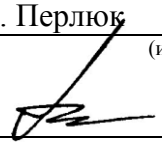
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 11

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

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

В.В. Перлюк
(инициалы, фамилия)



(подпись)
«_18_» ___02____ 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Реверсивный инжиниринг технических систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Приборостроение
Наименование направленности/ специализации	Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы
Форма обучения	заочная
Год приема	2023

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц.,к.т.н.,доц.	29.01.2026	В.В. Перлюк
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 11
«_29_» ____01____ 2026 г., протокол № _5___

Заведующий кафедрой № 11

д.т.н.,доц.	29.01.2026	В.В. Перлюк
(уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц.,к.т.н.	29.01.2026	В.Е. Таратун
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Реверсивный инжиниринг технических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.01 «Приборостроение» направленности/специализации «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой «№11».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способность осуществлять технический контроль с использованием контрольно- измерительных приборов и разрабатывать новые методики технического контроля»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с совокупностью методов и процессов исследования существующего технического объекта (изделия, узла, детали, программного обеспечения) с целью восстановления его конструкторской, технологической и функциональной документации, понимания принципов работы и возможной модификации. В широком смысле — это путь от готового физического объекта к его цифровой модели и проектной документации, обратный традиционному процессу проектирования «чертёж – изделие».

Применительно к направлению «Приборостроение» и специализации «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы» предметная область сужается и фокусируется на реверсивном инжиниринге деталей и узлов авиационных приборов, датчиков, измерительных модулей и элементов корпусов измерительно-вычислительных комплексов, то есть изделий с высокой геометрической сложностью, жёсткими требованиями к точности, малыми габаритами и специфическими материалами.

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 экзамена (10 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у обучающихся комплекса теоретических знаний, практических умений и навыков в области методов и средств обратного инжиниринга технических объектов, включая получение геометрических данных об изделии, обработку результатов измерений, создание параметрических CAD-моделей и восстановление конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД, с учётом специфики авиационного приборостроения.

Дисциплина предназначена для подготовки бакалавров, способных решать Цели дисциплины соотнесены с общими целями образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 12.03.01 «Приборостроение» (направленность «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы») и заключаются в следующем:

- получение обучающимися необходимых знаний в области современных методов и средств получения геометрической информации о технических объектах (координатно-измерительные машины, оптические и лазерные сканеры, промышленная компьютерная томография), алгоритмов обработки облаков точек и полигональных сетей, принципов параметрической реконструкции CAD-моделей, а также нормативной базы разработки конструкторской документации;

- предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки работы с современным оборудованием и программным обеспечением для реверсивного инжиниринга — от настройки сканирующих систем и обработки первичных данных до построения твёрдотельных параметрических моделей и оформления рабочей конструкторской документации на детали и узлы авиационных приборов;

- формирование у обучающихся системного инженерного мышления, позволяющего анализировать конструкцию существующего изделия, выявлять функциональное назначение его элементов, оценивать технологичность и качество изготовления, обоснованно назначать допуски и посадки при восстановлении документации, а также принимать обоснованные решения о модификации конструкции с учётом современных технологий производства, включая аддитивные.

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-5 Способность осуществлять технический контроль с использованием контрольно-измерительных приборов и	ПК-5.З.2 знать методы реверсивного инжиниринга, цифрового моделирования и оценки технологичности конструкций изделий авиационного и космического приборостроения ПК-5.У.2 уметь выполнять расчеты и проектирование изделий авиационного и космического приборостроения,

	разрабатывать новые методики технического контроля	изготавливаемых методами реверсивного инжиниринга ПК-5.В.2 владеть навыками использования CAD-, CAPP-, PDM- и MDM-систем для решения задач обратного проектирования и технологической подготовки производства

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Инженерная графика»,
- «Компьютерные технологии в приборостроении»,
- «Высшая математика»
- « Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы»,

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

- «Проектная деятельность»,
- «Инженерия космических систем»,
- «Информационно-измерительные устройства летательных аппаратов»,
- « Методы и средства конструирования элементов авиационных приборов».

