



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)
«Б1.В.ДВ.01.24 ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Управление производственно-технологическими процессами

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 2 года

Объем:
в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2024

Разработчики:

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

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	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 - получение обучающимися теоретических знаний о методах и средствах инженерно-геодезических работ для решения практических задач, возникающих в рамках проектно-изыскательской, производственной, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности в области лазерного сканирования в геодезии, а также практических навыков (формирование) и готовности к самостоятельной разработке и их применения в различных геодезических проектах.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о лазерном сканировании и 3D моделировании при инженерно-технических изысканиях для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений ;
- освоение навыков формирования, получения и обработки инженерно-геодезической информации о инженерных сооружениях и их элементах для соблюдения проектной геометрии сооружений при их строительстве и эксплуатации;
- получение компетенций по разработке технологий инженерно-геодезических работ при инженерно-технических изысканиях для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений, а также по методам получения (наземной и аэрокосмической) пространственной информации о поверхности Земли, состоянии окружающей среды для оценки территорий строительства и изучения природных ресурсов с использованием наземных и аэрокосмических средств, включая технологии дистанционного зондирования;
- формирование умений применять полученные знания для использования проектной документации при разработке проектов производства геодезических работ (ППГР).

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-1 Способен управлять производственно-технологическими процессами топографо-геодезических работ

ПК-1.1 Разработка проектов производства топографо-геодезических работ

Знать:

ПК-1.1/Зн18 Основы функционирования и принципы работы лазерных сканирующих систем, применяемых в геодезическом производстве

ПК-1.1/Зн19 Методы камеральной обработки данных, полученных при помощи лазерного сканирования

Уметь:

ПК-1.1/Ум17 Использовать программное обеспечение, предназначенное для обработки данных, полученных при помощи лазерного сканирования

ПК-1.1/Ум18 Использовать, обновлять и тестировать встроенное программное обеспечение лазерного сканера

Владеть:

ПК-1.1/Нв16 Навыками работы с лазерным сканером в полевых и лабораторных условиях

ПК-1.1/Нв17 Навыками работы с программным обеспечением, предназначенным для обработки данных, полученных по результатам лазерного сканирования

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.01.24 «Лазерное сканирование» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3.

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)
3 семестр	108	3	13	26	69	Зачет с оценкой
Всего	108	3	13	26	69	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты с обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение	12	2	2	8	ПК-1.1
Тема 1.1. Задачи и принципы наземного лазерного сканирования	6	1	1	4	
Тема 1.2. Способы измерения угловых и дальномерных величин, реализованных в наземном лазерном сканировании	6	1	1	4	
Раздел 2. Приборы и оборудование для наземного лазерного сканирования	12	2	2	8	ПК-1.1
Тема 2.1. Обзор современных наземных лазерных сканеров	6	1	1	4	
Тема 2.2. Источники ошибок в результате наземного лазерного сканирования	6	1	1	4	

Раздел 3. Области применения лазерного сканирования	14	2	4	8	ПК-1.1
Тема 3.1. Применение НЛС для создания крупномасштабных топопланов и в нефтегазовой отрасли	7	1	2	4	
Тема 3.2. Применение НЛС в архитектуре, строительстве и при проектировании сооружений, BIM проектирование	7	1	2	4	
Раздел 4. Внешнее ориентирование сканов	12	2	2	8	ПК-1.1
Тема 4.1. Сущность внешнего ориентирования сканов	6	1	1	4	
Тема 4.2. Методы внешнего ориентирования сканов	6	1	1	4	
Раздел 5. Технология наземного лазерного сканирования	14	1	4	9	ПК-1.1
Тема 5.1. Технология и точность наземного лазерного сканирования	7	1	2	4	
Тема 5.2. Методика проложения сканерных ходов	7		2	5	
Раздел 6. Обработка данных наземного лазерного сканирования	27	3	8	16	ПК-1.1
Тема 6.1. Программное обеспечение для обработки данных наземного лазерного сканирования	7	1	2	4	
Тема 6.2. Создание топографического плана местности и цифровой модели рельефа по данным наземного лазерного сканирования	10	1	3	6	
Тема 6.3. Трехмерное моделирование по данным наземного лазерного сканирования	10	1	3	6	
Раздел 7. Мобильное и воздушное лазерное сканирование	17	1	4	12	ПК-1.1
Тема 7.1. Мобильное лазерное сканирование	7	1	2	4	
Тема 7.2. Воздушное лазерное сканирование	5		1	4	
Тема 7.3. Ручное лазерное сканирование	5		1	4	
Итого	108	13	26	69	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Задачи и принципы наземного лазерного сканирования

Задачи и краткое содержание курса. Основные предпосылки и концепции методов обработки пространственных данных, полученных с помощью лазерных сканеров. Связь курса с другими дисциплинами.

