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

Геодезический факультет
Кафедра фотограмметрии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
24 марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.ДВ.01.18 ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ГЕОДЕЗИИ И ФОТОГРАММЕТРИИ»

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Управление производственно-технологическими процессами в геодезии и дистанционном зондировании

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 2 года

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

Москва, 2025

Разработчики:
Доцент кафедры Фотограмметрии, к.н. Говоров А. В.

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	18.03.2025, № 2

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 трехмерном моделировании в области геодезии и фотограмметрии, а так же в освоении методов и технологий моделирования для решения исследовательских и прикладных задач, готовности к самостоятельной разработке и применении этих знаний в практической деятельности.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о современных способах и технологиях создания и экспериментирования с трехмерными моделями;;
- освоение навыков трехмерного моделирования в различных программных продуктах; ;
- получение компетенций по современным технологиям моделирования в геодезии и фотограмметрии;;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи по трехмерному моделированию в различных программных продуктах..

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/Зн3 Комплекс работ по обработке аэрокосмической информации и наземных данных

ПК-1.1/Зн5 Знает основные методологические подходы в сфере управления проектами

ПК-1.1/Зн6 Базовые теоретические аспекты трёхмерного моделирования пространственных объектов, их элементы, способы контроля качества, важные нюансы географической привязки, возможности импорта/экспорта и организацию проектной деятельности в части трёхмерного моделирования

Уметь:

ПК-1.1/Ум1 Определять основные направления развития инновационных технологий в геодезии

ПК-1.1/Ум5 Умеет строить и структурировать жизненный цикл проекта

ПК-1.1/Ум8 Организовывать и проводить полный цикл научного исследования: от постановки задачи и выбора методов до интерпретации результатов и формулирования выводов

Владеть:

ПК-1.1/Нв2 Практическими навыками работы с измерительным оборудованием, программными комплексами для обработки данных и оформления результатов исследований в соответствии с научными стандартами

ПК-1.1/Нв5 Владеет навыками подготовки проектных решений

ПК-1.1/Нв9 Практическими навыками работы с измерительным оборудованием, программными комплексами для обработки данных и оформления результатов исследований в соответствии с научными стандартами

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.01.18 «Трехмерное моделирование в геодезии и фотограмметрии» 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 обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	**64**	**8**	**16**	**40**	ПК-1.1
Тема 1.1. Введение. Понятие модели и моделирования.	16	2	4	10	
Тема 1.2. Объекты моделирования и способы создания их имитационных моделей.	16	2	4	10	
Тема 1.3. Проблемы создания моделей трехмерных объектов и пути их решения.	16	2	4	10	
Тема 1.4. Функциональное наполнения трехмерных моделей и их публикация в сети интернет.	16	2	4	10	

Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	**44**	**5**	**10**	**29**	ПК-1.1
Тема 2.1. Алгоритмы автоматического построения плотной модели поверхности	16	2	4	10	
Тема 2.2. Алгоритмы фильтрации и классификации плотных облаков точек	16	2	4	10	
Тема 2.3. Алгоритмы построения 3D моделей местности	12	1	2	9	
Итого	**108**	**13**	**26**	**69**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Тема 1.1. Введение. Понятие модели и моделирования.

Определение понятий модель и моделирование. Общие требования к свойствам, которым должны удовлетворять модели. Классификация по способу представления модели.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Коллоквиум
Расчетно-графическая работа

Тема 1.2. Объекты моделирования и способы создания их имитационных моделей.

Виды моделей, применяемых в геодезии и фотограмметрии, Математическая реализация процессов моделирования и статистической обработки результатов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Письменный опрос

Тема 1.3. Проблемы создания моделей трехмерных объектов и пути их решения.

Проблемы создания моделей трехмерных объектов и пути их решения.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Письменный опрос

Тема 1.4. Функциональное наполнения трехмерных моделей и их публикация в сети интернет.