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
		№10
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	8	8
Аудиторные занятия, всего час.	12	12
в том числе:		
лекции (Л), (час)	4	4
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
Самостоятельная работа, всего (час)	123	123
***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 10					
Раздел 1. Введение в реверсивный инжиниринг. Методы и средства получения геометрических данных Тема 1.1. Понятие реверсивного инжиниринга, его место в жизненном цикле изделия. Тема 1.2. Классификация методов получения геометрических данных: Тема 1.3. Общая технологическая цепочка реверсивного инжиниринга Тема 1.4.Правовые аспекты реверсивного инжиниринга:					
Раздел 2. Лабораторная работа № 1 Сканирование детали авиационного прибора Тема 2.1. Подготовка объекта к сканированию: очистка поверхности, нанесение маркеров, выбор стратегии сканирования. Тема 2.2. Настройка параметров сканера, захват сканов с разных ракурсов. Тема 2.3. Объединение сканов в единую модель, экспорт облака точек.					
Раздел 3. Обработка данных сканирования и параметрическая реконструкция CAD-моделей Тема 3.1. Обработка облаков точек: фильтрация шума, объединение сканов, выравнивание, прореживание, сегментация. Тема 3.2. Построение и редактирование полигональных сеток: Тема 3.3. Параметрическая реконструкция: Тема 3.4. Сравнение восстановленной геометрии с исходной:					
Раздел 4. Обработка облака точек и построение полигональной сети. Лабораторная работа № 2. Тема 4.1. Импорт данных в ПО для реверсивного инжиниринга (Geomagic Design X / аналог). Тема 4.2. Фильтрация шума, удаление выбросов, выравнивание и прореживание облака точек. Тема 4.3. Построение полигональной сети, заполнение дыр, сглаживание, редактирование топологии. Тема 4.4. Проверка качества сети: анализ отклонений, контроль целостности поверхности.					

Раздел 5. Параметрическая реконструкция CAD-модели. Лабораторная работа № 3 Тема 5.1. Сегментация поверхности: выделение плоских, цилиндрических и свободных участков. Тема 5.2. Подгонка примитивов к полигональной сети, создание эскизов по сечениям. Тема 5.3. Построение твёрдотельной параметрической модели с восстановлением конструктивных элементов (отверстия, фаски, скругления, массивы). Тема 5.4. Экспорт модели в формат, совместимый с CAD-системой (SolidWorks / КОМПАС-3D).					
Раздел 6. Разработка конструкторской документации по результатам реверсивного инжиниринга. Лабораторная работа № 4 Тема 6.1. Импорт восстановленной модели в CAD-систему, проверка целостности твёрдотельного тела. Тема 6.2. Выполнение рабочего чертежа детали: выбор видов и разрезов, нанесение размеров, назначение допусков и посадок, указание шероховатостей, технических требований. Тема 6.3. Оформление чертежа в соответствии с ЕСКД (ГОСТ 2.104, 2.109). Тема 6.4. Сравнительный анализ восстановленной модели и исходного объекта: оценка точности реконструкции, выводы по работе.					
Итого в семестре:	4		8		123
Итого	4	0	8	0	123

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. Введение в реверсивный инжиниринг. Методы и средства получения геометрических данных Тема 1.1. Понятие реверсивного инжиниринга, его место в жизненном цикле изделия. Обратный инжиниринг как инструмент импортозамещения, модернизации и контроля качества в авиационном приборостроении. Тема 1.2. Классификация методов получения геометрических данных: контактные (координатно-измерительные машины), бесконтактные оптические (лазерное сканирование, структурированный свет),

	томографические. Их точность, область применения, достоинства и ограничения. Тема 1.3. Общая технологическая цепочка реверсивного инжиниринга: физический объект → облако точек → полигональная сеть → CAD-модель → конструкторская документация. Погрешности на каждом этапе и управление накоплением ошибок. Тема 1.4.Правовые аспекты реверсивного инжиниринга: интеллектуальная собственность, патенты, недобросовестное копирование
3	Раздел 3. Обработка данных сканирования и параметрическая реконструкция CAD-моделей Тема 3.1. Обработка облаков точек: фильтрация шума, объединение сканов, выравнивание, прореживание, сегментация. Тема 3.2. Построение и редактирование полигональных сеток: сглаживание, заполнение дыр, редактирование топологии. Тема 3.3. Параметрическая реконструкция: выделение конструктивных элементов (плоскости, цилиндры, конусы, сферы, скругления), построение эскизов, создание твёрдотельной модели. Тема 3.4. Сравнение восстановленной геометрии с исходной: контроль отклонений формы и размеров. Назначение допусков и посадок при восстановлении документации. Оформление рабочих чертежей по ЕСКД.

