



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

Геодезический факультет
Кафедра геодезии



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.В.04 ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ИНЖЕНЕРНЫХ И
ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Геодезия

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 2 года

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

Москва, 2026

Разработчики:

Старший преподаватель кафедры Геодезии Листков Н. С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 938

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	28.01.2026, № 14

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3. Место дисциплины в структуре ОП
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
 - 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
 - 5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля
6. Оценочные материалы текущего контроля
7. Оценочные материалы промежуточной аттестации
8. Порядок проведения промежуточной аттестации
9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
 - 9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
 - 9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
 - 9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
 - 9.4. Оборудование и технические средства обучения
10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - получение обучающимися углубленных теоретических знаний и формировании практических навыков в области организации, проектирования и выполнения комплексного геоинформационного, геодезического, геотехнического и геодинамического мониторинга за безопасностью инженерных сооружений и природных объектов на стадиях их строительства и эксплуатации

Задачи изучения дисциплины:

- Формирование системных понятий о принципах организации и нормативно-техническом регулировании деформационного мониторинга уникальных, высотных и большепролетных объектов;
- Освоение методологии проектирования и развертывания деформационных геодезических сетей повышенной точности в различных геоморфологических условиях;
- Получение компетенций в области применения современных инструментальных средств координатных определений: роботизированных тахеометров, цифровых нивелиров, спутниковых технологий (GNSS), наземного лазерного сканирования (НЛС), радарной интерферометрии (InSAR) и датчиков геотехнического контроля;
- Овладение навыками строгой математической обработки временных рядов циклических измерений, оценки устойчивости опорных реперов, ГИС-анализа пространственных данных и создания «цифровых двойников» контролируемых территорий для выработки упреждающих инженерных решений.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-3 Способен применять системы телекоммуникации, глобального спутникового позиционирования, геоинформационные системы при аэросъемочных и геодезических работах

ПК-3.1 Основные теоретические составляющие телекоммуникации, спутникового позиционирования, геоинформационных систем, современной приборной базы

Знать:

ПК-3.1/Зн2 Современные методы и инструменты производства геодезических работ

Уметь:

ПК-3.1/Ум2 Выбирать инструментальные средства, современные технические средства и информационные технологии для обработки информации в соответствии с требованиями технических заданий

Владеть:

ПК-3.1/Нв2 Навыками решения задачи формирования сети бизнеспроцессов в геодезической организации

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.04 «Геоинформационный мониторинг инженерных и природных объектов» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 2.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
2 семестр	72	2	36	18	18	Зачет с оценкой Курсовая работа
Всего	72	2	36	18	18	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Геоинформационный мониторинг	8	4	2	2	ПК-3.1
Тема 1.1. Основные понятия геоинформационного мониторинга	4	2	1	1	
Тема 1.2. Применение технологий геоинформационного мониторинга для решения задач в различных отраслях и сферах деятельности человека	4	2	1	1	
Раздел 2. Геодезический мониторинг	25	14	6	5	ПК-3.1
Тема 2.1. Теоретические и организационные основы геодезического мониторинга	5	2	2	1	
Тема 2.2. Инструментально-методическое обеспечение координатных определений	10	6	2	2	

Тема 2.3. Математическая обработка, анализ и визуализация геодезических данных	10	6	2	2	
Раздел 3. Геотехнический мониторинг	25	12	6	7	ПК-3.1
Тема 3.1. Геотехнические параметры в задачах инженерно-геодезического контроля	6	2	2	2	
Тема 3.2. Инструментальные методы измерений	11	6	2	3	
Тема 3.3. Интеграция разнородных данных и автоматизация комплексного мониторинга	8	4	2	2	
Раздел 4. Геодинамический мониторинг	14	6	4	4	ПК-3.1
Тема 4.1. Научно-теоретические основы и организация геодинамических наблюдений	6	2	2	2	
Тема 4.2. Космические и геодезические методы изучения деформаций земной поверхности	8	4	2	2	
Итого	72	36	18	18	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Геоинформационный мониторинг

Тема 1.1. Основные понятия геоинформационного мониторинга

Этимология термина «мониторинг». История расширения сфер наблюдений за природными и инженерными объектами. Различия между понятиями геоинформационного, геодезического, геодинамического и геотехнического мониторинга. Методы сбора, обработки и анализа информации.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 1.2. Применение технологий геоинформационного мониторинга для решения задач в различных отраслях и сфер деятельности человека

Примеры решения задач ГИМ в лесном и водном хозяйстве. Применение ГИМ в рамках экологического мониторинга. Использование ГИМ в сельском хозяйстве и в городском планировании. Используемое программное обеспечение.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Геодезический мониторинг

Тема 2.1. Теоретические и организационные основы геодезического мониторинга

Понятие геодезического мониторинга как системы непрерывного или циклического наблюдения за пространственным положением объектов. Классификация пространственных смещений и деформаций. Построение геодезической основы для мониторинга: принципы создания, конструкции и классификация исходных и определяемых пунктов. Планирование мониторинга: оптимизация периодичности (циклическости) наблюдений и обоснование необходимой точности измерений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа
Наличие конспекта лекций

Тема 2.2. Инструментально-методическое обеспечение координатных определений

Методы и высокотехнологичное оборудование для определения вертикальных смещений (высокоточное геометрическое, тригонометрическое и гидростатическое нивелирование). Методы и приборы для определения горизонтальных и пространственных смещений (линейно-угловые построения, створы, трилатерация). Спутниковые технологии (GNSS) в мониторинге: статические измерения, кинематика в реальном времени (RTK), дифференциальные методы. Дистанционные методы сбора пространственных данных: наземное лазерное сканирование (НЛС), цифровая фотограмметрия и радарная интерферометрия.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа
Наличие конспекта лекций

