

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Архитектурно-строительное проектирование»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
*Б1.В.11 «ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОХРАНЕНИИ ОБЪЕКТОВ
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ»*

для направления подготовки
08.04.01 «Строительство»

по магистерской программе
«Экспертиза и надёжность объектов культурного наследия»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры
«Архитектурно-строительное проектирование»

Протокол № 5 от «21» января 2025 г.

И. о. заведующего кафедрой
«Архитектурно-строительное
проектирование»

«21» января 2025 г.

Н. Н. Шангина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО

«21» января 2025 г.

_____ *Н. Н. Шангина*

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОХРАНЕНИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ» (Б1.В.11) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «31» мая 2017 г., приказ Минобрнауки России № 482, с изменениями, утвержденными 08 февраля 2021 г. приказом Минобрнауки России № 82 и на основе анализа требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускниками на рынке труда, обобщения отечественного и зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники.

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся практических навыков создания, обработки и анализа цифровых моделей объектов культурного наследия.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- ознакомление с методами фотограмметрии и лазерного сканирования;
- освоение технологий генерации и обработки облаков точек;
- разработка навыков построения, текстурирования и визуализации 3D-моделей;
- интеграция полученных моделей в ГИС-системы и веб-приложения;
- анализ деформаций и диагностика состояния объектов на основе цифровых данных

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков:

- использования профессионального программного обеспечения для работы с информационными моделями, включая импорт/экспорт данных из различных источников. (ПК-5.3.9).

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-5 Разработка проектной документации по консервации, реставрации и воссозданию	
ПК-5.1.6 Знает основные принципы и понятия информационного моделирования, включая различные форматы данных, системы координат, методы пространственного анализа и визуализации.	Обучающийся <i>знает</i> : - основные принципы и понятия информационного моделирования, включая различные форматы данных, системы координат, методы пространственного анализа и визуализации
ПК-5.1.7 Знает специфику создания информационных моделей для объектов культурного наследия, учитывая особенности их геометрии, истории и состояния.	Обучающийся <i>знает</i> : - специфику создания информационных моделей для объектов культурного наследия, учитывая особенности их геометрии, истории и состояния.
ПК-5.1.8 Знает принципы интеграции ТИМ с другими современными технологиями, такими как лазерное сканирование, фотограмметрия, искусственный интеллект.	Обучающийся <i>знает</i> : - принципы интеграции ТИМ с другими современными технологиями, такими как лазерное сканирование, фотограмметрия, искусственный интеллект

ПК-5.2.10 Умеет работать с базовыми программными продуктами для создания и редактирования 3D-моделей, обрабатывать и анализировать пространственные данные.	Обучающийся <i>умеет</i> : - работать с базовыми программными продуктами для создания и редактирования 3D-моделей, обрабатывать и анализировать пространственные данные
ПК-5.2.11 Умеет анализировать полученные данные, выявлять проблемные участки объектов, оценивать риски и разрабатывать рекомендации по их устранению на основе данных ТИМ	Обучающийся <i>умеет</i> : - анализировать полученные данные, выявлять проблемные участки объектов, оценивать риски и разрабатывать рекомендации по их устранению на основе данных ТИМ
ПК-5.2.12 Умеет эффективно визуализировать полученные данные и представлять их в виде отчетов, презентаций и других форм документации, используя программные средства.	Обучающийся <i>умеет</i> : - эффективно визуализировать полученные данные и представлять их в виде отчетов, презентаций и других форм документации, используя программные средства.
ПК-5.2.13 Умеет использовать ТИМ для создания виртуальных моделей объектов, проведения виртуального обследования и диагностики состояния, анализа деформаций и других процессов разрушения.	Обучающийся <i>умеет</i> : - использовать ТИМ для создания виртуальных моделей объектов, проведения виртуального обследования и диагностики состояния, анализа деформаций и других процессов разрушения.
ПК-5.2.14 Умеет использовать современные методы обработки больших объемов данных для анализа состояния объектов культурного наследия	Обучающийся <i>умеет</i> : - использовать современные методы обработки больших объемов данных для анализа состояния объектов культурного наследия
ПК-5.3.9 Имеет навыки использования профессионального программного обеспечения для работы с информационными моделями, включая импорт/экспорт данных из различных источников.	Обучающийся <i>имеет навыки</i> : - использования профессионального программного обеспечения для работы с информационными моделями, включая импорт/экспорт данных из различных источников.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	48
В том числе:	
– лекции (Л)	-
– практические занятия (ПЗ)	-
– лабораторные работы (ЛР)	48
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	56
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР
Общая трудоемкость: час/з.е.	108/3

Примечания: «Форма контроля знаний» – зачет (З), курсовая работа (КР)

