

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 5

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

проф. д.т.н. доц.
(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Жильникова
(инициалы, фамилия)

(подпись)

«10» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые технологии 3D моделирования»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	20.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техносферная безопасность
Наименование направленности	Инжиниринг и цифровизация систем обеспечения безопасности техносферы
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата 10.02.2025)

И.В. Мателенок
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 5

«10» февраля 2025 г, протокол № 01-02/2025

Заведующий кафедрой № 5

д.т.н. доц.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата 10.02.2025)

Е.А. Фролова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФТИИ по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата 10.02.2025)

Н.Ю. Ефремов
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровые технологии 3D моделирования» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 20.03.01 «Техносферная безопасность» направленности «Инжиниринг и цифровизация систем обеспечения безопасности техносферы». Дисциплина реализуется кафедрой «№5».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки в составе коллектива: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные с использованием информационных технологий и цифровых средств»

ПК-2 «Способен проводить экологический анализ, предусматривающий расширение и реконструкцию действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования, с использованием информационных технологий и цифровых средств»

ПК-3 «Способен определять инженерные алгоритмы технологических решений, способствующих снижению негативного воздействия на окружающую среду»

ПК-5 «Способен принимать участие в инженерных разработках проектов экологической и техносферной безопасности производства, сооружений очистки сточных вод и обработки осадков»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением цифровых технологий для создания моделей объектов (компонентов природно-технических систем) в виртуальных трехмерных пространствах.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение обучающимися знаний, умений и навыков по созданию, модификации и использованию 3D моделей объектов с использованием цифровых технологий.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки в составе коллектива: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные с использованием информационных технологий и цифровых средств	ПК-1.3.2 знать цифровые средства для поиска информации по теме исследований, информационные технологии, в том числе интеллектуальные, для выполнения расчетов и порядок работы с ними ПК-1.У.1 уметь выполнять поиск данных по теме исследований с использованием цифровых средств информационных технологий, включая интеллектуальные
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен проводить экологический анализ, предусматривающий расширение и реконструкцию действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования, с использованием информационных технологий и цифровых средств	ПК-2.3.1 знать методики расчета оценки воздействия на окружающую среду планируемой деятельности и соответствующее программное обеспечение ПК-2.У.1 уметь применять цифровые инструменты для создания и оформления информации для проведения оценки воздействия на окружающую среду ПК-2.В.2 владеть навыками анализа результатов расчета оценки воздействия на окружающую среду планируемой деятельности с использованием информационных технологий
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен определять инженерные алгоритмы технологических решений, способствующих снижению негативного воздействия на окружающую среду	ПК-3.В.1 владеть навыками применения цифровых средств для разработки предложений по внедрению современных природоохранных технологий и инженерных решений

Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен принимать участие в инженерных разработках проектов экологической и техносферной безопасности производства, сооружений очистки сточных вод и обработки осадков	ПК-5.3.2 знать виды информационных технологий и профессиональных цифровых программных средств для выполнения расчетов сооружений очистки сточных вод и обработки осадков ПК-5.У.2 уметь применять информационно-коммуникационные технологии и профессиональные цифровые программные средства для выполнения специальных расчетов и разработки конструктивных и компоновочных решений сооружений очистки сточных вод и обработки осадков
------------------------------	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Научная визуализация»,
- «Цифровизация инженерной деятельности в техносферной безопасности»,
- «Моделирование систем зеленых насаждений».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин и модулей:

- «Междисциплинарный проект»,
- «Производственная преддипломная практика»,
- «Технологические инновации в системах экологического мониторинга и контроля».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Основы 3D моделирования в области техносферной безопасности Тема 1.1. Использование цифровых трехмерных моделей в области техносферной безопасности Тема 1.2. Цифровые трехмерные модели в проектировании экобиозащитной техники Тема 1.3. Основы геометрического моделирования компонентов природных и технических систем	6		0		29
Раздел 2. Создание 3D моделей в ходе конструирования с использованием САПР Тема 2.1. Применение FreeCAD для создания 3D моделей Тема 2.2. Особенности создания трехмерных моделей некоторых видов экобиозащитной техники	6		9		25
Раздел 3. Создание трехмерных моделей объектов на основе данных лазерного сканирования Тема 3.1. Использование лазерных сканеров для создания цифровых трехмерных моделей объектов Тема 3.2. Приемы работы с данными лазерного сканирования	5		8		20
Итого в семестре:	17		17		74
Итого	17	0	17	0	74