Тема 2.3. Математическая обработка, анализ и визуализация геодезических данных

Математическая обработка циклических геодезических измерений и совместное уравнивание разнородных данных. Методы оценки устойчивости исходных пунктов геодезической основы во времени. Статистический анализ временных рядов пространственных координат: выявление трендов, фильтрация шумов и случайных погрешностей. Автоматизация сбора и обработки данных: интеграция геодезических измерений в геоинформационные системы (ГИС) и концепция цифровых двойников.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа
Наличие конспекта лекций

Раздел 3. Геотехнический мониторинг

Тема 3.1. Геотехнические параметры в задачах инженерно-геодезического контроля

Взаимосвязь поверхностных геодезических деформаций с внутренними процессами в грунтах и конструкциях. Объекты наблюдений. Контролируемые параметры: послойные осадки и сдвиги массивов, поровое давление, уровень подземных вод, напряжения на контакте «сооружение-грунт». Понятие о геотехнической безопасности, критериях устойчивости и критических (предельных) значениях деформаций. Составление комплексных программ мониторинга.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа
Наличие конспекта лекций

Тема 3.2. Инструментальные методы измерений

Методы измерения послойных и глубинных смещений: вертикальные и горизонтальные инклинометры, многоточечные экстензометры. Гидрогеологические измерения: контроль уровня грунтовых вод и порового давления (пьезометры) для прогнозирования осадок земной поверхности. Струнные, тензометрические и волоконно-оптические датчики (FBG): основы работы, интеграция данных в единую систему координат.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 3.3. Интеграция разнородных данных и автоматизация комплексного мониторинга

Автоматизированные системы деформационного мониторинга (АСДМ): совмещение в одном программном комплексе данных роботизированных тахеометров (RTS), GNSS и геотехнических датчиков. Организация сбора информации: контроллеры, беспроводные сети (LoRaWAN, GSM), синхронизация измерений по времени. Совместный математический анализ: корреляция векторов геодезических смещений с изменениями уровня подземных вод и внутримассивных напряжений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Раздел 4. Геодинамический мониторинг

Тема 4.1. Научно-теоретические основы и организация геодинамических наблюдений

Предмет, задачи и масштабные уровни геодинамического мониторинга (глобальный, региональный, локальный). Современные движения земной коры (СДЗК): вековые, периодические и сейсмогенные деформации. Принципы проектирования и создания геодинамических полигонов (ГДП) в районах тектонических разломов, крупных инженерных объектов и месторождений полезных ископаемых. Требования к стабильности опорных пунктов: конструкции глубокого заложения (скальные, грунтовые вековые реперы) и центрирование аппаратуры.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 4.2. Космические и геодезические методы изучения деформаций земной поверхности

Спутниковые методы (GNSS) как основа современной геодинамики: постоянные базовые станции, создание и развитие сетей мониторинга. Высокоточное повторное геометрическое нивелирование I и II классов для выявления вертикальных СДЗК. Высокоточная повторная гравиметрия: изучение вековых изменений силы тяжести и их связь с вертикальными движениями земной коры. Радарная интерферометрия (InSAR): методы PS (постоянные отражатели) и SBAS, картирование крупномасштабных смещений земной поверхности (оседания городов, оползневые массивы).

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой, 2 семестр.

Зачёт проводится в виде опроса согласно выдаваемому заранее списку вопросов для подготовки к зачёту и работам, выполнявшимся в рамках текущего контроля. Задаётся 3 вопроса. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если возможно зачесть ответ на один из вопросов, "хорошо" - на два вопроса, "отлично" - на все вопросы. На усмотрение преподавателя зачёт также может проводиться в виде тестирования согласно выдаваемому заранее списку вопросов для подготовки к зачёту и работам, выполнявшимся в рамках текущего контроля. В таком случае оценка "удовлетворительно" выставляется при определении системой более 40% правильных ответов, "хорошо" - более 60%, "отлично" - более 80%. При проведении оценивания в ходе промежуточной аттестации преподаватель может учитывать результаты текущего контроля.

Промежуточная аттестация: Курсовая работа, 2 семестр.

Оценка за курсовую работу выставляется по итогам её выполнения и последующей её публичной защиты, в рамках которой обучающийся сообщает что как было им сделано, что получено и отвечает на вопросы по выполненной работе как преподавателя, так и других обучающихся. На усмотрение преподавателя оценка "удовлетворительно" за курсовую работу может быть выставлена по итогам её выполнения без публичной защиты.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Геоинформационный мониторинг

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Тема 1.1. Основные понятия геоинформационного мониторинга

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Сравнительный анализ понятий и методов геоинформационного, геодезического, геотехнического и геодинамического мониторинга.

Тема 1.2. Применение технологий геоинформационного мониторинга для решения задач в различных отраслях и сфер деятельности человека

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Работа со специализированным программным обеспечением ГИС при решении задач пространственного мониторинга в различных отраслях

Раздел 2. Геодезический мониторинг

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Тема 2.1. Теоретические и организационные основы геодезического мониторинга

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Проектирование геодезической деформационной основы: расчет плотности, мест закладки и конструктивных особенностей реперов и марок

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Контрольные вопросы

1. Чем конструктивно отличаются грунтовые, скальные и стенные фундаментные реперы? В каких условиях применяется каждый тип?
2. На основе каких факторов и параметров рассчитывается и обосновывается периодичность (цикличность) проведения геодезических наблюдений?
3. Что такое класс точности геодезических измерений при мониторинге и как он увязывается со скоростью ожидаемых деформаций объекта?
4. Какие виды пространственных смещений объектов контролируются геодезическими методами?
5. Каковы основные критерии выбора мест для закладки исходных (опорных) реперов и деформационных (целевых) марок?
6. Что понимается под «нулевым циклом» измерений в геодезическом мониторинге, и почему ошибки, допущенные в нем, невозможно исправить в последующих циклах?
7. Каким образом глубина промерзания или оттаивания грунтов влияет на конструкцию и глубину закладки вековых и опорных геодезических реперов?
8. Каков правовой статус результатов геодезического мониторинга при расследовании причин аварий на объектах, и какими документами это регламентируется?
9. Каковы основные требования нормативнотехнических документов (СП, ГОСТ) к стабильности пунктов геодезической разбивочной основы?

