



**Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»**

Рабочая программа учебной дисциплины

Начертательная геометрия и инженерная графика

(Наименование дисциплины)

15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	6
Общее количество часов	216
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	64
– Лекционные (Л)	32
– Практические (ПЗ)	32
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	98
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (54)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	6
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	7
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	9
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	11
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	15
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	19
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	20

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Начертательная геометрия и инженерная графика» входит в «Обязательная часть» подготовки обучающихся по направлению подготовки **15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»**

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ПК-1 Способен осуществлять проектирование и конструирование изделий робототехники
Дескрипторы компетенции:

ПК-1.1 Способен выполнять разработку схмотехнического решения и проведение расчетов изделий робототехники;

ПК-1.2 Способен осуществлять разработку рабочей проектно-конструкторской и эксплуатационной документации изделий робототехники в соответствии с требованиями нормативной документации.

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
Профстандарт: 29.003 Специалист по проектированию детской и образовательной робототехники	ПК-1.1 Способен выполнять разработку схмотехнического решения и проведение расчетов изделий робототехники; ПК-1.2 Способен осуществлять разработку рабочей проектно-конструкторской и эксплуатационной документации изделий робототехники в соответствии с требованиями нормативной документации.	Знает: ИД 1 ПК.1.1 Основы схмотехники изделий робототехники, современную элементную базу изделий робототехники, современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схмотехнических задач, методики построения и расчета монтажных и принципиальных схем, методики расчета электрических цепей для определения параметров компонентов монтируемых схем, основные принципы конструкции робототехнических систем ПС 29.003 В/01.6; ИД 2 ПК.1.2 Национальные и отраслевые стандарты, технические регламенты, правила, требования и нормы единой системы конструкторской документации, типовые конструкции и конструктивные решения изделий робототехники, принципы работы проектируемых конструкций изделий робототехники ПС 29.003 В/02.6. Умеет:

		ИД 3 ПК.1.1 Анализировать принципы работы и условия эксплуатации проектируемых изделий робототехники, создавать и применять математические модели систем робототехники, использовать специализированные автоматизированные программы для выполнения кинематических и прочностных расчетов изделий робототехники, производить построение монтажных и принципиальных схем изделий робототехники, осуществлять расчет электрических цепей для определения параметров компонентов монтируемых схем изделий робототехники, использовать системы автоматизированного проектирования, разрабатывать макеты информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем ПС 29.003 В/01.6; ИД 4 ПК.1.2 Проектировать робототехнические системы изделий робототехники с использованием систем автоматизированного проектирования, разрабатывать конструкцию изделия робототехники в соответствии с требованиями стандартов организации, национальных стандартов и технических регламентов, требованиями заказчика, применять современные технологии изготовления изделий робототехники ПС 29.003 В/02.6. Имеет навыки: ИД 5 ПК.1.1 Анализа принципов работы и условий эксплуатации проектируемых изделий робототехники, создания и применения математических моделей систем робототехники, использования специализированных
--	--	---

		автоматизированных программ для выполнения кинематических и прочностных расчетов изделий робототехники, построения монтажных и принципиальных схем изделий робототехники, осуществления расчета электрических цепей для определения параметров компонентов монтируемых схем изделий робототехники, использования системы автоматизированного проектирования, разработки макетов информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем ПС 29.003 В/01.6; ИД 6ПК.1.2 Проектирования робототехнических систем изделий робототехники с использованием систем автоматизированного проектирования, разработки конструкций изделий робототехники в соответствии с требованиями стандартов организации, национальных стандартов и технических регламентов, требованиями заказчика, применения современных технологий изготовления изделий робототехники ПС 29.003 В/02.6.
--	--	--

1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль)
«Мехатроника»

Предшествующие и последующие дисциплины отсутствуют.