Параметрическое моделирование. Степень адекватности модели по отношению к исследуемому объекту. Доступность моделей для использования как научным сообществом, так и всех заинтересованных лиц. Применение трехмерных моделей в качестве наглядных пособий для преподавания геодезии и фотограмметрии.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля

Коллоквиум

Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Тема 2.1. Алгоритмы автоматического построения плотной модели поверхности

Методы автоматического построения плотной модели поверхности в различных программных продуктах. Ресурсоемкость и производительность процессов. Распределенные вычисления. Воспроизводимость результатов. Настройки и параметры алгоритмов построения плотной модели поверхности в различных программных продуктах. Карты параллаксов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Письменный опрос

Тема 2.2. Алгоритмы фильтрации и классификации плотных облаков точек

Автоматические методы фильтрации плотной цифровой модели поверхности. Классификация точек ЦМП. Ручные методы фильтрации ЦМП. Проблемы редактирования ЦМП. Статистические вычисления результатов фильтрации ЦМП в разных программных продуктах.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Коллоквиум

Тема 2.3. Алгоритмы построения 3D моделей местности

Автоматические алгоритмы построения 3D моделей местности в разных программных продуктах. Создание текстур моделей. Атлас текстур. Прореживание 3D моделей. Форматы 3D моделей. 2, 5D модели.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Коллоквиум

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.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 1.1. Введение. Понятие модели и моделирования.

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Объясните смысл понятия модели и моделирования.
2. Каким требованиям должны удовлетворять модели?
3. На какие классы разделяются модели по области использования?

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Исследование точности определения элементов внешнего ориентирования одиночного снимка по опорным точкам методом имитационного моделирования.

Задание:

Построить и проанализировать графики зависимости точности Xs, Ys и Zs от удаления до объекта при различных фокусных расстояниях.

Работа выполняется для фокусных расстояний 75мм, 100мм, 150мм

Расстояние до объекта изменять от 50, 100, 200, 400м

Углы наклона задаются по шифру студента. Шифр обязательно указать на вкладке General.

Выполнение:

Работа выполняется в программе «Ориентирование камеры по точкам». Макросы должны быть включены!

1. Задаем нужное нам фокусное расстояние (во вкладке General) и расстояние до объекта (во вкладке Orientations).
2. Вычисляем «идеальный» (свободный от ошибок) снимок при истинных ЭВО (выполняется нажатием Ctrl+t). При этом безошибочные координаты точек снимка копируются на место рабочих x_p, y_p.
3. Выполняем несколько итераций (выполняется нажатием Ctrl+i). При этом «новые» ЭВО копируются на место «текущих».
4. Вводим случайные поправки, имитирующие ошибки измерений в координаты точек снимка (выполняется нажатием Ctrl+r). Повторяем пункт 3.
5. Накапливаем статистические данные (клавиша Ctrl+s).
6. Пункты 2-5 повторяем не менее 10 раз, чтобы в статистике накопить данные.
7. Из вкладки Statistics копируем значение и вставляем во вкладку для построения графика.
8. Очищаем статистику и проводим пункты 1-7 для других расстояний до объекта.

После построения графика для одного фокусного расстояния, копируем вкладку с графиками, переименовываем ее и проводим алгоритм действий для оставшихся фокусных расстояний.

Вывод: Проанализировать графики

Ответьте на контрольные вопросы:

1. Объясните назначение элементов внешнего ориентирования снимка.
2. Что такое опорная точка?
3. Какой порядок матрицы нормальных уравнений, возникающей при решении задачи определения элементов внешнего ориентирования снимка по опорным точкам?
4. Какое минимальное число опорных точек необходимо для решения задачи определения элементов внешнего ориентирования снимка?
5. Опишите оптимальную схему расположения изображений опорных точек на снимке.

Тема 1.2. Объекты моделирования и способы создания их имитационных моделей.

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Опишите классификацию моделей по способу их представления.

2. Поясните термины «материальная (натурная) модель», «информационная модель». Приведите примеры моделей такого рода.

3. Объясните понятие «вербальная модель». Приведите примеры.

Тема 1.3. Проблемы создания моделей трехмерных объектов и пути их решения.

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Назовите и охарактеризуйте типы табличных моделей.

2. На какие группы можно разделить динамические модели в зависимости от характера изменения модели во времени?

3. Опишите назначение структурных и функциональных моделей.