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.
Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Основы 3D моделирования в области техносферной безопасности Тема 1.1. Использование цифровых трехмерных моделей в области техносферной безопасности Разновидности цифровых трехмерных моделей, применяемые в области техносферной безопасности. Модели конструкций экобиозащитной техники. Пространственные модели функционирования. Симуляция природных и технических процессов. Моделирования движения жидкости и газа в системах очистки вод и пылегазовых выбросов. Трехмерное моделирование распространения излучения для решения задач дистанционного зондирования природных и технических систем. Трехмерное моделирование для оценки

	<p>микроклимата. Трехмерные модели развития обстановки при чрезвычайных ситуациях. Трехмерное моделирование развития природных систем. Системы Линденмайера. Модели сукцессии. Трехмерная визуализация для обучения персонала в целях обеспечения безопасности.</p> <p>Тема 1.2. Цифровые трехмерные модели в проектировании экобиозащитной техники.</p> <p>Цифровые технологии проектирования изделий. Особенности проектирования экобиозащитной техники. Задачи 3D моделирования, решаемые при проектировании экобиозащитной техники. Понятие САПР. Направления применения САПР при проектировании технических систем. Классификация САПР (CAD, CAE, CAM). PDM-системы. 3D модели как основа конструкторской документации. 3D модели в функциональном проектировании. Применение метода конечных элементов. Трехмерное моделирование в подготовке производства. Современные тенденции в развитии средств проектирования.</p> <p>Тема 1.3. Основы геометрического моделирования компонентов природных и технических систем.</p> <p>Представление объектов в виртуальном трехмерном пространстве. Виды пространства. Системы координат. Классификация геометрических моделей. Воксельные модели. Векторные непараметрические и параметрические модели. Общие сведения о математических моделях геометрических объектов. Примитивы. Полигональные сетки. Параметрические поверхности и кривые. Твердотельные модели. Каркасы. Общие сведения о рендеринге.</p>
2	<p>Раздел 2. Создание 3D моделей в ходе конструирования с использованием САПР</p> <p>Тема 2.1. Применение FreeCAD для создания 3D моделей. Основные принципы использования FreeCAD для 2D и 3D моделирования. Пункты меню, панели инструментов. Графическое меню. Диалоговые окна. Системы координат. Сетка. Привязка. Абсолютные, относительные и полярные координаты. Виды. Графические примитивы. Команды редактирования. Инструменты измерения. Построение изометрического вида. Тексты и блоки. Размеры. Управление оформлением чертежей. Управление слоями. Экспорт чертежей в другие САПР. Средства автоматизации.</p> <p>Тема 2.2. Особенности создания трехмерных моделей некоторых видов экобиозащитной техники.</p> <p>Создание моделей изделий на базе каталогов моделей комплектующих. Особенности форматов файлов, используемых для сохранения данных. Библиотеки Assembly,</p>

