



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

Геодезический факультет
Кафедра прикладной геодезии



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
16 февраля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ФТД.01 ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ
ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДЕФОРМАЦИЙ
ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ»**

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 21.05.01 Прикладная геодезия

Направленность(профиль) подготовки: Инженерно-геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации объектов нефтегазового и энергетического комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер-геодезист

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 5 лет

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

Москва, 2024

Разработчики:

Заведующий кафедрой Прикладной геодезии, к.н., доцент
Куприянов А. О.

Преподаватель кафедры Прикладной геодезии Кривошеев К. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 944

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	11.12.2023, № 7/23

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 - формирование у обучающихся способности осуществлять геодезический мониторинг деформаций инженерных сооружений с применением гидростатических и электромеханических интегрированных систем.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о методах и технологиях, применяемых при производстве работ с помощью геодезической аппаратуры, способах математической обработки и оценки результатов измерений с использованием современных программно-математических средств;
- освоение навыков использования геодезической аппаратуры для решения широкого спектра задач геодезического мониторинга и наблюдения за деформациями.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-3 Способен обеспечить инженерно-геодезические работы

ПК-3.1 Создает специальные планово-высотные сети спутниковыми и наземными методами

Знать:

ПК-3.1/Зн8 условности, применяемые на чертежах

ПК-3.1/Зн9 способы построения изображений на плоскости

Уметь:

ПК-3.1/Ум6 читать строительные чертежи

Владеть:

ПК-3.1/Нв4 приемами составления конструкторской и инженерно-строительной документации

ПК-3.2 Определяет планово-высотные координаты точек местности и промплощадок, а также элементов строительных конструкций инженерных сооружений и технологического оборудования наземными и спутниковыми методами

Знать:

ПК-3.2/Зн5 условности, применяемые на чертежах

Уметь:

ПК-3.2/Ум1 Вычислять высотные отметки реперов на основе измеренных превышений и гравиметрических определений

Владеть:

ПК-3.2/Нв3 приемами составления конструкторской и инженерно-строительной документации

ПК-3.3 Создает высокоточную планово-высотную сеть для проведения деформационного мониторинга зданий, сооружений и технологического оборудования

Знать:

ПК-3.3/Зн1 Особенности высокоточного нивелирования на вертикальных объектах и в горных условиях

Уметь:

ПК-3.3/Ум1 Обработывать и уравнивать результаты высокоточного нивелирования на вертикальных объектах и в горных условиях

Владеть:

ПК-3.3/Нв1 Вычислением разностей потенциалов силы тяжести и геопотенциальных чисел на основе измеренных превышений и гравиметрических определений

ПК-3.4 Проводит деформационный мониторинг природных объектов, сооружений и технологического оборудования

Знать:

ПК-3.4/Зн4 Этапы и методы выполнения производственно-технологических процессов и проектирования геодезических работ

ПК-3.4/Зн5 Методы проведения наблюдений и мониторинга деформаций с помощью гидростатических и электромеханических систем

Уметь:

ПК-3.4/Ум4 Выполнять проектирование геодезических работ

ПК-3.4/Ум5 Выполнять мониторинг деформаций с помощью гидростатических и электромеханических систем

Владеть:

ПК-3.4/Нв4 Навыками управления производственно-технологическими процессами и проектами геодезических работ

ПК-3.4/Нв5 Навыками проведения мониторинга и наблюдений за высотными деформациями с помощью гидростатических и электромеханических систем

ПК-3.5 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-3.5/Зн4 Методы и средства поверок и эксплуатации средств измерений

Уметь:

ПК-3.5/Ум4 Выполнять поверки средств измерений

Владеть:

ПК-3.5/Нв4 Методикой эксплуатации, поверки и юстировки средств измерений

ПК-3.6 выполняет геодезическое обеспечение гидрографических работ для строительства и эксплуатации линейных и площадных сооружений в районах рек, морей, озер и водохранилищ

Знать:

ПК-3.6/Зн4 стандартные формы отчетов о выполненных инженерно-геодезических работах

Уметь:

ПК-3.6/Ум4 осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации регламентам качества

Владеть:

ПК-3.6/Нв4 навыками выполнения работ с использованием теоретических разработок и составления отчетов по выполненным работам, составления ситуационных и топографических планов

ПК-3.7 Выполняет инженерно-геодезические работы на объектах культурного наследия

Знать:

ПК-3.7/Зн4 порядок ведения, правила и требования, предъявляемые к качеству и оформлению результатов полевых измерений, материалов, документации и отчетности

Уметь:

ПК-3.7/Ум4 осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации регламентам качества

