

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Ивангородский гуманитарно-технический институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования
"Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения"

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

старший преподаватель

(должность, уч. степень, звание)

А.А. Сорокин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«25» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология оцифровки трёхмерных объектов»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Информатика и вычислительная техника
Наименование направленности/ специализации	Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Ивангород – 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преп.
(должность, уч. степень, звание)


10.02.2026
(подпись, дата)

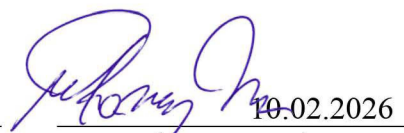
А.А. Сорокин
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«10» февраля 2026 г, протокол № 6

И.о. зав. кафедрой № 2

д.ф.-м.н.
(уч. степень, звание)


10.02.2026
(подпись, дата)

Ю.В. Рождественский
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора ИФ ГУАП по методической работе

(должность, уч. степень, звание)


10.02.2026
(подпись, дата)

Н.В. Шустер
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Технология оцифровки трёхмерных объектов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности/специализации «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

ПК-9 «Способен организовать проведение работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами математического моделирования трёхмерных объектов по массиву заданных точек; методиками получения набора вершин для построения трёхмерных объектов.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (8 семестр).

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

Цели дисциплины:

- формирование у студентов представления о принципах оцифровки трехмерных объектов;
- обучения студентов базовым навыкам математического моделирования трехмерных объектов на базе набора вершин;
- ознакомление студентов с методиками аппроксимации для выявления трехмерных графических примитивов.

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
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3.1 знать методики поиска, сбора и обработки информации, в том числе с использованием информационных технологий, включая интеллектуальные УК-1.3.2 знать методики системного подхода для решения поставленных задач УК-1.У.1 уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации, в том числе с использованием искусственного интеллекта
Профессиональные компетенции	ПК-9 Способен организовать проведение работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	ПК-9.3.1 знать цели и задачи проводимых исследований и разработок, методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований ПК-9.3.3 знать методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации ПК-9.У.1 уметь применять нормативную документацию в соответствующей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ПК-9.У.2 уметь применять методы анализа научно-технической информации ПК-9.У.3 уметь применять методы проведения экспериментов ПК-9.В.2 владеть практическим опытом сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, составления

		отчетов (разделов отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математические методы и модели;
- Обработка экспериментальных данных;
- Компьютерное моделирование;
- Системный анализ.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут оказать влияние на практики, государственную итоговую аттестацию и выполнение выпускной квалификационной работы.

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
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	10	10
Аудиторные занятия, всего час.	30	30
в том числе:		
лекции (Л), (час)	10	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	20	20
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	42	42
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

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/КР (час)	СР (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Методы оцифровки трехмерных объектов					
Тема 1.1. Классификация методов оцифровки трехмерных объектов	6		8		22
Тема 1.2. Срезы в оцифровке трехмерных объектов					
Тема 1.3. Контактные методы оцифровки					

трехмерных объектов Тема 1.4. Методы оцифровки трехмерных объектов с использованием лазерных дальномеров Тема 1.5. Методы оцифровки трехмерных объектов с использованием фотодиодных матриц Тема 1.6. Методы оцифровки трехмерных объектов с применением триангуляционных лазерных сканеров Тема 1.7. Методы оцифровки трехмерных объектов с применением пассивных стереосистем Тема 1.8. Методы оцифровки трехмерных объектов с применением структурированной подсветки					
Раздел 2. Методы построения трехмерных объектов Тема 2.1. Облако точек и средства его описания Тема 2.2. Программные средства работы с облаком точек Тема 2.3. Выделение нескольких замкнутых контуров в срезе объекта Тема 2.4. Текстурирование поверхности	4		12		20
Итого в семестре:	10		20		42
Итого	10	0	20	0	42

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	Методы оцифровки трехмерных объектов Тема 1.1. Классификация методов оцифровки трехмерных объектов Восприятие человеком информации об объеме. Физические принципы в оцифровке. Контактные и бесконтактные методы. Активные и пассивные бесконтактные методы. Тема 1.2. Срезы в оцифровке трехмерных объектов Понятие срез и способы его получения. Примеры применения метода. Основные недостатки метода. Тема 1.3. Контактные методы оцифровки трехмерных объектов Принцип работы сканера. Способы получения сетки. Преимущества и недостатки метода. Тема 1.4. Методы оцифровки трехмерных объектов с использованием лазерных дальномеров Принцип работы сканера. Импульсный метод измерения расстояний. Фазовый метод измерения расстояний. Преимущества и недостатки методов.