Тема 1.2. Способы измерения угловых и дальномерных величин, реализованных в наземном лазерном сканировании

Применение кодовых дисков с масками числовых шкал, импульсных дисков, штрихкодовых шкал и комбинаторных шкал для реализации угломерных измерений в наземном лазерном сканировании. Импульсный метод измерения расстояний. Фазовый метод измерения расстояний. Особенности данных методов измерения длин линий.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Раздел 2. Приборы и оборудование для наземного лазерного сканирования

Тема 2.1. Обзор современных наземных лазерных сканеров

Обзор отечественного и зарубежного опыта наземного лазерного сканирования и трехмерного моделирования.

Тема 2.2. Источники ошибок в результате наземного лазерного сканирования

Источники ошибок НЛС. Инструментальные ошибки ЛС. Ошибки угломерных блоков. Точность работы дальномерного блока. Влияние атмосферы на точность измерения углов и длин линий. Внешние факторы, влияющие на точность НЛС. Влияние метрологических свойств объектов на точность НЛС. Влияние параметров сканирования на точность получаемых результатов. Проблемы НЛС.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 3. Области применения лазерного сканирования

Тема 3.1. Применение НЛС для создания крупномасштабных топопланов и в нефтегазовой отрасли

Принципы организации и порядок проведения работ с применением НЛС. Разработка программы выполнения комплекса мероприятий при создании крупномасштабного плана. Согласования при производстве работ.

Тема 3.2. Применение НЛС в архитектуре, строительстве и при проектировании сооружений, BIM проектирование

Задачи НЛС при комплексном изучении района строительства. Деформации оснований инженерных сооружений и их виды. Методика предрасчета деформаций оснований по материалам геологических изысканий.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Раздел 4. Внешнее ориентирование сканов

Тема 4.1. Сущность внешнего ориентирования сканов

Задачи внешнего ориентирования сканов. Влияние точности ориентирования на дальнейшую обработку данных наземного лазерного сканирования.

Тема 4.2. Методы внешнего ориентирования сканов

Прямой (инструментальный) и аналитический методы внешнего ориентирования сканов. Преимущества и недостатки каждого метода.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 5. Технология наземного лазерного сканирования

Тема 5.1. Технология и точность наземного лазерного сканирования

Организация и производство работ при наземном лазерном сканировании. Полевые и камеральные работы при наземном лазерном сканировании. Характеристики точности наземного лазерного сканирования.

Тема 5.2. Методика проложения сканерных ходов

Рекогносцировка местности и составление абрисов. Составление рабочего проекта плано-высотного обоснования и наземного сканирования. Определение координат точек рабочего съемочного обоснования. Методы проложения сканерных ходов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 6. Обработка данных наземного лазерного сканирования

Тема 6.1. Программное обеспечение для обработки данных наземного лазерного сканирования

Современное программное обеспечение (ПО) для обработки результатов НЛС. Функциональные возможности ПО для НЛС. Классификация программных продуктов по функциональному назначению. Прикладные программы для управления сканером. Программные продукты Cyclone, Trimble RealWorks, Trimble Business Center, 3D's Max и др. для создания трехмерных моделей и цифровых планов по данным НЛС. Пользовательский интерфейс, инструментальные средства и функциональные возможности данных пакетов программ. Системы меню. Управление изображением. Получение справочной информации.

Тема 6.2. Создание топографического плана местности и цифровой модели рельефа по данным наземного лазерного сканирования

Методика создания топоплана и цифровой модели рельефа по данным наземного лазерного сканирования. Программное обеспечение для построения трехмерных моделей и двумерных чертежей. Использование программного обеспечения AutoCAD, Civil 3D и других.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Тема 6.3. Трехмерное моделирование по данным наземного лазерного сканирования

Методика создания трехмерных моделей по данным наземного лазерного сканирования. Программное обеспечение для построения трехмерных моделей и двумерных чертежей. Использование программного обеспечения AutoCAD, 3D's Max и других.

Раздел 7. Мобильное и воздушное лазерное сканирование

Тема 7.1. Мобильное лазерное сканирование

Обзор современного оборудования для мобильного лазерного сканирования. Области применения технологий мобильного лазерного сканирования.