Владеть:

ПК-3.7/Нв4 навыками инженерно-геодезических измерений, исполнительной съемки и работы с проектными материалами по разбивке сооружений

ПК-3.8 Выполняет камеральную обработку материалов инженерно-геодезических работ, подготовка и составление технических отчетов о выполненных инженерно-геодезических работах

Знать:

ПК-3.8/Зн4 Этапы и методы выполнения производственно-технологических процессов и проектирования геодезических работ

Уметь:

ПК-3.8/Ум4 Выполнять проектирование геодезических работ

Владеть:

ПК-3.8/Нв4 Навыками управления производственно-технологическими процессами и проектами геодезических работ

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) ФТД.01 «Гидростатические и электромеханические интегрированные системы мониторинга деформаций инженерных сооружений» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 9.

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

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
9 семестр	72	2	18	36	18	Зачет
Всего	72	2	18	36	18	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

		ия	тия	абота	пытаты нные с ния
--	--	----	-----	-------	-------------------------

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Современные методы наблюдения за деформациями инженерных сооружений	32	8	16	8	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4
Тема 1.1. Применение геометрического нивелирования	16	4	8	4	ПК-3.5 ПК-3.6
Тема 1.2. Системы гидростатического нивелирования	16	4	8	4	ПК-3.7 ПК-3.8
Раздел 2. Применение интегрированных систем для мониторинга деформаций инженерных сооружений	40	10	20	10	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4
Тема 2.1. Мониторинга деформаций промышленных объектов	20	5	10	5	ПК-3.5 ПК-3.6 ПК-3.7
Тема 2.2. Мониторинга деформаций сооружений инфраструктуры	20	5	10	5	ПК-3.8
Итого	72	18	36	18	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Современные методы наблюдения за деформациями инженерных сооружений

Тема 1.1. Применение геометрического нивелирования

Применение геометрического нивелирования для проведения мониторинга деформаций. Высокоточное нивелирование (по точности I и II классов). Различия применения цифровых и оптических высокоточных нивелиров.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 1.2. Системы гидростатического нивелирования

Автоматизированные системы гидростатического нивелирования. Спутниковое нивелирование. Электромеханические датчики деформаций. Методики проведения работ по наблюдению за деформациями исходя из физических особенностей аппаратуры.

Раздел 2. Применение интегрированных систем для мониторинга деформаций инженерных сооружений

Тема 2.1. Мониторинга деформаций промышленных объектов

Применение гидростатических и электромеханических интегрированных систем для мониторинга деформаций инженерных сооружений, относящиеся к энергетической, сырьевой и другим промышленным объектам.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.2. Мониторинга деформаций сооружений инфраструктуры

Применение гидростатических и электромеханических интегрированных систем для мониторинга деформаций инженерных сооружений, относящиеся к сооружениям инфраструктуры различного типа.

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, 9 семестр.

Зачет проводится в устной форме с выставлением оценки ("зачет"/"незачет") и предназначен для комплексной проверки уровня освоения студентами учебного материала дисциплины.

Студенты вызываются по одному или малыми группами (2-3 человека). Каждому студенту предоставляется 20-30 минут на подготовку, в течение которой он может делать письменные заметки. Студент отвечает на 2-3 вопроса, выбранных экзаменатором или по билету. Ответ должен быть полным и аргументированным, демонстрировать понимание материала и содержать примеры практического применения знаний. После основного ответа преподаватель может задать дополнительные уточняющие вопросы.

Критерии оценивания: "зачет" выставляется за полный развернутый ответ, "незачет" - за отсутствие ответа или грубые ошибки в основных понятиях.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Современные методы наблюдения за деформациями инженерных сооружений

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

Тема 1.1. Применение геометрического нивелирования

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Преобразование геодезических высот

Раздел 2. Применение интегрированных систем для мониторинга деформаций инженерных сооружений

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

Тема 2.1. Мониторинг деформаций промышленных объектов

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Мониторинг деформаций приборами различного принципа действия. Предварительная оценка точности системы мониторинга в зависимости от выбранной конструкции и типа инструмента

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

9 семестр, Зачет

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

Вопросы/Задания:

1. Дифференциальный режим ГНСС позиционирования. Его применение для геодезических задач

2. Опишите технологию работы относительного режима ГНСС позиционирования. Его применение для геодезических задач

3. Геоцентрическая инерциальная система координат

4. Принцип работы акселерометров, гироскопических устройств и микроэлектромеханических систем (МЭМС) в инерциальной навигации

5. Что такое азимут?

6. Как выражается связь магнитного и истинного азимутов?