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 10				
1	Сканирование детали авиационного прибора	2	2	2
2	Обработка облака точек и построение полигональной сети	2	2	4
3	Параметрическая реконструкция CAD-модели.	2	2	5
4	Разработка конструкторской документации по результатам реверсивного инжиниринга	2	2	6
	Всего	8		

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 10, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	80	80
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)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	23	23
Всего:	123	123

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)
КН-П-22-091695	Федоренко А. Г.	50

	Инженерная и компьютерная графика : учебно-методическое пособие : в 2 ч. / А. Г. Федоренко ; ГУАП. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2022. — Ч. 1. — 77 с. : ил.	
3973.26-018.3я73-14.	Аксёнов А. В. Интерактивная компьютерная графика : учебно-методическое пособие / А. В. Аксёнов ; ГУАП. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2020. — 89 с. : ил.	50
в Национальной электронной библиотеке (НЭБ) — код документа: 000199_000009_011291913.	Инженерная и компьютерная графика : методические указания по выполнению лабораторных работ. Ч. 2 / сост.: А. Голубков ; ГУАП. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2022.	30
19-37	Проекционное черчение в среде КОМПАС-3D V21 : методические указания по выполнению и оформлению расчётно-графических работ / ГУАП. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 51 с.	40

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://znanium.ru/catalog/document?id=483982&ysclid=mul56rxo3258821999	Карфидов А. О., Наумова М. Г., Морозова И. Г., Емельянов И. А. Обратный инжиниринг деталей машин и элементов конструкций. Лабораторные

	работы по 3D-сканированию и реверсивному инжинирингу : учебное пособие / А. О. Карфидов [и др.]. — Москва : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2025. —(— Режим доступа: по подписке. — ISBN 978-5-907754-72-4.
	Анухин В. И. Допуски и посадки : учебное пособие для вузов / В. И. Анухин. — Санкт-Петербург : Питер, 2018. — 207 с. — Доступ в ЭБС «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
	Не предусмотрено

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	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Лаборатория проектирования и эксплуатации малых космических аппаратов»	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля 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; Задачи; 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»	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**.
«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. Классификация средств получения геометрических данных в реверсивном инжиниринге: контактные, оптические, томографические методы. Их технические характеристики и области применения. 2. Координатно-измерительные машины (КИМ): принцип действия, типы (мостовые, консольные, портальные), точностные характеристики (погрешность, разрешение), преимущества и ограничения при контроле деталей авиационных приборов. 3. Лазерные сканеры для реверсивного инжиниринга: принцип действия (триангуляционный, времяпролётный), технические характеристики (точность, плотность точек, скорость сканирования), факторы, влияющие на точность измерений. 4. Сканеры на основе структурированного света: принцип действия, типы проецируемых паттернов, технические характеристики, область применения для малогабаритных деталей авиационного приборостроения. 5. Промышленная компьютерная томография (КТ): физический принцип, технические характеристики (разрешение, проникающая способность), применение для неразрушающего контроля внутренней геометрии сборок авиационных приборов. 6. Сравнительный анализ средств измерений для реверсивного инжиниринга по критериям: точность, скорость, габариты объекта, возможность измерения внутренних поверхностей, стоимость.	ПК-5.З.2
	1. Разработка алгоритма преобразования данных 3D-сканера в облако точек: стадии обработки, фильтрация шумов, алгоритмы объединения сканов. 2. Проектирование устройства преобразования координат при многоракурсном сканировании: матрицы преобразования, алгоритмы регистрации сканов (ICP и его модификации). 3. Разработка алгоритма обработки полигональной сети: сглаживание, заполнение дыр,	ПК-5.У.2

	редактирование топологии. Критерии качества результирующей сети. 4. Разработка процедуры параметрической реконструкции геометрии: выделение примитивов (плоскости, цилиндры, конусы), аппроксимация поверхностей, построение эскизов по сечениям. 5. Проектирование алгоритма сравнения восстановленной CAD-модели с данными сканирования: вычисление отклонений, построение цветовой карты отклонений, оценка точности реконструкции. 6. Разработка устройства преобразования данных сканирования в формат, совместимый с CAD-системами (STEP, IGES): структура данных, сохранение параметричности, ограничения форматов. 7. Проектирование алгоритма сегментации облака точек для выделения конструктивных элементов детали авиационного прибора: критерии сегментации, методы выделения границ, классификация областей.	
	1. Практическое применение 3D-сканера для контроля геометрии детали авиационного прибора: подготовка образца, настройка параметров сканирования, оценка неопределённости результатов, оформление протокола контроля. 2. Практическое применение координатно-измерительной машины (КИМ) для контроля точности посадочных поверхностей детали авиационного прибора: выбор стратегии измерения, щуповой обход, обработка результатов. 3. Практическое применение промышленной компьютерной томографии для неразрушающего контроля внутренней геометрии сборки авиационного прибора: настройка режимов сканирования, реконструкция сечений, выявление дефектов. 4. Обработка облака точек для целей технического контроля: фильтрация шума, объединение сканов, сегментация, подготовка данных для сравнения с эталонной моделью. 5. Построение карты отклонений (colour deviation map) при сравнении отсканированной детали с эталонной CAD-моделью: настройка допусков,	ПК-5.В.2