	Тема 1.5. Методы оцифровки трехмерных объектов с использованием фотодиодных матриц Принцип работы сканера. Известные представители и их применение. Преимущества и недостатки метода. Тема 1.6. Методы оцифровки трехмерных объектов с применением триангуляционных лазерных сканеров Принцип работы сканера. Ключевые особенности оптической системы сканера. Преимущества и недостатки метода. Тема 1.7. Методы оцифровки трехмерных объектов с применением пассивных стереосистем Фотограмметрия. Стереоскопические (двухобъективные) системы. Активные лазерные системы. Тема 1.8. Методы оцифровки трехмерных объектов с применением структурированной подсветки Кодированное структурирование. Преобразование координат. Проецирование точек, линий и сеток. Временное мультиплексирование.
2	Методы построения трехмерных объектов Тема 2.1. Облако точек и средства его описания Облако точек. Форматы описания облака точек. VRML, X3D, OBJ, STL против PCD. Тема 2.2. Программные средства работы с облаком точек Платные и бесплатные средства. CloudCompare. MeshLab. Autodesk ReCap. Тема 2.3. Выделение нескольких замкнутых контуров в срезе объекта Способы определения наличия нескольких замкнутых контуров в слое (срезе объекта). Методы объединения точек в замкнутый контур. Метод k-средних. Тема 2.4. Текстурирование поверхности Способы получения текстур. Проекция текстуры. Применение методов оцифровки трехмерных объектов для получения текстуры объекта. Формирование текстурной карты, формат текстурной карты, способы связи текстурной карты с поверхностью.

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 8				
1	Оцифровка трехмерного объекта с использованием LiDAR	4	2	1
2	Оцифровка трехмерного объекта с использованием триангуляции	4	2	1
3	Работа с облаком точек в программных средствах	4	2	2
4	Программное формирование поверхности на основе облака точек	4	2	2
5	Программное текстурирование поверхности	4	2	2
Всего		20	10	

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	22	22
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	42	42

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://znanium.ru/catalog/product/2167351 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Шапиро, Л. Компьютерное зрение : учебник / Л. Шапиро, Д. Стокман. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - 762 с.	-
https://znanium.ru/catalog/product/2131753 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Голованов, Н. Н. Геометрическое моделирование : учебное пособие / Н.Н. Голованов. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2024. — 400 с.	-

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://www.intuit.ru/	Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"
http://lib.guap.ru/	Библиотека ГУАП
http://pro.guap.ru/	Личный кабинет ГУАП
http://lms.guap.ru/	Система дистанционного образования ГУАП
https://znanium.com/	Электронно-библиотечная система Znanium
https://urait.ru/	Образовательная платформа Юрайт

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	Autodesk 3ds Max
2	Embarcadero RAD Studio XE7 Professional
3	MATLAB
4	Microsoft Visual Studio Community

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
	Не предусмотрено

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	Фонд аудиторий ИФ ГУАП для проведения лекционных и практических (семинарских) занятий	
2	Лаборатория программирования и баз данных	207
3	Помещения для организации самостоятельной работы	111

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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; 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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий.

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«хорошо» «зачтено»	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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий.