	Arch и Flange. Инструменты для создания нестандартных компонентов. Функции верстаков Part и PartDesign. Создание моделей циклонов. Создание моделей скрубберов. Создание моделей установок электрокоагуляции. Типовые ошибки моделирования.
3	<p>Раздел 3. Создание трехмерных моделей объектов на основе данных лазерного сканирования</p> <p>Тема 3.1. Использование лазерных сканеров для создания цифровых трехмерных моделей объектов.</p> <p>Лазерное сканирование как средство получения информации о материальных объектах. Виды лазерных сканеров и их функциональные возможности. Применение лазерных сканеров для определения пространственного положения компонентов природно-технических систем. Характеристики получаемых данных, форматы и способы представления информации об объектах. Облака точек. Подходы к обработке данных лазерного сканирования. Этапы обработки. Варианты использования данных лазерного сканирования при проектировании объектов. Процессы проектирования на основе данных сканирования. Программные продукты для обработки данных лазерной съемки и проектирования на основе облаков точек.</p> <p>Тема 3.2. Приемы работы с данными лазерного сканирования. Импорт данных. Форматы данных трехмерного сканирования. Инструменты для базовой обработки данных сканирования. Уравнивание сканов. Очистка облаков точек. Сравнительный анализ облаков точек. Инструменты для перехода от точечного к другим видам представлений. Создание полигональных структур на основе облаков точек. Выполнение операций реверсивного инжиниринга с помощью FreeCAD и Cloud Compare</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	FreeCAD. Изучение функциональных возможностей ПО и назначения отдельных верстаков	3	3	2
2	FreeCAD. Part. Работа с примитивами. Использование конструктивной блочной геометрии	3	3	2
3	FreeCAD. PartDesign. Параметрическое моделирование объектов.	3	3	2
4	Импорт данных и улучшающие преобразования облаков точек: приемы работы в Cloud Compare	3	3	3
5	Построение полигональных структур. Базовые приемы	3	3	3
6	Экспорт цифровых заготовок трехмерных объектов на основе облаков точек для использования на следующих этапах проектирования	2	2	3
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	51	51
Домашнее задание, в т.ч. подготовка отчетов по лабораторным работам (ДЗ)	17	17
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	3	3
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	3	3
Всего:	74	74

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://e.lanbook.com/book/226559	Петрусеви́ч, Д. А. Геометрическое моделирование в компьютерной графике : учебное пособие / Д. А. Петрусеви́ч. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 126 с. — Текст : электронный. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	-
https://znanium.ru/catalog/product/2131753	Голованов, Н. Н. Геометрическое моделирование : учебное пособие / Н.Н. Голованов. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2024. — 400 с. - ISBN 978-5-905554-76-6. - Текст : электронный. — Режим доступа: по подписке.	-
https://e.lanbook.com/book/213038	Никулин, Е. А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы : учебное пособие / Е. А. Никулин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 708 с. — ISBN 978-5-8114-2505-1. — Текст : электронный. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	-
https://znanium.com/catalog/product/1833116	Учаев, П. Н. Компьютерная графика в машиностроении : учебник / П. Н. Учаев, К. П. Учаева ; под общ. ред. проф. П. Н. Учаева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 272 с. - ISBN 978-5-9729-0714-4. - Текст : электронный. — Режим доступа: по подписке.	-
https://znanium.com/catalog/product/1894436	Лисяк, В. В. Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать : учебное пособие / В. В. Лисяк ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. - 109 с. - ISBN 978-5-9275-3825-6. - Текст : электронный. — Режим доступа: по подписке.	-

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://wiki.freecad.org/Tutorials/ru	FreeCAD Documentation. Учебные пособия
www.caduser.ru	Информационный портал для профессионалов в области САПР

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	ПО FreeCAD (бесплатная лицензия)
2	ПО Cloud Compare (бесплатная лицензия)

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	3Dfindit (Центральная платформа для инженеров, архитекторов, покупателей и творческих умов)

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Компьютерный класс	-
2	Мультимедийная лекционная аудитория	-

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расскажите, на каких информационных ресурсах можно найти цифровые модели комплектующих экобиозащитной техники 2. Приведите примеры использования моделей переноса излучения в области техносферной безопасности. 3. Приведите примеры программных продуктов для выполнения расчетов видимости компонентов природно-технических систем 	ПК-1.3.2