	интерпретация результатов, принятие решения о годности. 6. Практическое проведение контроля отклонений формы и расположения поверхностей по данным 3D-сканирования: выделение базовых поверхностей, расчёт отклонений, сопоставление с допусками по ГОСТ 24642. 7. Контроль размеров малогабаритных деталей авиационных приборов с помощью оптических сканеров: учёт влияния шероховатости и отражающей способности поверхности, выбор референсных маркеров, калибровка. 8. Практическое применение реверсивного инжиниринга для входного контроля комплектующих: сравнение фактической геометрии поставленной детали с номинальной моделью, выявление отклонений, оформление заключения. 9. Комплексирование данных контактных (КИМ) и бесконтактных (оптическое сканирование) методов измерений для контроля сложнопрофильных деталей: объединение результатов, оценка точности комбинированной модели. 10. Методы реверсивного инжиниринга для контроля качества деталей, изготовленных аддитивными технологиями: особенности сканирования пористых поверхностей, оценка усадки и деформаций, сравнение с CAD-моделью.	

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
	Тест 1. Основы реверсивного инжиниринга 1. Реверсивный инжиниринг — это… • а) процесс создания нового изделия на основе технического задания • б) совокупность методов исследования существующего объекта с целью восстановления его документации и понимания принципов работы • в) процесс контроля качества готовой продукции • г) технология аддитивного производства 2. Что является конечным результатом технологической цепочки реверсивного инжиниринга? • а) облако точек • б) полигональная сеть • в) конструкторская документация • г) фотография изделия 3. Укажите правильную последовательность этапов реверсивного инжиниринга: • а) облако точек → CAD-модель → полигональная сеть → чертёж • б) физический объект → облако точек → полигональная сеть → CAD-модель → чертёж • в) полигональная сеть → облако точек → физический объект → чертёж • г) CAD-модель → чертёж → облако точек → полигональная сеть 4. Основная задача реверсивного инжиниринга в контексте импортозамещения: • а) копирование внешнего вида изделия • б) восстановление конструкторской документации на утраченные или недоступные комплектующие • в) реклама аналогов • г) снижение себестоимости продукции 5. К правовым аспектам реверсивного инжиниринга относится: • а) выбор материала детали • б) соблюдение патентных прав и интеллектуальной собственности • в) назначение допусков • г) выбор формата файла	ПК-5.З.2
	Тест 2. Методы и средства получения геометрических данных 6. Контактные методы измерения в реверсивном инжиниринге представлены: • а) лазерными сканерами • б) координатно-измерительными машинами (КИМ) • в) сканерами структурированного света • г) промышленными томографами 7. Принцип действия лазерного триангуляционного сканера основан на: • а) измерении времени прохождения луча до объекта и обратно • б) определении координат точки по углу отклонения	ПК-5.У.2

	отражённого луча на матрице при известной базе и угле • в) рентгеновском просвечивании • г) механическом контакте щупа с поверхностью 8. Какой метод позволяет получить данные о внутренней геометрии детали без её разрушения? • а) лазерное сканирование • б) координатно-измерительная машина • в) промышленная компьютерная томография • г) фотограмметрия 9. Сканеры структурированного света проецируют на поверхность объекта: • а) лазерный луч • б) сетку точек • в) световой паттерн (полосы, сетки, кодированные узоры) • г) рентгеновское излучение 10. Укажите соответствие методов и их характерной точности: Метод 1. КИМ (контактный) 2. Лазерный сканер 3. Сканер структурированного света 4. Промышленная КТ 11. Основное преимущество оптических сканеров перед КИМ: • а) более высокая точность • б) более высокая скорость сканирования сложных поверхностей • в) возможность измерения внутренних полостей • г) отсутствие необходимости калибровки 12. Основное ограничение оптических сканеров при работе с деталями авиационных приборов: • а) невозможность сканирования металлических поверхностей • б) чувствительность к отражающим свойствам и шероховатости поверхности • в) ограничения по массе объекта г) отсутствие связи с CAD-системами	
	Тест 3. Обработка облаков точек и полигональных сетей 13. Облако точек — это: • а) набор треугольников, описывающих поверхность • б) множество точек с координатами (x,y,z)(x,y,z), полученных в результате сканирования • в) параметрическая CAD-модель • г) растровое изображение детали 14. Фильтрация шума в облаке точек выполняется для: • а) уменьшения объёма файла • б) удаления ошибочных точек, не принадлежащих поверхности объекта • в) изменения цвета модели	ПК-5.В.2