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»**;
- Учебного плана направления подготовки **15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Основы метода проецирования и позиционные задачи.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
2	Тема 2. Способы преобразования чертежа и развертки поверхностей.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
3	Тема 3. Аксонометрические проекции деталей мехатроники (по ГОСТ).	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
4	Тема 4. Рабочие чертежи деталей: допуски, посадки и шероховатость (ЕСКД).	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
5	Тема 5. Сборочные чертежи, спецификации и сварные соединения узлов роботов.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
6	Тема 6. Основы твердотельного параметрического моделирования в САПР (CAD).	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
7	Тема 7. Ассоциативное получение рабочих чертежей из 3D-моделей.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
8	Тема 8. Разработка полного комплекта конструкторской документации робототехнического комплекса.	22	4	4	14	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		54				
Итого		216	32	32	98	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Основы метода проецирования и позиционные задачи Метод Монжа, комплексный чертеж точки, прямой и плоскости. Взаимное положение геометрических элементов: параллельность и перпендикулярность прямых и плоскостей. Решение позиционных задач на пересечение многогранников (построение линий пересечения стенок корпуса робота) и определение видимости элементов.

Тема 2. Способы преобразования чертежа и развертки поверхностей Способ замены плоскостей проекций и способ вращения вокруг проецирующей оси для определения натуральных величин отрезков и углов наклона звеньев манипулятора. Построение разверток пирамидальных и конических поверхностей защитных кожухов приводов. Пересечение кривых поверхностей (цилиндр-конус).

Тема 3. Аксонометрические проекции деталей мехатроники (по ГОСТ) Образование стандартных изометрии и прямоугольной диметрии согласно ГОСТ 2.317-2011. Коэффициенты искажения по осям. Построение наглядных изображений зубчатых колес редукторов, подшипниковых узлов и валов без сокращения размеров для визуализации сборки сервоприводов.

Тема 4. Рабочие чертежи деталей: допуски, посадки и шероховатость (ЕСКД) Правила выполнения изображений в тонких линиях с использованием штриховки разрезов. Нанесение предельных отклонений размеров посадочных мест под подшипники актуаторов. Указание параметров шероховатости поверхности (RaRaRa, RzRzRz) направляющих и выполнение местных разрезов сложных фланцев.

Тема 5. Сборочные чертежи, спецификации и сварные соединения узлов роботов Структура конструкторских документов по ГОСТ 2.101–2.114. Выполнение номеров позиций составных частей захватного устройства или мобильной платформы. Изображение разъемных (резьбовые, штифтовые) и неразъемных (сварка плавлением корпусов звеньев) соединений. Заполнение основной надписи и спецификации.

Тема 6. Основы твердотельного параметрического моделирования в САПР (CAD) Интерфейс системы автоматизированного проектирования. Дерево построения модели. Создание эскизов базовых деталей робототехники (валы, втулки, кронштейны). Использование операций выдавливания, вращения и булевой алгебры (объединение, вычитание) при проектировании литых корпусов контроллеров.

Тема 7. Ассоциативное получение рабочих чертежей из 3D-моделей Создание ассоциативной связи между трехмерной моделью и ее двухмерным представлением. Автоматическая генерация основных видов, необходимых простых и сложных разрезов, а также выносных элементов корпуса планетарного редуктора. Простановка баз для контроля геометрии системой управления измерительной машиной (КИМ).

Тема 8. Разработка полного комплекта конструкторской документации робототехнического комплекса Оформление габаритного чертежа мобильного робота. Составление ведомости покупных изделий (микроконтроллеры, драйверы шаговых двигателей, датчики LiDAR). Разработка схемы деления изделия (EI) и электронной структуры изделия (ЭСИ) для передачи проекта в PLM-систему предприятия.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Основы метода проецирования и позиционные задачи.
ПЗ 2	Тема 2. Способы преобразования чертежа и развертки поверхностей.
ПЗ 3, 4	Тема 3. Аксонометрические проекции деталей мехатроники (по ГОСТ).
ПЗ 5	Тема 4. Рабочие чертежи деталей: допуски, посадки и шероховатость (ЕСКД).
ПЗ 6, 7	Тема 5. Сборочные чертежи, спецификации и сварные соединения узлов роботов.
ПЗ 8	Тема 6. Основы твердотельного параметрического моделирования в САПР (CAD).