2	<p>1. Найдите трехмерную модель клапана в виде stl-файла для использования в установке водоочистки, пользуясь web-ресурсами</p> <p>2. Найдите трехмерную модель насоса в виде stl-файла для использования в установке водоочистки, пользуясь web-ресурсами</p> <p>3. Найдите трехмерную модель фильтра в виде stl-файла для использования в установке водоочистки, пользуясь web-ресурсами</p>	ПК-1.У.1
3	<p>1. Назовите программные продукты для оценки микроклимата на основе трехмерных моделей среды.</p> <p>2. Уточните, какой математический аппарат лежит в основе создания трехмерных моделей развития лесных насаждений.</p> <p>3. Перечислите программные продукты, позволяющие создавать трехмерные системы Линденмайера.</p>	ПК-2.3.1
4	<p>1. Приведите примеры применения лазерных сканеров для определения пространственного положения компонентов природно-технических систем и создания их трехмерных моделей</p> <p>2. Сохраните трехмерную модель в указанном преподавателем формате для обеспечения возможности дальнейшей работы с ней.</p> <p>3. Стенерируйте эскиз на основе выбранной 3D модели</p> <p>4. Создайте облако точек, точки которого лежат на гранях заданного геометрического объекта.</p> <p>5. Проставьте габаритные размеры изделия на эскизе.</p>	ПК-2.У.1
5	<p>1. Расскажите, как с помощью трехмерного моделирования оценить, как повлияет строительство производственного объекта с предварительной ликвидацией зеленого насаждения на микроклимат</p>	ПК-2.В.2
6	<p>1. Расскажите, как используется трехмерное моделирование для обучения персонала в целях обеспечения безопасности.</p>	ПК-3.В.1
7	<p>1. Назовите ключевые черты функциональных моделей (пространственных моделей функционирования).</p> <p>2. Перечислите программные продукты, позволяющие выполнять моделирование движения жидкости и газа в системах очистки вод и пылегазовых выбросов.</p> <p>3. Расскажите о назначении и функциональных возможностях САД-систем</p> <p>4. Расскажите о назначении и функциональных возможностях САМ-систем.</p> <p>5. Расскажите о назначении и функциональных возможностях САЕ-систем.</p> <p>6. Расскажите, как может быть использовано аддитивное производство для создания образцов оборудования очистки сточных вод и обработки осадков</p>	ПК-5.3.2
8	<p>1. Создайте параметрическую модель компонента сооружения очистки сточных вод</p> <p>2. Выполните оценку величины отклонений геометрии опытного образца аппарата от определенной цифровой моделью по данным лазерного сканирования</p> <p>3. Создайте анимацию на основе модели компонента сооружения очистки сточных вод</p>	ПК-5.У.2

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора																												
1	<p>1. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Укажите, в каком формате может быть сохранено облако точек. Выберите соответствующие расширения файлов.</p> <p>А) txt Б) e57 В) wmf Г) tiff</p> <p>2. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Укажите, какой метод может быть использован для моделирования переноса излучения в трехмерной сцене</p> <p>А) метод фазового поля Б) метод фотонных карт В) метод ISODATA Г) метод идеальных излучателей</p> <p>3. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. В левом столбце перечислены представления 3D моделей, используемые воспроизведения геометрии объектов. Для каждого представления выберите свойственную ему особенность из списка, приведенного в первом столбце.</p> <table><tr><th colspan="2">Представление 3D модели</th><th colspan="2">Особенность</th></tr><tr><td>А</td><td>воксельное представление</td><td>1</td><td>легко отобразить поверхности сложной формы</td></tr><tr><td>Б</td><td>полигональная сетка</td><td>2</td><td>геометрия производного объекта меняется при изменении исходного</td></tr><tr><td>В</td><td>параметрическая модель</td><td>3</td><td>для выделения структуры во многих случаях используется аппроксимация</td></tr><tr><td>Г</td><td>разреженное облако точек</td><td>4</td><td>упрощена процедура применения фильтров в виде скользящего окна</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Представление 3D модели		Особенность		А	воксельное представление	1	легко отобразить поверхности сложной формы	Б	полигональная сетка	2	геометрия производного объекта меняется при изменении исходного	В	параметрическая модель	3	для выделения структуры во многих случаях используется аппроксимация	Г	разреженное облако точек	4	упрощена процедура применения фильтров в виде скользящего окна	А	Б	В	Г					ПК-1.3.2
Представление 3D модели		Особенность																												
А	воксельное представление	1	легко отобразить поверхности сложной формы																											
Б	полигональная сетка	2	геометрия производного объекта меняется при изменении исходного																											
В	параметрическая модель	3	для выделения структуры во многих случаях используется аппроксимация																											
Г	разреженное облако точек	4	упрощена процедура применения фильтров в виде скользящего окна																											
А	Б	В	Г																											