	• г) преобразования облака в твердотельную модель 15. Объединение (регистрация) сканов необходимо, потому что: • а) сканер не может захватить всю поверхность за один кадр • б) каждый скан имеет разный масштаб • в) ПО требует минимум три скана • г) без объединения нельзя экспортировать данные 16. Полигональная сеть (mesh) состоит из: • а) кривых Безье • б) NURBS-поверхностей • в) треугольных граней, рёбер и вершин • г) параллельных сечений 17. Операция «заполнение дыр» в полигональной сети применяется, когда: • а) необходимо удалить лишние треугольники • б) на поверхности есть области, не покрытые данными сканирования • в) сеть слишком плотная • г) модель нужно экспортировать в STEP 18. Прореживание облака точек (downsampling) выполняется для: • а) повышения точности модели • б) уменьшения плотности точек и объёма данных при сохранении геометрии • в) удаления цвета г) изменения системы координат	
	Тест 4. Параметрическая реконструкция CAD-моделей 19. Параметрическая реконструкция отличается от полигонального моделирования тем, что: • а) параметрическая модель состоит из треугольников • б) параметрическая модель содержит конструктивные элементы с размерами и связями, редактируемые в CAD-системе • в) параметрическая модель не может быть экспортирована • г) параметрическая модель не имеет координат 20. При параметрической реконструкции цилиндрической поверхности выполняется: • а) подгонка цилиндра к полигональной сети с определением оси, радиуса и положения • б) обводка поверхности вручную • в) преобразование в облако точек • г) удаление цилиндра из модели 21. Построение эскиза по сечениям полигональной сети — это: • а) фотографирование детали в разных ракурсах • б) создание 2D-контура на плоскости сечения с последующим выдавливанием или вращением для получения твёрдого тела • в) разрезание детали на физические части • г) экспорт модели в формат STL 22. При восстановлении массива отверстий в детали	ПК-5.У.2

	необходимо: • а) сканировать каждое отверстие отдельно • б) выделить одно отверстие, определить параметры массива (количество, шаг, угол) и применить операцию массива в CAD-системе • в) заменить отверстия на гладкую поверхность г) удалить все отверстия из модели 23. В каком формате следует экспортировать параметрическую CAD-модель для последующего редактирования в другой CAD-системе? • а) STL • б) OBJ • в) STEP г) BMP	
	Тест 5. Контроль точности и восстановление документации 24. Карта отклонений (colour deviation map) показывает: • а) распределение температур на поверхности детали • б) разницу в координатах между восстановленной моделью и исходными данными сканирования, отображённую цветом • в) количество точек в облаке • г) стоимость детали 25. При назначении допусков по результатам реверсивного инжиниринга следует: • а) просто скопировать измеренные размеры • б) округлить измеренные размеры до целых миллиметров • в) анализировать функциональное назначение детали и условия её работы, назначать номинальные размеры и квалитеты в соответствии с ГОСТ 25346 • г) назначить максимальные допуски для гарантии годности 26. Параметр Ra обозначает: • а) радиус скругления • б) среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости • в) допуск цилиндричности • г) угол наклона поверхности 27. Что необходимо указать на рабочем чертеже детали, восстановленной методами реверсивного инжиниринга, согласно ЕСКД? • а) только габаритные размеры • б) размеры, допуски, посадки, шероховатость, технические требования, обозначения баз, при необходимости — отклонения формы и расположения • в) только название детали • г) только массу 28. Допуск 20 мкм на размер детали авиационного прибора соответствует примерно: • а) квалитету IT5 • б) квалитету IT7 • в) квалитету IT10	ПК-5.В.2

	г) квалитету IT12			
Правильные ответы на тесты				
№	Ответ	№	Ответ	№
1	б	12	б	23
2	в	13	б	24
3	б	14	б	25
4	б	15	а	26
5	б	16	в	27
6	б	17	б	28
7	б	18	б	29
8	в	19	б	30
9	в	20	а	31
10	1-б, 2-в, 3-а, 4-г	21	б	32
11	б	22	б	33

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	**Методы и средства получения геометрических данных** **Тема:** Классификация и сравнительный анализ средств измерений для реверсивного инжиниринга. **Содержание задания:** 1. Дать характеристику трём методам получения геометрических данных (контактный, оптический, томографический): принцип действия, точностные характеристики, область применения, достоинства и ограничения. 2. Для заданной детали авиационного прибора (по варианту: корпус датчика, кронштейн, вал, посадочная втулка, рычаг механизма, плата крепления) обосновать выбор оптимального метода сканирования. Критерии обоснования: требуемая точность, габариты, материал, наличие внутренних полостей, шероховатость поверхности. 3. Описать подготовку выбранного объекта к сканированию: очистка, нанесение маркеров, выбор стратегии, оценка ожидаемой погрешности.

	Время выполнения: 2 академических часа.
2	**Обработка данных сканирования** **Тема:** Алгоритмы обработки облака точек и построения полигональной сети. **Содержание задания:** 1. Описать последовательность операций обработки облака точек: фильтрация шума, объединение сканов, выравнивание, прореживание, сегментация. Для каждой операции указать назначение, используемые алгоритмы и влияние на точность результата. 2. Решить задачу: даны координаты трёх точек облака A(10,2;5,1;0,0)*A*(10,2;5,1;0,0), B(10,8;5,3;0,1)*B*(10,8;5,3;0,1), C(10,5;5,0;0,0)*C*(10,5;5,0;0,0). Определить, принадлежат ли они одной плоскости, и если да — записать уравнение этой плоскости. Сделать вывод о том, является ли данный участок поверхности плоским или требует аппроксимации криволинейной поверхностью. 3. Описать процедуру построения полигональной сети из облака точек: методы триангуляции (Delaunay, Poisson), критерии качества сети (плотность, равномерность, отсутствие вырожденных треугольников), операции сглаживания и заполнения дыр. **Время выполнения:** 2 академических часа.
3	**Параметрическая реконструкция и восстановление документации** **Тема:** Построение CAD-модели и оформление конструкторской документации по результатам реверсивного инжиниринга. **Содержание задания:** 1. Описать последовательность параметрической реконструкции CAD-модели по полигональной сети: сегментация поверхностей, выделение примитивов (плоскости, цилиндры, конусы, сферы), построение эскизов по сечениям, создание твёрдотельного тела, восстановление конструктивных элементов (фаски, скругления, массивы отверстий). 2. Решить задачу: при параметрической реконструкции цилиндрической поверхности измерены координаты точек, лежащих на цилиндре. Радиус, определённый по результатам аппроксимации, составил R=5,012*R*=5,012 мм. Номинальный радиус по чертежу (если бы он был) — R=5,0*R*=5,0 мм, допуск по 7 квалитету для диапазона до 3 мм — 10 мкм. Определить: а) действительное отклонение радиуса; б) соответствует ли деталь допуску; в) какой номинальный размер и допуск следует указать на восстановленном чертеже. 3. Составить перечень обязательных элементов рабочего чертежа детали, восстановленной методами реверсивного инжиниринга, в соответствии с ЕСКД (ГОСТ 2.104, 2.109): виды и разрезы, размеры, допуски и посадки, шероховатость, технические требования, обозначения баз. **Время выполнения:** 2 академических часа.
4	**Применение реверсивного инжиниринга в авиационном приборостроении** **Тема:** Решение комплексной задачи реверсивного инжиниринга узла авиационного прибора. **Содержание задания:** 1. Описать технологическую цепочку реверсивного инжиниринга для заданного объекта (по варианту: гироскопический датчик, индукционный

	датчик угла, манометрический прибор, акселерометр, датчик давления, штепсельный разъём) — от сканирования физического объекта до восстановления комплекта конструкторской документации. 2. Указать особенности реверсивного инжиниринга данного объекта: требования к точности, выбор метода сканирования, учёт материала и покрытия, наличие скрытых элементов, необходимость разъёмки или томографии. 3. Предложить варианты модернизации (редизайна) восстановленной конструкции: замена материала, оптимизация массы, адаптация под аддитивное производство, изменение посадочных размеров. Обосновать каждое предложение. 4. Описать процедуру контроля качества восстановленной модели: сравнение с исходным объектом, построение карты отклонений, оценка точности реконструкции, критерии годности. **Время выполнения:** 2 академических часа (или как самостоятельная работа — 4 часа).

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

(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

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:

Формулировка темы и её практическая значимость для авиационного приборостроения (например: «Почему точность 5–20 мкм критична для посадочных мест датчиков»).

Цели лекции в терминах компетенций (ПК‑5): «знать», «уметь», «владеть» — конкретно по индикаторам.

Связь с предыдущими и последующими темами (как эта лекция опирается на метрологию/ЕСКД и готовит к лабораторным работам по Geomagic/КОМПАС).