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
1	Понятие оцифровки трехмерных объектов	УК-1.3.1
2	Применение результатов оцифровки	ПК-9.3.1
3	Принцип контактных измерений	ПК-9.3.3
4	Метод щупа	ПК-9.3.3
5	Принцип лазерных измерений	ПК-9.3.3
6	Технологии захвата отраженного света лазерного луча	ПК-9.3.3
7	Принципы оптических методов измерений	УК-1.3.2
8	Подбор угла для сложных объектов	ПК-9.У.3
9	Принцип компьютерной томографии	ПК-9.3.3
10	Проникающее излучение	ПК-9.3.3
11	3D-сканеры	УК-1.3.1
12	Программное обеспечение для обработки результатов работы 3D-сканеров	УК-1.У.1
13	Способы описания и хранения облаков точек	УК-1.3.1
14	Источник помех при оцифровке	ПК-9.3.3
15	Устранение помех при оцифровке	ПК-9.У.3
16	Интерполяция и аппроксимация в трехмерном пространстве	УК-1.3.2

17	Понятие точка	УК-1.3.2
18	Понятие ребро	УК-1.3.2
19	Понятие грань	УК-1.3.2
20	Технология разбиения объекта на параллелепипеды	ПК-9.3.1
21	Методы сглаживания углов конечной модели	ПК-9.3.1
22	Геометрические обоснования трехмерных графических примитивов. Куб	УК-1.3.2
23	Геометрические обоснования трехмерных графических примитивов. Сфера	УК-1.3.2
24	Геометрические обоснования трехмерных графических примитивов. Цилиндр	УК-1.3.2
25	Геометрические обоснования трехмерных графических примитивов. Конус	УК-1.3.2
26	Определение расстояния в трехмерном пространстве	УК-1.3.2
27	Проблема поиска соседних точек	ПК-9.3.1
28	Понятие полигон. Отличие полигона от грани	ПК-9.У.2
29	Формирование многополигональной сетки	ПК-9.У.2
30	Формирование цветной модели. Сбор информации о вершинах	ПК-9.У.1
31	Формирование цветной модели. Текстурирование	ПК-9.У.1
32	Методы автоматической фильтрации шумов в облаках точек с использованием ИИ	УК-1.У.1
33	Применение нейросетей для классификации точек 3D-сканов	УК-1.У.1
34	Нормативные требования к точности 3D-сканирования	ПК-9.У.1
35	Стандарты хранения и обмена 3D-данными (LAS, E57, OBJ)	ПК-9.У.1
36	Практические методы регистрации нескольких облаков точек в единую систему координат	ПК-9.В.2
37	Методы оценки качества 3D-модели после реконструкции	ПК-9.В.2

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа	УК-1.3.1

	Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ Какой источник информации наиболее надёжен при изучении современных методов оцифровки трёхмерных объектов? 1. Форумы пользователей 2. Научные статьи и стандарты отрасли 3. Социальные сети 4. Рекламные материалы производителей Ключ с правильным ответом: 2									
2	Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие Сопоставьте тип источника информации и его характеристику. <table><tr><th>Источник</th><th>Характеристика</th></tr><tr><td>А. Научные публикации</td><td>1. Содержат проверенные методы и результаты исследований</td></tr><tr><td>Б. Техническая документация</td><td>2. Описывает параметры оборудования и алгоритмы работы</td></tr><tr><td>В. Популярные статьи</td><td>3. Дают общее представление без строгой методологии</td></tr></table> Ключ с правильным ответом: А1, Б2, В3	Источник	Характеристика	А. Научные публикации	1. Содержат проверенные методы и результаты исследований	Б. Техническая документация	2. Описывает параметры оборудования и алгоритмы работы	В. Популярные статьи	3. Дают общее представление без строгой методологии	УК-1.3.1
Источник	Характеристика									
А. Научные публикации	1. Содержат проверенные методы и результаты исследований									
Б. Техническая документация	2. Описывает параметры оборудования и алгоритмы работы									
В. Популярные статьи	3. Дают общее представление без строгой методологии									
3	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ Какой принцип системного подхода используется при сравнении контактных и бесконтактных методов оцифровки? 1. Случайность 2. Целостность 3. Локальность 4. Субъективность Ключ с правильным ответом: 2	УК-1.3.2								
4	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ Объясните, почему системный подход необходим при выборе метода оцифровки трёхмерного объекта. Ключ (эталонный ответ): Системный подход позволяет учитывать свойства объекта, условия съёмки, требования к точности и доступные ресурсы, что обеспечивает оптимальный выбор метода оцифровки.	УК-1.3.2								
5	Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов Инструкция: Прочитайте текст и выберите все правильные ответы Какие цифровые инструменты используются для обработки облаков точек? 1. CloudCompare 2. MeshLab 3. Microsoft Word 4. Autodesk ReCap Ключ с правильным ответом: 1, 2, 4	УК-1.У.1								
6	Задание закрытого типа на установление последовательности Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность Расположите этапы обработки облака точек: 1. Фильтрация шумов 2. Регистрация (совмещение) сканов 3. Сегментация	УК-1.У.1								