	4. Прочитайте текст и напишите развернутый обоснованный ответ. Дайте определение системы автоматизированного проектирования.	
2	<p>1. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Напишите, в каком порядке необходимо выполнить указанные действия, чтобы найти трехмерную модель болта для внедрения в модель установки пылегазоочистки.</p> <p>А) Проверить наличие моделей с заданными размерами Б) Открыть каталог 3D моделей (web-ресурс) В) Проверить, доступен ли экспорт и сохранение модели в формате, который может быть импортирован в программное обеспечение, в котором создается модель установки пылегазоочистки Г) Уточнить требуемые размеры болта</p>	ПК-1.У.1
3	<p>1. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Укажите, какое количество точек стояния требуется для получения полной (минимально требуемой для построения трехмерной модели) информации о геометрии диффузно отражающей пирамиды высотой 0,5 м (кроме основания) при лазерном сканировании.</p> <p>А) 2 Б) 3 В) 4 Г) 5</p>	ПК-2.3.1
4	<p>1. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Укажите, какие из моделей рельефа позволяют одновременно визуализировать трехмерную геометрию и атрибутивную переменную в виде цвета.</p> <p>А) растр Б) нерегулярно расположенные точки В) TIN-модель Г) плоские полигоны</p> <p>2. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Напишите, в каком порядке необходимо выполнить указанные действия, чтобы получить на основе облака точек трехмерную модель трубопровода с несколькими изгибами</p> <p>А) Разбить облако на фрагменты, соответствующие прямолинейным участкам Б) Отфильтровать шум В) Аппроксимировать цилиндрами прямолинейные участки Г) Создать меш-представление участков поворота.</p> <p>3. Прочитайте текст и установите соответствие. В левом столбце перечислены инструменты, используемые для решения задач трехмерного моделирования. Для каждого представления выберите соответствующую задачу из списка, приведенного в правом</p>	ПК-2.У.1

	столбце.						
	Инструмент		Решаемая задача				
	А	NURBS	1	Накопление и воспроизведение цветом количества точек облака, попадающих в границы резеля			
	Б	Растеризатор	2	Обнаружение объектов заданной формы в облаке точек			
	В	RANSAC	3	Построение криволинейных поверхностей			
	Г	CANUPO	4	Классификация			
	Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами						
А		Б		В		Г	
5	1. Прочитайте текст и напишите развернутый обоснованный ответ. Укажите, с помощью какого класса программных продуктов можно выполнить моделирование рассеивания загрязняющих веществ с учетом застройки, представленной трехмерными моделями зданий.						ПК-2.В.2
6	1. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. В левом столбце перечислены программные продукты, позволяющие работать с трехмерными моделями объектов. Для каждого продукта выберите соответствующую задачу из списка, приведенного в правом столбце.						ПК-3.В.1
		Программный продукт		Решаемая задача			
		А	Cloud Compare	1	Моделирование взаимодействия жидкости и конструкции аппарата		
		Б	NC Viewer	2	Создание сборок и их подготовка к трехмерной печати		
		В	Fusion 360	3	Редактирование G-кода		
		Г	FlowVision	4	Анализ различий между облаками точек		
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами							
		А		Б		В	
2. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Расположите указанные стадии проектирования в порядке от наиболее ранней к наиболее поздней. А) Анализ требований Б) Подготовка рабочей документации В) Составление технического задания Г) Разработка технического проекта							

	<p>3. Прочитайте текст и напишите развернутый обоснованный ответ. Дайте определение цифровой информационной модели в рамках подхода BIM-моделирования.</p> <p>4. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Укажите, каким термином обозначается сущность, определенная как процесс перевода трёхмерной сцены в двухмерное растровое изображение с помощью компьютерной программы с учётом заданных параметров: освещения, точки наблюдения, материалов.</p> <p>А) проецирование Б) рендеринг В) трассировка Г) триангуляция</p> <p>5. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Укажите, какие параметры поверхности трехмерной цифровой модели настраиваются при симуляции взаимодействия с ней световых пучков при рендеринге в среде большинства CAD-систем.</p> <p>А) яркость Б) цвет В) текстура Г) шероховатость в масштабе длины волны</p>																													
7	<p>1. Прочитайте текст и напишите развернутый обоснованный ответ. Дайте определение PDM-системы.</p> <p>2. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. В левом столбце перечислены англоязычные аббревиатуры наименований классов программных продуктов, обеспечивающих работу с трехмерными модельными сущностями и данными о готовых изделиях. Для каждого сокращения выберите соответствующую русскоязычную расшифровку из списка, приведенного в правом столбце.</p> <table><tr><th colspan="2">Аббревиатура</th><th colspan="2">Расшифровка</th></tr><tr><td>А</td><td>ILS</td><td>1</td><td>Система автоматизации подготовки производства</td></tr><tr><td>Б</td><td>CAM</td><td>2</td><td>Система логистической поддержки</td></tr><tr><td>В</td><td>CAE</td><td>3</td><td>Система распределения материалов</td></tr><tr><td>Г</td><td>MRP</td><td>4</td><td>Система автоматизированного функционального проектирования</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Аббревиатура		Расшифровка		А	ILS	1	Система автоматизации подготовки производства	Б	CAM	2	Система логистической поддержки	В	CAE	3	Система распределения материалов	Г	MRP	4	Система автоматизированного функционального проектирования	А	Б	В	Г					ПК-5.3.2
Аббревиатура		Расшифровка																												
А	ILS	1	Система автоматизации подготовки производства																											
Б	CAM	2	Система логистической поддержки																											
В	CAE	3	Система распределения материалов																											
Г	MRP	4	Система автоматизированного функционального проектирования																											
А	Б	В	Г																											