Тема 2.2. Инструментально-методическое обеспечение координатных определений

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Изучение инструментального обеспечения координатных определений: методики высокоточного нивелирования, линейно-угловых построений и спутниковых (GNSS) измерений

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Контрольные вопросы

1. Какие источники погрешностей возникают при использовании инварных реек и цифровых нивелиров и как они минимизируются на практике?

2. В каких случаях при определении вертикальных смещений тригонометрическое нивелирование может заменить геометрическое? Опишите условия и требования.
3. Опишите суть метода створных линий (створных наблюдений) для фиксации горизонтальных сдвигов.
4. Каким образом с помощью электронного тахеометра определяется крен высокого сооружения башенного типа методом вертикального проектирования?
5. В чем заключаются преимущества и ограничения применения технологии наземного лазерного сканирования (НЛС) по сравнению с тахеометрической съемкой при мониторинге сложных поверхностей?
6. Какие геодезические задачи мониторинга решаются с помощью дифференциального метода GNSS-измерений в статическом режиме?
7. Как влияет тепловое излучение (солнечный нагрев) корпуса высокоточного прибора (тахеометра, нивелира) на точность измерений при мониторинге, и как с этим борются?
8. Опишите технологию гидростатического нивелирования: в каких условиях эта методика незаменима и какова её предельная точность?
9. Каким образом осуществляется калибровка и учет девиации фазового центра GNSS-антенн при выполнении сверхточных планово-высотных определений?
10. Какова методика выполнения высокоточного геометрического нивелирования I и II классов при определении вертикальных осадок?

Тема 2.3. Математическая обработка, анализ и визуализация геодезических данных

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Математическая обработка временных рядов циклических измерений, совместное уравнивание разнородных данных и оценка устойчивости опорных пунктов

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Контрольные вопросы

1. Опишите один из алгоритмов (например, метод Костеля или Боровского) для оценки устойчивости исходных (опорных) пунктов между циклами наблюдений.
2. Каким образом случайные погрешности измерений отделяются от реальных деформационных изменений при анализе временных рядов координат?
3. Что такое «ведомость деформаций» и какие обязательные параметры в нее заносятся?
4. Как строятся и интерпретируются графики трендов деформаций во времени и пространственные эпюры смещений?
5. Каким образом геодезические данные мониторинга интегрируются в ГИС платформы для создания «цифровых двойников» контролируемых территорий?
6. Что должно содержать в себе итоговый технический отчет по результатам промежуточного цикла геодезического мониторинга?
7. В чем разница между свободным (внутренним) уравниванием сети мониторинга и уравниванием с жесткой привязкой к опорным пунктам? Какой подход предпочтительнее для выявления деформаций?
8. Каковы принципы аппроксимации и экстраполяции временных рядов геодезических измерений при краткосрочном прогнозировании развития деформаций?
9. Каким требованиям стандартов графического представления данных должна отвечать цветовая шкала изогипс (изолиний) смещений на деформационных картах для их однозначной читаемости?
10. Каковы особенности совместного уравнивания разнородных геодезических данных (например, линейно-угловых и спутниковых измерений) в деформационных сетях?

Раздел 3. Геотехнический мониторинг

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Тема 3.1. Геотехнические параметры в задачах инженерно-геодезического контроля

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Камеральная обработка данных инклинометрической съемки, скважинных экстензометров, струнных и волоконнооптических датчиков (FBG)

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Контрольные вопросы

1. Опишите физическую взаимосвязь между процессами, происходящими внутри грунтового массива (изменение напряжений, уровня вод), и деформациями, фиксируемыми геодезическими методами на поверхности.
2. Что такое послойная осадка грунтовой толщи, из-за каких факторов она возникает и почему стандартных поверхностных марок недостаточно для её оценки?
3. Дайте определение понятиям «поровое давление» и «эффективное напряжение» в грунте. Почему геодезисту важно знать их динамику?
4. Что такое критические (предельные) значения деформаций и как они влияют на назначение «тревожных» уровней в системе мониторинга?
5. По каким принципам выстраивается комплексная программа мониторинга, объединяющая геодезические и геотехнические методы?
6. Какие инженерно-геологические условия (например, карст, оползневые склоны, вечная мерзлота) требуют обязательного включения геотехнических датчиков в дополнение к геодезической сети?
7. Какова роль инженера-геодезиста при ведении геотехнического контроля в процессе строительства подземных или заглубленных объектов?
8. Что такое морозное пучение грунтов, и по каким поверхностным геодезическим признакам можно заподозрить развитие этого подповерхностного процесса?
9. Каким образом явление суффозии (вымывания мелких частиц грунта подземными водами) отражается на стабильности вмещающих грунтов и как его зафиксировать на ранней стадии?
10. Каковы особенности взаимодействия «фундамент — основание», и как неравномерное распределение нагрузок от сооружения на грунт меняет планово-высотное положение деформационных марок?

Тема 3.2. Инструментальные методы измерений

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Контрольные вопросы

1. Каков принцип работы стационарных и инклинометрических систем съемного типа для фиксации горизонтальных внутримассивных смещений?
2. Опишите методику геодезической привязки оголовка (устья) инклинометрической скважины. Как передаются планово-высотные координаты на глубину скважины?
3. Для каких целей применяются стержневые и тросовые экстензометры и как их показания соотносятся с данными высокоточного нивелирования?
4. Какие типы пьезометров используются для контроля уровня подземных вод и порового давления, и в чем особенности их монтажа?
5. Объясните физический принцип работы струнных и тензометрических датчиков, закладываемых в тело грунтовых массивов.
6. В чем заключаются преимущества использования распределенных волоконнооптических датчиков (FBG) перед дискретными струнными датчиками в задачах мониторинга линейных объектов?
7. Как выполняется камеральная обработка инклинометрической съемки и рассчитывается пространственная траектория изгиба деформационной скважины?
8. С какими основными погрешностями сталкивается геодезист при считывании данных с

механических экстензометров, и как автоматизация датчиков решает эту проблему?