	4. Построение сеточной модели Ключ с правильным ответом: 1, 2, 3, 4									
7	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ Какова основная цель исследований в области оцифровки трёхмерных объектов? 1. Увеличение стоимости оборудования 2. Повышение точности и скорости получения 3D-данных 3. Снижение качества моделей 4. Исключение автоматизации Ключ с правильным ответом: 2	ПК-9.3.1								
8	Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ Объясните, почему важно анализировать международный опыт в области 3D-сканирования. Ключ (эталонный ответ): Международный опыт позволяет учитывать передовые технологии, стандарты и успешные практики, что повышает качество исследований и разработки новых методов.	ПК-9.3.1								
9	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ Какой параметр является ключевым при экспериментальной оценке точности лазерного сканера? 1. Цвет корпуса сканера 2. Погрешность измерения расстояния 3. Тип упаковки оборудования 4. Длина кабеля питания Ключ с правильным ответом: 2	ПК-9.3.3								
10	Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие Сопоставьте метод и его назначение. <table><tr><td>Метод</td><td>Назначение</td></tr><tr><td>А. Импульсный метод</td><td>1. Измерение расстояния по времени прохождения сигнала</td></tr><tr><td>Б. Фазовый метод</td><td>2. Измерение расстояния по фазовому сдвигу</td></tr><tr><td>В. Триангуляция</td><td>3. Определение координат по геометрии лучей</td></tr></table> Ключ с правильным ответом: А1, Б2, В3	Метод	Назначение	А. Импульсный метод	1. Измерение расстояния по времени прохождения сигнала	Б. Фазовый метод	2. Измерение расстояния по фазовому сдвигу	В. Триангуляция	3. Определение координат по геометрии лучей	ПК-9.3.3
Метод	Назначение									
А. Импульсный метод	1. Измерение расстояния по времени прохождения сигнала									
Б. Фазовый метод	2. Измерение расстояния по фазовому сдвигу									
В. Триангуляция	3. Определение координат по геометрии лучей									
11	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ Какой документ регламентирует требования к точности геодезических измерений, применяемых при 3D-сканировании? 1. ГОСТ Р 21.1101 2. ГОСТ Р 51801 3. ГОСТ 7.32 4. ГОСТ 34.602 Ключ с правильным ответом: 2	ПК-9.У.1								
12	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ Какой метод анализа позволяет сравнить эффективность различных методов оцифровки? 1. Сравнение рекламных материалов	ПК-9.У.2								