Тема 1.4. Функциональное наполнения трехмерных моделей и их публикация в сети интернет.

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Опишите классификацию моделей с учетом фактора времени.

2. В чем заключается различие между детерминированными и стохастическими моделями?

3. Как оценивается качество построенной стереомодели?

Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 2.1. Алгоритмы автоматического построения плотной модели поверхности

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Принцип построения сетей маршрутной и блочной фототриангуляции методом независимых моделей.

2. Принцип построения сетей маршрутной и блочной фототриангуляции методом связок.

Тема 2.2. Алгоритмы фильтрации и классификации плотных облаков точек

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Принцип полуглобальных методов построения плотной модели поверхности.

2. Что такое шум модели поверхности?

Тема 2.3. Алгоритмы построения 3D моделей местности

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Основные параметры алгоритма построения плотной модели поверхности

2. Что такое полигональная текстурированная трехмерная модель местности?

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Вопросы/Задания:

1. Объясните смысл понятия модели и моделирования.

2. Каким требованиям должны удовлетворять модели?

3. На какие классы разделяются модели по области использования?

4. Опишите классификацию моделей по способу их представления.

5. Поясните термины «материальная (натурная) модель», «информационная модель». Приведите примеры моделей такого рода.

6. Объясните понятие «вербальная модель». Приведите примеры.

7. Назовите и охарактеризуйте типы табличных моделей.

8. На какие группы можно разделить динамические модели в зависимости от характера изменения модели во времени?

9. Опишите назначение структурных и функциональных моделей.

10. Каковы особенности моделей, построенных как модели «черного ящика»?

11. Опишите классификацию моделей с учетом фактора времени.

12. В чем заключается различие между детерминированными и стохастическими моделями?

13. Как оценивается качество построенной стереомодели?

14. Принцип построения сетей маршрутной и блочной фототриангуляции методом независимых моделей.

15. Принцип построения сетей маршрутной и блочной фототриангуляции методом связок.

16. Принцип полуглобальных методов построения плотной модели поверхности.

17. Что такое шум модели поверхности?

18. Основные параметры алгоритма построения плотной модели поверхности

19. Что такое полигональная текстурированная трехмерная модель местности?

20. Принцип автоматического построения 3D модели местности.

21. Что такое атлас текстур?

22. Форматы 3D модели местности.

23. Принцип многоуровневой 3D модели местности.

24. Принцип построения 2, 5D модели местности.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Чибуничев А.Г. Фотограмметрия: Учебник для студентов вузов, обуч. по напр. подготовки 21.03.03 "Геодезия и дистанц. зондирование" (бакалавриат) и 21.04.03 "Геодезия и дистанц. зонндирование" (магистратура). / А.Г. Чибуничев. - Изд-во МИИГАиК, 2022.. - 328 - 978-5-91188-080-4. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов.ГКИНП (ГНТА)- 02-036-02. / Издательство ЦНИИГАиК, 2002. - 100 - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

1. http://www.racurs.ru/wiki/ - Официальный сайт компании Ракурс. Электронная библиотека Вики-Фотограмметрия
2. https://www.garant.ru - Информационно-правовой портал "Гарант"

Ресурсы «Интернет»

1. https://docs.cntd.ru/document/1200133756 - Электронный фонд правовых и норма-тивно-технических документов
2. http://photogrammetria.ru/ - Официальный сайт компании НПП Фотограмметрия.
3. http://www.isprs.org - Официальный сайт Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования. Самая большая база научных статей по фотограмметрии

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)

1. Agisoft Metashape;
2. 7Zip;
3. Microsoft Office;
4. PHOTOMOD;

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 47 шт.

Комплекты ЭВМ специализированные - 16 шт.
Маркерная доска - 3 шт.
Проектор - 3 шт.

Лекционная аудитория
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 1 шт.
Интерактивная панель - 1 шт.
Маркерная доска - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение обучающимся учебной дисциплины «Трехмерное моделирование в геодезии и фотограмметрии» предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, лабораторных работ. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Самостоятельная работа студентов (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 лабораторным занятиям
- Работа с руководством пользователя программными продуктами
- Работа с методическими указаниями
- 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.

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.