9. Опишите процедуру тарировки (калибровки) инклинометрического зонда. Какие систематические ошибки прибора необходимо исключать перед каждым циклом измерений?

10. Как защитить кабельные линии геотехнических датчиков и оголовки скважин от механических повреждений в условиях работы тяжелой строительной техники?

Тема 3.3. Интеграция разнородных данных и автоматизация комплексного мониторинга

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Контрольные вопросы

1. Какова архитектура автоматизированной системы деформационного мониторинга (АСДМ), объединяющей роботизированные тахеометры (RTS) и геотехнические датчики?
2. Какие протоколы и каналы беспроводной связи (LoRaWAN, GSM, радиомодемы) наиболее эффективны для трансляции данных с геотехнических датчиков в суровых полевых условиях?
3. Как технически решается задача временной синхронизации дискретных геодезических циклов и непрерывных геотехнических измерений?
4. Каким образом барометрическое давление и сезонные температурные колебания влияют на показания геотехнических датчиков и как эти погрешности исключаются математически?
5. Приведите пример корреляционного анализа: как увязать вектор смещения геодезического пункта со скачкообразным изменением уровня грунтовых вод?
6. Каким образом данные совмещенного геодезическо-геотехнического мониторинга внедряются в современные BIM/ТИМ-модели объектов?
7. Каков алгоритм автоматического оповещения инженерных служб при пересечении измеряемым геотехническим параметром установленного порога безопасности?
8. Что такое центральный сервер сбора данных (SCADA-система или специализированная база данных) в контексте АСДМ, и какие требования предъявляются к избыточности хранения информации?
9. Как в автоматизированных системах решается проблема «ложных тревог» (False Alarms), вызванных случайными аппаратными сбоями или скачками напряжения в датчиках?
10. Опишите концепцию энергонезависимости удаленных постов мониторинга (применение солнечных панелей, аккумуляторов большой емкости) в полевых геодезических условиях.

Раздел 4. Геодинамический мониторинг

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Тема 4.1. Научно-теоретические основы и организация геодинамических наблюдений

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Контрольные вопросы

1. Объясните деление геодинамического мониторинга по масштабным уровням (глобальный, региональный, локальный) и назовите задачи каждого уровня.
2. Что такое современные движения земной коры (СДЗК)? Чем вековые (трендовые) движения отличаются от сейсмогенных (скачкообразных)?
3. Назовите основные цели создания геодинамических полигонов (ГДП) на месторождениях углеводородов и в районах крупных тектонических разломов.
4. Каковы жесткие требования к конструкции и условиям закладки вековых (фундаментальных) реперов для нужд геодинамики?
5. Что такое явление наведенной (техногенной) сейсмичности и как геодинамический мониторинг помогает выявить её предвестники?
6. Каким образом геодинамический мониторинг используется для оценки безопасности площадок под строительство объектов повышенного уровня ответственности (например, АЭС)?
7. Назовите основные глобальные тектонические модели (например, ITRF, REVEL) и

объясните, как геодезисты используют их в практической работе.

8. Что такое «геодинамический риск» территории, и на основе каких нормативных документов устанавливаются границы зон геодинамической опасности?

9. Как влияют лунно-солнечные приливы (твердые приливы Земли) на кратковременные изменения планово-высотного положения геодезических пунктов полигона?

10. Опишите феномен «просадок земной поверхности» над выработанным пространством шахт или месторождений нефти и газа: каков масштаб этого явления и задачи геодезического контроля?

Тема 4.2. Космические и геодезические методы изучения деформаций земной поверхности

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Контрольные вопросы

1. Каковы принципы построения сетей из перманентных (постоянно действующих) GNSS-станций для непрерывного геодинамического контроля?
2. Какую роль играет высокоточная повторная гравиметрия в геодинамике? Как изменения силы тяжести связаны с вертикальными движениями земной коры?
3. Объяснить физическую суть метода радарной интерферометрии (InSAR). Что такое методы постоянных отражателей (PS) и малых базовых линий (SBAS)?
4. Каковы главные преимущества радарного космического мониторинга (InSAR) перед традиционными наземными GNSS-измерениями при оценке оседания мегаполисов?
5. С какой целью и по какой методике выполняется повторное геометрическое нивелирование I класса в рамках изучения вертикальных деформаций земной поверхности?
6. Опишите назначение и точностные возможности метода лазерной локации спутников (SLR) в глобальной геодинамике.
7. Каким образом метод радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ) по квазарам позволяет контролировать вращение Земли и стабильность её оси?
8. С какими трудностями сталкивается метод InSAR в лесистых местностях или районах со стабильным снежным покровом, и как применяется метод искусственных уголковых отражателей?
9. Как в абсолютной и относительной гравиметрии учитываются гидрологические эффекты (изменение уровня грунтовых вод, сильные ливни) при фиксации тектонических движений?
10. Какие требования предъявляются к стабильности скального основания под фундаментальные антенны геодезических сетей?

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

2 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Вопросы/Задания:

1. Вопросы к зачёту

1. Предмет, задачи и нормативно-техническая база (СП, ГОСТ) геодезического мониторинга инженерных сооружений.
2. Предпосылки возникновения и сравнительный анализ понятий геоинформационного, геодезического, геотехнического и геодинамического мониторинга.
3. Принципы построения опорной геодезической деформационной основы. Классификация и конструкции реперов (грунтовые, скальные, стенные фундаментные реперы).
4. Классификация пространственных смещений и деформаций зданий и сооружений. Обоснование точности измерений и цикличности наблюдений.
5. Теоретические основы автоматизированных систем деформационного мониторинга (АСДМ) и принципы интеграции геодезических данных в BIM/ТИМ-модели объектов.
6. Понятие о геотехнической безопасности, контролируемых подповерхностных параметрах и

критериях устойчивости грунтовых массивов.