	2. Экспериментальное тестирование 3. Случайный выбор 4. Визуальная оценка без измерений Ключ с правильным ответом: 2									
13	Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов Инструкция: Прочитайте текст и выберите все правильные ответы Какие параметры необходимо фиксировать при эксперименте по оцифровке объекта? 1. Расстояние до объекта 2. Угол установки сканера 3. Цвет одежды оператора 4. Освещённость сцены Ключ с правильным ответом: 1, 2, 4	ПК-9.У.3								
14	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ Объясните, почему важно проводить несколько независимых сканов объекта. Ключ (эталонный ответ): Повторные сканы позволяют уменьшить влияние случайных ошибок, улучшить точность регистрации и повысить качество итоговой модели.	ПК-9.У.3								
15	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ Какой элемент отчёта по эксперименту содержит анализ полученных облаков точек? 1. Введение 2. Методика эксперимента 3. Результаты и обсуждение 4. Приложения Ключ с правильным ответом: 3	ПК-9.В.2								
16	Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие Сопоставьте этап обработки данных и его результат. <table><tr><td>Этап</td><td>Результат</td></tr><tr><td>А. Фильтрация</td><td>1. Удаление шумов и выбросов</td></tr><tr><td>Б. Регистрация</td><td>2. Совмещение нескольких сканов</td></tr><tr><td>В. Сегментация</td><td>3. Выделение областей интереса</td></tr></table> Ключ с правильным ответом: А1, Б2, В3	Этап	Результат	А. Фильтрация	1. Удаление шумов и выбросов	Б. Регистрация	2. Совмещение нескольких сканов	В. Сегментация	3. Выделение областей интереса	ПК-9.В.2
Этап	Результат									
А. Фильтрация	1. Удаление шумов и выбросов									
Б. Регистрация	2. Совмещение нескольких сканов									
В. Сегментация	3. Выделение областей интереса									
17	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ Какой метод относится к пассивным бесконтактным методам оцифровки? 1. Лазерная триангуляция 2. Фотограмметрия 3. Импульсное сканирование 4. Фазовое сканирование Ключ с правильным ответом: 2	ПК-9.В.2								
18	Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов Инструкция: Прочитайте текст и выберите все правильные ответы Какие форматы используются для хранения облаков точек? 1. PCD 2. OBJ	ПК-9.В.2								

	3. STL 4. TXT Ключ с правильным ответом: 1, 4	
19	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ Какой метод объединения точек чаще всего применяется для выделения замкнутых контуров? 1. Метод k-средних 2. Метод ближайшего соседа 3. Метод Монте-Карло 4. Метод Гаусса Ключ с правильным ответом: 1	ПК-9.В.2
20	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ Объясните, почему текстурирование является важным этапом построения трёхмерной модели. Ключ (эталонный ответ): Текстурирование позволяет передать визуальные свойства поверхности — цвет, рисунок, мелкие детали — что делает модель реалистичной и пригодной для визуализации, анализа и презентации.	ПК-9.В.2
21	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите ответ. Как называется метод интеллектуальной обработки данных, применяемый для автоматического выделения структур в облаке точек? Ключ: Кластеризация	УК-1.3.1
22	Задание закрытого типа Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Определите порядок обработки облака точек перед построением 3D-модели: 1. фильтрация шумов; 2. нормализация координат; 3. выделение ключевых точек; 4. кластеризация; 5. сохранение результата. Запишите последовательность цифр слева направо. Ключ: 1, 2, 3, 4, 5	УК-1.3.1
23	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите ответ. Как называется метод оцифровки, основанный на получении двух изображений объекта с разных точек наблюдения? Ключ: Стереоскопический метод	УК-1.3.2
24	Задание закрытого типа Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Определите порядок системного анализа при выборе метода оцифровки: 1. определение требований к точности; 2. анализ условий съёмки; 3. сравнение доступных методов; 4. выбор оптимального метода; 5. оценка рисков.	УК-1.3.2

