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

Геодезический факультет
Кафедра информатики и геоинформационных технологий

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.ДВ.01.19 ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ГИС С ЭЛЕМЕНТАМИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ»

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): 2026

Срок получения образования: 2 года

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

Москва, 2026

Разработчики:

Преподаватель кафедры Информатики и геоинформационных технологий Груздев С. 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 - Получить практические навыки производства трёхмерных моделей участков местности и объектов местности в рамках разработки проектов производства топографо-геодезических работ, включая последующую интеграцию трёхмерных моделей в геоинформационные системы.

Задачи изучения дисциплины:

- Получение компетенций поиска, систематизации и интерпретация данных об участках и объектах местности полезных для процесса их трёхмерного моделирования;
- Формирование теоретических и практических представлений об организации процесса ручного трёхмерного моделирования участков и объектов местности;
- Приобретение практических навыков ручного трёхмерного моделирования участков и объектов местности на всех этапах технологического цикла от моделирования базового каркаса до топологической проверки результата и его пространственной привязки;
- Освоение процесса экспорта моделей и интеграции в геоинформационные системы, включая локальные и облачные, а также веб-сервисы, использующие пространственные данные;
- Ознакомление с инструментарием и использование его базовых функций для подготовки и использования трёхмерных моделей объектов с географической привязкой в среде дополненной реальности.

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/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/Ум6 Подбирать инструменты, источники данных, материалы и выстраивать на их основе детальную технологическую цепочку создания трёхмерных моделей пространственных объектов и участков местности в зависимости от особенностей потенциальной модели

Владеть:

ПК-1.1/Нв6 Навыками трёхмерного моделирования участков и объектов местности, их текстурирования, пространственной привязки, топологической проверки, а так же экспорта в геоинформационные системы разного вида и использование в среде дополненной реальности

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.01.19 «Трехмерное моделирование в ГИС с элементами виртуальной реальности» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

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)
4 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. Подготовительный этап	**8**	**2**	**2**	**4**	ПК-1.1
Тема 1.1. Выбор объекта моделирования и сбор информации о нём	8	2	2	4	
Раздел 2. Трёхмерное моделирование участка или объекта местности	**32**	**3**	**6**	**23**	ПК-1.1
Тема 2.1. Создание базового полигонального каркаса	8	1	2	5	
Тема 2.2. Детализация геометрии полигонального каркаса	24	2	4	18	
Раздел 3. Создание текстур и их наложение на модель	**26**	**2**	**6**	**18**	ПК-1.1
Тема 3.1. Создание фототекстур в растровом редакторе	12	1	3	8	
Тема 3.2. Наложение текстур на готовую трёхмерную модель	14	1	3	10	

Раздел 4. Контроль топологии и географическая привязка модели	**13**	**2**	**3**	**8**	ПК-1.1
Тема 4.1. Средства контроля топологии и наложения текстур	9	1	2	6	
Тема 4.2. Географическая привязка модели и особенности её посадки на рельеф	4	1	1	2	
Раздел 5. Экспорт и интеграция модели в разные виды геоинформационных систем и сервисов	**14**	**2**	**4**	**8**	ПК-1.1
Тема 5.1. Способы, форматы и конвертеры для перевода модели в ГИС и географические Веб-сервисы	14	2	4	8	
Раздел 6. Использование модели в среде дополненной реальности	**15**	**2**	**5**	**8**	ПК-1.1
Тема 6.1. Подготовка модели и инструментария для среды дополненной реальности	4	1	1	2	
Тема 6.2. Реализация приложения дополненной реальности с интегрированной моделью	11	1	4	6	
Итого	**108**	**13**	**26**	**69**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Подготовительный этап

Тема 1.1. Выбор объекта моделирования и сбор информации о нём

Подбор объекта или участка реального мира для трёхмерного моделирования. О различных видах открытой информации, которая полезна для моделирования и способах её получения. Применение различных видов информации о потенциальной модели для моделирования базового каркаса.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 2. Трёхмерное моделирование участка или объекта местности

Тема 2.1. Создание базового полигонального каркаса

Подходы к созданию базового полигонального каркаса. Инструменты, участвующие в моделировании базового каркаса. Типовые ошибки моделирования на начальном этапе.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля

Просмотр выполненных работ

Тема 2.2. Детализация геометрии полигонального каркаса

Применение продвинутых инструментов моделирования для создания деталей каркаса. Увеличение плотности сетки. Об ограничениях геоинформационных систем и сервисов накладываемых на геометрию моделей. Оптимизация геометрии модели.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 3. Создание текстур и их наложение на модель

Тема 3.1. Создание фототекстур в растровом редакторе

Виды текстур и понятие фототекстур. Методика создания фототекстур и инструменты для этого. Создание тайловых текстур. Ограничения, накладываемые на тектсуры в геоинформационных системах и сервисах. Банки материалов и текстур.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 3.2. Наложение текстур на готовую трёхмерную модель

Редактор материалов. Создание материалов и текстур в программах трёхмерного моделирования. Подходы к наложению материалов и текстур на модель. Типовые ошибки при работе с материалами и текстурами в редакторах трёхмерной графики.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 4. Контроль топологии и географическая привязка модели

Тема 4.1. Средства контроля топологии и наложения текстур

Виды топологических ошибок и их влияние на дальнейшее использование модели. Ошибки наложения текстур. Пути и программные средства исправления ошибок в модели до приемлемого уровня. Автоматизация исправления ошибок некоторых видов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 4.2. Географическая привязка модели и особенности её посадки на рельеф

О географической привязке и посадке на рельеф. Особенности процесса геопривязки и посадки на рельеф в программах трёхмерного моделирования. Типовые ошибки и пути их устранения при посадке модели на рельеф.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля

Просмотр выполненных работ

Раздел 5. Экспорт и интеграция модели в разные виды геоинформационных систем и сервисов

Тема 5.1. Способы, форматы и конвертеры для перевода модели в ГИС и географические Веб-сервисы

О форматах, которые поддерживают ГИС и картографические сервисы. Особенности преобразования модели в форматы VRML, KMZ, DAE COLLADA, GLTF/GLB, 3D Tiles. Конвертеры для преобразования в требуемый формат. Решение типовых проблем при конвертации. Загрузка модели в ГИС и встраивание её в картографические сервисы.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 6. Использование модели в среде дополненной реальности

Тема 6.1. Подготовка модели и инструментария для среды дополненной реальности

О дополненной реальности и способах привязки моделей к реальной местности. Применение среды дополненной реальности в ГИС, геоинформационных приложениях и сервисах. Инструментарий для создания приложений дополненной реальности для мобильных устройств. Адаптация модели для среды дополненной реальности.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 6.2. Реализация приложения дополненной реальности с интегрированной моделью

Этапы создания приложения дополненной реальности за счёт SDK. Формирование опорных изображений. Создание базы данных изображений. Связь опорных изображений с изображениями реального мира. Размещение трёхмерной модели на опорных изображениях.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ
Расчетно-графическая работа

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, 4 семестр.

1) К зачёту допускаются учащиеся, у которых на руках есть полностью выполненная РГР.
2) Проведение зачёта предполагает по каждому из учащихся оценку результатов РГР и ответов на 2 зачётных вопроса. На подготовку к ответу на зачётные вопросы выделяется не менее 20 мин. Зачёт проходит в устной форме, но учащийся может дополнять свои ответы материалами в письменной форме и/или демонстрировать некоторые элементы ответа на компьютере или мобильном устройстве. На итог зачёта могут влиять результаты текущего контроля.
3) Зачёт является дифференцированным. Для получения оценки «Удовлетворительно» достаточно корректно выполненной РГР и правильного ответа на один из случайных вопросов текущего контроля или РГР выполненной с замечаниями, но при этом потребуется правильно ответить на 1 или 2 зачётных вопроса (в зависимости от количества и значимости замечаний). Оценка «Хорошо» ставится только при корректно выполненной РГР и ответах с замечаниями, данных на зачётные вопросы. Оценка «Отлично» ставится при правильно выполненной РГР и ответах без замечаний, данных на 2 зачётных вопроса.
4) Наличие лекционных занятий в данной дисциплине предполагает, что учащиеся получают несколько более глубокие знания в теоретической части, в целом, практико-ориентированного курса. Как следствие, ответы на открытые типы вопросов (вопросы дифференцированного зачёта и часть вопросов текущего контроля) должны быть более осмысленными, глубокими, то есть содержащими больше полезных сведений по теме вопроса.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Подготовительный этап

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 1.1. Выбор объекта моделирования и сбор информации о нём

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу на тему текущего раздела, а результаты показать преподавателю для оценки и добавить в РГР.

2. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.

Выберите шаг подготовительного этапа трёхмерного моделирования, который напрямую влияет на достоверность размеров модели и удобство моделирования.

А) Выбор разрешения при сохранении участка космического снимка для последующей его загрузки в программу для трёхмерного моделирования.

б) Подбор космического снимка сверхвысокого разрешения наилучшего качества (разрешение, шум, смаз и др.), на котором зарегистрирован целевой объект.

в) Выбор единиц измерения проекта в программе трёхмерного моделирования, с последующей коррекцией масштаба, положения и поворота участка космического снимка при импорте.
г) Выбор проекции, а также режима определённого вида в программе трёхмерного моделирования.

3. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Как можно узнать базовую форму моделируемого объекта и форму более мелких деталей его каркаса? Расскажите о подходах.

Раздел 2. Трёхмерное моделирование участка или объекта местности
Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 2.1. Создание базового полигонального каркаса

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу на тему текущего раздела, а результаты показать преподавателю для оценки и добавить в РГР.

2. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Какой вид трёхмерного моделирования достаточно универсален и чаще всего используется в ГИС?
А) Моделирование за счёт примитивов (параметрическое).
б) Скульптурное моделирование.
в) Лоскутное моделирование.
г) Полигональное моделирование.

3. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Расскажите об инструментах, которые в большинстве случаев используются для создания базовых полигональных каркасов.

Тема 2.2. Детализация геометрии полигонального каркаса

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу на тему текущего раздела, а результаты показать преподавателю для оценки и добавить в РГР.

2. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Выберите, что не входит в процесс оптимизации моделей?
А) Выбор формата текстуры, разрешения и сжатия.
б) Удаление лишних рёбер, полигонов и вершин.
в) Уменьшение плотности сетки у сложных форм.
г) использование геометрических примитивов.

3. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Назовите все элементы, из которых состоит полигональный каркас (от меньшего к большему) и расскажите про них.

Раздел 3. Создание текстур и их наложение на модель
Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 3.1. Создание фототекстур в растровом редакторе

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу на тему текущего раздела, а результаты показать преподавателю для оценки и добавить в РГР.

2. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Какой формат текстур поддерживает прозрачность?
А) JPG.
б) TIFF.
в) BMP.
г) PNG.

3. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Что такое дисторсия и виньетирование? Чем они мешают при создании фототекстур?

Тема 3.2. Наложение текстур на готовую трёхмерную модель

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу на тему текущего раздела, а результаты показать преподавателю для оценки и добавить в РГР.

2. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Какой этап лишний во время наложения текстур?
А) Создание и настройка материала.
б) Выбор формата текстуры.
в) Настройка текстурной развёртки.
г) Настройка нормалей.

3. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Что такое текстурная развёртка и на что она влияет? Какими инструментами и как ей можно управлять?

Раздел 4. Контроль топологии и географическая привязка модели

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 4.1. Средства контроля топологии и наложения текстур

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу на тему текущего раздела, а результаты показать преподавателю для оценки и добавить в РГР.

2. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Что из перечисленного ниже является топологической ошибкой?
А) Пересечение рёбер.
б) Избыточная плотность сетки на части модели.
в) Неправильно настроенный масштаб у наложенной текстуры.
г) Использование полигональной сетки из треугольников.

3. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Расскажите о топологических ошибках в текстурах. Какие они бывают и на что влияют?

Тема 4.2. Географическая привязка модели и особенности её посадки на рельеф

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу на тему текущего раздела, а результаты показать преподавателю для оценки и добавить в РГР.

2. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Какой пункт лишний и не требуется для географической привязки?
А) Привязка угла здания по координатам.
б) Задание азимута.
в) Задание правильной высоты объекта моделирования.
г) Посадка модели на рельеф.

3. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Как масштаб модели влияет на географическую привязку? В каких ситуациях можно не делать географическую привязку и посадку на рельеф средствами программы для трёхмерного моделирования? Приведите примеры.