7. Научно-теоретические основы организации геодинамических полигонов (ГДП) и масштабные уровни изучения современных движений земной коры (СДЗК).

2. Вопросы к зачёту

1. Опишите алгоритм (последовательность действий) при проектировании и закладке опорной планово-высотной сети мониторинга на объекте.
2. Назовите виды деформационных ведомостей и отчетов и перечислите обязательные графические приложения, входящие в итоговый технический отчет.
3. Изобразите схему и охарактеризуйте методику определения крена высокого сооружения башенного типа методом вертикального проектирования электронным тахеометром.
4. Какие типы приборов и геотехнических датчиков (инклинометры, экстензометры, пьезометры) используются в комплексных АСДМ совместно с тахеометрами и ГНСС?
5. Какие требования нормативных документов (ГОСТ 24846:2020) должны соблюдаться при выборе мест закладки исходных реперов для исключения влияния зоны осадки здания?
6. Опишите алгоритм камеральной обработки данных циклических геодезических измерений для выявления потенциально нестабильных опорных пунктов.
7. Схематично изобразите конструкцию грунтового репера глубокого заложения (для зон сезонного промерзания). Укажите на схеме основные элементы: анкерную плиту, металлическую трубу-шток, защитную трубу (кожух) и сальник. Объясните назначение воздушного зазора».

3. Вопросы к зачёту

1. «Мониторинг в зоне влияния нового строительства» В исторической части города ведется устройство котлована глубиной 12 м методом «стена в грунте» в непосредственной близости (7 метров) от памятника архитектуры XIX века. Задание: Разработайте и графически изобразите комплексную схему размещения деформационных постов. Обосновать планово-высотное расположение исходных реперов (вне зоны влияния), деформационных марок на фасадах памятника архитектуры и геотехнических датчиков (инклинометров в «стене в грунте» и пьезометров для контроля уровня подземных вод). Владение какими нормативными документами необходимо для установления предельных величин дополнительных деформаций?
2. «Критическая нестабильность геодезической основы» В ходе камеральной обработки данных 4-го цикла мониторинга строящегося мостового перехода обнаружены значительные расхождения в превышениях между тремя исходными грунтовыми реперами, которые в «нулевом цикле» считались абсолютно неподвижными. Задание: Опишите комплексный алгоритм действий геодезиста по выявлению деформированного (осевшего) репера. Какими методами (например, свободного уравнивания или анализа по методу Костеля) вы воспользуетесь для математического доказательства устойчивости оставшихся пунктов? Пр продемонстрируйте порядок пересчета отметок деформационных марок относительно обновленной опорной основы.
3. «Геоинформационный анализ площадных оползневых процессов» На склоне, вдоль которого проходит федеральная автомобильная дорога, активизировался опасный оползневой процесс. Имеется массив данных воздушного лазерного сканирования (ВЛС) прошлого года и данные текущей съемки с БПЛА. Задание: Опишите сквозной технологический процесс обработки данных в ГИС-среде (ArcGIS/QGIS) для выявления динамики оползня. Пр продемонстрируйте владение методами создания цифровых моделей рельефа (ЦМР/DEM), алгоритмами их дифференциального сопоставления (DoD — DEM of Difference) и построения деформационных карт изолиний скоростей смещения грунта для выработки защитных инженерных решений.
4. «Ликвидация аварийной ситуации по геотехническим критериям» На строящемся объекте автоматизированная геотехническая система зафиксировала превышение «оранжевого» (предаварийного) уровня скорости послойной осадки грунта под фундаментной плитой, а датчики порового давления (пьезометры) показали резкий спад уровня грунтовых вод. Задание: На основе взаимосвязи подповерхностных процессов и поверхностных геодезических деформаций проведите экспресс-анализ ситуации. Каковы ваши действия как

руководителя службы мониторинга? С какими службами (строители, проектировщики, гидрогеологи) необходимо осуществить интеграцию данных деформационных ведомостей для принятия экстренных мер по стабилизации основания?

5. «Деформационный контроль арочных и вантовых мостовых переходов» В эксплуатацию вводится уникальный вантовый мост через водную преграду. Конструкция подвержена значительным динамическим нагрузкам, температурным расширениям пилонов и ветровому давлению. Задание: Разработайте сквозную методику деформационного контроля пролетных строений и пилонов. Предложите схему сочетания периодического геодезического контроля (методами высокоточного тригонометрического нивелирования роботизированными тахеометрами) и непрерывного геотехнического контроля (струнные датчики натяжения вант, волоконно-оптические датчики деформации балки жесткости). Опишите алгоритм приведения результатов измерений к единой температурной и координатной основе.

6. «Площадной мониторинг устойчивости гидротехнических сооружений (ГТС)» На земляной дамбе крупного водохранилища обнаружены признаки локальной фильтрации воды сквозь тело плотины, что угрожает размывом основания и прорывом сооружения. Задание: Предложите оперативный комплексный план геодезического и геотехнического дообследования аварийного участка. Каким образом площадной мониторинг методом наземного лазерного сканирования (НЛС) позволит оперативно выявить мульды проседания на откосах плотины? Опишите, в каких точках тела дамбы необходимо дополнительно разместить гидрогеологические пьезометры и глубинные экстензометры, чтобы связать поверхностные планово-высотные смещения с процессом внутренней суффозии грунта.

4. Что является главным отличием геоинформационного мониторинга (ГИМ) от классического геодезического контроля?

- А) Использование исключительно лазерных рулеток
- б) Площадной охват, интеграция разнородных пространственных данных в среде ГИС и автоматизированный пространственный анализ
- с) Обязательное составление бумажных деформационных карт
- д) Проведение измерений только на этапе инженерных изысканий

5. Какое программное обеспечение относится к классу геоинформационных систем (ГИС), применяемых для пространственного мониторинга?