	Запишите последовательность цифр слева направо. Ключ: 1, 2, 3, 4, 5	
25	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите ответ. Как называется метод, при котором на объект проецируются кодированные световые структуры для получения 3D-информации? Ключ: Структурированная подсветка	УК-1.У.1
26	Задание закрытого типа Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Определите порядок выделения замкнутых контуров в срезе объекта: 1. анализ плотности точек; 2. поиск локальных групп; 3. применение метода k-средних; 4. формирование контуров; 5. проверка корректности. Запишите последовательность цифр слева направо. Ключ: 1, 2, 3, 4, 5	УК-1.У.1
27	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите ответ. Как называется метод измерения расстояний в лазерных дальномерах, основанный на измерении времени прохождения импульса? Ключ: Импульсный метод	ПК-9.3.1
28	Задание закрытого типа Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Определите порядок анализа международного опыта применения лазерных сканеров: 1. сбор публикаций; 2. классификация методов; 3. сравнение характеристик; 4. выявление преимуществ; 5. формирование выводов. Запишите последовательность цифр слева направо. Ключ: 1, 2, 3, 4, 5	ПК-9.3.1
29	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите ответ. Как называется метод получения 3D-информации, основанный на последовательном измерении координат точек при контакте датчика с поверхностью? Ключ: Контактное сканирование	ПК-9.3.3
31	Задание закрытого типа Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Определите порядок получения срезов объекта: 1. выбор плоскости среза; 2. получение точек пересечения; 3. фильтрация шумов; 4. выделение контуров; 5. сохранение результата. Запишите последовательность цифр слева направо. Ключ: 1, 2, 3, 4, 5	ПК-9.3.3
32	Задание открытого типа	ПК-9.У.1

	Инструкция: Прочитайте текст и запишите ответ. Как называется формат, используемый для хранения треугольных сеток и широко применяемый в 3D-печати? Ключ: STL	
33	Задание закрытого типа Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Определите порядок оформления отчёта по текстурированию поверхности: 1. описание метода получения текстуры; 2. описание оборудования; 3. представление текстурной карты; 4. анализ качества; 5. выводы. Запишите последовательность цифр слева направо. Ключ: 1, 2, 3, 4, 5	ПК-9.У.1
34	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите ответ. Как называется тип сканеров, использующих фотодиодные матрицы для регистрации отражённого излучения? Ключ: Лидар с фотодиодной матрицей	ПК-9.У.2
35	Задание закрытого типа Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Определите порядок анализа программного средства для работы с облаком точек: 1. изучение функционала; 2. анализ форматов; 3. тестирование на примере; 4. сравнение с аналогами; 5. формирование заключения. Запишите последовательность цифр слева направо. Ключ: 1, 2, 3, 4, 5	ПК-9.У.2
36	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите ответ. Как называется метод оцифровки, основанный на измерении углов между лазерным лучом и линией наблюдения? Ключ: Триангуляционный метод	ПК-9.У.3
37	Задание закрытого типа Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Определите порядок проведения эксперимента со структурированной подсветкой: 1. подготовка оборудования; 2. проецирование структур; 3. получение изображений; 4. вычисление координат; 5. построение 3D-модели. Запишите последовательность цифр слева направо. Ключ: 1, 2, 3, 4, 5	ПК-9.У.3
38	Задание открытого типа Инструкция: Прочитайте текст и запишите ответ. Как называется набор данных, содержащий координаты точек, полученных в результате 3D-сканирования? Ключ: Облако точек	ПК-9.В.2

39	Задание закрытого типа Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Определите порядок подготовки отчёта по эксперименту по оцифровке объекта: 1. описание оборудования; 2. описание метода; 3. представление облака точек; 4. анализ качества модели; 5. выводы. Запишите последовательность цифр слева направо. Ключ: 1, 2, 3, 4, 5	ПК-9.В.2
----	--	----------

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, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, 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 обучающимися 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, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться 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 об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- постановка задачи;
- основные сведения по теме лекции;
- результаты и выводы.

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-практической, 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 и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задания и требования к проведению лабораторных работ размещаются в личном кабинете обучающегося <https://pro.guap.ru/>.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе сдается в электронном виде (документ Word, документ PDF) через Личный кабинет ГУАП. Отчет к лабораторной работе содержит следующие элементы:

- титульный лист с названием дисциплины, номером и названием лабораторной работы;
- цели и задачи работы;
- задание;
- решение;
- выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Общие требования и рекомендации по выполнению письменных работ : методические указания (с изменениями от 09.01.2019) [Электронный ресурс] / Ивангородский филиал С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. А. А. Сорокин. - Ивангород : 2019. - 37 с. Режим доступа: <https://ifguap.ru/rp/ReportsFormattingRules.pdf>, Личный кабинет ГУАП

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 ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению консультаций.