3.3. Образовательные технологии

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Основы метода проецирования и позиционные задачи.	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Способы преобразования чертежа и развертки поверхностей.	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Аксонометрические проекции деталей мехатроники (по ГОСТ).	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Рабочие чертежи деталей: допуски, посадки и шероховатость (ЕСКД).	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Сборочные чертежи, спецификации и сварные соединения узлов роботов.	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Основы твердотельного параметрического моделирования в САПР (CAD).	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Ассоциативное получение рабочих чертежей из 3D-моделей.	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Разработка полного комплекта конструкторской документации робототехнического комплекса.	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Основы метода проецирования и позиционные задачи.	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Способы преобразования чертежа и развертки поверхностей.	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Аксонометрические проекции деталей мехатроники (по ГОСТ).	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Рабочие чертежи деталей: допуски, посадки и шероховатость (ЕСКД).	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Сборочные чертежи, спецификации и сварные соединения узлов роботов.	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Основы твердотельного параметрического моделирования в САПР (CAD).	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Ассоциативное получение рабочих чертежей из 3D-моделей.	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Разработка полного комплекта конструкторской документации робототехнического комплекса.	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Построение линии взаимного пересечения поверхностей сложного корпуса сервопривода (сочетание цилиндра и тора) с использованием метода вспомогательных концентрических сфер.
2. Определение действительной величины плоской фигуры звена манипулятора методом замены плоскостей проекций для последующего лазерного раскроя металла.
3. Выполнение полной развертки поверхности усеченного конуса защитного кожуха редуктора с нанесением припусков на фальцевое соединение.
4. Изображение стандартной метрической резьбы на валу актуатора согласно ГОСТ 2.311-68: построение профиля, нанесение условных обозначений и указание сбегов, недорезов и проточек.
5. Относительное положение деталей при посадке с зазором: расчет предельных размеров отверстия и вала подшипникового узла мобильной платформы по заданному качеству точности (IT7) и основному отклонению.
6. Назначение параметров шероховатости рабочих чертежей направляющих высокоточного координатного стола: обоснование выбора значений RaRaRa для сопрягаемых и торцевых поверхностей.
7. Разработка трехмерной параметрической модели зубчатого колеса цилиндрического прямозубого редуктора в САПР с последующим выполнением команды «Сдвиг» вдоль эвольвентной траектории.
8. Создание сборки мобильного колесного робота в CAD-системе: наложение геометрических и размерных зависимостей между элементами шасси, мотор-редуктором и поворотным колесом.
9. Формирование ассоциативного рабочего чертежа литого корпуса контроллера: получение главного вида, полного фронтального разреза и выносного элемента сложной зоны крепления радиатора охлаждения.
10. Оформление спецификации сборочного чертежа захватного устройства промышленного робота: группировка стандартных изделий (винты, шпонки, уплотнения) и покупных компонентов (тензодатчики).

11. Выполнение схемы кинематической принципиальной привода поворота запястья робота в соответствии с требованиями ГОСТ 2.703-2011: изображение валов, муфт, передач и электродвигателя.

12. Проектирование типового соединения «вал-втулка» с применением призматической шпонки: вычерчивание продольного и поперечного разрезов узла с указанием посадки шпонки по ширине.

13. Создание альбома стандартных элементов робототехники: отрисовка библиотеки базовых креплений датчиков Холла, оптических линеек и концевых выключателей формата А4 для повторного использования в проектах.

14. Применение аддитивных технологий в прототипировании: подготовка твердотельной модели кронштейна камеры к печати на фотополимерном (SLA) принтере, ориентация детали в пространстве и автоматическое построение поддерживающих структур.