- А) ArcGIS, QGIS, Панорама
- б) AutoCAD, Adobe Photoshop
- с) MS Project, ADVANTA
- д) PyCharm, Microsoft Word

6. Что такое «цифровой двойник» (Digital Twin) в контексте мониторинга инженерных объектов?

- А) Динамическая цифровая модель объекта, обновляемая в реальном времени на основе данных датчиков и геодезических измерений
- б) Электронная копия бумажного технического паспорта объекта
- с) Фотографическая 3D-модель фасада здания
- д) Дублирующий сервер для хранения резервных копий баз данных

7. Какие методы сбора данных наиболее эффективны в ГИМ для оценки площадных изменений (например, динамики оползня или размыва берегов)?

- А) Воздушное лазерное сканирование (ВЛС) и дистанционное зондирование с БПЛА
- б) Традиционная мензольная съемка
- с) Гидростатическое нивелирование по створам
- д) Измерения механическими трещиномерами

8. Что в ГИС-системах мониторинга понимается под оверлейным анализом (Overlay)?

- А) Наложение различных тематических слоев карт (например, геодезических смещений и гидрогеологических условий) для выявления взаимосвязей
- б) Процесс фильтрации случайных погрешностей измерений
- с) Построение трехмерной сетки координат объекта
- д) Визуализация трендов деформаций в виде графиков

9. Для решения каких задач применяется ГИМ в городском планировании и ЖКХ?
- А) Контроль зон подтопления территорий, оседания земной поверхности и деформаций подземных коммуникаций
 - б) Расчет сметной стоимости ремонта зданий
 - с) Подбор строительных материалов для фундаментов
 - д) Распределение обязанностей между дежурными инженерами
10. Какую структуру данных предпочтительнее использовать в ГИС для отображения непрерывного поля осадок (матрицы смещений) контролируемой территории?
- А) Растровую (регулярную сетку значений GRID или DEM)
 - б) Векторную (точечные объекты марок)
 - с) Текстовую (табличные ведомости)
 - д) Иерархическую структуру папок проекта
11. Что является основным источником данных для мониторинга состояния лесного и водного хозяйства в рамках геоинформационных платформ?
- А) Мультиспектральные космические снимки высокого разрешения
 - б) Инварные проволоки и базисные приборы
 - с) Данные ручных лазерных дальномеров
 - д) Съёмка электронными тахеометрами со штативов
12. Как в геоинформационном мониторинге используется концепция Big Data (Больших данных)?
- А) Для потоковой обработки терабайтных массивов данных от сотен непрерывно работающих датчиков и GNSS-станций
 - б) Для записи длинных текстовых отчетов
 - с) Для ручного переноса данных из полевых журналов
 - д) Для архивации старых чертежей
13. Что характеризует «веб-ГИС» в системах автоматизированного мониторинга сооружений?
- А) Возможность удаленного доступа к интерактивной карте деформаций объекта через обычный интернет-браузер с любого устройства
 - б) Локальная программа, работающая без подключения к интернету
 - с) Система отправки СМС-сообщений при авариях
 - д) Специальный кабель для подключения тахеометра к компьютеру
14. Что понимается под «нулевым циклом» измерений при геодезическом мониторинге деформаций?
- А) Первичный (исходный) цикл высокоточных измерений, с результатами которого сравниваются данные всех последующих циклов
 - б) Измерения, выполняемые при нулевой температуре воздуха
 - с) Цикл калибровки приборов в лаборатории
 - д) Заключительный этап наблюдений перед сдачей объекта в эксплуатацию
15. Какое конструктивное решение стенного репера обеспечивает наилучшую точность фиксации деформаций?
- А) Металлический штырь со сферической головкой, жестко заанкеренный в несущую капитальную стену или колонну
 - б) Деревянный колышек, забитый в цоколь
 - с) Обычная риска, нанесенная краской на штукатурку
 - д) Металлическая пластина, закрепленная на саморезах
16. По какому основному критерию обосновывается необходимая точность геодезических измерений при мониторинге?
- А) По величине ожидаемой (проектной) деформации и скорости её развития (величина погрешности не должна превышать 10–20% от предельной деформации)
 - б) По стоимости используемого оборудования
 - с) По квалификации исполнителей работ
 - д) По удаленности объекта от пунктов государственной геодезической сети

17. Какая методика нивелирования является нормативным стандартом для определения вертикальных осадок уникальных и высотных зданий?

- А) Высокоточное геометрическое нивелирование I или II класса короткими визирными лучами с применением инварных реек
- б) Тригонометрическое нивелирование коротких лучей
- с) Барометрическое нивелирование
- д) Гидродинамическое зондирование

18. Какую деформацию высотных объектов башенного типа (трубы, вышки) определяют методом вертикального проектирования?

- А) Крен (отклонение оси от вертикали)
- б) Послойную осадку основания
- с) Абсолютное удлинение ствола сооружения
- д) Скручивание фундамента

19. Какое преимущество дает применение наземного лазерного сканирования (НЛС) перед тахеометрической съемкой при мониторинге?

- А) Возможность получения сплошного облака точек (миллионы измерений) для выявления деформаций всей поверхности объекта, а не отдельных марок
- б) Более высокую точность определения координат отдельной изолированной точки
- с) Меньший вес и габариты оборудования
- д) Полное отсутствие влияния погодных условий на лазерный луч

20. Для исключения какого источника погрешностей при высокоточном нивелировании строго соблюдают равенство расстояний от нивелира до задней и передней реек?

- А) Для исключения влияния кривизны Земли, рефракции и погрешности из-за непараллельности визирной оси и уровня (угол i)
- б) Для исключения погрешности за наклон рейки
- с) Для компенсации теплового расширения инвара
- д) Для устранения люфта подъемных винтов трегера

21. Что такое «ведомость деформаций», составляемая по результатам очередного цикла геодезических наблюдений?

- А) Итоговая таблица, содержащая номера марок, их начальные, предыдущие и текущие отметки, а также вычисленные величины осадок (текущую и суммарную)
- б) Список поврежденного геодезического оборудования
- с) График работы полевой бригады
- д) Акт сдачи-приемки геодезической основы

22. В чем заключается ключевое отличие свободного уравнивания сети деформационного мониторинга от жесткого?

- А) При свободном уравнивании сеть не привязывается жестко к потенциально неустойчивым опорным пунктам, что позволяет оценить их взаимные смещения
- б) Свободное уравнивание выполняется без использования компьютера
- с) При свободном уравнивании допускаются грубые ошибки измерений
- д) Жесткое уравнивание применяется только для временных сооружений

23. Как влияет солнечный нагрев (инсоляция) на конструкции высоких сооружений и точность их мониторинга?

- А) Вызывает изгиб (динамический крен) сооружения в сторону, противоположную солнцу, что требует учета времени проведения измерений
- б) Вызывает равномерное сжатие всего сооружения
- с) Не оказывает никакого влияния на геометрию объекта
- д) Полностью блокирует прохождение сигналов от спутников GNSS

24. В чем заключается главная задача геотехнического мониторинга в строительстве?

- А) Наблюдение за состоянием оснований, грунтов, подземных вод и конструкций подземной части в увязке с геодезическими деформациями
- б) Контроль геометрических размеров монтируемых железобетонных плит
- с) Поиск подземных полезных ископаемых на строительной площадке

d) Разметка осей внутренних перегородок здания

25. Какое явление в грунтовом основании можно зафиксировать с помощью геотехнического датчика — пьезометра?

- A) Изменение уровня подземных вод и динамику гидростатического (или порового) давления
- b) Горизонтальный сдвиг грунтовых слоев
- c) Температуру промерзания бетона
- d) Плотность сложения скальной породы

26. Какое устройство применяется для измерения послойных (глубинных) горизонтальных смещений внутри грунтового массива или подпорной стены?

- A) Инклинометр (съемный зонд в специальной профилированной скважине или стационарная система)
- b) Оптический квадрант
- c) Инварная проволока со свинцовым отвесом
- d) Механический прогибомер

27. Что такое «поровое давление» в механике грунтов, контроль которого важен при геотехническом мониторинге?

- A) Давление воды, заполняющей поры грунта, передающееся на скелет грунта при изменении внешней нагрузки
- b) Давление воздуха внутри пор сухого грунта
- c) Давление, создаваемое корнями деревьев
- d) Напряжение в арматурном каркасе сваи

28. С какой целью на строительной площадке применяются многоточечные скважинные экстензометры?

- A) Для измерения вертикальных смещений (осадок или пучения) грунтов на различных глубинах залегания основания
- b) Для измерения влажности воздуха на глубине
- c) Для бурения технологических отверстий под сваи
- d) Для отбора керна с целью химического анализа

29. В чем преимущество использования волоконно-оптических датчиков (например, на основе решеток Брэгга — FBG) в геотехническом контроле?

- A) Возможность распределенных квазинепрерывных измерений деформаций по всей длине кабеля, высокая помехозащищенность и долговечность
- b) Они стоят значительно дешевле обычных механических датчиков
- c) Возможность проведения измерений без использования лазерного излучения
- d) Они не требуют координатной привязки к геодезической основе

30. Что понимается под критериями «геотехнической безопасности» и «тревожными уровнями» (Trigger Levels)?

- A) Установленные проектом предельные значения деформаций (например, желтый, оранжевый, красный уровни), при достижении которых меняется режим ведения работ
- b) Правила ношения защитных касок и жилетов на объекте
- c) Сроки сдачи технической документации в архив
- d) Нормы расхода топлива для строительной техники

31. Какое суффозионное явление в грунтах может быть спровоцировано нарушением режима водоотлива на стройплощадке?

- A) Вымывание мелких частиц грунта фильтрующимся потоком воды, приводящее к образованию подземных пустот и просадкам поверхности
- b) Морозное пучение глинистых грунтов
- c) Химическое затвердевание песчаника
- d) Растрескивание скального массива из-за перепада температур

32. Как технически реализуется автоматизированная система деформационного мониторинга (АСДМ) строящегося объекта?

- A) Объединением роботизированных тахеометров, GNSS-приемников и геотехнических датчиков в единую сеть с передачей данных на сервер в режиме 24/7

- b) Путем ежедневного ручного обхода объекта геодезистом с нивелиром
- c) С помощью установки камер видеонаблюдения высокого разрешения
- d) Путем архивации всех данных в таблицах MS Excel на локальном ПК

33. Какая радиотелекоммуникационная технология (протокол) часто используется для беспроводной передачи данных от автономных геотехнических датчиков на центральный контроллер?

- A) Энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия LoRaWAN (или промышленные GSM/радиомодемы)
- b) Проводной интерфейс RS-485
- c) Спутниковое телевидение дециметрового диапазона
- d) Оптоволоконная магистраль общего пользования

34. Что является главным предметом изучения геодинамического мониторинга?

- A) Современные движения земной коры (СДЗК), тектонические процессы, деформации разломных зон и техногенные изменения геосреды
- b) Деформации отдельных кирпичных стен под воздействием вибраций от транспорта
- c) Прочность бетона в фундаментах высотных зданий
- d) Осадки дорожного полотна внутри жилых кварталов

35. Каковы конструктивные особенности вековых и фундаментальных реперов, закладываемых на геодинамических полигонах?

- A) Имеют мощную конструкцию глубокого заложения с обязательной жесткой анкерровкой (бетонированием) в монолитные скальные породы ниже зоны деформаций
- b) Они закрепляются на металлических кронштейнах к ограждению полигона
- c) Изготавливаются из дерева для предотвращения температурного расширения
- d) Забиваются вручную в верхний плодородный слой почвы

36. Какую роль играет метод космической радарной интерферометрии (InSAR) в геодинамическом мониторинге?