По изучаемой дисциплине проводятся следующие виды консультаций:

Консультация перед экзаменом - проводится с целью:

- уточнения организационных моментов;
- систематизации знаний;
- ответы на вопросы, вызывающие трудности при подготовке к экзамену.

Консультация имеет форму лекции, после которой преподаватель отвечает на вопросы студентов или в виде беседы в форме "ответ-вопрос".

Консультация со слабоуспевающими студентами - предназначена для:

- ликвидации пробелов при изучении дисциплины;
- разъяснения спорных вопросов и вопросов, наиболее сложных для изучения;
- закрепления пройденного материала;
- ликвидации академических задолженностей.

Проводится регулярно согласно графику консультаций преподавателя (не реже 1 раза в 2 недели).

Консультация по проектной и научно-исследовательской деятельности обучающихся - проводится с целью:

- расширения научного кругозора обучающихся;
- рассмотрения вопросов, не включенных в программу изучаемой дисциплины;
- углубленного изучения материала курса;
- помощи обучающимся в подготовке научных статей и докладов на конференции;
- подготовки к участию в конкурсах и олимпиадах.

Проводится регулярно согласно графику консультаций преподавателя или по устной договоренности между обучающимся и преподавателем.

11.5. 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. Невыполнение требований или их части по прохождению текущего контроля успеваемости при успешном прохождении промежуточной аттестации может привести к понижению итоговой оценки.

Возможные методы текущего контроля:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных и домашних заданий;
- защита отчетов по лабораторным работам;
- проведение контрольных работ;
- тестирование;
- контроль самостоятельных работ;
- проведение контрольных работ;
- выполнения контрольной работы заочников;
- контроль курсового проектирования;
- контроль выполнения курсовых работ;
- доклад на научной конференции;
- написание научной статьи.

Контроль осуществляется путем проведения опросов, проверки выполнения заданий на практических занятиях / лабораторных работах. Преподавателем осуществляется текущая оценка сформированности индикаторов УК-1.3.1, УК-1.3.2, УК-1.У.1, ПК-9.3.1, ПК-9.3.3, ПК-9.У.1, ПК-9.У.2, ПК-9.У.3, ПК-9.В.2. Даты проведения текущего контроля по указанным заданиям сообщаются обучающимся заранее. Студент должен выполнить все предусмотренные контрольные мероприятия не позднее указанного срока. Результаты текущего контроля учитываются при проведении промежуточной аттестации.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению тестирования.

Использование тестовых заданий возможно как при текущем контроле, так и при проведении промежуточной аттестации. Тесты могут проводиться как в письменной форме, так и с использованием электронных средств обучения.

Можно выделить основные уровни теста, в которых проверка возрастает от контроля знаний (индикатор достижения компетенции - "знать") до применения навыков при решении типовых и нетиповых задач ((индикаторы достижения компетенции - "уметь" и "владеть")):

- Первый уровень - узнавание ранее изученного материала;
- Второй уровень - репродуктивный - в заданиях не содержится материала для ответа или же его извлечение требует не только запоминания материала, но и его понимания (подстановка, конструктивный тест, типовая задача);
- Третий уровень - нетиповые задачи повышенной сложности, для которых требуется самостоятельное нахождение методов решения;
- Смешанный - использование элементов всех трех уровней для проверки разных индикаторов достижения компетенций.

Критерии оценки тестовых работ базируются на 100-бальной шкале согласно Таблице 14:

- менее 51 - "не зачтено" или "неудовлетворительно" (2);
- от 51 до 69 - "зачтено" или "удовлетворительно" (3);
- от 70 до 89 - "зачтено" или "хорошо" (4);
- от 90 до 100 - "зачтено" или "отлично" (5).
-

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзамен проводится в одной из следующих форм:

- экзамен проводится в устной форме в виде ответа на вопросы экзаменационного билета;
- экзамен проводится в письменной форме в виде ответа на вопросы экзаменационного билета;
- экзамен проводится в письменной форме в виде теста.

В случае дистанционной формы промежуточной аттестации экзамен проводится в виде теста с применением средств электронного обучения.

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