5. Содержание и структура дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Установка и настройка ПО для 3D-моделирования	Лабораторная работа 1. Установка Agisoft Metashape, MeshLab (2 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам	
2	Основы фотограмметрии: сбор и предобработка изображений	Лабораторная работа 2. Приём и подготовка фотоматериалов (2 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
3	Генерация облака точек и фильтрация данных	Лабораторная работа 3. Обработка и фильтрация облаков точек (2 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
4	Построение полигональных сетей (meshing)	Лабораторная работа 4. Генерация полигональных сетей (4 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
5	Текстурирование и UV-развёртка	Лабораторная работа 5. Наложение текстур на модель (4 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
6	Визуализация и рендеринг 3D-моделей	Лабораторная работа 6. настройка визуализации, рендеринг (4 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
7	Интеграция GIS-данных в 3D-модель	Лабораторная работа 7. импорт GIS-слоёв и анализ (2 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
8	Анализ деформаций и цифровая диагностика	Лабораторная работа 8. выявление и визуализация деформаций (4 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
9	BIM-моделирование исторических объектов	Лабораторная работа 9. основы BIM для наследия (2 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
10	Работа с лазерным сканированием (LiDAR)	Лабораторная работа 10. от съёмки до облака точек (4 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
11	Сравнение методов: фотограмметрия vs лазерное сканирование	Лабораторная работа 11. сопоставительный анализ (4 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
12	Обработка больших объёмов данных	Лабораторная работа 12. автоматизация и облачные сервисы (2 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
13	Создание виртуальных экскурсий и VR-презентаций	Лабораторная работа 13. подготовка VR-контента (4 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
14	Разработка интерактивных веб-приложений для визуализации	Лабораторная работа 14. веб-разработки (4 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
15	Подготовка отчёта и презентации результатов	Лабораторная работа 15. оформление отчётов (2 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка к лабораторным работам и выполнение курсовой работы	
16	Практический кейс: полный цикл цифрового моделирования	Лабораторная работа 16. полный цикл цифрового моделирования (2 часа)	ПК -5.1.6 ПК-5.1.7 ПК – 5.1.8 ПК – 5.2.10 ПК-5.2.11 ПК-5.2.12 ПК-5.2.14 ПК5.3.9
		Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы п. 8.5 Подготовка и защита лабораторных работ и курсовой работы	

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Установка и настройка ПО для 3D-моделирования	-	-	2	3	5
2	Основы фотограмметрии: сбор и предобработка изображений	-	-	2	3	5
3	Генерация облака точек и фильтрация данных	-	-	2	3	5
4	Построение полигональных сетей (meshing)	-	-	4	4	8
5	Текстурирование и UV-развёртка	-	-	4	4	8
6	Визуализация и рендеринг 3D-моделей	-	-	4	4	8
7	Интеграция GIS-данных в 3D-модель	-	-	2	3	5
8	Анализ деформаций и цифровая диагностика	-	-	4	4	8
9	BIM-моделирование исторических объектов	-	-	2	3	5
10	Работа с лазерным сканированием (LiDAR)	-	-	4	4	8
11	Сравнение методов: фотограмметрия vs лазерное сканирование	-	-	4	4	8
12	Обработка больших объёмов данных	-	-	2	3	5
13	Создание виртуальных экскурсий и VR-презентаций	-	-	4	4	8
14	Разработка интерактивных веб-приложений для визуализации	-	-	4	4	8
15	Подготовка отчёта и презентации результатов	-	-	2	3	5
16	Практический кейс: полный цикл цифрового моделирования	-	-	2	3	5
Итого		-	-	48	56	104
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						108

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

- Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- операционная система Windows;
- MS Office;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Логдачева Е.В., Швембергер С.В. Проблемы и методики трехмерной реконструкции [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nereditsa.ru/3D/article.htm>

2. Жеребятьев Д.И. О методике комплексного использования источников при построении виртуальной реконструкции объектов культурного наследия // Вестник РУДН, серия "История России", 2011, №1. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader.URL:http://www.hist.msu.ru/VLE/file.php/39/Article/On_the_methodology_of_historical_sources_complex_usage_in_3D.pdf
3. Алексеев Ю. В. Объекты культурного наследия : учебник для студентов вузов / Ю. В. Алексеев, Г. Ю. Сомов. – Москва : Проспект, 2016. 557 с.
4. Ященко В.П., Доржиева С.П., BIM-технологии как инструмент создания проекта реставрации // Молодежный вестник ИРГТУ. 2023. Том 13. №1. С. 100–105.
5. Ромашкина Е.О., Князева М.В., Использование технологий информационного моделирования в проектах сохранения и приспособления объектов культурного наследия // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А. А. Семенова. Санкт-Петербург. 2023. С. 181–186. DOI:<https://doi.org/10.23968/BIMAC.2023.025>
6. ГОСТ Р 56891.2-2016 Сохранение объектов культурного наследия. Термины и определения. Часть 2. Памятники истории и культуры (Переиздание)
7. ГОСТ Р 70630-2023 «Сохранение объектов культурного наследия. Технологические процессы подготовки раздела научно-проектной документации. Предварительные работы»
8. ГОСТ Р 70631.1-2023 «Сохранение объектов культурного наследия. Технологические процессы подготовки раздела научно-проектной документации. Часть 1. Комплексные научные исследования»
9. ГОСТ Р 70632.1-2023 «Сохранение объектов культурного наследия. Технологические процессы подготовки раздела научно-проектной документации. Проект реставрации и приспособления. Часть 1. Стадия «Эскизный проект»
10. ГОСТ Р 70632.2-2023 «Сохранение объектов культурного наследия. Технологические процессы подготовки раздела научно-проектной документации. Проект реставрации и приспособления. Часть 2. Стадия «Проект»
11. ГОСТ Р 70632.3-2023 «Сохранение объектов культурного наследия. Технологические процессы подготовки раздела научно-проектной документации. Проект реставрации и приспособления. Часть 3. Стадия «Рабочая проектно-сметная документация»
12. ГОСТ Р 70633-2023 «Сохранение объектов культурного наследия. Технологические процессы подготовки раздела научно-проектной документации. Научный отчет».
13. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации (с изменениями на 26 декабря 2024 года) (редакция, действующая с 13 января 2025 года) . – Текст : электронный. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/901820936>— Режим доступа: свободный.
14. ГОСТ Р 70108–2022 «Документация исполнительная. Формирование и ведение в электронном виде» утвержден Приказом Росстандарта № 337-ст. от 19.05.2022 года».

Разработчик рабочей программы

д.т.н., профессор

21 января 2024 г.

Н. Н. Шангина