Раздел 5. Экспорт и интеграция модели в разные виды геоинформационных систем и сервисов

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 5.1. Способы, форматы и конвертеры для перевода модели в ГИС и географические Веб-сервисы

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу на тему текущего раздела, а результаты показать преподавателю для оценки и добавить в РГР.

2. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Какой формат подходит для передачи трёхмерной геопривязанной модели в ГИС?

А) VRML.
б) 3DS.
в) OBJ.
г) KMZ.

3. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Назовите примеры сервисов и приложений по тематике ГИС, в которых можно использовать трёхмерные модели. Какие аспекты нужно учесть и как выполнить перенос модели в эти сервисы? Приведите примеры.

Раздел 6. Использование модели в среде дополненной реальности

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 6.1. Подготовка модели и инструментария для среды дополненной реальности

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу на тему текущего раздела, а результаты показать преподавателю для оценки и добавить в РГР.

2. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Какую задачу не может помочь решить технология дополненной реальности? Поясните свой ответ.

А) Планирование существующей окружающей обстановки с учётом новых объектов, территориальное планирование.
б) Быть игровым элементом для более наглядной и интересной презентации.
в) Использовать трёхмерные модели для расширения виртуального мира.
г) Визуализировать сложные конструкции и искать конфликты с окружением.

3. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Как подготовить трёхмерную модель для среды дополненной реальности? Что важно учесть? Какие программные решения существуют, чтобы помочь в этом?

Тема 6.2. Реализация приложения дополненной реальности с интегрированной моделью

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу на тему текущего раздела, а результаты показать преподавателю для оценки и добавить в РГР.

2. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Какой комплект разработчика / SDK, библиотека, фреймфорк не подходит для создания приложений дополненной реальности? Поясните свой ответ.

А) Cesium ion.
б) ARCore.
в) MapBox Vision SDK.
г) Wikitude.

3. Вопрос для текущего контроля знаний по практическому заданию.
Опишите основные шаги создания приложения дополненной реальности с трёхмерной моделью, которую Вы смоделировали в рамках РГР.

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Закончить выполнение и оформить РГР на тему «Освоение технологии трёхмерного моделирования объектов и участков местности с последующей интеграцией моделей в ГИС и среду дополненной реальности».

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

4 семестр, Зачет с оценкой
Контролируемые ИДК: ПК-1.1
Вопросы/Задания:

1. Расскажите о подходах и источниках данных, которые можно использовать для определения геометрических размеров, создания текстур, а так же геометрической привязки моделируемых объектов местности.

2. Обозначьте правильную последовательность основных технологических этапов создания трёхмерных геопривязанных моделей объектов или участков местности до момента их интеграции в ГИС и/или среду дополненной реальности. Дайте пояснения к сделанному выбору.

А) Создание текстур различного вида.
б) Моделирование базового полигонального каркаса.
в) Проведение топологических проверок с последующим исправлением ошибок.
г) Экспорт и подготовка модели для использования в ГИС продуктах различных типов, а также среде дополненной реальности.
д) Наложение текстур, текстурных карт и создание материалов.
е) Повышение детализации модели в части компонентов (окна, трубы, входные группы и др.), увеличение плотности сетки и, в целом, доведение модели до уровня LOD-3.
ж) Геопривязка модели и посадка её на рельеф.
з) Сбор информации об объекте моделирования, создание двухмерного плана.

3. Детально с шагами расскажите о подходе по созданию базового каркаса трёхмерной модели на основе аэрокосмических снимков.

4. Дайте определение понятию «уровень детализации модели» (LOD). Какие уровни бывают, чем они отличаются, и какие уровни можно использовать в различных ГИС продуктах?

5. Установите последовательность действий, которая наиболее часто используется при трёхмерном моделировании базового полигонального каркаса и его дальнейшей детализации. Дайте пояснения к вашему выбору.

А) Увеличение плотности сетки для сложных форм.
б) Моделирование геометрии второстепенных элементов объекта, но имеющих достаточно

крупные размеры.
в) Создание плана объекта моделирования.
г) Работа над базовой геометрией крыши объекта.
д) С помощью инструментов «вдавливания» / «выдавливания» получение основных объёмов объекта.
е) Проработка формы фасадов.

6. Расскажите об ошибках, которые обычно допускают при создании базового полигонального каркаса. Приведите примеры. Назовите список инструментов, которых достаточно для создания базовых форм.

7. Расскажите, в чём заключается процесс оптимизации геометрии трёхмерной модели? Какие шаги можно предпринять, чтобы при использовании модели в ГИС минимизировать потери производительности и шанс возникновения ошибок связанных с моделью?

8. Объясните, по какой последовательности действий работает механизм построения геометрических форм, реализованный в инструментах Loft-моделирования, Follow me («следуй за мной») и аналогичных в различных пакетах трёхмерного моделирования? Дайте пояснения, которые будут характеризовать ваш опыт применения данных инструментов в конкретном пакете трёхмерного моделирования.

А) Создание направления или линии пути.
б) Настройка полученной сетки, её оптимизация и при наличии дефектов, переделка.
в) Формирование сечения/ий.
г) Перенос сечения/ий на линию пути в конкретные места с определённой ориентацией в просранстве.
д) Формирование полигональной сетки.

9. Чем отличается процесс детализации полигонального каркаса от моделирования базового каркаса? Чего мы хотим добиться при этом? Какие критерии существуют при выборе того, что моделировать, а что нет?

10. Что такое фототекстура? Какие исходные материалы используются для её создания? Кратко опишите инструменты, которые нужны для создания таких текстур.

11. Опишите наиболее качественную последовательность шагов для создания типовых фототекстур. Дайте пояснения для своего выбора.

А) Произвести кадрирование с учётом исправления перспективы.
б) Сохранить в формате JPG/PNG/TIFF.
в) Изменить размер текстуры из расчёта определённого числа пикселей на метр.
г) При необходимости, выполнить коррекцию дефектов на фотографии.
д) Исправить дисторсию и виньетирование для снимка в ручном или автоматическом режиме.

12. Что такое текстура? Какие параметры и форматы бывают у текстур? Что такое банк текстур? Чем отличается текстура от материала? Какие ограничения ГИС и трёхмерные движки накладывают на текстуры?

13. Расскажите о процессе наложения текстур в программах трёхмерного моделирования. Что такое редактор материалов и как в нём работать? Какие типовые действия требуется выполнить для корректного наложения материалов на полигоны?

14. Что такое тайловая текстура? В каких случаях оправдано её применение? Расскажите о процессе создания таких текстур.

15. Расскажите подробнее об инструментах, которые помогают работать с текстурами и материалами в программах трёхмерного моделирования. Укажите на распространённые ошибки при наложении текстур. Как их избежать? Приведите примеры.

16. Расскажите о топологических ошибках, которые могут возникать в трёхмерных моделях. Как с ними бороться? На что они влияют?

17. Расставьте правильную последовательность шагов при устранении ошибок топологии. Последовательность шагов может несколько изменяться в зависимости от выбранного ПО, необходимы пояснения к шагам.

А) Повторная оценка качества модели и контрольный экспорт в обменный формат ГИС.
б) Проверка топологии текстур.
в) Выявление наиболее значимых ошибок геометрии и их исправление в ручном режиме.
г) Проверка топологии геометрических форм.
д) Автоматическое исправление топологических ошибок геометрии.
е) Ручная или автоматическая коррекция топологических ошибок текстур.

18. Расскажите о программных средствах контроля топологии. Исправление ошибок ручным и автоматическим способом. Какие риски включает автоматическое исправление ошибок?

19. Поясните, что включает в себя процесс географической привязки и посадки на рельеф трёхмерных моделей. Какие возникают проблемы и сложности при данном процессе?

20. Какое программное обеспечение можно использовать для географической привязки? Расскажите об обменных форматах поддерживающих географическую привязку и способах географической привязки моделей, если формат её не поддерживает.

21. Опишите правильную технологическую последовательность действий при посадке модели на рельеф. Дайте пояснения, что происходит на каждом из этапов.

А) Создание оттиска для участка рельефа, на котором будет расположен объект моделирования.
б) Задание высоты для модели несколько выше уровня ЦМР.
в) Текстурирование оттиска.
г) Привязка модели к оттиску.
д) Привязка по координатам и задание азимута для модели.

22. На примере формата GLTF/GLB выберите правильную последовательность шагов для интеграции трёхмерной геопривязанной модели в продукты на базе движка CesiumJS и подобных. При определённых ситуация шаги могут немного отличаться, дайте разъяснения своему выбору.

А) При необходимости, реализация геопривязки через программный код.
б) Конвертация модели в формат DAE Collada средствами программы для трёхмерного моделирования.
в) Коррекция имён текстур с учётом требований.
г) Использование конвертера от KhronosGroup для перевода модели в формат GLTF/GLB.
д) Привязка по координатам и задание азимута для модели.

23. В каких ГИС продуктах применяются трёхмерные модели? В чём особенности и сложности интеграции трёхмерных моделей в ГИС? Приведите пример подготовки модели для определённого ГИС продукта.

24. Расскажите детальнее о форматах, которые используются для переноса трёхмерных моделей в ГИС. Какие ограничения накладываются данными форматами? Приведите примеры способов перехода в несколько форматов.

25. Что такое дополненная реальность и чем она отличается от виртуальной? Как можно использовать трёхмерные модели объектов и участков местности в среде дополненной и виртуальной реальности? Расскажите о шагах, которые нужно выполнить, чтобы перенести модель в среду дополненной реальности.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Толстов Е. В. Информационное моделирование зданий и сооружений. Базовый уровень: учебно-методическое пособие / Е. В. Толстов. - Информационное моделирование зданий и сооружений. Базовый уровень - Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2019. - 121 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/105735.html - Режим доступа: по подписке

2. Игнатова Е. В. Геометрическое компьютерное моделирование: учебно-методическое пособие / Е. В. Игнатова. - Москва: МИСИ – МГСУ, 2019. - 49 с. - 978-5-7264-2014-1. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/143075 - Режим доступа: по подписке

3. Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование: лабораторные работы: учебное пособие / М. Н. Геворкян, Д. С. Кулябов, А. В. Демидова, А. В. Королькова. - Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование: лабораторные работы - Москва: Российский университет дружбы народов, 2018. - 120 с. - 978-5-209-08879-0. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/104214.html - Режим доступа: по подписке

4. Забелин Л. Ю. Основы компьютерной графики и технологии трехмерного моделирования: учебное пособие / Л. Ю. Забелин, О. Л. Конюкова, О. В. Диль. - Основы компьютерной графики и технологии трехмерного моделирования - Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. - 259 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/54792.html - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Построение цифровых моделей местности с использованием программных средств CREDO III: лабораторный практикум / Т. В. Самодурова, О. В. Гладышева, К. В. Панферов, Н. Ю. Алимова, Ю. В. Бакланов. - Построение цифровых моделей местности с использованием программных средств CREDO III - Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. - 85 с. - 978-5-7731-0768-2. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/93334.html - Режим доступа: по подписке

2. Дроздова Е. Н. Работа с трехмерными объектами: учебное пособие / Е. Н. Дроздова. - Работа с трехмерными объектами - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2023. - 86 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/140169.html - Режим доступа: по подписке

3. Современные географические информационные системы проектирования, кадастра и землеустройства: учебное пособие / Д. А. Шевченко, А. В. Лошаков, С. В. Одинцов [и др.] - Ставрополь: СтГАУ, 2017. - 199 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/107213 - Режим доступа: по подписке

4. Хохлов П. В. Основы трёхмерного моделирования в программе Blender 3D: учебное пособие / П. В. Хохлов, В. Н. Хохлова. - Основы трёхмерного моделирования в программе Blender 3D - Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. - 84 c. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/138781.html - Режим доступа: по подписке

5. Цветков В.Я Информационное пространственное моделирование: Учебник. / Цветков В.Я., Лонский И.И., Булгаков С.В. / Московский гос. ун-т геодезии и картографии. / В.Я Цветков, И.И. Лонский, С.В. Булгаков. - МАКС Пресс, 2022.. - 246 - 978-5-317-06758-8. - Текст: непосредственный.

6. Штейнбах О. Л. Трёхмерная графика. Основы работы в Blender: учебное пособие / О. Л. Штейнбах. - Трёхмерная графика. Основы работы в Blender - Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. - 81 c. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/138798.html - Режим доступа: по подписке

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://eddu.pro/free-lessons-sketchup/ - Бесплатные видео-уроки SketchUp.
2. https://help.sketchup.com/ru/sketchup/sketchup - Документация SketchUp.
3. https://gistoolkit.ru/download/doc/model3d.pdf - ГИС "Панорама". Прикладные задачи. Построение 3D модели.
4. https://gamesetup.ru/topic/230.html - Создание текстуры из фотографии
5. https://aproducts.ru/adobe-photoshop/kak-sozdat-besshovnuyu-teksturu-iz-fotografii-poshagovoe-rukovodstvo - Создание бесшовной текстуры из фотографии
6. https://github.com/CesiumGS - Репозиторий проекта Cesium для работы с трёхмерными геопространственными данными.
7. https://habr.com/ru/articles/439190/ - Создание приложений дополненной реальности с помощью ARCore.

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. 7Zip;
2. Microsoft Office;

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 12 шт.

Интерактивная доска - 1 шт.

Проектор - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины «Трёхмерное моделирование в геоинформационных системах с элементами виртуальной и дополненной реальности» предлагает изучение практического и базового теоретического материала на аудиторных занятиях, а так же достаточно большое количество часов самостоятельной работы студента (СРС) для получения навыков производства трёхмерных моделей, включая создание текстур, контроль топологии, пространственную привязку и другое.

Аудиторные занятия проходят согласно списку тем в разделе «Содержание дисциплины» и предполагают закрепление основных знаний, умений и навыков владения. СРС в первую очередь предназначена для оттачивания до автоматизма навыков владения изучаемых программных средств, которые входят в технологический процесс производства трёхмерных геопривязанных моделей с последующей интеграцией в ГИС и приложения дополнительной реальности.

СРС учащегося состоит из:
1) Изучение материалов аудиторных занятий и, при необходимости, дополнительных материалов из списка литературы.
2) Самостоятельная доработка практических заданий, начатых на аудиторных занятиях.
3) Самостоятельного изучения некоторых аспектов дисциплины.
4) Подготовка отчёта в электронном виде о выполненных работах (согласно содержанию дисциплины) в рамках производства трёхмерной модели, её пространственной привязки, интеграции в ГИС и приложения дополненной реальности.
5) Подготовка к защите отчёта и зачётным вопросам.

Стоит обратить внимание, что для успешного освоения дисциплины важно изучить электронные источники (Ресурсы Интернет), обратить внимание на основную и дополнительную литературу, а также выполнить все практические задачи, обозначенные в настоящей рабочей программе дисциплины.

Для успешного прохождения дисциплины необходимо выполнить РГР на тему «Освоение технологии трёхмерного моделирования объектов и участков местности с последующей интеграцией моделей в ГИС и среду дополненной реальности»

Результаты РГР представляются в виде электронного текстового документа с иллюстрациями и ключевыми пояснениями. Текстовый документ РГР должен учитывать все этапы технологической цепочки по созданию трёхмерных моделей в ручном режиме с учётом их последующей интеграции в ГИС и среду дополненной реальности на примере подготовки собственной трёхмерной геопривязанной модели. Каждый учащийся выбирает объект или участок местности для моделирования самостоятельно, но консультируясь с преподавателем. Преподаватель может предложить возможные варианты объектов или участков местности. В части содержания РГР должна включать в себя следующие элементы:
1) Титульный лист с указанием темы РГР.
2) Содержание.
3) Введение, в котором должны быть описаны цель РГР и задачи, которые нужно решить для её достижения.
4) Последующие разделы, посвящённые технологической цепочке, имеет смысл назвать подобным образом:
а) Подготовительный этап,
б) Создание базового полигонального каркаса,
в) Детализация полигонального каркаса,
г) Создание и наложение текстур,
д) Проверка топологии модели,

е) Географическая привязка и посадка на рельеф,
ж) Интеграция модели в продукты ГИС,
з) Подготовка модели и её интеграция в среду дополненной реальности.
5) Заключение, в котором описываются выводы по проделанной работе и констатируется, удалось ли выполнить все задачи и достигнуть цели.

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, а также внешних источников из раздела "Ресурсы Интернет".

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 учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.