- A) Дает возможность высокоточного (до миллиметров) картирования масштабных смещений земной поверхности (оседания городов, оползневых полей) по сериям радиолокационных снимков
- b) Позволяет измерять температуру поверхности океана
- c) Обеспечивает прямую телефонную связь между полевыми отрядами
- d) Заменяет спутниковую навигацию GNSS при движении автомобилей

37. Зачем в рамках геодинамических исследований на полигонах выполняется высокоточная повторная гравиметрия?

- A) Для отслеживания изменений силы тяжести во времени, которые связаны с перераспределением масс внутри Земли и вертикальными движениями земной коры
- b) Для определения точного веса геодезических приборов
- c) Для измерения атмосферного давления над разломами
- d) Для калибровки магнитных компасов

38. Что такое «наведенная (техногенная) сейсмичность», контролируемая в районах крупных месторождений и водохранилищ?

- A) Землетрясения, спровоцированные деятельностью человека (например, закачкой воды в пласт, извлечением флюидов или давлением массы воды в водохранилище)
- b) Вибрация грунтов от работы тяжелых карьерных самосвалов
- c) Шум от прохождения сейсмических волн через атмосферу
- d) Искусственные взрывы при проведении строительных работ

39. Какая международная координатная система (модель) служит основой для глобального геодинамического мониторинга движений литосферных плит?

- A) Международная земная референсная система (ITRF / Сети IGS)
- b) Местная система координат города Москвы (МСК-77)
- c) Пулковская система координат 1942 года (СК-42)
- d) Строительная сетка координат генерального плана

40. Каким образом лунно-солнечные приливы учитываются при сверхточных GNSS-наблюдениях на геодинимических полигонах?

- А) Вызывают периодические волнообразные вертикальные смещения земной поверхности (до нескольких дециметров), которые исключаются математически при обработке временных рядов
- б) Приливы вызывают изменение погоды, что блокирует радиосигнал
- с) Приводят к необходимости прекращения работ в ночное время
- д) Влияют на зарядку аккумуляторов спутниковых приемников

41. Какую задачу решает геодезический мониторинг на территориях подрабатываемых пространств (над шахтными выработками)?

- А) Фиксация мульды сдвижения земной поверхности, трещинообразования и зон опасных деформаций для защиты поверхностных сооружений
- б) Определение глубины залегания угольного пласта
- с) Контроль вентиляции подземных горных выработок
- д) Расчет объема извлеченной пустой породы

42. С какой целью при радарном космическом мониторинге (InSAR) на местности устанавливают искусственные уголки отражатели (Corner Reflectors)?

- А) Для создания стабильных искусственных точек отражения радарного луча в местах, покрытых густой растительностью или снегом
- б) Для защиты территории от электромагнитного излучения спутников
- с) Для визуального обозначения границ геодинимического полигона
- д) Для фокусировки сигналов сотовой связи в полевом лагере

43. На каких объектах повышенного уровня ответственности создание геодинимических полигонов является обязательным нормативным требованием?

- А) При проектировании, строительстве и эксплуатации атомных электростанций (АЭС), крупных гидротехнических сооружений (ГЭС) и уникальных мостов
- б) При строительстве временных складов и бытовых городков
- с) При благоустройстве городских парков и зон отдыха
- д) При возведении одноэтажных деревянных жилых домов

2 семестр, Курсовая работа

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Вопросы/Задания:

1. Разработка программы геодезического контроля за безопасностью памятника архитектуры при ведении реставрационных и строительных работ в зоне его влияния

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Яценко В.Р. Геодезический мониторинг движений земной коры (по материалам Кавказского региона). / В.Р. Яценко, Х.К. Ямбаев. - МИИГАиК, 2007. - 208 - 978-5-91188-005-7. - Текст: непосредственный.

2. Куштин И.Ф. Инженерная геодезия. Учебник / И.Ф. Куштин, В.И. Куштин. - Издательство "Феникс", 2002. - 416 - 5-222-02134-3. - Текст: непосредственный.

3. Симонян В. В. Геодезический мониторинг зданий и сооружений: монография / В. В. Симонян, Н. А. Шмелин, А. К. Зайцев. - Москва: МИСИ – МГСУ, 2015. - 144 с. - 978-5-7264-1220-7. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73704 - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2-х т. Т. 1. Монография. ГОУ ВПО "Сибирская государственная геодезическая академия". / К.М. Антонович. - ФГУП "Картгеоцентр", 2005. - 334 - 5-86066-072-3 (т.1). - Текст: непосредственный.
2. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2-х т. Т. 2. Монография. ГОУ ВПО "Сибирская государственная геодезическая академия". / К.М. Антонович. - ФГУП "Картгеоцентр", 2006. - 360 - 5-86066-077-4 (т.2). - Текст: непосредственный.
3. Тер-Мартirosян А. З. Механика грунтов в высотном и подземном строительстве: учебно-методическое пособие / А. З. Тер-Мартirosян. - Москва: МИСИ – МГСУ, 2021. - 39 с. - 978-5-7264-2849-9. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/179200> - Режим доступа: по подписке

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

Профессиональные базы данных

1. <https://www.garant.ru> - Информационно-правовой портал "Гарант"
2. www.znanium.com - Коллекция электронных версий изданий (книг, журналов, статей и пр.), сгруппированных по тематическим и целевым признакам

Ресурсы «Интернет»

Не используются.

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

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 13 шт.

Интерактивная панель - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

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

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется:

- Методическими рекомендациями по дисциплине:

Кафтан, В. И. Геодинамический мониторинг по геодезическим данным: метод. пособие /

В. И. Кафтан. - М.: Изд-во ЦНИИГАиК, 2012. - 96 с.

- Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов МИИГАиК

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

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

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