	<p>3. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Укажите, с помощью какого класса систем, обеспечивающих проектирование, можно осуществить моделирование тока жидкости в трубопроводе.</p> <p>А) CAD Б) CAM В) CAE Г) MRP</p>	
8	<p>1. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Напишите, в каком порядке необходимо выполнить указанные действия, чтобы получить трехмерную модель существующей компоновочной схемы оборудования для сопоставления с ней проектируемой (от самой ранней к самой поздней).</p> <p>А) Создание итогового облака точек Б) Создание полигональной модели В) Лазерное сканирование Г) Уравнивание сканов</p> <p>2. Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Укажите, какие виды расчетов обеспечиваются САЕ-системами.</p> <p>А) расчет теплотерь Б) расчет электрической цепи В) расчет координат точки пересечения двух плоских элементов Г) расчет количества винтов, которые необходимо поставить к определенной дате.</p>	ПК-5.У.2

Примечание. Система оценивания тестовых заданий:

- 1) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.
- 2) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.
- 3) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов
- 4) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.
- 5) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ

правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины состоит не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в обеспечении понимания студентами фундаментальных проблем дисциплины, освоении методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств и самостоятельного творческого мышления.
- появление интереса к предмету, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозах их развития на ближайшие годы;
- получение умения методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий.

Структура предоставления лекционного материала:

Последовательность рассмотрения материала в течение семестра:

Раздел 1. Основы 3D моделирования в области техносферной безопасности

Раздел 2. Создание 3D моделей в ходе конструирования с использованием САПР

Раздел 3. Создание трехмерных моделей объектов на основе данных лазерного сканирования

Темы лекций:

Тема 1.1. Использование цифровых трехмерных моделей в области техносферной безопасности

Тема 1.2. Цифровые трехмерные модели в проектировании экобиозащитной техники.

Тема 1.3. Основы геометрического моделирования компонентов природных и технических систем.

Тема 2.1. Применение FreeCAD для создания 3D моделей.

Тема 2.2. Особенности создания трехмерных моделей некоторых видов экобиозащитной техники.

Тема 3.1. Использование лазерных сканеров для создания цифровых трехмерных моделей объектов.

Тема 3.2. Приемы работы с данными лазерного сканирования.

2. Структура лекции:

- Рассмотрение плана лекции;
- Устное изложение материала лекции, сопровождаемое демонстрацией презентационных материалов;
- Дискуссия с участием преподавателя и студентов по ключевым вопросам по теме лекции;
- Подведение итогов лекции и представление рекомендаций для самостоятельного изучения материала.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-модельной, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием, приборами и вычислительной техникой с установленным на ней программным обеспечением.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы по дисциплине «Цифровые технологии 3D моделирования» выполняются группами (бригадами) студентов в составе 2-4 человек. Задание на лабораторную работу выдается преподавателем после проверки первичной теоретической подготовки в форме устного опроса. Первичная теоретическая подготовка к выполнению работы осуществляется путем ознакомления с теоретическим минимумом и руководствами пользователя программного обеспечения, если его использование предусмотрено в конкретной лабораторной работе (в форме домашнего задания). Подготовка завершается в лаборатории рассмотрением студентами под руководством преподавателя практических аспектов работы со специализированным программным обеспечением. Далее бригадам студентов выдается задание, в котором указаны решаемые задачи, исходные данные и кратко сформулированные требования к конечному результату