План лекции с распределением времени по вопросам (2–4 основных вопроса).

Критерии усвоения: что студент должен уметь после лекции (например, выбрать метод сканирования, обосновать погрешность, прочитать карту отклонений).

Мини‑активатор внимания: 1 короткий кейс (например, «Деталь после аддитивной печати: какие методы контроля применимы и почему?») или 1 проблемный вопрос.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

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

Лабораторные работы проводятся с целью формирования у обучающихся практических навыков реверсивного инжиниринга авиационных приборов и измерительно-вычислительных комплексов, включая 3D-сканирование, обработку облака точек, построение CAD-моделей и разработку конструкторской документации.

Общие требования к проведению:

1. К выполнению лабораторной работы допускаются обучающиеся, изучившие теоретический материал по соответствующему разделу дисциплины и прошедшие инструктаж по технике безопасности.
2. Лабораторные работы выполняются индивидуально или в малых группах (2–3 человека) в специализированной лаборатории, оснащённой 3D-сканерами,

координатно-измерительными машинами (КИМ) и персональными компьютерами с установленным программным обеспечением (КОМПАС-3D, Geomagic Design X, Blender, специализированное ПО 3D-сканеров).

3. Перед началом работы обучающийся получает индивидуальный вариант задания — конкретный образец детали или узла авиационного прибора для проведения реверсивного инжиниринга. Выбор варианта осуществляется по номеру студенческого билета (последняя цифра определяет номер варианта).
4. **Продолжительность** каждой лабораторной работы — 2 академических часа аудиторной работы и до 4 часов самостоятельной подготовки.
5. Обучающийся обязан:
   - ознакомиться с методическими указаниями к лабораторной работе;
   - изучить конструкцию и назначение объекта реверсивного инжиниринга;
   - провести измерение геометрических параметров образца с использованием контактных и/или бесконтактных методов;
   - выполнить обработку результатов измерений, построение 3D-модели и оформление конструкторской документации;
   - оформить отчёт и защитить его преподавателю.

Перечень лабораторных работ:

Наименование лабораторной работы	Трудоёмкость, час
Сканирование детали авиационного прибора	2
Обработка облака точек и построение полигональной сети	2
Параметрическая реконструкция CAD-модели.	2
Разработка конструкторской документации по результатам реверсивного инжиниринга	2

Требования к защите:

- Обучающийся представляет оформленный отчёт в печатном или электронном виде.
- Защита включает краткое изложение хода работы, демонстрацию полученной 3D-модели и конструкторской документации, ответы на контрольные вопросы.
- Оценка выставляется с учётом качества модели, точности измерений, корректности оформления документации и полноты ответов.

Структура и форма отчёта о лабораторной работе

Отчёт о лабораторной работе оформляется в виде текстового документа на листах формата А4 и должен содержать следующие структурные элементы в указанном порядке:

1. **Титульный лист** — оформляется на бланке ГУАП. Содержит: наименование университета, наименование кафедры, номер и название лабораторной работы, наименование дисциплины, данные об обучающемся (ФИО, номер группы, номер студенческого билета), данные о преподавателе (ФИО, должность, учёная степень и звание), город и год.
2. **Цель работы и краткие теоретические сведения** — формулируется цель лабораторной работы, приводятся краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения задания (описание методов измерения, принципы работы используемого оборудования и ПО).
3. **Исходные данные** — указываются вариант задания, описание объекта реверсивного инжиниринга (наименование детали/узла, материал, габаритные размеры, назначение в составе авиационного прибора).

4. **Ход выполнения работы** — последовательное описание этапов выполнения работы:
    - подготовка и калибровка оборудования (3D-сканера, КИМ);
    - проведение измерений / сканирования;
    - обработка результатов (очистка облака точек, триангуляция, построение поверхностей);
    - создание твёрдотельной CAD-модели;
    - анализ технологичности и подбор материала-аналога;
    - разработка конструкторской документации.
5. **Результаты** — представление полученных данных:
    - скриншоты облака точек и промежуточных этапов обработки;
    - итоговая 3D-модель (в формате соответствующей CAD-системы);
    - рабочий чертёж детали;
    - таблицы измеренных геометрических параметров;
    - результаты анализа технологичности и обоснование выбора материала-аналога.
6. **Выводы** — краткие выводы по работе, отражающие достижение цели. Приводится сравнение полученных результатов с параметрами оригинальной детали, обсуждение выявленных отклонений и причин возможных погрешностей.
7. **Список использованных источников** — оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100–2018.
8. **Приложения** (при необходимости) — файлы 3D-моделей, дополнительные чертежи, протоколы измерений.