Тема 7.2. Воздушное лазерное сканирование

Обзор современного оборудования для воздушного лазерного сканирования. Области применения технологий воздушного лазерного сканирования.

Тема 7.3. Ручное лазерное сканирование

Обзор современного оборудования для ручного лазерного сканирования. Области применения технологий ручного лазерного сканирования.

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, 3 семестр.

Зачет с оценкой проводится в устной форме с выставлением оценки по пятибалльной шкале и предназначен для проверки уровня освоения студентами учебного материала дисциплины в полном объеме.

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:

«Отлично» (5) – выставляется за полный развернутый ответ;

«Хорошо» (4) – выставляется за развернутый ответ;

«Удовлетворительно» (3) – выставляется за краткий ответ;

«Неудовлетворительно» (2) – за отсутствие ответа или грубые ошибки в основных понятиях.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 1.2. Способы измерения угловых и дальноммерных величин, реализованных в наземном лазерном сканировании

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Проверка конспекта лекций по темам раздела "Введение"

Раздел 2. Приборы и оборудование для наземного лазерного сканирования

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 2.2. Источники ошибок в результате наземного лазерного сканирования

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Поверки и исследования наземного лазерного сканера

Раздел 3. Области применения лазерного сканирования

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 3.2. Применение НЛС в архитектуре, строительстве и при проектировании сооружений, ВМ проектирование

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Проверка конспекта лекций по темам раздела "Области применения лазерного сканирования"

Раздел 4. Внешнее ориентирование сканов

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 4.2. Методы внешнего ориентирования сканов

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Ориентация прибора в пространстве

Раздел 5. Технология наземного лазерного сканирования

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 5.2. Методика проложения сканерных ходов

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Создание проекта на производство работ наземным лазерным сканером

Раздел 6. Обработка данных наземного лазерного сканирования

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 6.2. Создание топографического плана местности и цифровой модели рельефа по данным наземного лазерного сканирования

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Создание топографического плана и трехмерной модели по данным наземного лазерного сканирования

Раздел 7. Мобильное и воздушное лазерное сканирование

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 7.3. Ручное лазерное сканирование

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Проверка конспекта лекций по темам раздела "Мобильное и воздушное лазерное сканирование"

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Вопросы/Задания:

1. Какова роль прикладной геодезии в наземном лазерном сканировании?

2. Какие задачи выполняет наемное лазерное сканирование в сфере архитектуры?
3. Что такое BIM проектирование и в чем перспектива данного направления?
4. Назовите источники ошибок в геодезии? Какие из них можно отнести к НЛС и почему?
5. Области применений технологий мобильного и воздушного лазерного сканирования
6. Как происходит организация производства работ с применением технологий наземного лазерного сканирования.
7. Особенности камеральной обработки данных наземного лазерного сканирования.
8. Какие способы угломерных измерений реализованы в системах наземного лазерного сканирования?
9. Какие источники ошибок могут быть в наземном лазерном сканировании?
10. Что представляет собой внешнее ориентирование НЛС и для чего оно требуется?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Инженерно-геодезические изыскания в строительстве и проектировании: сборник нормативных актов и документов: сборник нормативных актов и документов / сост. Ю. В. Хлистун. - Инженерно-геодезические изыскания в строительстве и проектировании - Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015. - 387 с. - 978-5-905916-09-0. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/30254.html> (дата обращения: 16.03.2025). - Режим доступа: по подписке
2. Авакян В.В. Прикладная геодезия: инженерно-геодезические изыскания и топографические съёмки. / В.В. Авакян, Ю.А. Степанова. - ООО "Издательство Амалданик", 2017. - 375 - 978-5-901546-28-4. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Михайлов А.П. Фотограмметрия: Учебник для вузов / Под общ. ред. А.Г. Чибуничева. / А.П. Михайлов, А.Г. Чибуничев; А. П. Михайлов, А. Г. Чибуничев ;. - МИИГАиК, 2016. - 294 - 978-5-91188-070-5. - 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

Интерактивная панель - 1 шт.

Меловая доска - 1 шт.

Рейка - 3 шт.

Тахеометр Pentax - 5 шт.

Тахеометр Soulh - 3 шт.

Штатив - 8 шт.

Электронный тахеометр - 5 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение обучающимся учебной дисциплины «Лазерное сканирование» предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций и 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 геодезической практики в области специализированных работ, а также более осознанно относиться к практическому применению знаний 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 персонализацию 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
- Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы
- Подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов
- Подготовка к зачету

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.

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.