7. Что такое гиротеодолит?

8. Какие основные принципы работы гироблока гиротеодолитов и тахеометров бывают?

9. Меняется ли магнитное склонение с течением времени?

10. При каких работах применяется гироскопический метод ориентирования?

11. Какие современные гироскопические системы используются в геодезии и маркшейдерии?

12. Что такое куст реперов?

13. Какой порядок заложения реперов, участвующие в «кусте реперов»?

14. Что такое крен?
15. Что такое просадка?
16. Что такое осадка?
17. Что такое мульда деформаций?
18. Каков порядок заложения пунктов ГРО при учёте всех возможных деформаций?
19. Чему равна примерная ширина мульды деформации при стандартной плотности грунтов?
20. Какие правила заложения настенных деформационных марок?
21. Что представляет из себя настенная деформационная марка?
22. Как выполняется мониторинг деформаций подземных коммуникаций?
23. Какой класс нивелирования применяется при мониторинге за высотными деформациями?
24. Можно ли использовать тригонометрическое нивелирования при мониторинге деформаций?
25. Можно ли применять настенные светоотражающие пленки-цели для мониторинга деформаций сооружения?
26. При каких условиях возможно применение оптического нивелира для мониторинга деформаций?
27. Как применяется технология гидронивелирования при мониторинге деформаций?
28. Что такое инклинометр?
29. Можно ли использовать СГА при наблюдениях за деформациями?
30. Что такое цикл наблюдений?
31. С какой периодичностью выполняется наблюдение за деформациями?
32. Как из анализа можно понять, что присутствует высотная деформация сооружения?
33. Какой класс нивелирования применяется при мониторинге за высотными деформациями?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Спутниковые методы измерений в геодезии: Учебное пособие. Часть 3. / Е.Б. Ключин, И.Г. Гайрабеков, Е.Ю. Маркелова, В.В. Шлапак. - МИИГАиК, 2015. - 110 - 978-5-91188-066-8. - Текст: непосредственный.
2. Авакян В.В. Прикладная геодезия: геодезическое обеспечение строительного производства: Учебное пособие для вузов. / В.В. Авакян. - 3-е изд., перераб. и доп. - Академический Проект, 2017. - 588 с. - (Gaudeamus: Библиотека геодезиста и картографа). - 978-5-8291-1953-9. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Лонский И.И. Технология программирования геодезических задач: Учебное пособие. / И.И. Лонский, В.В. Шлапак. - МИИГАиК, 2018. - 36 - Текст: непосредственный.
2. Куприянов А.О. Глобальные навигационные спутниковые системы: Учебное пособие. / А.О. Куприянов. - МИИГАиК, 2017. - 76 - Текст: непосредственный.

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"

Ресурсы «Интернет»

1. <https://www.miigaik.ru/library/> - электронная библиотека МИИГАиК
2. <https://sdo.miigaik.ru/> - Система дистанционного обучения Московского государственного университета геодезии и картографии

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

Для практических занятий

- Меловая доска - 2 шт.
- Нивелир Н-3 - 2 шт.
- Нивелир оптико-механический - 5 шт.
- Оптический теодолит 3Т2КП - 15 шт.
- Сканер - 1 шт.
- Интерактивная доска - 1 шт.
- Интерактивная панель - 1 шт.
- Электронный тахеометр Trimble - 9 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение обучающимся учебной дисциплины «Гидростатические и электромеханические интегрированные системы мониторинга деформаций инженерных сооружений» предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Самостоятельная работа студентов (СРС) позволяет предметно выработать аналитические навыки, обеспечить понимание теории и юридической практики, более осознанно относиться к уровню своей профессиональной подготовки. СРС способствует развитию их мыслительной деятельности, обеспечивает усвоение определенного учебного материала и предоставляет необходимую подготовку для решения конкретных практических задач, входящих в их будущие профессиональные обязанности. СРС направлена на обеспечение индивидуализации при изучении курса, на развитие способностей и возможностей, на персонификацию контроля за качеством обучения.

При подготовке к практическим занятиям, руководствуясь планом и списком рекомендуемой литературы, необходимо изучить тему так, чтобы по каждому из предложенных вопросов студент мог дать развернутый, обстоятельный ответ. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает:

- работа над конспектом лекции;
- подготовка к практическому занятию;
- подготовка к практическому занятию с ИАМ;
- доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы;
- подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы;
- самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов;
- подготовка к экзамену.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Ее может представить преподаватель на вводной лекции или самостоятельно обучающийся использует информацию на официальном Интернет-сайте Университета.

Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университет, на предлагаемые преподавателем ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

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.