Требования к оформлению отчёта о лабораторной работе

Оформление отчёта осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32–2017 «Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления», ГОСТ 2.105–2019 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам» и локальными нормативными актами ГУАП.

Общие требования к тексту:

1. Отчёт оформляется печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210 × 297 мм).
2. Шрифт — Times New Roman, размер не менее 12 пт (допускается 14 пт), цвет — чёрный.
3. Межстрочный интервал — 1,5.
4. Выравнивание текста — по ширине.
5. Абзацный отступ — 1,25 см, единый по всему тексту.
6. Поля страницы: левое — 30 мм, правое — 10 мм, верхнее — 20 мм, нижнее — 20 мм.
7. Полужирный шрифт применяется только для заголовков разделов и подразделов.

Нумерация:

8. Страницы нумеруются арабскими цифрами, сквозная нумерация по всему тексту. Номер страницы проставляется в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включается в нумерацию, но номер на нём не проставляется.
9. Разделы и подразделы нумеруются арабскими цифрами с точкой между номерами (например, «1», «1.1», «1.2»). После номера раздела и подраздела точка не ставится. Заголовки разделов и подразделов печатаются с абзацного отступа, прописными буквами, полужирным шрифтом, без подчёркивания, без точки в конце.

Иллюстрации и таблицы:

10. Иллюстрации (скриншоты, схемы, графики) обозначаются словом «Рисунок» и нумеруются арабскими цифрами (сквозная нумерация или в пределах раздела).

Подпись помещается под иллюстрацией по центру строки. Пример: Рисунок 1 – Облако точек детали после предварительной обработки.

11. При ссылках на иллюстрации в тексте следует писать «в соответствии с рисунком 1», без сокращения «рис.».
12. Таблицы нумеруются арабскими цифрами (сквозная нумерация или в пределах раздела). Слово «Таблица» помещается над таблицей слева без абзацного отступа, без знака «№». Название таблицы указывается через тире. Пример: Таблица 1 – Результаты измерения геометрических параметров детали.
13. Каждая таблица и каждая иллюстрация должны иметь ссылку в тексте отчёта.

Формулы:

14. Формулы нумеруются арабскими цифрами в круглых скобках, выровненными по правому краю строки. Пояснения значений символов приводятся непосредственно под формулой в порядке их упоминания.

Оформление конструкторской документации:

15. Рабочие чертежи, включаемые в отчёт, оформляются в соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2.301–68, ГОСТ 2.302–68, ГОСТ 2.303–68, ГОСТ 2.304–81, ГОСТ 2.307–2011, ГОСТ 2.308–2019, ГОСТ 2.309–73).
16. Чертежи выполняются в CAD-системе (КОМПАС-3D или аналогичной) и экспортируются в формате PDF для включения в отчёт.

Список использованных источников и приложения:

17. Список использованных источников оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100–2018. Источники нумеруются в порядке их упоминания в тексте. В тексте ссылки на источники оформляются в квадратных скобках, например: [1, с. 15].
18. Приложения обозначаются прописными буквами кириллического алфавита (начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь). Каждое приложение начинается с новой страницы. На все приложения должны быть ссылки в тексте отчёта.

Электронные файлы:

19. Электронная версия отчёта и сопутствующие файлы (3D-модели в нативном и нейтральном форматах — STEP, IGES, STL; файлы конструкторской документации) предоставляются на носителе или загружаются в СДО ГУАП.

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.6. 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы.

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.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихсяявляются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. 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.

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.8. 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».

Результаты промежуточной аттестации заносятся деканатами в журнал учёта промежуточной аттестации, учебную карточку и автоматизированную информационную систему ГУАП.

Аттестационные оценки по факультативным дисциплинам вносятся в ведомость, учебную карточку, АИС ГУАП и, по согласованию с обучающимся, в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации.

По результатам успешного прохождения промежуточной аттестации обучающимися и выполнения учебного плана на соответствующем курсе, деканаты готовят проект приказа о переводе обучающихся с курса на курс.

Результаты промежуточной аттестации заносятся деканатами в журнал учёта промежуточной аттестации, учебную карточку и автоматизированную информационную систему ГУАП.

Аттестационные оценки по факультативным дисциплинам вносятся в ведомость, учебную карточку, АИС ГУАП и, по согласованию с обучающимся, в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации.

По результатам успешного прохождения промежуточной аттестации обучающимися и выполнения учебного плана на соответствующем курсе, деканаты готовят проект приказа о переводе обучающихся с курса на курс.

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