15. Анализ причин искажения геометрии при передаче файлов из машиностроительной CAD-системы в систему архитектурно-строительного проектирования: конвертация форматов *.step*, *.iges* и *.dwg* с сохранением истории построения тел.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролируемых материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Основы метода проецирования и позиционные задачи.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
2	Тема 2. Способы преобразования чертежа и развертки поверхностей.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
3	Тема 3. Аксонометрические проекции деталей мехатроники (по ГОСТ).	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
4	Тема 4. Рабочие чертежи деталей: допуски, посадки и шероховатость (ЕСКД).	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
5	Тема 5. Сборочные чертежи, спецификации и сварные соединения узлов роботов.	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
6	Тема 6. Основы твердотельного параметрического моделирования в САПР (CAD).	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
7	Тема 7. Ассоциативное получение рабочих чертежей из 3D-моделей.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2

8	Тема 8. Разработка полного комплекта конструкторской документации робототехнического комплекса.	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
---	---	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Задачи

1. **Комплексный чертеж точки.** По заданным координатам (например, А 40, 30, 25) построить проекции точки в трех плоскостях проекций (π_1 , π_2 , π_3) и определить положение точки в пространстве.

2. **Следы прямой общего положения.** Построить горизонтальный и фронтальный следы отрезка прямой АВ, заданного координатами концов, найти их видимость и угол наклона к плоскости π_1 .

3. **Пересечение многогранников.** Построить линию пересечения поверхности наклонной призмы с отсеком вертикальной пирамиды методом конкурирующих точек для формирования внутреннего паза корпуса датчика.

4. **Преобразование чертежа способом замены плоскостей.** Определить натуральную величину треугольника — грани звена манипулятора, не параллельной ни одной из основных плоскостей проекций.

5. **Развертка конуса.** Выполнить полную развертку боковой поверхности прямого кругового конуса основания защитного кожуха редуктора с нанесением линии выреза (отверстия для кабеля).

6. **Построение аксонометрии детали.** Построить прямоугольную изометрию опоры подшипника по ее комплексному чертежу с вырезом передней четверти для показа внутренней полости под смазку.

7. **Эскизирование с натуры.** Выполнить ручной эскиз зубчатого колеса или рукоятки управления мехатронного модуля на миллиметровке, соблюдая пропорции и проставляя габаритные размеры без использования чертежных инструментов.

8. **Простановка допусков формы и расположения.** На чертеже вала актуатора указать допуск цилиндричности посадочной поверхности, допуск перпендикулярности торца к оси вращения и шероховатость RaRaRa 1,25 мкм.

9. **Резьбовые соединения.** Изобразить соединение крышки редуктора с корпусом при помощи болта исполнения 1, шайбы и гайки, выполнив необходимые местные разрезы согласно ГОСТ 2.315-68.

10. **Сварное соединение.** Разработать чертеж сварного узла кронштейна камеры: выполнить швы по замкнутому контуру, обозначить тип сварки (например, ТЗ-ГОСТ 14771-76) и заполнить условное обозначение шва.

11. **Создание твердотельной модели.** В САПР (КОМПАС-3D, SolidWorks) создать параметрическую 3D-модель фланца сервопривода с крепежными отверстиями, фасками и галтелью перехода диаметра.

12. **Булевы операции в CAD.** Спроектировать литой корпус мобильного робота путем выполнения операций объединения базовых параллелепипедов и последующего вычитания цилиндрических отверстий под колеса и винты крепления.

13. **Ассоциативный рабочий чертеж.** На основе готовой 3D-модели кронштейна автоматически получить главный вид, полный профильный разрез и выносной элемент сложного посадочного места.

14. **Сборочный чертеж и спецификация.** Оформить сборочный чертеж подвижного захвата робота на двух листах формата А3: выполнить номера позиций деталей и составить спецификацию по ГОСТ 2.106-96.

15. **Чтение конструкторской документации.** Проанализировать предоставленный преподавателем комплект документов (чертеж общего вида мобильной платформы и детализацию), ответить на вопросы о назначении изделия, материале деталей, точности изготовления осей и способе окраски корпуса.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. Эволюция методов отображения пространства: от чертежей Леонардо да Винчи и Гаспара Монжа до современных систем автоматизированного проектирования.

2. Проективные свойства геометрических фигур как математическая основа построения теней в архитектурной и машинной графике для визуализации робототехнических комплексов.

3. Применение способов преобразования комплексного чертежа (вращения и замены плоскостей) при проектировании траекторий движения сварочных роботов-манипуляторов.

4. Развертки поверхностей сложных криволинейных деталей мехатроники: методы аппроксимации и особенности изготовления кожухов из листового металла методом лазерной резки.

5. История развития стандартизации в России: роль Петра I, внедрение метрической системы мер и формирование Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

6. Графическое оформление соединений с натягом и переходных посадок подшипниковых узлов высокоточных актуаторов на рабочих чертежах валов согласно требованиям ЕСКД (*Единой системы допусков и посадок*).

7. Специфика изображения пружин сжатия и растяжения на сборочных чертежах возвратных механизмов захватных устройств промышленных роботов по ГОСТ 2.401-68.

8. Сравнительный анализ международных стандартов *ISO*, немецких *DIN* и российских *ГОСТ* в части оформления резьбовых изделий и предельных отклонений размеров.

9. Роль аксонометрических проекций в учебном процессе: методика преподавания наглядной геометрии будущим инженерам-мехатронщикам с использованием цифровых двойников.

10. Параметризация как новый этап развития инженерной графики: переход от статического двумерного чертежа к интеллектуальным трехмерным моделям зубчатых передач редукторов.

11. Технология создания фотореалистичных изображений роботизированных ячеек: настройка материалов, источников света и окружения в модулях рендеринга современных CAD-систем.

12. Особенности подготовки конструкторской документации для аддитивного производства (*FDM, SLA, SLS*): учет усадки материала, построение поддерживающих структур и ориентации детали на платформе принтера.

13. Организация единого информационного пространства предприятия: интеграция CAD-системы с *PDM/PLM*-платформами для управления жизненным циклом мобильного сервисного робота.

14. Кинематические схемы манипуляционных роботов: правила выполнения по ГОСТ 2.703-2011, условные обозначения двигателей, редукторов и передача усилий в звеньях.

15. Экологические аспекты современного инжиниринга: концепция «зеленого» черчения, минимизация отходов при раскрое листовых материалов корпусов дронов и выбор перерабатываемых пластиков для прототипирования.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине **Список вопросов для зачета**

1. Метод проецирования: определение, элементы метода (центр проекций, плоскости проекций) и отличие центрального проецирования от параллельного.
2. Комплексный чертеж точки в трех ортогональных плоскостях проекций ($\pi_1 \setminus \rho_1 _1 \pi_1$, $\pi_2 \setminus \rho_2 _2 \pi_2$, $\pi_3 \setminus \rho_3 _3 \pi_3$). Частные случаи положения точки относительно плоскостей.
3. Прямая общего положения: изображение на комплексном чертеже, построение следов (горизонтального и фронтального).
4. Взаимное положение двух прямых в пространстве: пересекающиеся, параллельные и скрещивающиеся прямые. Теорема о конкурирующих точках.
5. Плоскость общего положения и ее следа. Принадлежность прямой и точки заданной плоскости.
6. Позиционные задачи первой группы: пересечение прямой с плоскостью частного и общего положения; пересечение двух плоскостей.
7. Способ замены плоскостей проекций: сущность метода и его применение для определения натуральной величины плоской фигуры звена манипулятора.
8. Способ вращения вокруг проецирующей оси: преобразование комплексного чертежа для нахождения кратчайшего расстояния между скрещивающимися прямыми.
9. Поверхности вращения: образование, очерковые образующие, меридианы и параллели. Точки на поверхности цилиндра, конуса, сферы и тора.
10. Пересечение кривой поверхности с проецирующей цилиндрической поверхностью (построение линии среза корпуса сервопривода).
11. Построение разверток гранных поверхностей (призмы и пирамиды) и кривых поверхностей (цилиндра и конуса) защитных кожухов редукторов.

Список вопросов для экзамена

1. Стандартные аксонометрические проекции по ГОСТ 2.317-2011: прямоугольная изометрия и диметрия, коэффициенты искажения, направления осей.
2. Правила оформления изображений на чертежах (ГОСТ 2.305-2008): виды, разрезы (простые, сложные, местные) и сечения. Штриховка материалов.
3. Изображение и обозначение резьбы на стержне и в отверстии согласно ГОСТ 2.311-68: профиль, сбеги, недорезы, проточки и фаски.
4. Допуски и посадки ЕСДП (*Единой системы допусков и посадок*): понятие номинального размера, предельных отклонений, поля допуска, зазора и натяга.
5. Шероховатость поверхности: параметры $RaRaRa$ и $RzRzRz$, правила нанесения знаков шероховатости на рабочие чертежи направляющих роботов.
6. Выполнение эскизов деталей с натуры: последовательность действий, выбор главного вида и простановка габаритных размеров без использования чертежных инструментов.
7. Сборочный чертеж изделия: требования к содержанию изображения, нанесение номеров позиций составных частей захватного устройства.
8. Спецификация как основной конструкторский документ сборочной единицы: разделы спецификации, группировка стандартных изделий и материалов.
9. Соединения деталей машин: классификация разъемных (резьбовых, шпоночных, штифтовых) и неразъемных (сварных, паянных) соединений.
10. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений по ГОСТ 2.312-72: структура условного обозначения на полке линии-выноски.
11. Кинематические схемы механизмов: условные графические обозначения элементов (зубчатые колеса, муфты, подшипники) по ГОСТ 2.703-2011.

12. Основы твердотельного параметрического моделирования (CAD): дерево построения модели, операции выдавливания, вращения и булевой алгебры.
13. Ассоциативная связь 3D-модели и рабочего чертежа: автоматическое получение видов, разрезов и обновление документации при изменении геометрии детали.
14. Электронная структура изделия (ЭСИ) и управление данными об изделии (PDM/PLM): роль цифрового двойника в современном производстве робототехники.

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

1. Закрытого типа с одним верным вариантом ответа (5 вопросов)

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Как называется плоскость проекций, на которой горизонтальная проекция точки обозначается буквой z? а) π_1 (горизонтальная); б) π_2 (фронтальная); в) π_3 (профильная); г) дополнительная.
Правильный ответ: в)

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Какой разрез называется местным? а) разрез, выполненный для выявления внутренней формы предмета в отдельном, ограниченном месте; б) разрез, полученный рассечением детали несколькими параллельными плоскостями; в) разрез, служащий для отображения изделия в крайнем или промежуточном положении; г) разрез, совмещенный с видом по правилам проекционной связи.
Правильный ответ: а)

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Какое изображение резьбы наносится на стержень в продольном разрезе согласно ГОСТ 2.311-68? а) сплошной основной толстой линией по наружному диаметру и сплошной тонкой по внутреннему; б) сплошной тонкой линией на всю глубину (три четверти диаметра) по внутреннему диаметру; в) штриховой линией по внутреннему диаметру; г) разомкнутой линией в одном месте наружного контура.
Правильный ответ: б)

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. В какой САПР операции твердотельного моделирования выполняются через «Дерево построения»? а) Adobe Photoshop; б) КОМПАС-3D; в) Microsoft Excel; г) AutoCAD (классический режим без 3D-редактора).
Правильный ответ: б)

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Что означает параметр шероховатости Ra 1,6, нанесенный на чертеж вала актуатора с полкой под знаком? а) средний шаг неровностей профиля; б) наибольшую высоту неровностей профиля; в) среднее арифметическое отклонение профиля; г) радиус закругления впадин.
Правильный ответ: в)

2. Закрытого типа с двумя верными вариантами ответа (5 вопросов)

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Укажите две основные задачи начертательной геометрии: а) позиционные (нахождение общих элементов фигур); б) экономические (расчет стоимости материалов корпуса); в) метрические (определение натуральных величин); г) юридические (оформление патента).
Правильный ответ: а), в)

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Какие из перечисленных линий используются для выполнения невидимого контура детали мехатроники? а) сплошная основная толстая; б) штриховая; в) штрихпунктирная тонкая; г) сплошная тонкая.
Правильный ответ: б)

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Выберите стандартные аксонометрические проекции, регламентированные ГОСТ 2.317-2011: а) прямоугольная триметрия; б) прямоугольная изометрия; в) фронтальная косоугольная диметрия; г) кабинетная проекция.
Правильный ответ: б), в)

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Какие разделы обязательно входят в спецификацию сборочного чертежа робота? а) Документация; б) График Ганта разработки; в) Стандартные изделия; г) Отчет о патентном поиске.
Правильный ответ: а), в)

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Укажите типы неразъемных соединений деталей: а) болтовое; б) сварное; в) шпоночное; г) паяное.
Правильный ответ: б), г)

3. На установление последовательности (5 вопросов)

Укажите правильную последовательность этапов создания ассоциативного рабочего чертежа детали в CAD-системе:

1. Простановка размеров и допусков;

2. Создание базового эскиза основания;
3. Выполнение операции выдавливания/вращения;
4. Сохранение файла модели. **Правильный ответ: 2-3-4-1**

Укажите правильную последовательность нанесения номеров позиций на сборочном чертеже:

1. Проведение линии-выноски от изображения детали;
2. Заполнение графы «Поз.» в спецификации;
3. Вычерчивание полки на конце линии-выноски;
4. Запись номера позиции на полке. **Правильный ответ: 2-1-3-4**

Укажите правильную последовательность действий при выполнении простого разреза:

1. Мысленное рассечение детали плоскостью;
2. Удаление части детали перед секущей плоскостью;
3. Построение проекционного вида оставшейся части;
4. Штриховка сечений линиями под углом 45 градусов. **Правильный ответ: 1-2-3-4**

Укажите правильную последовательность определения видимости конкурирующих точек методом прямоугольного треугольника:

1. Определение разности координат;
2. Выбор плоскости проекций;
3. Построение натуральной величины отрезка;
4. Сравнение удаленности точек от наблюдателя. **Правильный ответ: 2-1-3-4**

Укажите правильную последовательность оформления чертежа общего вида мобильного робота:

1. Компоновка рамки и основной надписи;
2. Проведение осей симметрии и центровых линий;
3. Нанесение габаритных размеров;
4. Выполнение изображений видов и разрезов. **Правильный ответ: 1-2-4-3**

4. На установление соответствия (5 вопросов)

Установите соответствие между типами линий чертежа и их назначением по ГОСТ 2.303-68:

А) Сплошная основная толстая	1) Линия сечения и рамки форматки
Б) Штриховая	2) Видимые контуры детали
В) Штрихпунктирная тонкая	3) Осевые и центровые линии
Г) Сплошная волнистая	4) Невидимые контуры детали

Правильный ответ: А – 2, Б – 4, В – 3, Г – 1

Установите соответствие между посадками и их характеристиками:

А) Посадка с зазором	1) Вал всегда больше отверстия
Б) Посадка с натягом	2) Вал всегда меньше отверстия
В) Переходная посадка	3) Возможно получение как зазора, так и натяга
Г) Тугая посадка	4) Разновидность посадки с гарантированным натягом

Правильный ответ: А – 2, Б – 1, В – 3, Г – 4

Установите соответствие между операциями 3D-моделирования и их результатом:

А) Выдавливание	1) Тело вращения вокруг оси
Б) Вращение	2) Объемный элемент заданной толщины из плоского контура
В) По траектории	3) Сложное тело вдоль направляющей кривой
Г) Булево вычитание	4) Получение полости путем удаления одного тела из другого

Правильный ответ: А – 2, Б – 1, В – 3, Г – 4

Установите соответствие между стандартами ЕСКД и их содержанием:

А) ГОСТ 2.101-68	1) Правила выполнения схем
Б) ГОСТ 2.301-68	2) Виды изделий и комплектность конструкторских документов
В) ГОСТ 2.701-2008	3) Форматы листов чертежей
Г) ГОСТ 2.102-68	4) Стадии разработки конструкторской документации

Правильный ответ: А – 2, Б – 3, В – 1, Г – 4

Установите соответствие между типами швов сварки и их изображением:

А) Видимый шов	1) Основная линия знака проводится сверху вниз
Б) Невидимый шов	2) Полка линии-выноски отсутствует
В) Шов по замкнутому контуру	3) Кружок в месте пересечения линии-выноски с полкой
Г) Монтажный шов	4) Основная линия знака проводится снизу вверх

Правильный ответ: А – 4, Б – 1, В – 3, Г – 2

5. Открытого типа с одним-двумя словами (2 вопроса)

Прочитайте текст и запишите правильный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы. Проекция точки на горизонтальную плоскость π_1 называется **горизонтальной**.

Прочитайте текст и запишите правильный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы. Процесс нанесения размеров, предельных отклонений и технических требований на чертеж называется **оформлением** (или **детализацией**).

6. Открытого типа с определением понятия (расширенный ответ) (3 вопроса)

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы: дайте определение понятию комплексный чертеж — это ...
Правильный ответ: совокупность двух или более взаимосвязанных ортогональных проекций геометрической фигуры, расположенных на одной плоскости листа.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы: дайте определение понятию квалитет — это ...
Правильный ответ: мера точности изготовления детали, характеризующая величину допуска; совокупность допусков, соответствующих одному уровню точности для всех номинальных размеров.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы: дайте определение понятию PLM-система — это ...
Правильный ответ: организационно-техническая система, обеспечивающая управление всем жизненным циклом изделия от концепции до утилизации, включая хранение и синхронизацию всех связанных данных и процессов.

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. [Инженерная графика](#) / Л. С. Сенченкова, Н. В. Палий, А. Ю. Горячкина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2025. — 280 с. — ISBN 978-5-7038-6516-3. [[1](#)]
2. [Начертательная геометрия](#) / В. Н. Тимофеев, И. Р. Салахов, Л. М. Кутепова, Н. В. Гречко. — Казань : КНИТУ, 2024. — 228 с. — ISBN 978-5-507-49514-6 // Электронно-библиотечная система «Лань».

7.2. Дополнительная литература

3. Инженерная и компьютерная графика / Р. Р. Анамова [и др.] ; под общ. ред. Р. Р. Анамовой, С. А. Леоновой, Н. В. Пшеничной. — 2-е изд., пер. и доп. — Москва : Юрайт, 2026. — 226 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16834-1 // Образовательная платформа Юрайт.
4. [Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1](#) / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под ред. А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2024. — 328 с. — ISBN 978-5-534-02957-4 // Образовательная платформа Юрайт. [[1](#)]
5. [Начертательная геометрия. Задачи и решения](#) / А. Н. Лызлов, М. В. Ракитская, Д. Е. Тихонов-Бугров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 88 с. — ISBN 978-5-507-54091-4 // Электронно-библиотечная система «Лань».

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Учебная аудитория оборудована:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся
- комплект учебно-наглядных пособий по дисциплине

Программные средства для проведения практических занятий:

- nanoCAD2025 на 20 посадочных мест.

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Начертательная геометрия и инженерная графика**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Начертательная геометрия и инженерная графика

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Гвоздкова Ирина Николаевна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)