долю в процентах составляет изменение силы тяжести между полюсом и экватором от полной величины g? Выберите наиболее близкое значение:

A) 5%
B) 7%
C) 0.7%
D) 15%

39. Рассчитайте, на какую высоту надо подняться, чтобы сила тяжести изменилась на 6.5 Гал? Выберите наиболее близкое значение:

A) 5 м
B) 200 м
C) 1500 м
D) 21 км

40. Как называется астрономическое явление, когда Солнце и Луна находятся по одну сторону от земного наблюдателя, на одной прямой с ним?

A) Равноденствие
B) Лунное затмение
C) Верхнее солнцестояние
D) Полнолуние
E) Солнечное затмение

41. Какое небесное тело вызывает больший приливный эффект:

A) Солнце
B) Луна
C) Солнце и Луна в равной степени

42. На какую высоту нужно подняться, чтобы видимое уменьшение силы тяжести было равно суммарному действию Луны и Солнца?

A) 0.52 м
B) 5.2 м
C) 52 м
D) 520 м

43. Сфероид это:

A) Фигура, близкая к эллипсоиду вращения
B) Фигура, близкая к сфере
C) Фигура, близкая к геоиду
D) Ни одно из утверждений не верно

44. Потенциал это:

A) Числовая константа
B) Скалярная функция
C) Векторная функция
D) Ничего из перечисленного не верно

45. Производная потенциала по произвольному направлению равна

A) Нулю
B) Косинусу угла направления
C) Вектору силы
D) Проекции вектора силы на направление

46. Частные производные потенциала по направлениям осей координат равны

A) Нулю
B) Единице
C) Составляющим вектора силы
D) Косинусам углов между осями координат

47. Работа силы при перемещении вдоль уровенной поверхности равна

A) Нулю
B) Значению потенциала на этой поверхности
C) Величине силы на этой поверхности
D) Бесконечности

48. На какую высоту надо подняться, находясь на нулевой отметке на полюсе, чтобы сила тяжести стала такой же, как на экваторе?

A) 170 м
B) 1700 м
C) 17 км
D) 170 км

7 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-9.1 ПК-10.1 ПК-9.2 ПК-10.2 ПК-9.3 ПК-10.3 ПК-9.4 ПК-9.5 ПК-9.6 ПК-9.7 ПК-9.8

Вопросы/Задания:

1. Развитие представлений о фигуре Земли: шар, эллипсоид, геоид. Физическая поверхность Земли. Системы координат.

2. История градусных измерений

3. Сила тяжести и её потенциал. Распределение силы тяжести на Земле. Свойства потенциала силы тяжести и область его существования. Уровенная поверхность

4. Закон изменения силы тяжести на поверхности однородного земного шара. Вертикальный и горизонтальный градиенты силы тяжести

5. Горизонтальный и вертикальный градиенты силы тяжести. Вторые производные и их
единицы измерения- этвеш.

6. Расстояние между уровенными поверхностями потенциала силы тяжести. Силовая линия, отвесная линия

7. Сила тяготения (притяжения) и её потенциал. Потенциал материальной точки, физический смысл потенциала. Свойства потенциала тяготения

8. Потенциал тяготения объемных масс и его свойства

9. Притяжение однородного диска и цилиндра. Притяжение бесконечного плоского и плоскопараллельного слоя. Однородное поле

10. Потенциал и сила притяжения однородной сферы и однородного шара внутри и снаружи. Свойство непрерывности потенциала и силы. Вторая производная
потенциала однородного шара.

11. Абсолютные измерения силы тяжести баллистическим методом. Атомные гравиметры. Схема баллистического гравиметра. Источники ошибок и поправки метода

12. Схема чувствительной системы статического гравиметра. Астазирование. Преимущества и недостатки гравиметров.Устройство статического гравиметра. Источники ошибок

13. Эталонирование гравиметра на базисе и методом наклона. Юстировка уровней гравиметра.

14. Гравиметрический рейс и его обработка.

15. Вторые производные потенциала силы тяжести, их физический смысл и способы измерения. Кривизна силовой линии и кривизна уровенной поверхности, их связь со вторыми производными потенциала

16. Точность гравиметрических карт. Прямая и косвенная интерполяция аномалий в свободном воздухе.

17. Гармонические функции и их свойства. Свойства потенциала тяготения. Уравнения Лапласа и Пуассона.

18. Гармонические функции и их свойства. Свойства потенциала тяготения. Уравнения Лапласа и Пуассона.

19. Нормальное поле и фундаментальные геодезические постоянные. Связь геометрических и физических параметров.

20. Геометрия нормального поля. Кривизна силовой линии и уровенной поверхности нормального поля

21. Свойства аномального потенциала. Связь элементов аномального поля с аномальным потенциалом.

22. Связь аномалии силы тяжести, уклонения отвеса и аномалии высоты с аномальным потенциалом. Формула Брунса (полная).

23. Свойства аномального потенциала. Понятие краевой задачи и краевого условия. Виды краевых задач.

24. Полиномы Лежандра и их свойства. Ортогональность полиномов Лежандра. Квадрат нормы. Разложение произвольной функции по базисным полиномам Pn.

25. Ряд Лапласа. Сферические функции. Классификация сферических гармоник

26. Разложение потенциала тяготения в ряд по шаровым функциям. Стоксовы постоянные

27. Модели гравитационного поля Земли. Классификация.Степень, разрешение и источники данных.

28. Аномальный потенциал в Стоксовом (сферическом) приближении. Ряд Стокса.Формулы Стокса и Венинг-Мейниса

29. Системы высот. Ортометрическая высота. Нормальная высота. Теллуроид. Квазигеоид

30. Сумма превышений замкнутого нивелирного полигона. Гравиметрические поправки в нивелирные превышения. Разность нормальных высот на берегах водоёма

31. Гравиметрическая (полная и местная) и астрономо-геодезическая аномалия высоты. Спутниковое нивелирование

32. Гравиметрическое и астрономо-геодезическое уклонение отвеса и его составляющие

33. Модели гравитационного поля Земли. Степень и разрешение. Источники данных. Заголовок и содержание файла gfc