и форме его представления (варианты задания определяются исходя из состава бригады). Далее под руководством преподавателя бригады студентов практикуются в решении отдельных задач, обеспечивающих выполнение задания, с использованием ПЭВМ с установленным на них программным обеспечением (ПО). Каждый студент из бригады должен получить практические навыки по использованию ПО. Работа с данными продолжается при подготовке отчетов в рамках внеаудиторной работы студентов. При формировании отчета рекомендуется использовать дополнительные источники информации. На контрольное мероприятие в виде защиты отчетов отводится время в конце текущего (лабораторная работа №6) или начале следующего (лабораторные работы №1-5) занятия.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать: титульный лист, текст задания, основную часть, список источников. На титульном листе должны быть указаны: наименование учреждения, в котором выполнена работа, наименование подразделения, название дисциплины, название лабораторной работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы. Основная часть должна содержать расчетно-аналитические материалы, полученные в ходе проецирования моделей рисунки и выводы по проделанной работе. Список источников должен включать ссылки на учебные, методические, научные издания, периодику и ресурсы информационно-телекоммуникационной системы Интернет, которыми студент пользовался при подготовке отчета.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать: титульный лист, основную часть, список источников.

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП (<https://fs.guap.ru/docs/titul/2021/titul/lab.docx>).

Основная часть отчета должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП (<https://guap.ru/standart/doc>).

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП (<https://guap.ru/standart/doc>).

Методические указания по прохождению лабораторных работ в виде электронных документов с названием «Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Цифровые технологии 3D моделирования»» в формате .pdf размещены на ПК локальной сети кафедры №5 «Инноватика и интегрированные системы качества».

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

Для наилучшего усвоения материала предусматривается составление обучающимися конспектов. Конспектирование позволяет развить навыки систематизации материала и дает возможность при запоминании задействовать как визуальное восприятие, так и моторику. Конспекты создаются на основе источников, рекомендованных преподавателем, которые в наибольшей степени освещают вопросы, изучение которых предусмотрено учебной программой. Логическая структура конспекта должна соответствовать структуре литературного источника. Подготовку конспекта рекомендуется начинать с внимательного чтения выбранного фрагмента источника и разъяснения неизвестных терминов. На следующем этапе составляется план, в соответствии с которым далее конспектируется материал.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем теоретического опроса, на который отводится время на одном из занятий в середине учебного семестра, а также посредством оценки результатов освоения программы лабораторного практикума. Удовлетворительным результатом прохождения контроля считается при получении не менее 60% от максимального количества баллов, которые может набрать обучающийся за отчетный период (половину семестра). Результаты текущего контроля позволяют выявить отставание от плана подготовки, но напрямую не влияют на результаты промежуточной аттестации.

В течение семестра обучающиеся:

- защищают отчеты по лабораторным работам (6 шт);
- выполняют тестирование в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице

18.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Подготовка обучающихся к зачету предполагает как самостоятельную работу в течение семестра, так и систематизацию и закрепление знаний в дни, предшествующие зачету.

В начале освоения курса студент на основе рекомендаций преподавателя отбирает источники, которые в наибольшей степени освещают вопросы, изучение которых предусмотрено учебной программой. При подготовке к зачету в течение семестра студент повторяет материал, усвоенный на лекционных занятиях и закрепленный при выполнении лабораторных работ. Ключевые вопросы, возникшие при изучении материала и подготовке к зачету, выносятся на обсуждение в часы занятий, отведенные на повторение материала и консультации. Конспекты учебного материала, подготовленные на основе материала лекций, используются для систематизации и закрепления знаний.

Обязательным этапом подготовки к зачету является самоконтроль знаний, полученных в ходе изучения дисциплины.

В течение семестра для допуска к зачету студенту необходимо сдать не менее 50% заданий (работ). Далее студент допускается к собеседованию на зачете. Зачет выставляется на основании выполненных в течение семестра всех заданий (работ) и прохождения собеседования.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» <https://docs.guap.ru/smk/3.76.pdf>.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой